На пути к обновлению земли

СБОРНИК СТАТЕЙ,
ПОСВЯЩЕННЫЙ
75-ЛЕТИЮ
И.Г. ЭЙХФЕЛЬДА

210450

НА ПУТИ К ОБНОВЛЕНИЮ ЗЕМЛИ

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA

MAA UUENDAMISE TEEL

VALIMIK
ARTIKLEID
J. EICHFELDI
75. SÜNNIPÄEVAKS

KIRJASTUS «VALGUS» · TALLINN 1968

IX
А-5145

АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

НА ПУТИ К ОБНОВЛЕНИЮ ЗЕМЛИ

СБОРНИК СТАТЕЙ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 75-ЛЕТИЮ И. Г. ЭЙХФЕЛЬДА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВАЛГУС» · ТАЛЛИН 1968

63
Н 12

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
А. И. ПУНГ, Р. И. ТООМРЕ, О. Я. ПРИЙЛИНН, В. И. ДУШЕЧКИН

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии наук Эстонской ССР

РИСО № 665

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
210450

ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ, НАУЧНАЯ И ОРГАНИЗАТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИОГАНА ГАНСОВИЧА ЭЙХФЕЛЬДА

Президент Академии наук Эстонской ССР, член-корреспондент Академии наук СССР, действительный член Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки Эстонской ССР, Герой Социалистического Труда Иоган Гансович Эйхфельд относится к числу тех советских ученых, кому путь в науку открыла Великая Октябрьская социалистическая революция.

И. Г. Эйхфельд родился 26 января 1893 года в городе Пайде б. Эстляндской губернии, в семье безземельного крестьянина, работавшего по найму на разных работах в городе и батраком у помещиков. Многодетная семья постоянно испытывала материальные трудности. Положение семьи еще более ухудшилось после смерти отца в 1904 году. С большим трудом, только благодаря поддержке, оказанной старшим братом и сестрой, Иогану удалось окончить в 1909 году городское училище. Затем он сдал экзамен на почтового работника и в 1910—1914 годах работал телеграфистом в Литве. В эти годы он продолжал самостоятельно учиться и готовился к сдаче экзаменов за среднюю школу. Однако сдать их помешала начавшаяся первая мировая война. Осенью 1914 года И. Г. Эйхфельд был призван в армию и направлен на фронт телеграфистом в инженерные части.

На фронте Иоган Гансович пробыл до осени 1917 года. Рота, в которой он служил, неоднократно подвергалась газовой атаке. Легкие И. Г. Эйхфельда были повреждены хлором, вследствие чего несколько раз возникала угроза осложнений.

Служба в армии в годы войны явилась суровой, но полезной жизненной школой: расширился кругозор, возрос интерес к вопросам общественной жизни. В конце 1917 года Иоган Гансович

как солдатский делегат принимал участие в Чрезвычайном и Втором Всероссийских съездах Советов крестьянских депутатов.

С детства мечтая о профессии агронома, И. Г. Эйхфельд осенью 1918 года поступает в Петроградский сельскохозяйственный институт. Учиться в годы гражданской войны и послевоенной хозяйственной разрухи было нелегко. Материальные трудности вынудили его одновременно работать телеграфистом на Петроградском пожарном телеграфе.

В институте И. Г. Эйхфельд был одним из наиболее активных и успевающих в учении студентов. Вместе с тем он много сил отдавал общественной работе. В первые годы после революции студентам пришлось в значительной мере самим налаживать хозяйственную жизнь и учебный процесс в вузах. Многие профессора вначале сильно сомневались в том, что новые студенты, преимущественно дети рабочих и крестьян, значительная часть которых провела несколько лет на фронте, окажутся способными усвоить курс наук, преподаваемый в вузах. Их сомнения, однако, вскоре рассеялись. Пришедшая в вузы революционная молодежь в большинстве своем горела желанием учиться и готова была для получения образования пережить любые трудности. Между профессорами и студентами установились дружественные отношения. Позднее, рассказывая о годах учения в институте, Иоган Гансович вспоминал добрым словом своих учителей-профессоров, с увлечением читавших лекции часто в нетопленных аудиториях, и полуголодных, но всегда бодрых и веселых товарищей-студентов.

И. Г. Эйхфельд, как хороший организатор, пользовался авторитетом среди студентов и преподавателей института. Он постоянно работал в выборных студенческих органах, был уполномоченным Наркомпроса по социальному обеспечению студентов, членом правления института. Деятельность студентов была в те годы весьма разнообразной. В 1921 году, например, Иоган Гансович с группой студентов, сопровождавших специальный железнодорожный состав, ездил на Алтай за хлебом для студентов и преподавателей института.

В 1923 году учение в институте было закончено. Предстояло решить, где применить полученные агрономические знания. Еще в 1921 году, когда Иоган Гансович участвовал в геологической экспедиции в Карелию, у него возникла впервые мысль о работе на Крайнем Севере, на Кольском полуострове. Расположенный к северу от Карелии, за Полярным кругом, почти пустынный Кольский полуостров, или, как обычно его называли жители северных областей, Мурман, был до Октябрьской революции забытой окраиной царской России и служил местом ссылки. Лишь перед самой революцией Мурман был связан с

Петроградом железной дорогой. Изгнав из пределов советского Севера английских интервентов, Советская власть поставила задачу хозяйственного развития края. Стал быстро расти Мурманский незамерзающий порт, было намечено развить рыбную промышленность, начались поиски полезных ископаемых. Появилась необходимость выяснить также и возможности развития на Кольском полуострове сельского хозяйства, как подсобной отрасли, с целью сохранения здоровья местного населения и приезжающих сюда жить и работать из других областей, в первую очередь для предупреждения заболевания цингой.

В те годы северная граница земледелия в Европейской России проходила на сотни, а в Сибири — даже на тысячи километров южнее современных границ. Поэтому идея развития сельского хозяйства на Крайнем Севере многим казалась фантастичной. Иогана Гансовича, однако, заинтересовала перспектива решения проблемы полярного земледелия. Его поддержал академик Н. И. Вавилов, бывший в то время директором Государственного института опытной агрономии, на базе отдела прикладной ботаники которого вскоре был создан Всесоюзный институт растениеводства (ВИР). В 1923 году И. Г. Эйхфельд был принят на работу в Институт опытной агрономии и откомандирован в Мурманский округ для организации там на средства Мурманской железной дороги сельскохозяйственного опытного пункта. Иоган Гансович выбрал место для создания пункта на железнодорожной станции Хибины, на берегу озера Имандра, у подножия западного склона Хибинского горного массива, на 67°44′ северной широты. В 1922 году здесь начинала опытную работу по сельскому хозяйству Северная научно-промысловая экспедиция, работавшая под начальством профессора Н. И. Прохорова. Работы эти были в том же году прекращены. И. Г. Эйхфельд получил «в наследство» от экспедиции лишь землянку и сруб недостроенного дома. Из бывших сотрудников промысловой экспедиции с И. Г. Эйхфельдом работать в Хибины поехала также М. М. Хренникова.

Правление Мурманской железной дороги, в обязанности которого входило оказывать помощь приезжающим на Север переселенцам, поставило перед Хибинским опытным пунктом задачу выяснить, какие культуры и с помощью каких агроприемов можно выращивать в местных условиях, и передать этот опыт местному населению. Вначале, следовательно, непосредственные практические цели опытной работы были очень скромными, поскольку площади индивидуальных огородов и сенокосных участков в Мурманском округе не могли даже в перспективе превышать нескольких сотен гектаров. Индивидуальным хозяйствам не под силу было бы освоение под посевы больших площадей почти бесплодной северной земли. Перед

Эйхфельдом, однако, стояла и другая цель, установленная в беседах с Н. И. Вавиловым, а именно всесторонняя разработка научных основ продвижения земледелия к северу. Это было очень важно для страны, имеющей на Севере необъятные, еще не обжитые территории.

Иоган Гансович, поселившись в Хибинах, с головой ушел в трудную, полную горьких разочарований и радостных удач опытную работу. Средства на работу пункта Мурманская железная дорога отпускала очень скромные, в первый год было выделено всего 200 рублей. Заведующему пунктом И. Г. Эйхфельду и научному сотруднику М. М. Хренниковой часто приходилось самим наряду с рабочими выполнять физическую работу.

В 1924 году Иоган Гансович получил от правления дороги разрешение организовать второй сельскохозяйственный опытный пункт около г. Мурманска, в древнем поселке Кола. Этим пунктом до его закрытия в 1929 году заведовала М. М. Хренникова. В 1925 году был создан третий пункт в Северной Карелии, вблизи станции Лоухи, для изучения вопросов мелиорации и культуры северных болотных почв. Лоухским опытным пунктом заведовал З. Г. Толчинский. Все три опытных пункта работали под методическим руководством И. Г. Эйхфельда.

Небольшому коллективу пионеров полярного земледелия, возглавляемому И. Г. Эйхфельдом, пришлось преодолеть немало трудностей, прежде чем удалось научиться надежно выращивать на Крайнем Севере хорошие урожаи многих культур. Трудности, как оказалось, состояли не только в коротком и холодном периоде вегетации и низком естественном плодородии местных почв. Неожиданным было то, что на минеральных почвах культурные растения в этих высоких северных широтах часто страдали от недостатка влаги. Столь же неожиданным было обилие насекомых-вредителей, временами представлявших большую угрозу урожаю. Борьбу с насекомыми-вредителями пришлось включить в число основных мероприятий, осуществление которых на Крайнем Севере, так же как и в более южных областях, необходимо для получения высоких урожаев.

Результаты, достигнутые уже в первые годы работы опытных пунктов, заставили замолкнуть скептиков, сомневавшихся в возможности развивать земледелие на Крайнем Севере. Урожаи картофеля, овощей и трав, получаемые на опытных полях в Хибинах, обычно были не ниже, чем в более южных земледельческих районах нечерноземной зоны.

В 1928 году И. Г. Эйхфельд был направлен в командировку в Скандинавские страны, где ознакомился с методами и результатами работы опытных и селекционных станций и обществ по

Опытные делянки в Хибинах. 1924 г.

Тимофеевка на осушенном болоте. Хибины, 1929 г.

культуре болот Финляндии, Швеции, Норвегии и Дании. Достижения науки и практики сельского хозяйства этих стран были в дальнейшем использованы в работе как Хибинского опытного пункта, так и хозяйств Мурманской области. По собранным во время поездки материалам И. Г. Эйхфельд написал книгу «Культурные пастбища Скандинавии», которая была издана в Ленинграде в 1929 году. По этой книге широкие круги русских агрономов впервые ознакомились с опытом создания и использования культурных пастбищ. И. Г. Эйхфельд отмечал в ней большую экономическую целесообразность создания культурных пастбищ на Северо-Западе РСФСР.

Уделяя основное время работе на опытном пункте, И. Г. Эйхфельд вместе с тем был постоянно в курсе всех мероприятий, направленных на хозяйственное развитие Мурманского округа. Его, как агронома, особенно интересовала перспектива промышленного освоения залежей содержащего фосфор минерала апатита, которые были открыты в 1921 году в центре Хибинского горного массива геологической экспедицией, возглавляемой академиком А. Е. Ферсманом. Иоган Гансович активно содействовал тому, чтобы были скорее определены запасы апатитовой породы, изучен ее состав и разработана технология переработки в суперфосфат. В 1926 году он совместно с горным техником П. Ф. Семеровым и агрономом Г. М. Крепсом заготовил в горах и при помощи местных оленеводов саами вывез на ст. Хибины первую значительную партию породы в количестве около полутора тонн. Из Хибин порода была разослана научным учреждениям для испытания в качестве удобрения и для разработки методов обогащения с целью дальнейшей переработки в суперфосфат.

В горячих спорах, которые велись в научных учреждениях и плановых организациях вокруг проблемы апатита, И. Г. Эйхфельд был всегда в числе тех, кто настаивал на немедленном освоении месторождений, чтобы возможно быстрее обеспечить суперфосфатные заводы отечественным сырьем и освободиться от необходимости импортировать марокканские фосфориты, за которые Советскому государству приходилось платить золотом.

Сторонников создания в Хибинских горах крупного промышленного комбината для добычи и обогащения апатитовой породы поддерживал руководитель ленинградских большевиков С. М. Киров (Мурманский округ в те годы входил в состав Ленинградской области). С. М. Киров одобрил также предложение создать на месте совхоз для обеспечения семей рабочих апатитовой промышленности молоком и свежими овощами. Целесообразность создания такого совхоза основывалась на удачном опыте Хибинского сельскохозяйственного опытного пункта.

В 1930 году одновременно со строительством в горах рудника, обогатительной фабрики и города Хибиногорска (Кировска) началось и строительство первого на Крайнем Севере совхоза «Индустрия». Во главе его был поставлен энергичный руководитель коммунист Н. К. Гладышев. И. Г. Эйхфельд и его ближайшие помощники агроном П. Е. Ефимов и рабочий М. Ф. Онохин принимали в строительстве совхоза самое активное участие. Не прерывая работы на опытных полях, они занимались изысканием удобных для освоения под пашню земель, намечали места для строительства отделений совхоза (ферм), на практике показывали работникам совхоза приемы обработки местных земель, посева и ухода за растениями. Опытный пункт обеспечил совхоз семенами сортов, приспособленных к местному климату и почвам. П. Е. Ефимов и М. Ф. Онохин впоследствии перешли на работу в совхоз, первый в качестве главного агронома, второй — заведующим фермой.

В 1930—1933 годах И. Г. Эйхфельд постоянно привлекался для консультаций по вопросам организации и работы других совхозов, создававшихся различными ведомствами в Мурманской области, а также в Северной Карелии, в зоне строительства Беломорско-Балтийского канала.

В эти же годы Иогану Гансовичу приходилось неоднократно выступать в Комитете содействия народностям северных окраин при ВЦИК по вопросам развития сельского хозяйства на Крайнем Севере. В 1931 году по предложению заместителя председателя ВЦИК П. Г. Смидовича, являвшегося одновременно председателем указанного комитета, был поставлен доклад И. Г. Эйхфельда в Госплане СССР на специальном совещании по вопросам Севера. В этом докладе Иоган Гансович осветил задачи сельского хозяйства в северных районах, наметил сельскохозяйственные зоны в связи с климатическими условиями на всем пространстве Крайнего Севера СССР и внес предложение создать там сеть сельскохозяйственных опытных пунктов (журнал «Советский Север», 1931, № 5).

Следует отметить, что территории, отнесенные к Крайнему Северу, находившиеся под наблюдением Комитета содействия народностям северных окраин, охватывали все малонаселенные районы с аборигенным населением Европейской части РСФСР, Сибири и Дальнего Востока и составляли ни много ни мало как 40 процентов от общей площади СССР. Советское правительство в те годы уже вплотную подошло к разработке перспектив хозяйственного развития этих необъятных пространств, таящих в себе неисчислимые богатства (ископаемые, рыба, лес, гидроэнергия). Успешно завершалось освоение Северного морского пути, регулярное функционирование кото-

рого значительно облегчало освоение Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока.

В 1930 году Хибинский опытный пункт преобразуется в Полярное отделение Всесоюзного института растениеводства, через несколько лет переименованное в Полярную опытную станцию ВИРа. Число научных работников в Хибинах возросло. Теперь здесь организуются более широкие исследования по агротехнике и агрохимии, селекции, физиологии растений, агрометеорологии. Руководство по некоторым разделам работы приняли на себя ведущие специалисты Всесоюзного института растениеводства: по селекции картофеля — И. А. Веселовский, по физиологии растений — В. И. Разумов, по экологии — Е. Н. Синская. Географическими посевами, проводимыми на всех станциях института, руководил его директор, академик Н. И. Вавилов. И. Г. Эйхфельд, будучи директором Полярной опытной станции, возглавил работу по селекции овощных, кормовых и зерновых культур и проведению опытов по мелиорации и агротехнике. Через несколько лет для руководства отделом агротехники был приглашен П. А. Турнас и отделом агрохимии — В. П. Иллювиев.

Полярная опытная станция в эти годы все еще оставалась единственным научно-исследовательским учреждением по сельскому хозяйству на Крайнем Севере СССР.

Необходимо отметить, что успешной работе Хибинского опытного пункта, а затем Полярной опытной станции ВИРа способствовала постоянная конкретная помощь со стороны мурманских советских и партийных органов.

В ноябре 1933 года десятилетие полярного земледелия было отмечено созывом специального торжественного заседания Мурманского окрисполкома. В адрес Эйхфельда поступили многочисленные поздравительные телеграммы. Празднование юбилея для пионеров полярного земледелия было тем более радостным, что осенью 1933 года совхоз «Индустрия», имевший уже 305 га посевов и 570 голов крупного рогатого скота и получавший высокие урожаи и удои, на Ленинградской областной сельскохозяйственной выставке занял первое место среди совхозов области. Это была совместная победа науки и практики.

В результате исследований, проведенных И. Г. Эйхфельдом с сотрудниками за первые десять лет работы на Кольском полуострове, были разработаны методы освоения местных минеральных и торфяно-болотных почв, установлены агроприемы и система удобрений, обеспечивающие получение высоких урожаев важнейших сельскохозяйственных культур, подобраны наиболее перспективные сорта. Средние урожаи в Хибинах составляли: картофеля 180—200 ц, сена однолетних и многолетних трав 35—40, капусты и корнеплодов 300—400, ячменя и

Заготовка первой партии апатитовой руды на горе Расвумчорр. 1926 г. Слева И. Г. Эйхфельд.

овса 18—20 ц с 1 га. На отдельных участках нередко получали урожаи в 1,5—2 раза выше. В совхозе «Индустрия» урожаи достигали почти такого же уровня.

Успешно развивалось на Полярной опытной станции и в совхозе также растениеводство в защищенном грунте. В блочных неотапливаемых, а также в отапливаемых теплицах выращивались высокие урожаи томатов и огурцов. Хибины были одним из первых мест, где по предложению Агрофизического института, руководимого академиком А. Ф. Иоффе, испытывалась ацетилцеллюлозная пленка в качестве заменителя стекла в парниковом хозяйстве.

Иоган Гансович всегда придавал большое значение разработке типов теплиц и парников и приемов выращивания растений в закрытом грунте в условиях Крайнего Севера. Он неоднократно указывал, что в будущем, когда Крайний Север получит в избытке дешевую электроэнергию, необходимую для искусственного отопления и для освещения теплиц в темное время года, здесь не только будут в изобилии выращиваться в

теплицах в течение круглого года разнообразные овощи, но будут созданы под стеклом сады с пышной декоративной растительностью, где население Крайнего Севера будет отдыхать в окружении живой природы.

Некоторые агроприемы, применявшиеся в Хибинах в тридцатых годах и рекомендованные для хозяйств Мурманской области, позднее были признаны эффективными и для других климатических зон СССР. Так, И. Г. Эйхфельд уже в те годы считал необходимым правильно сочетать минеральные удобрения с органическими. Несмотря на то, что станция и совхоз «Индустрия» в больших количествах применяли минеральные удобрения, они обращали большое внимание и на заготовку органических удобрений — навоза, торфо-навозных и торфо-фекальных компостов.

В Хибинах были обычными такие приемы, как предпосадочное проращивание картофеля на свету (прием впоследствии получил неправильное название «световая яровизация»), выращивание рассады овощей в торфоперегнойных горшочках. В совхозе уже в первые годы были созданы на болотных почвах опытные участки культурных пастбищ, на которых паслась группа высокоудойных коров. Намечалось создать большие массивы культурных пастбищ на всех фермах совхоза. Для этого уже в 1933 году И. Г. Эйхфельд организовал в совхозе размножение отобранных на опытной станции лучших семей всех основных видов лугопастбищных трав. В 1935 году в совхозе были заложены опыты с посевом разных смесей пастбищных видов трав. К сожалению, в связи с тем, что в 1937 году Н. К. Гладышев и П. Е. Ефимов были отстранены от руководства совхозом, намеченные планы развития пастбищного хозяйства не были осуществлены. Несколько тонн собранных в совхозе весьма дефицитных семян лугопастбищных трав были проданы в другие области, а семеноводство прекращено.

За все годы работы Полярной опытной станции И. Г. Эйхфельдом и другими селекционерами (И. А. Веселовский, М. Н. Веселовская, В. Я. Быковский, Е. Д. Пальчикова, П. П. Гусев, Ф. И. Маньков, Ф. В. Шураков, В. И. Душечкин) было выведено для Крайнего Севера около трех десятков сортов различных сельскохозяйственных культур — картофеля, капусты, репы, брюквы, свеклы, моркови, кормовых трав, ячменя, овса и даже ягодников — малины и смородины черной и красной. Получено было также несколько сортов томатов и огурцов для защищенного грунта. Многие из хибинских сортов являются рекордсменами по холодостойкости и скороспелости. Таковы, например, сорта ячменя Полярный 14 и овса Хибины 1. В послевоенные годы на станции было получено еще несколько новых сортов (селекционеры Ф. И. Маньков, П. П. Гусев,

М. А. Вавилова, Л. В. Сазонова и др.). Многие сорта хибинской селекции районированы в Мурманской области, в других районах Крайнего Севера, в некоторых горных районах и даже в ряде более южных областей. Полярная станция ВИРа является одним из основных центров изучения и селекции картофеля в СССР. В Хибинах были разработаны для Крайнего Севера и методы борьбы с насекомыми-вредителями (М. К. Знаменская).

Занимаясь в основном продовольственными и кормовыми культурами, И. Г. Эйхфельд находил время и для работы с цветами. Выращивание и селекция цветов были и остаются и сейчас любимым его занятием в часы отдыха. Приезжавшие в Хибины многочисленные гости и экскурсанты удивлялись обилию цветов на станции. Опыт декоративного садоводства, накопленный Иоганом Гансовичем в Хибинах, был впоследствии использован при озеленении городов и поселков Мурманской области, особенно центра медно-никелевой промышленности — г. Мончегорска.

В Хибинах проводились исследования не только по проблемам прикладной агрономии, выдвигавшимся жизнью и требовавшим срочного решения. Необычные для культурных растений природные условия Хибин, сильно отличающиеся от условий в старых земледельческих районах, — короткий период вегетации с низкими температурами и круглосуточный полярный день летом — создают здесь природную лабораторию, пользуясь которой можно без постройки специальных фитотронов изучать многие важные вопросы физиологии и биологии растений. Уже в первых опытах И. Г. Эйхфельда, поставленных в Хибинах, было установлено, что многие растения в условиях Крайнего Севера растут и развиваются иначе, чем обычно. Оказалось, что ряду культур, например зерновым, для завершения цикла развития здесь требуются значительно меньшие суммы положительных температур, чем в более южных районах. Длинный полярный день как бы компенсирует растениям недостаток тепла. Двухлетние и некоторые многолетние растения в Хибинах часто сильно изменяют ритм развития и зацветают в первый год. С этим явлением, цветухой, пришлось бороться путем селекции. Были выведены длинностадийные (по стадии яровизации) сорта капусты, свеклы, брюквы и репы, нормально дающие в год посева кочаны и корнеплоды.

И. Г. Эйхфельдом было впервые установлено, что многие выравненные сорта, в том числе даже чистолинейные сорта самоопылителей, при выращивании в Хибинах нескольких их поколений образуют различные новые формы (мутации), часто совсем не похожие на исходный сорт. Эти факты дали И. Г. Эйхфельду основание для высказывания важного предположения о том, что необычные условия выращивания растений усили-

вают процессы формообразования, при этом могут возникнуть направленные изменения (мутации). Большое разнообразие форм ячменя в некоторых установленных Н. И. Вавиловым центрах происхождения культурных растений, представляющих собой горные области, по мнению И. Г. Эйхфельда, могло возникнуть из одной или из небольшого числа исходных форм, которые, попав в прошлом в горный район, под влиянием необычных условий образовали «фейерверк» форм. Многие из этих форм в дальнейшем, при наличии в горах резкой смены условий на небольших расстояниях, могли здесь закрепиться и сохраниться, в то время как на равнинах, где условия на больших территориях относительно однородны, закрепляется и сохраняется лишь небольшое число вновь возникающих форм (Бюллетень ВАСХНИЛ, 1936, № 2). Одним из факторов, усиливающих формообразовательный процесс на Крайнем Севере и в горных районах, И. Г. Эйхфельд считал низкие температуры и повышеннное количество ультрафиолетовых лучей. Материалы, собранные И. Г. Эйхфельдом по изменчивости ячменя в Хибинах, были дополнены Е. Д. Пальчиковой и опубликованы ею в специальной статье (журнал «Яровизация», 1939, № 4).

Непосредственно по указанию Н. И. Вавилова в Хибинах были поставлены исследования стадийного развития многих видов растений. Результаты исследований по биологии и физиологии развития растений опубликованы в работах В. И. Разумова, М. И. Смирновой, И. А. Костюченко, Т. Я. Зарубайло, В. И. Душечкина и других.

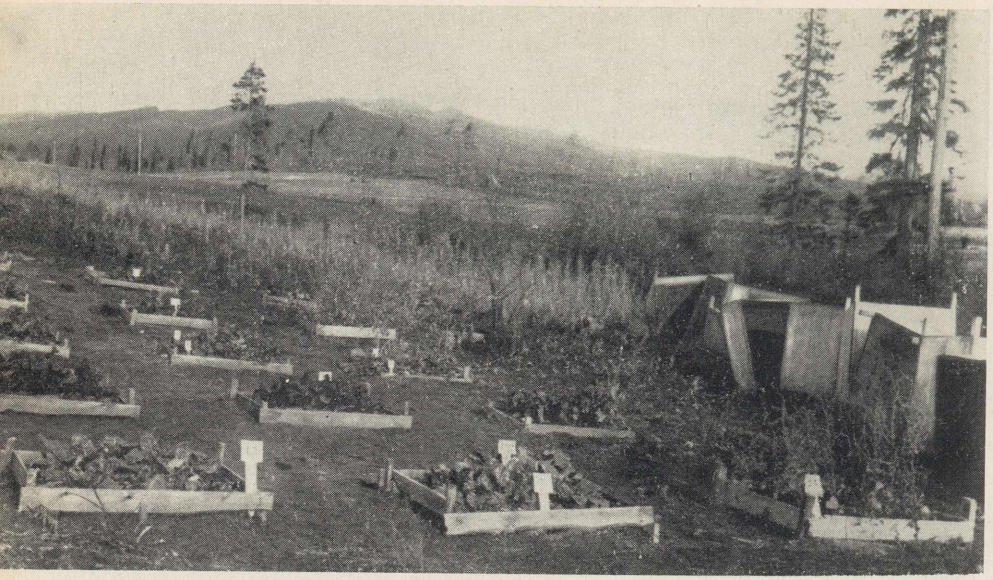
Работа, проводившаяся И. Г. Эйхфельдом с коллективом сотрудников в Хибинах, привлекала внимание широких кругов растениеводов, агрономов и биологов. Ежегодно на станцию приезжало много ученых для ознакомления с опытом или для научной работы. В период с 1933 до 1939 года почти ежегодно в Хибинах бывал академик Н. И. Вавилов, неизменно проявлявший большой интерес к работам И. Г. Эйхфельда и в целом к проблеме продвижения земледелия на Крайний Север. Из писем, полученных И. Г. Эйхфельдом, можно видеть, как широко подходил Н. И. Вавилов к решению этой проблемы. Он запрашивал у Иогана Гансовича данные о результатах испытания сортов различных культур с разбивкой их на группы по выносливости в условиях Крайнего Севера с подробной эколого-географической характеристикой, просил сообщать все известное о зарубежном опыте земледелия на Крайнем Севере. Уже в 1931 году Н. И. Вавилов, предусматривая быстрое хозяйственное развитие всех огромных территорий Крайнего Севера СССР, собирался создать специальный отдел в ВИРе. В одном из писем он писал: «Очень существенно было бы знать Ваши сооб-

ражения о том, что случится впереди в связи с новыми энергетическими центрами на Крайнем Севере. Нет ли по этой части опыта за границей? Когда приедете в Ленинград, надо обдумать дело с секцией полярного земледелия в Ленинграде, чтобы она работала, делала сводки, была полезна Вам и работала под Вашим руководством» (из письма Н. И. Вавилова И. Г. Эйхфельду от 11. XI 1931 г.). В ноябре 1933 года в связи с десятилетием опытных работ в Хибинах Николай Иванович в приветствии И. Г. Эйхфельду писал: «. . .Не взирая ни на какие трудности, создано большое прекрасное дело. За Полярным кругом началась сельскохозяйственная культура и Полярное отделение во главе с Вами, при Вашем самом активном участии с полным правом является основоположником полярного земледелия. . . Советская страна только начинает по-настоящему устраивать жизнь. Впереди огромная работа, еще более увлекательная: надо искать новых путей, надо по-новому развернуть физиологические исследования, селекционную работу, надо обдумать уже новый поход, новые маршруты» («Полярная правда», 18 ноября 1933 г., Мурманск).

В Хибины также неоднократно приезжал другой крупный советский ученый, основоположник отечественной агрохимии, академик Д. Н. Прянишников, который в те годы настойчиво доказывал необходимость быстрого увеличения в стране производства и применения минеральных удобрений. Мурманская область оказалась первой в СССР, осуществившей химизацию земледелия. Полярная опытная станция, а также совхозы и колхозы области с первых лет применяли, как правило, все три основных вида минеральных удобрений — фосфорные, калийные и азотные. На гектар вносилось ежегодно по 6—8 центнеров туков. Получаемые на станции и в хозяйствах высокие урожаи убедительно подтверждали точку зрения Д. Н. Прянишникова на минеральные удобрения, как на одно из основных средств повышения урожаев на всей территории СССР и особенно в нечерноземной зоне. Поэтому академик Прянишников с большим вниманием знакомился с опытами, проводившимися на станции, и с результатами производственного опыта совхоза «Индустрия». Приезжали в Хибины и многие другие советские ученые.

Много раз И. Г. Эйхфельду, как директору станции, приходилось принимать в качестве гостей и иностранных ученых. Обычно их привозил с собой Н. И. Вавилов. Так, в Хибинах побывали известный английский генетик Гэтс, крупный итальянский агроэколог Ацци, один из ведущих американски[illegible] зиологов растений Гарвей, виднейший немецкий специал[illegible] селекции картофеля Шикк, крупный финский селек[illegible] Валле, болгарский генетик Костов и др. На полях около

Вывозка первых партий апатитовой руды из Хибинских гор.



Опыты по фотопериодизму растений. Хибины, 1927 г.

Уголок Полярной опытной станции Всесоюзного Института растениеводства. Хибины, 1933 г.

нашли в себе силы сохранить для будущего семена и клубни разных растений, многие из которых возобновить не представилось бы возможным. Спасение мировой коллекции в годы войны — одна из самых героических страниц в жизни Всесоюзного института растениеводства.

В начале 1942 года основной коллектив института был вывезен из Ленинграда по «дороге жизни», проложенной через Ладожское озеро, и эвакуирован на Урал в г. Красноуфимск. Сюда вскоре пришла весть о том, что Иогану Гансовичу присуждена Государственная премия первой степени за теоретические и практические работы по сельскому хозяйству на Крайнем Севере.

Два с лишним года, проведенные И. Г. Эйхфельдом с институтом на Урале, были заполнены напряженной работой. В первую очередь необходимо было организовать основную работу по изучению и поддержанию коллекций. Предстояло также решить проблему перемещения ряда важных культур на восток страны в связи с тем, что основные районы их возделывания были оккупированы вражескими войсками. Много сил И. Г. Эйхфельд и сотрудники института отдавали в это время оказанию помощи местным сельскохозяйственным органам в создании на Урале более мощной картофельно-овощной базы и организации семеноводства картофеля и овощей. Иоган Гансович, кроме того, выполнил в период работы на Урале интересное исследование биологии злостного засорителя полей — овсюга и методов борьбы с ним. Хозяйствам Свердловской области был рекомендован и с успехом использовался метод уничтожения всходов овсюга посредством «ломки» посевов, т. е. проведения неглубокой культивации после посева яровых зерновых культур, когда всходы овсюга уже появляются, а семена зерновых культур лишь только начинают прорастать. Всю весну 1943 года Иоган Гансович провел в районах области, консультируя хозяйства по применению этого метода. В годы войны Иоган Гансович работал еще в качестве члена организованной Академией наук СССР Комиссии по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана для обороны страны.

Летом 1944 года ВИР вернулся в Ленинград, и И. Г. Эйхфельд со всей энергией принялся за восстановление института. Потери за годы войны были очень большие. Многие сотрудники института погибли в боях или от голода в осажденном Ленинграде. Экспериментальные базы института под Ленинградом — в Павловске и Пушкине, а также южные опытные станции — Кубанская и Майкопская были разорены оккупантами. Работа института вскоре оживилась. Возобновилось систематическое изучение и обновление коллекций, институт опять стал обес-

печивать селекционные станции исходным материалом для выведения новых сортов.

За успешную работу по сельскому хозяйству в годы Отечественной войны Иоган Гансович был награжден в 1945 году орденом Трудового Красного Знамени.

В период с 1944 по 1950 год ВИР издал под редакцией Иогана Гансовича пять томов руководства по апробации сельскохозяйственных культур. В эти годы Эйхфельд редактирует также журнал института «Социалистическое растениеводство».

В послевоенные годы Иоган Гансович с коллективом института наряду с основной работой оказывал помощь в восстановлении сельского хозяйства Ленинградской области, сильно пострадавшего в результате войны.

При самой напряженной работе Иоган Гансович, используя редкие часы отдыха, работал в саду с цветами. В 1946—1950 годах он вывел несколько новых сортов роз и гладиолусов. Некоторые из этих сортов получили широкое распространение в декоративном садоводстве.

Будучи директором ВИРа, Иоган Гансович продолжал поддерживать тесную связь с Полярной опытной станцией и оказывал ей помощь в работе. В 1948 году по инициативе мурманских областных организаций в Хибинах было отмечено двадцатипятилетие станции. И. Г. Эйхфельд приехал на празднование юбилея в Хибины. Станция и Иоган Гансович получили много поздравлений: от Мурманского облисполкома и обкома, от ВАСХНИЛа, от ряда других опытных станций Крайнего Севера и от многих научных учреждений и специалистов, работающих в области сельского хозяйства.

В 1946 году на родине Иогана Гансовича — в Эстонской ССР — была основана республиканская Академия наук. И. Г. Эйхфельд становится ее действительным членом. Продолжая руководить ВИРом, он приступил к работе в Эстонии в качестве академика-секретаря Отделения биологических и сельскохозяйственных наук Академии. И на этой должности проявился большой организаторский талант Иогана Гансовича. В связи с тем, что предстояло перевести сельское хозяйство молодой советской республики на социалистические рельсы, основное внимание И. Г. Эйхфельд уделял сельскохозяйственным наукам.

При организации Академии наук ей были переданы из системы Министерства сельского хозяйства республики научно-исследовательские учреждения, находившиеся в Куузику, Полли и Тоома, на базе которых был создан Институт сельского хозяйства (позднее реорганизованный в Институт растениеводства и Институт мелиорации и освоения осушенных земель). Создан был также Институт животноводства и ветеринарии, к

которому были присоединены совхоз «Тяхтвере» с четырьмя отделениями и Вяндраская опытная станция. Из сельскохозяйственных научных учреждений вне системы Академии наук оставалась только Йыгеваская селекционная станция, развернувшая работу широким фронтом под руководством ученых-селекционеров М. Пилля и Ю. Аамисеппа, которым в 1948 году были присуждены Государственные премии.

Научные исследования по сельскому хозяйству, несмотря на наличие ряда научных учреждений, все же не были достаточно сосредоточены на проблемах, в срочной разработке которых возникла необходимость, когда начался переход от мелкого сельскохозяйственного производства к крупным социалистическим сельскохозяйственным предприятиям — колхозам и совхозам.

Возглавив в Эстонии работу по организации и развитию сельскохозяйственных научных учреждений, И. Г. Эйхфельд начал с того, что с местными учеными наметил узловые вопросы, на которых следовало сосредоточить силы, учитывая новые задачи и перспективы развития сельского хозяйства республики. В январе 1947 года состоялась сессия сельскохозяйственных научных учреждений, на которой И. Г. Эйхфельд детально охарактеризовал цели и задачи, стоящие перед сельскохозяйственной наукой в Эстонии. В качестве первоочередных задач было намечено изучение земельных фондов с картированием и агрономической их оценкой и разработка мероприятий для быстрого развития различных отраслей растениеводства, в особенности луговодства. В 1948 году на аналогичной сессии были определены ближайшие задачи эстонской науки в области животноводства. Указанные научные сессии, проходившие под руководством И. Г. Эйхфельда, имели важное значение, так как ориентировали научные кадры на решение важнейших вопросов.

В 1950 году Иоган Гансович был избран президентом Академии наук Эстонской ССР. Он оставляет работу в ВИРе и переезжает в Эстонию. Будучи президентом, он до 1957 года продолжал одновременно выполнять и обязанности академика-секретаря Отделения биологических, сельскохозяйственных и медицинских наук. В 1953 году И. Г. Эйхфельд был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. Это позволило установить более тесные связи между научными учреждениями Эстонской Академии и центральными институтами АН СССР.

Начатые по инициативе И. Г. Эйхфельда комплексные исследования земельных фондов, состояния растениеводства и экономики сельского хозяйства были проведены в период с 1950 по 1955 год в большинстве районов республики. Были со-

ставлены схемы почвенных районов (А. Лиллемаа, Р. Каск) и болот Эстонии (А. Труу), проведена классификация лугов (А. Адоян, Р. Тоомре), разработаны основы рационального использования земель (Р. Тоомре, Э. Винт). Все эти материалы послужили научной основой для разработки системы земледелия в Эстонии.

В сельскохозяйственных научных учреждениях республики, несмотря на нападки со стороны догматических приверженцев учения В. Р. Вильямса, в значительной мере благодаря руководству, осуществляемому И. Г. Эйхфельдом, были сохранены и продолжали расширяться исследования по лугам и культурным пастбищам. В хозяйствах институтов Академии были заложены многолетние опыты по вопросам создания и использования культурных пастбищ, без которых успешное решение этой проблемы не представлялось возможным. В результате начатых в те годы широких исследований Эстония по научным исследованиям культурных пастбищ занимает сейчас в СССР ведущее место.

Высоко оценивая значение лугов и культурных пастбищ в создании мощной и рациональной кормовой базы для крупного рогатого скота в СССР, И. Г. Эйхфельд в конце 1954 года внес предложение обсудить эту проблему на заседании Научно-технического совета Министерства сельского хозяйства СССР. В заседании, кроме ученых Эстонии, приняли активное участие академик И. В. Ларин, ученые других прибалтийских союзных республик, специалисты Всесоюзного института кормов и ряда других научных учреждений. Это заседание явилось событием, имевшим переломное значение в развитии научно-исследовательских работ по культурным пастбищам в СССР, особенно в Советской Прибалтике.

Необходимо отметить, что субъективистские решения, принятые в начале шестидесятых годов относительно сокращения посевов трав не смогли затормозить научную работу по культурным лугам и пастбищам в Эстонии, так как большая их экономическая целесообразность была уже доказана на опыте научными учреждениями и практикой многих хозяйств.

Выше были отмечены только наиболее важные проблемы сельского хозяйства, по которым успешное развитие научных исследований в Эстонии во многом обязано руководству И. Г. Эйхфельда. Имеется еще ряд разделов сельскохозяйственной науки, разработка которых была начата в республике по инициативе Иогана Гансовича или была им поддержана. Из этих разделов прежде всего можно отметить исследования по плодоводству, в частности сбор коллекции и изучение сортов плодовых культур народной селекции (работы А. Сиймона,

Ю. Эслона), изучение подвоев для яблони и сливы (Я. Пальк), закладка длительных опытов по агротехнике плодовых, внедрение новых культур: люцерны (Р. Тоомре, О. Лаур, Л. Кыргас), гибридной брюквы (К. Вахенымм), люпина (А. Виппер), кукурузы (А. Ривис, О. Прийлинн) и др.

В 1956 году сельскохозяйственные институты были переданы из состава Академии наук в ведение республиканского Министерства сельского хозяйства. Перед Академией встала задача развить исследования по теоретическим проблемам экспериментальной биологии. В связи с этим И. Г. Эйхфельд поднял вопрос об организации в системе Академии Института экспериментальной биологии и Таллинского ботанического сада. Иоган Гансович сам выбрал места для расположения института и ботанического сада и уделял большое внимание организации работы в созданных им молодых научных учреждениях, а также определению направлений их работы. Институт экспериментальной биологии ориентирован в основном на изучение влияния внешних факторов — температуры, света, ионизирующих излучений, физиологически активных химических веществ на жизненные процессы в онтогенезе и на наследственность организмов. Иоган Гансович является руководителем генетических исследований, проводимых в институте. В Ботаническом саду, структура и задачи которого были детально разработаны непосредственно И. Г. Эйхфельдом, кроме общих для ботанических садов проблем, таких, как подбор, селекция и разработка приемов выращивания декоративных растений, выращивания в оранжереях экзотов и пр., важное место занимают исследования по ландшафтной архитектуре, весьма необходимой при все возрастающем воздействии хозяйственной деятельности человека на естественную природу.

Для того чтобы обеспечить в Эстонии расширение и углубление научных исследований по сельскому хозяйству и начать исследования по экспериментальной биологии, необходимо было усиленно готовить кадры молодых ученых. Иоган Гансович и прежде, в период работы в Хибинах и в ВИРе, уделял большое внимание подготовке кадров, смело выдвигая молодежь на руководящую работу. И в Эстонии подготовка кадров в значительной мере решала успех дела. Для характеристики быстрого роста кадров в научных учреждениях республики достаточно привести один пример: в 1946 году в растениеводческих институтах Эстонии было только 5 научных сотрудников, имеющих ученые степени, а в 1967 их насчитывалось уже более 50. И. Г. Эйхфельд в Эстонии был научным руководителем 10 аспирантов по культурным пастбищам, растениеводству, генетике и цветоводству.

Важное событие в жизни Иогана Гансовича произошло в 1961 году — он был принят в члены КПСС. Этим актом была окончательно оформлена партийная принадлежность «беспартийного большевика», отдавшего все свои силы делу, за которое борется партия. В 1963 году И. Г. Эйхфельду исполнилось 70 лет. Президиум Верховного Совета СССР, высоко оценив его многолетнюю плодотворную работу, присвоил ему звание Героя Социалистического Труда.

Заслуги ветерана строительства социализма и ученого отмечены Золотой медалью Героя Социалистического Труда, шестью орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак почета», медалями «Серп и Молот», «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.», «За оборону Ленинграда», медалью лауреата Государственной премии первой степени, двумя Большими золотыми медалями ВДНХ.

Иоган Гансович всегда выполнял большую общественную работу. Еще в годы революции, как уже отмечалось выше, он как солдатский депутат принимал участие в работе Чрезвычайного и Второго съездов Советов крестьянских депутатов. Учась в институте, он регулярно состоял в различных студенческих выборных органах. В Хибинах Иоган Гансович в течение многих лет был членом исполкома местного сельского Совета. В 1934 году он был избран членом Мурманского окружного исполкома, а в 1939 году — Мурманского облисполкома Совета депутатов трудящихся. В послевоенные годы И. Г. Эйхфельд четыре раза избирался депутатом Верховного Совета СССР и трижды — депутатом Верховного Совета Эстонской ССР. В 1958—1961 годах он занимал пост Председателя Президиума Верховного Совета Эстонской ССР (возглавляя одновременно Академию наук ЭССР). С 1961 года Иоган Гансович непрерывно является членом ЦК КП Эстонии.

Какую бы общественную работу, малую или большую, Иоган Гансович ни выполняет, он всегда исключительно добросовестно относится к своим обязанностям. В Хибинах он нередко по вечерам после работы помогал работникам сельского Совета составлять планы работы, отчеты, оказывал помощь в финансовой деятельности. Будучи депутатом Мурманского областного Совета депутатов трудящихся от одного из отдаленных избирательных участков, Иоган Гансович на лодке и пешком добирался за десятки километров от железной дороги до своих избирателей, чтобы ознакомиться с их нуждами, выслушать их наказы или отчитаться в депутатской работе. Будучи Председателем Президиума Верховного Совета Эстонской ССР, Иоган Гансович поставил на разрешение перед Верховным Советом СССР ряд важных вопросов, касающихся повышения

эффективности работы местных органов власти — сельских Советов.

Заканчивая биографию Иогана Гансовича Эйхфельда, следует сказать, что он является ученым-организатором. Такого рода ученые в последние десятилетия, при бурном росте науки и расчленения ее на множество больших и малых разделов становятся все более и более необходимы. Иоган Гансович выполнял роль движущей и направляющей силы, благодаря которой руководимые им разделы науки заняли в Советском Союзе достойное место.

JOHAN EICHFELDI ELU NING TEADUSLIK JA ORGANISATOORNE TEGEVUS

Eesti NSV Teaduste Akadeemia president, NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondentliige, Üleliidulise V. I. Lenini nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia tegevliige, põllumajandusteaduste doktor, Eesti NSV teeneline teadlane, sotsialistliku töö kangelane Johan Hansu p. Eichfeld kuulub nende nõukogude teadlaste hulka, kellele tee teadusesse avas Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon.

Johan Eichfeld sündis 26. jaanuaril 1893. aastal Paides maata talupoja perekonnas. Isa töötas palgalisena mitmesugustel töödel linnas ja sulasena mõisnike juures. Lasterikas perekond kannatas alatasa puudust. Kui isa 1904. aastal suri, halvenes olukord veelgi. Suurte pingutustega, ainult tänu vanema venna ja õe toetusele, õnnestus noorel Johanil 1909. aastal lõpetada linnakool. Seejärel sooritas ta postiametniku eksami ning töötas aastail 1910—1914 telegrafistina Leedus. Samal ajal jätkas J. Eichfeld iseseisvalt õppimist ning valmistus küpsuseksamite sooritamiseks. Sellele kavatsusele tõmbas aga kriipsu peale alanud Esimene maailmasõda. 1914. aasta sügisel kutsuti J. Eichfeld sõjaväkke ning saadeti saksa rindele insenerivägke telegrafistiks.

Rindel viibis J. Eichfeld kuni 1917. aasta sügiseni. Rood sattus mitmel korral gaasirünnaku alla. Kloor kahjustas J. Eichfeldi kopsusid, mille tagajärjel korduvalt tekkis tüsistuste oht.

Armeeteenistus sõja-aastail oli karmiks, kuid kasulikuks elukooliks, mis avardas silmaringi ning kasvatas huvi ühiskondliku elu vastu. 1917. aasta lõpul võttis J. Eichfeld sõdurite delegaadina osa talupoegade saadikute nõukogude erakorralise ja II ülevenemaalise kongressi tööst.

Lapsepõlvest peale unistas J. Eichfeld agronoomi elukutsest. 1918. aasta sügisel astuski ta Petrogradi Põllumajanduse Instituuti.

Õppimine Kodusõja ja sõjajärgse majandusliku laose aastail polnud kerge. Majanduslikud raskused sundisid J. Eichfeldi õppimise kõrval töötama telegrafistina Petrogradi tuletõrjes.

Instituudis oli J. Eichfeld üks aktiivsemaid ja edukamaid üliõpilasi. Rohkesti jõudu pühendas ta ühiskondlikule tööle. Esimestel revolutsioonijärgsetel aastatel tuli põhiliselt üliõpilastel enestel jalule seada majanduselu ja õppetegevus kõrgemates õppeasutustes. Paljud professorid kahtlesid algul väga, kas uued üliõpilased — peamiselt tööliste ja talupoegade lapsed —, kellest suur osa oli mitu aastat rindel viibinud, on suutelised omandama teadmisi, mida kõrgemates õppeasutustes õpetatakse. Professorite kahtlused hajusid aga peagi. Kõrgematesse õppeasutustesse tulnud revolutsioonilise noorsoo enamik põles õppimisihast ja oli hariduse saamiseks valmis taluma ükskõik milliseid raskusi. Professorite ja üliõpilaste vahel tekkis tõeline sõprus. Instituudis veedetud õpinguaastaist kõneldes meenutab J. Eichfeld hiljem ikka hea sõnaga oma õpetajaid-professoreid, kes andumusega pidasid loenguid sageli kütmata auditooriumides, ja oma seltsimehi-üliõpilasi, kes olid poolnäljas, kuid alati reipad ja rõõmsameelsed.

J. Eichfeld oli instituudi üliõpilaste ja õppejõudude hulgas tuntud kui hea organisaator. Alati töötas ta valitavais üliõpilasorganeis, oli Hariduse Rahvakomissariaadi volinik üliõpilaste sotsiaalkindlustuse alal ning instituudi juhatuse liige. Üliõpilaste tegevusväli oli tollal üsna vaheldusrohke. 1921. aastal näiteks tuli J. Eichfeldil üliõpilasbrigaadi koosseisus sõita spetsiaalse raudteeešeloniga Altaisse instituudi üliõpilastele ja õppejõududele leivavilja tooma.

1923. aastal jõudsid õpingud instituudis lõpule. Tuli otsustada, kus omandatud agronoomilisi teadmisi rakendada. Juba 1921. aastal tuli J. Eichfeld Karjalasse ettevõetud geoloogilisel ekspeditsioonil esmakordselt mõttele töötada Kaug-Põhjas, Koola poolsaarel. Karjalast põhjas, polaarjoone taga asuv peaaegu inimtühi Koola poolsaar ehk Murman, nagu põhjapoolsete oblastite elanikud teda tavaliselt nimetasid, oli kuni Oktoobrirevolutsioonini unarusse jäänud ääremaa Tsaari-Venemaal, paik, kuhu viidi väljasaadetud. Alles üsna revolutsiooni eel ühendati Murman raudtee abil Petrogradiga. Pärast inglise interventide väljaajamist Nõukogudemaa põhjaosast hakkas nõukogude võim arendama selle piirkonna majandust. Kiiresti hakkas kasvama Murmanski sadam, mis kunagi ei külmu, kavandati kalatööstuse arendamist, hakati otsima maavarasid. Tekkis ka vajadus välja selgitada, missugused on võimalused põllumajanduse kui täiendava tootmisala arendamiseks Koola poolsaarel. Tuli ju säilitada nii kohaliku elanikkonna kui ka teistest oblastitest siia elama ja tööle sõitnute tervist, eelkõige aga vältida haigestumist skorbuuti.

Noil aastail kulges põllunduse põhjapiir Venemaa Euroopa-

osas sadu, Siberis aga koguni tuhandeid kilomeetreid praegusest piirist lõuna pool. Seepärast näis põllunduse arendamine Kaug-Põhjas paljudele fantastilise ideena. J. Eichfeldi aga hakkas polaarpõllunduse probleemi lahendamine huvitama. Teda toetas akadeemik N. I. Vavilov, kes tol ajal oli Riikliku Katselise Agronoomia Instituudi direktor, mille rakendusbotaanika osakonna baasil peagi loodi Üleliiduline Taimekasvatuse Instituut. 1923. aastal asus J. Eichfeld Katselise Agronoomia Instituuti tööle ja komandeeriti Murmanski ringkonda, et ta rajaks seal Murmanski raudtee kulul põllumajandusliku katsepunkti. J. Eichfeld valis katsepunkti rajamiseks koha Hibinõ raudteejaama juures, Imandra järve kaldal, Hibiini mäemassiivi läänenõlvaku jalamil, 67°44′ põhjalaiusel. Siin alustas 1922. aastal põllundusalaseid katseid põhja teaduslik-tööndusliк ekspeditsioon, keda juhatas professor N. I. Prohhorov. Töö katkestati juba samal aastal. J. Eichfeld sai ekspeditsioonilt «päranduseks» vaid muldonni ja poolelioleva maja. Ekspeditsiooni endistest töötajatest sõitis Hibiinidesse tööle ka M. M. Hrennikova.

Murmanski raudteevalitsus, kes pidi abistama põhja sõitnud töötajaid, tegi Hibiini katsepunktile ülesandeks välja selgitada, missuguseid kultuure saab kohalikes tingimustes kasvatada ja missuguseid agrotehnilisi võtteid selleks tuleb rakendada. Saadud kogemused tuli edasi anda kohalikule elanikkonnale. Seega oli katselise töö vahetu eesmärk algul üsnagi tagasihoidlik, sest individuaalaedade ja -heinamaade pindala Murmanski ringkonnas ei saanud isegi perspektiivis olla suurem mõnestsajast hektarist. Individuaalmajapidamistele käis üle jõu võtta külvi alla suuremaid alasid peaaegu viljatust põhjamaast. J. Eichfeldil oli aga ka veel teine, vestlustes N. I. Vaviloviga väljakujunenud eesmärk — põllunduse põhja poole nihutamise teaduslike aluste igakülgne väljatöötamine. See oli väga tähtis riigile, kellel olid põhjas ääretud, alles asustamata alad.

Hibiinidesse elama asunud, sukeldus J. Eichfeld raskesse katsetöösse, mis tõi kibedaid pettumusi, kuid ka rõõmustavaid kordaminekuid. Katsepunkti tööks vajalikke summasid andis Murmanski raudteevalitsus küllaltki kasinalt. Esimeseks tegevusaastaks eraldati kõigest 200 rubla. Punkti juhatajal J. Eichfeldil ja M. M. Hrennikoval tuli sagedasti koos töölistega füüsilist tööd teha.

1924. aastal sai Johan Eichfeld raudteevalitsuselt loa teise põllumajandusliku katsepunkti organiseerimiseks põlises Koola asulas Murmanski linna lähedal. Seda punkti juhatas kuni tema sulgemiseni 1929. aastal M. M. Hrennikova. 1925. aastal loodi kolmas katsepunkt Põhja-Karjalas, Louhi raudteejaama lähedal, melioratsiooni ja põhjamaiste soomuldade viljelemise küsimuste uurimiseks. Louhi katsepunkti juhatas Z. G. Toltšinski. Kõik kolm katsepunkti töötasid J. Eichfeldi metoodilisel juhtimisel.

Polaarpõllunduse pioneeride väikesel kollektiivil, keda J. Eichfeld juhatas, tuli ületada küllaltki palju raskusi, enne kui Kaug-Põhjas läks korda stabiilseid häid saake saada. Ilmnes, et lühike ja külm vegetatsiooniperiood ning kohalike muldade madal looduslik viljakus ei olnud ainsad raskused. Ootamatuks osutus see, et kultuurtaimed kannatasid sealsetel mineraalmuldadel sageli ka niiskusepuuduse all. Sama ootamatu oli putukkahjurite ohtrus, mis vahetevahel tõsiselt ohustas saaki. Putukkahjurite tõrje tuli võtta nende põhiliste abinõude hulka, mille rakendamine Kaug-Põhjas, nagu lõunapoolsetes oblastiteski, on kõrgete saakide saamiseks hädavajalik.

Juba katsepunktide esimeste aastate töö tulemused sundisid vaikima skeptikuid, kes kahtlesid põllunduse arendamise võimalustes Kaug-Põhjas. Kartuli-, juurvilja- ja heinasaak Hibiini katsepõldudel ei olnud tavaliselt väiksem kui mittemustmullavööndi lõunapoolsemates põllundusrajoonides.

1928. aastal komandeeriti J. Eichfeld Skandinaaviamaadesse, kus ta tutvus katse- ja aretusjaamade ning Soome, Rootsi, Norra ja Taani sooharimise ühingute töö metoodikaga ja tulemustega. Nende maade teaduse ja põllumajanduse praktika saavutusi rakendati nii Hibiini katsepunkti kui ka Murmanski oblasti majandite edaspidises töös. Komandeeringu vältel kogutud materjalide põhjal kirjutas J. Eichfeld raamatu «Культурные пастбища Скандинавии», mis avaldati Leningradis 1929. aastal. Selle raamatu kaudu tutvusid paljud vene agronoomid esmakordselt kultuurkarjamaade rajamise ja kasutamise kogemustega. J. Eichfeld märkis selles raamatus kultuurkarjamaade rajamise suurt majanduslikku otstarbekust Vene NFSV loodeosas.

Pühendades põhilise osa oma ajast tööle katsepunktis, oli J. Eichfeld pidevalt kursis kõigega, mida Murmanski ringkonna majanduslikuks arendamiseks ette võeti. Teda kui agronoomi huvitasid eriti fosforit sisaldava mineraali apatiidi tööstusliku kasutuselevõtu perspektiivid. Apatiidilademed avastas 1921. aastal Hibiini mäemassiivi keskosas ekspeditsioon, keda juhtis akadeemik A. J. Fersman. J. Eichfeld aitas aktiivselt kaasa, et kiiremini määrataks kindlaks apatiidivarud, uuritaks apatiidi koostist ning töötataks välja tehnoloogia superfosfaadi valmistamiseks apatiidist. 1926. aastal varus J. Eichfeld koos mäetehnik P. F. Semerovi ja agronoom G. M. Krepsiga kohalike saamide-põhjapõdrakasvatajate kaasabil esimese suurema koguse apatiiti — ligemale poolteist tonni. Hibiinidest saadeti kivimit teaduslikele asutustele, et teda katsetataks väetisena ja töötataks välja meetodid tema rikastamiseks, mis võimaldaks edasist ümbertöötamist superfosfaadiks.

Teaduslikes asutustes ja plaaniorganites apatiidi probleemi ümber toimunud ägedates vaidlustes oli J. Eichfeld alati nende hulgas, kes tungivalt nõudsid leiukohtade kohest kasutuselevõttu,

et superfosfaadivabrikuid võimalikult kiiresti varustada kodumaise toorainega ning vabaneda vajadusest importida Maroko fosforiite, mille eest Nõukogude riik pidi maksma kullas.

Neid, kes pooldasid Hibiini mägedes suure apatiidi kaevandamise ja rikastamise kombinaadi rajamist, toetas Leningradi bolševike juht S. M. Kirov (Murmanski ringkond kuulus noil aastail Leningradi oblasti koosseisu). S. M. Kirov kiitis heaks ka ettepaneku luua kohapeal sovhoos, mis tagaks apatiiditööstuse tööliste perekondade varustamise piimaga ja värske köögiviljaga. Säärase sovhoosi loomise otstarbekust näitasid Hibiini põllumajandusliku katsepunkti kogemused.

1930. aastal algas samaaegselt mägedes asuva kaevanduse, rikastamisvabriku ja Hibinogorski (Kirovski) linna rajamisega ka Kaug-Põhja esimese sovhoosi «Industrija» rajamine. Selle direktoriks määrati energiline kommunist N. K. Gladõšev. J. Eichfeld ja tema lähemad abilised — agronoom P. J. Jefimov ja tööline M. F. Onohhin — võtsid kõige aktiivsemalt osa sovhoosi väljaehitamisest. Katkestamata tööd katsepõldudel, otsisid nad sobivaid künnimaid, märkisid ära sovhoosi tulevaste osakondade (farmide) asukohad ning näitasid sovhoositöötajaile praktiliselt kätte kohalike maade harimise ning taimede külvi ja hooldamise võtted. Katsepunkt andis sovhoosile kohaliku kliima ja mullaga kohandatud sortide seemneid. P. J. Jefimov ja M. F. Onohhin läksid hiljem tööle sovhoosi — esimene peaagronoomina, teine farmi juhatajana.

Aastail 1930—1933 tuli J. Eichfeldil ühtelugu konsultatsioone anda, kuidas organiseerida ja korraldada tööd veel teistes sovhoosides, mida mitmesugused ametkonnad rajasid nii Murmanski oblastis kui ka Põhja-Karjalas, Valge mere — Balti mere kanali ehitamise tsoonis.

Noil aastail tuli J. Eichfeldil ka Üleliidulise Kesktäitevkomitee juures asuvas Põhja Ääremaade Rahvustele Kaasaaitamise Komitees korduvalt esineda Kaug-Põhja põllunduse arendamise küsimustes. Üleliidulise Kesktäitevkomitee esimehe asetäitja P. G. Smidovitši soovitusel, kes ühtlasi oli eespool mainitud komitee esimees, esitas J. Eichfeld 1931. aastal ettekande NSV Liidu Riikliku Plaanikomisjoni erinõupidamisele põhja-alade küsimustes. Selles valgustas J. Eichfeld põllumajanduse ülesandeid põhjamaade tingimustes, märkis ära põllumajanduslikud tsoonid vastavalt kliimaatilistele tingimustele NSV Liidu Kaug-Põhja aladel ning esitas ettepanekud põllumajanduslike katsepunktide võrgu loomiseks.*

Tuleb märkida, et Kaug-Põhja alad, mis kuulusid Põhja Ääremaade Rahvustele Kaasaaitamise Komitee inspektsiooni alla, hõlmasid kõiki aborigeense elanikkonnaga väheasustatud alasid

* Ajakiri «Советский Север», 1931, nr. 5.

Vene NFSV Euroopa-osas, Siberis ja Kaug-Idas ning moodustasid oma pindalalt ei rohkem ega vähem kui 40 protsenti kogu NSV Liidu territooriumist. Nõukogude valitsus oli noil aastail jõudnud juba nende ääretute ja endas loendamatuid rikkusi (maavarasid, kalavarusid, metsa ja vee-energiat) kätkevate alade majandusliku arendamise perspektiivide väljatöötamiseni. 1931. aastal võeti kasutusele suur Põhja meretee. Selle regulaarne funktsioneerimine kergendas tunduvalt Kaug-Põhja, Siberi ja Kaug-Ida looduslike ressursside kasutamist.

1930. aastal reorganiseeriti Hibiini katsepunkt Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi polaarosakonnaks, mis mõne aasta pärast nimetati ümber Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi polaarkatsejaamaks. Teaduslike töötajate arv Hibiinides kasvas. Nüüd korraldati siin juba ulatuslikumaid katseid agrotehnika ja agrokeemia, aretustöö, taimefüsioloogia ja agrometeoroloogia alal. Mitme töölõigu juhtimise võtsid endale Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi juhtivad spetsialistid: selektsioonitöö kartuliga — I. A. Vesselovski, taimefüsioloogia — V. I. Razumov, ökoloogia — J. N. Sinskaja. Geograafiliste külvide katseid, mida tehti instituudi kõigis jaamades, juhendas instituudi direktor akadeemik N. I. Vavilov ise. J. Eichfeld, kes oli polaarkatsejaama direktor, suunas köögi-, sööda- ja teraviljakultuuride aretamist ning melioratsiooni- ja agrotehnikaalaste katsete läbiviimist. Mõne aasta pärast kutsuti agrotehnika osakonna juhatajaks P. A. Turnas ja agrokeemia osakonna juhatajaks V. P. Illjuvijev.

Polaarkatsejaam jäi noil aastail ikka veel ainsaks põllumajanduslikuks teaduslikuks uurimisasutuseks NSV Liidu Kaug-Põhjas.

Tuleb märkida, et Hibiini katsepunkti, hiljem aga Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi polaarkatsejaama edukat tööd soodustas Murmanski nõukogude ja parteiorganite alatine konkreetne abi.

1933. aasta novembris tähistati polaarpõllunduse kümnendat aastapäeva Murmanski ringkonna täitevkomitee piduliku eriistungiga. J. Eichfeldi nimele tuli arvukalt õnnitlustelegramme. Juubeli tähistamine oli polaarpõllunduse pioneeridele seda rõõmustavam, et sovhoos «Industrija», kus külvide all oli juba 305 hektarit, veisekari oli kasvanud 570 peani ning viljasaak ja piimatoodang oli suur, tuli Leningradi oblasti põllumajandusnäitusel 1933. aasta sügisel oblasti sovhooside hulgas esikohale. See oli teaduse ja praktika ühine võit.

J. Eichfeldi ja tema kaastööliste poolt Koola poolsaarel esimese kümne aasta jooksul läbiviidud uurimiste tulemusena töötati välja meetodid kohalike mineraal- ja turvasmuldade põllumajanduslikuks kasutuselevõtuks, selgitati välja agrotehnilised võtted ja väetamise süsteem, mis tagaks tähtsamate põllumajanduskultuuride kõrged saagid. Valiti välja ka kõige perspektiivsemad sordid.

Hibiini katsejaamas saadi järgmised keskmised hektarisaagid: kartulit — 180—200 ts, ühe- ja mitmeaastasi heintaimi — 35—40 ts, kapsast ja juurvilja — 300—400 ts, otra ja kaera — 18—20 ts. Üksikutelt põldudelt saadi sageli poolteist kuni kaks korda suuremaid saake. Sovhoosis «Industrija» ulatusid saagid peaaegu samade näitajateni.

Edukalt arenes polaarkatsejaamas ja sovhoosis ka taimekasvatus katmikaladel. Mitteköetavates, aga ka köetavates blokk-kasvuhoonetes andsid tomat ja kurk suuri saake. Hibiinid olid üheks esimeseks kohaks, kus akadeemik A. F. Joffe juhtimisel töötanud Agrofüüsika Instituudi soovitusel katsetati lavamajanduses klaasi asendajana atsetüültsellulooskilet.

J. Eichfeld pidas alati väga tähtsaks kasvuhoone- ja lavatüüpide ning katmikaladel taimekasvatuses rakendatavate võtete väljatöötamist Kaug-Põhja tingimustes. Ta väitis korduvalt, et tulevikus, kui Kaug-Põhjas on külluses odavat elektrienergiat, mida pimedal aastaajal vajatakse kasvuhoonete kütmiseks ja valgustamiseks, hakatakse siin kogu aasta jooksul kasvuhoonetes mitte ainult ohtralt kasvatama mitmesuguseid köögivilju, vaid klaasi alla rajatakse ka lopsaka dekoratiivtaimestikuga talveaiad, kus Kaug-Põhja elanikud võivad puhata keset elavat loodust.

Hibiinides kolmekümnendatel aastatel rakendamist leidnud ja Murmanski oblasti majanditele soovitatud agrotehnilistest võtetest tunnistati hiljem mitmed efektiivseks ka NSV Liidu teiste kliimavööndite jaoks. Näiteks pidas J. Eichfeld juba noil aastail vajalikuks, et mineraalväetisi ja orgaanilisi väetisi tuleb anda õiges vahekorras. Vaatamata sellele et katsejaam ja sovhoos «Industrija» kasutasid suurel hulgal mineraalväetisi, pöörati seal suurt tähelepanu ka orgaaniliste väetiste — sõnniku, turba-sõnniku- ja turba-fekaalkomposti varumisele.

Hibiinides said tavalisteks säärased võtted, nagu kartuli istutamiseelne kasvatamine valguse käes (seda võtet hakati hiljem ekslikult «valgusjarovisatsiooniks» nimetama) ja köögiviljaistikute kasvatamine turbakõdu pottides. Juba esimestel aastatel rajati sovhoosis soistele aladele kultuurkarjamaade katsetükid, kus karjatati kõrge piimatoodanguga lehmade gruppi. Kavas oli suurte kultuurkarjamaa massiivide rajamine kõigis sovhoosi farmides. Selleks organiseeris J. Eichfeld juba 1933. aastal kõigi katsejaamas väljavalitud põhiliste kultuurrohumaade heintaimede liikide parimate liinide paljundamist sovhoosis. 1935. aastal alustati sovhoosis katseid karjamaa heintaimede liikide mitmesuguste segude külvamisega. Kui aga 1937. aastal kõrvaldati sovhoosi juhtimisest N. K. Gladõšev ja P. J. Jefimov, jäid karjamaade majandamise plaanid kahjuks ellu viimata. Mitu tonni sovhoosis kogutud üsna defitsiitset kultuurrohumaade heintaimede seemet müüdi teistesse oblastitesse ning seemnekasvatus katkestati.

Kõigi polaarkatsejaama tegevusaastate jooksul aretas J. Eichfeld koos teiste selektsionääridega (I. A. Vesselovski, M. N. Vesselovskaja, V. J. Bõkovski, J. D. Paltšikova, P. P. Gussev, F. I. Mankov, F. V. Šurakov, V. I. Dušetškin) Kaug-Põhja jaoks mitukümmend kartuli-, kapsa-, naeri-, kaalika-, peedi-, porgandi-, söödakultuuride, odra-, kaera- ning isegi vaarika-, punase sõstra ja musta sõstra sorti. Saadi ka mitu uut tomati- ja kurgisorti katmikalade jaoks. Paljud Hibiinides aretatud sortidest on külmakindluse ja kiire valmimise poolest rekordilised. Säärased on näiteks odrasort «Poljarnõi 14» ja kaerasort «Hibinõ 1». Sõjajärgsetel aastatel saadi katsejaamas veel mõned uued sordid (aretasid F. I. Mankov, P. P. Gussev, M. A. Vavilova, L. V. Sazonova jt.). Paljud Hibiinides aretatud sordid rajoneeriti Murmanski oblastis, Kaug-Põhja teistes piirkondades, mõnedes mägirajoonides ning isegi mitmetes lõunapoolsemates oblastites. Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi polaarkatsejaam on üheks põhiliseks kartuli uurimise ja aretamise keskuseks NSV Liidus. Hibiinides töötati Kaug-Põhja jaoks välja ka putukkahjurite tõrje meetodid (M. K. Znamenskaja).

Toidu- ja söödakultuuride aretamise kõrval leidis J. Eichfeld aega ka lilledega tegelemiseks. Lillede kasvatamine ja aretamine oli ja on ka praegu tema lemmikharrastuseks vabal ajal. Arvukad Hibiinidesse sõitnud külalised ja ekskursandid imetlesid lillede rohkust katsejaamas. J. Eichfeldi dekoratiivaiandusalased kogemused, mida oli andnud töö Hibiinides, leidsid hiljem kasutamist Murmanski oblasti linnade ja asulate, eriti vase- ja niklitööstuse keskuse, Montšegorski linna haljastamisel.

Hibiinides toimusid uurimistööd mitte ainult rakendusagronoomia valdkonda puutuvates küsimustes, mille kiiret lahendamist nõudis elu ise. Hibiinide looduslikud tingimused, mis olid kultuurtaimede jaoks ebatavalised, erinesid tunduvalt nendest tingimustest, mis valitsesid vanades põllumajandusrajoonides. Madala temperatuuriga lühike vegetatsiooniperiood ja suvine pidev polaarpäev loovad Hibiinides loodusliku laboratooriumi, mis võimaldab ilma spetsiaalsete fütotronideta uurida paljusid tähtsaid taimefüsioloogia ja -bioloogia küsimusi. Juba esimestest katsetest, mida J. Eichfeld Hibiinides tegi, selgus, et paljud taimed kasvavad ja arenevad Kaug-Põhja tingimustes teisiti kui harilikult. Ilmnes, et mitmed kultuurid, näiteks teraviljad, vajavad siin oma arengutsükliks märksa väiksemaid positiivsete temperatuuride summasid kui lõunapoolsetes rajoonides. Pikk polaarpäev nagu kompenseeriks soojuse, mis taimedel vajaka jääb. Kaheaastased ja mõned mitmeaastased taimed muudavad Hibiinides sageli tunduvalt oma arengurütmi ja hakkavad juba esimesel kasvuaastal õitsema. Selle nähtusega, ennakõidumisega, tuli võidelda selektsiooni abil. Aretati välja pika jarovisatsioonistaadiumiga kapsa-, peedi-, kaalika-

ja naerisordid, mis andsid külviaastal normaalselt päid või juurikaid.

J. Eichfeld tegi Hibiinides esmakordselt kindlaks, et paljud ühtlikud sordid, sealhulgas koguni isetolmlejate puhtaliinilised sordid, annavad Hibiinides kasvatamisel mõne põlvkonna jooksul mitmesuguseid uusi vorme (mutatsioone), mis sageli hoopiski ei sarnane lähtesordiga. Need faktid andsid J. Eichfeldile aluse mitmeteks tähtsateks oletusteks selle kohta, et ebatavalised kasvutingimused tugevdavad vormide moodustamise protsesse, kusjuures võivad toimuda ka suunatud mutatsioonid. Odravormide suur mitmekesisus mõnedes N. I. Vavilovi poolt kindlakstehtud kultuurtaimede päritolukeskustes-mägirajoonides võib J. Eichfeldi arvates olla seletatav sellega, et need mitmekesised vormid tekkisid ühest või mõnest lähtevormist, mis vanasti mägirajooni sattudes alustasid ebatavaliste tingimuste mõjul vormide moodustamise «tulevärki». Paljud nendest vormidest võisid mägedes, kus kasvutingimused väikese vahemaa tagant järsult muutuvad, kinnistuda ja säilida. Samal ajal aga lauskmaal, kus kasvutingimused on laialdastel aladel suhteliselt ühesugused, kinnistub ja säilib vaid väike arv uudikvorme.* Üheks Kaug-Põhjas ja mägirajoonides uute vormide tekkimist soodustavaks teguriks pidas J. Eichfeld madalaid temperatuure ja suuremat ultraviolettkiirte hulka. Tema poolt Hibiinides odra muutlikkuse kohta kogutud materjale täiendas J. D. Paltšikova, kes avaldas nad vastavas eriartiklis.**

Vahetult N. I. Vavilovi näpunäidete järgi rajati Hibiinides katsed paljude taimeliikide stadiaalse arengu uurimiseks. Arengubioloogia ja -füsioloogia alaste tööde tulemused avaldati V. I. Razumovi, M. I. Smirnova, I. A. Kostjutšenko, T. J. Zarubailo, V. I. Dušetškini jt. uurimustes.

J. Eichfeldi ja tema kaastöötajate kollektiivi töö Hibiinides äratas tähelepanu taimekasvatajate, agronoomide ja bioloogide laiades ringkondades. Igal aastal sõitis katsejaama palju teadlasi, et siinsete kogemustega tutvuda või siin töötada. Ajavahemikus 1933—1939 viibis Hibiinides peaaegu igal aastal akadeemik N. I. Vavilov, kes alati tundis suurt huvi J. Eichfeldi töö vastu ning keda huvitas põllunduse Kaug-Põhja nihutamise probleem tervikuna. Kirjadest, mida J. Eichfeld sai, nähtub, kui laiahaardeliselt N. I. Vavilov selle probleemi lahendamisele lähenes. Ta päris J. Eichfeldilt andmeid selle kohta, missuguseid katsetulemusi andsid mitmesuguste põllunduslike kultuuride üksikud sordid, paludes nad grupeerida selle järgi, kuidas nad Kaug-Põhja tingimustes vastu peavad, ning anda ka nende üksikasjalik ökoloogilis-geograafiline iseloomustus. Ühtlasi huvitasid teda välismaa polaar-

* Бюллетень ВАСХНИЛ, 1936, nr. 2.
** Ajakiri «Яровизация», 1939, nr. 4.

põllundusalased kogemused. Juba 1931. aastal kavatses N. I. Vavilov, kes NSV Liidu Kaug-Põhja tohutute alade kiiret majanduslikku arengut ette nägi, luua Üleliidulises Taimekasvatuse Instituudis vastava osakonna. Ühes oma kirjas ta kirjutas: «Väga oluline oleks teada saada Teie arvamust selle kohta, mis edaspidi sünnib uute energeetikakeskuste rajamisega Kaug-Põhjas. Kas pole välismaal selles suhtes kogemusi omandatud? Kui Leningradi sõidate, siis tuleb Leningradi polaarpõllunduse sektsiooni asi läbi mõelda, et ta töötaks, teeks kokkuvõtteid, oleks Teile kasulik ning töötaks Teie juhtimisel.» (N. I. Vavilovi kirjast J. Eichfeldile 11. nov. 1931. a.). 1933. aasta novembris kirjutas N. I. Vavilov Hibiini katsejaama kümnenda aastapäeva puhul oma tervituses J. Eichfeldile: «Kõigist raskustest hoolimata on pandud alus suurepärasele üritusele. Polaarjoone taga on alustatud põllumajanduskultuuride viljelemist ning Polaarosakond, mille eesotsas Te seisate, on Teie kõige aktiivsemal osavõtul täie õigusega saanud polaarpõllunduse rajajaks... Nõukogudemaa alles hakkab elu õigesti korraldama. Ees seisab tohutu töö, mis on veelgi paeluvam: tuleb otsida uusi teid, tuleb uuel viisil arendada füsioloogilisi uurimisi, aretustööd, tuleb juba mõelda uuele retkele, uutele marsruutidele.»*

Hibiinidesse sõitis mitmel korral ka teine väljapaistev nõukogude teadlane, kodumaise agrokeemia rajaja akadeemik D. N. Prjanišnikov, kes noil aastail püsivalt selgitas, et mineraalväetiste tootmise ja kasutamise kiire laiendamine on tungivalt vajalik. Murmanski oblast oli NSV Liidus esimene koht, kus hakati maaviljelust kemiseerima. Polaarkatsejaam, aga ka oblasti sovhoosid ja kolhoosid kasutasid juba esimestest aastatest peale kõiki kolme mineraalväetiste põhiliiki — fosfor-, kaali- ja lämmastikväetisi. Hektari kohta anti igal aastal 6—8 tsentnerit mineraalväetist. Katsejaamas ja majandites saadud kõrged saagid kinnitasid veenvalt D. N. Prjanišnikovi seisukohta, et mineraalväetised on üheks põhiliseks abinõuks saakide suurendamisel kogu NSV Liidu territooriumil, eriti aga mittemustmullavööndis. Seepärast tutvuski akadeemik Prjanišnikov väga tähelepanelikult polaarkatsejaamas läbiviidavate katsetega ning tootmisel saadud kogemustega sovhoosis «Industrija». Hibiinidesse sõitsid ka paljud teised nõukogude teadlased.

Sageli tuli J. Eichfeldil kui katsejaama direktoril külalistena vastu võtta ka välismaa teadlasi. Harilikult tõi neid endaga kaasa N. I. Vavilov. Nii viibisid Hibiinides tuntud inglise geneetik Goetes, väljapaistev itaalia agroökoloog Azzi, üks juhtivaid ameerika taimefüsiolooge Harvey, väljapaistev saksa kartulisortide aretaja Schick, silmapaistev soome selektsionäär Valle, bulgaaria genee-

* «Полярная правда», 18. nov. 1933, Murmansk.

tik Kostov jt. Põldudel katsekülvide juures ja laboratooriumides tekkisid sageli huvitavad teaduslikud diskussioonid bioloogia tähtsamate probleemide valdkonnas, kõige sagedamini taimede muutlikkuse ja pärilikkuse küsimustes.

1935. aastal kinnitati J. Eichfeld äsja asutatud Üleliidulise V. I. Lenini nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia tegevliikmeks. Samal aastal autasustati teda ka Lenini ordeniga, 1936. aastal aga anti talle põllumajandusteaduste doktori kraad.

Kolmekümnendate aastate keskel hakkasid Koola poolsaare järel majanduslikult kiiresti arenema ka NSV Liidu teised Kaug-Põhja rajoonid. Mitmes kohas alustasid tööd põllumajanduslikud katsejaamad. Üleliidulise V. I. Lenini nimelise Põllumajandusteaduste Akadeemia juures loodi Kaug-Põhja Komisjon, kelle ülesandeks oli kaasa aidata põllumajanduse arengule NSV Liidu ulatuslikel põhjaaladel. Komisjoni esimeheks sai J. Eichfeld. Sõjaaastail katkestas see komisjon oma tegevuse, kuid hiljuti ta taastati ning J. Eichfeld jätkab tema juhtimist.

1937. aastal loodi Leningradis Polaarse Maaviljeluse, Loomakasvatuse ja Jahimajanduse Instituut, mille alluvusse läks Kaug-Põhja katsejaamade võrk. Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi polaarkatsejaam aitas nendele katsejaamadele teaduslike töötajate kaadrit ette valmistada ning saatis neile igal aastal suurel hulgal uute kartuli-, köögivilja-, heina- ja teraviljasortide seemnematerjali.

1937. aastal sõitis J. Eichfeld Jenissei-äärsetesse põhjapiirkondadesse, kus andis konsultatsiooni Igarka katsejaama ning kohapeal organiseeritavate sovhooside tööks. Maaviljeluse pioneeriks Igarkas oli J. Eichfeldi kaastöötaja Hibiinidest, M. M. Hrennikova (töötas Dudinkas ja Igarkas 1931. kuni 1939. aastani).

1940. aastal määrati J. Eichfeld Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi direktoriks. Sellega seoses asus ta Hibiinidest Leningradi. Need kümme aastat, mille jooksul J. Eichfeld oli Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi direktor, hõlmasid ka raskeid sõjaaastaid ja sõjajärgse taastamistöö perioodi. J. Eichfeldil tuli koos instituudi töötajatega rohkesti raskusi üle elada. Kui 1941. aasta augustis Leningradi kohale piiramisoht kerkis, plaanitseti instituudi tagalasse evakueerimist. Kõige väärtuslikum osa maailma kultuurtaimede kollektsioonist ja teaduslikud töötajad koos perekondadega olid juba vagunites, kui vaenlase rõngas linna ümber sulgus. Instituuti evakueerida ei õnnestunud.

Blokaadi perioodil päästis instituudi kollektiiv eesotsas direktoriga ennastsalgavalt hävingust maailma kultuurtaimede kollektsiooni. Instituudi teadlased, kes olid näljast nõrkemas, leidsid endas jõudu, et mitte ära süüa, vaid tuleviku jaoks säilitada mitmesuguste taimede seemneid ja mugulaid, millest paljusid poleks

tulevikus enam võimalik olnud uuesti saada. Maailma kultuurtaimede kollektsiooni päästmine sõja-aastail on üks kõige sangarlikumaid lehekülgi Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi elus.

1942. aasta algul viidi põhiline osa instituudi kollektiivist Leningradist välja mööda «elu teed», mis rajati üle Laadoga järve. Instituut evakueeriti Uraalidesse, Krasnoufimski linna. Siia saabus peagi teade, et J. Eichfeld on saanud esimese järgu riikliku preemia teoreetiliste ja praktiliste põllumajandusalaste tööde eest Kaug-Põhjas.

Enam kui kaks aastat, mis J. Eichfeld koos instituudiga Uraalides viibis, olid täis pingsat tööd. Esmajärjekorras oli vaja organiseerida põhitööd — kollektsiooni uurimist ja säilitamist. Tuli lahendada ka probleem, kuidas viia maa idaossa mitmed tähtsad kultuurid, mille viljelemise peamised rajoonid olid vaenlase vägede poolt okupeeritud. Palju jõudu pühendasid J. Eichfeld ja instituudi töötajad sel ajal ka kohalike põllumajandusorganite abistamisele, et luua Uraalides tugevam baas köögivilja ja kartuli kasvatamiseks ning organiseerida kartuli ja köögivilja seemnekasvatust. Peale selle uuris J. Eichfeld Uraalides töötamise ajal intensiivselt kurja põldude risustaja — nõmmekaera bioloogiat ning tema tõrje meetodeid. Sverdlovski oblasti majanditele soovitati nõmmekaera tõusmete hävitamiseks külvide «murdmise» meetodit, mis seisnes suviviljapõldude mittesügavas kultiveerimises pärast külvi, kui nõmmekaera tõusmed juba nähtavale ilmuvad, teraviljakultuuride seemned aga alles idanema hakkavad. Seda meetodit kasutati edukalt. Kogu 1943. aasta kevade veetis J. Eichfeld oblasti rajoonides, andes majanditele konsultatsiooni selle meetodi rakendamiseks. Sõja-aastail töötas J. Eichfeld ka NSV Liidu Teaduste Akadeemia poolt organiseeritud komisjoni liikmena. Selle komisjoni ülesandeks oli Uraali, Lääne-Siberi ja Kasahstani ressursside mobiliseerimine maa kaitsevõime tugevdamiseks.

1944. aasta suvel pöördus Üleliiduline Taimekasvatuse Instituut Leningradi tagasi ja J. Eichfeld asus kogu energiaga taastama instituuti. Sõja-aastate kaotused olid väga suured. Paljud instituudi töötajaist langesid lahingutes või hukkusid piiratud Leningradis näljast. Instituudi eksperimentaalbaasid Leningradi lähistel Pavlovskis ja Puškinis, samuti ka lõunapoolsed Kubani ja Maikopi katsejaam olid okupantide poolt laastatud. Peagi elavnes instituudi töö. Uuesti hakati süstemaatiliselt uurima ja uuendama kollektsioone. Instituut hakkas aretusjaamu jälle varustama materjaliga uute sortide aretamiseks.

Eduka töö eest põllumajanduse alal Isamaasõja aastail autasustati J. Eichfeldi 1945. aastal Tööpunalipu ordeniga.

Aastail 1944—1950 avaldas Üleliiduline Taimekasvatuse Instituut J. Eichfeldi toimetusel viis köidet põllumajanduskultuuride

aprobeerimise juhendeid. Noil aastail toimetas J. Eichfeld ka instituudi ajakirja «Социалистическое растениеводство».

Sõjajärgseil aastail ei säästnud J. Eichfeld koos instituudi kollektiiviga oma põhitöö kõrval jõudu, kui oli tarvis sõjas raskesti kannatanud Leningradi oblasti põllumajanduse taastamisele kaasa aidata.

Kui kõige pingelisema töö juures õnnestus kasvõi tunnike hingetõmbeks saada, töötas J. Eichfeld aias lilledega. Aastail 1946—1950 aretas ta mitu uut roosi- ja gladioolisorti. Mitmed nendest levisid hiljem laialdaselt dekoratiivaianduses.

Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi direktorina säilitas J. Eichfeld tihedad sidemed polaarkatsejaamaga ning osutas viimasele abi töös. 1948. aastal tähistati Hibiinides Murmanski oblasti organite initsiatiivil katsejaama kahekümne viiendat aastapäeva. J. Eichfeld sõitis sinna juubelipidustustele. Katsejaam ja J. Eichfeld said rohkesti tervitusi: Murmanski oblasti täitevkomiteelt, Üleliiduliselt V. I. Lenini nimeliselt Põllumajandusteaduste Akadeemialt, mitmetelt teistelt Kaug-Põhja katsejaamadelt ning paljudelt põllumajanduse alal töötavailt teaduslikelt asutustelt ja spetsialistidelt.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia asutamisel 1946. aastal sai J. Eichfeld selle tegevliikmeks. Jätkates Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi juhtimist, asus ta tööle Eesti NSV Teaduste Akadeemia Bioloogia- ja Põllumajandusteaduste Osakonna akadeemiksekretärina. Sellel uuel ametikohal avaldus J. Eichfeldi suur organiseerimisvõime. Et ees seisis noore nõukogude vabariigi põllumajanduse üleviimine sotsialistlikele rööbastele, pühendas J. Eichfeld peamise tähelepanu põllumajandusteadustele.

Akadeemia alluvusse läksid vabariigi Põllumajanduse Ministeeriumi süsteemi kuulunud põllumajanduslikud teadusliku uurimise asutused Kuusikul, Pollis ja Toomal. Nende baasil organiseeriti Põllumajanduse Instituut, mis hiljem reorganiseeriti Taimekasvatuse Instituudiks ning Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudiks. Akadeemias loodi ka Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituut, millele anti üle Tähtvere sovhoos nelja osakonnaga ja Vändra katsejaam. Põllumajanduslikest uurimisasutustest vabariigis jäi akadeemia süsteemist väljapoole vaid Jõgeva sordiaretusjaam, kus tehti laiahaardelist tööd teadlaste-selektsionääride M. Pilli ja J. Aamisepa juhtimisel. Viimastele anti 1948. aastal riiklik preemia.

Mitme teadusliku asutuse olemasolule vaatamata polnud põllumajandusalased uurimistööd siiski küllaldaselt keskendatud probleemidele, mille kiire lahendamine muutus hädavajalikuks, kui algas üleminek põllumajanduslikult väiketootmiselt suurtele sotsialistlikele majanditele — kolhoosidele ja sovhoosidele.

Asunud põllumajanduslike asutuste organiseerimise ja arendamise etteotsa Eestis, alustas J. Eichfeld sellest, et kavandas koos kohalike teadlastega sõlmküsimused, mille lahendamisele tuli koondada kõik jõud, silmas pidades vabariigi põllumajanduse uusi ülesandeid ja arenguperspektiive. 1947. aasta jaanuaris toimus põllumajanduslike teaduslike asutuste sessioon, kus J. Eichfeld üksikasjalikult iseloomustas Eestis põllumajandusteaduse ees seisvaid ülesandeid ja eesmärke. Esmaste ülesannetena märgiti maafondide tundmaõppimist ja kaardistamist koos nende agronoomilise hindamisega ning abinõude väljatöötamist taimekasvatuse mitmete harude, eriti heinakasvatuse kiireks arendamiseks. 1948. aastal määratleti samasugusel sessioonil Eesti teaduse lähemad ülesanded loomakasvatuse alal. Mainitud teaduslikud sessioonid, mis viidi läbi J. Eichfeldi juhtimisel, olid suure tähtsusega, sest nad suunasid teadusliku kaadri kõige tähtsamate küsimuste lahendamisele.

1950. aastal valiti J. Eichfeld Eesti NSV Teaduste Akadeemia presidendiks. Ta lõpetas töö Üleliidulises Taimekasvatuse Instituudis ning asus Eestisse. Akadeemia presidendiks olles jätkas J. Eichfeld kuni 1957. aastani samaaegselt ka Bioloogia-, Põllumajandus- ja Meditsiiniteaduste Osakonna akadeemiksekretäri kohustuste täitmist. 1953. aastal valiti J. Eichfeld NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondentliikmeks. See võimaldas tihedamate sidemete loomist Eesti NSV Teaduste Akadeemia ja NSV Liidu Teaduste Akadeemia asutuste vahel.

J. Eichfeldi initsiatiivil alustatud maafondide, taimekasvatuse olukorra ja põllumajanduse ökonoomika komplekssed uurimised viidi aastail 1950—1955 läbi enamikus vabariigi rajoonides. Eraldati Eesti mullastikurajoonid (A. Lillema, R. Kask), koostati soode skeem (A. Truu), viidi läbi rohumaade klassifitseerimine (A. Adojaan, R. Toomre), töötati välja maade ratsionaalse kasutamise alused (R. Toomre, E. Vint). Kõik need materjalid olid teaduslikuks aluseks Eesti maaviljeluse süsteemi väljatöötamisel.

Vaatamata V. R. Viljamsi õpetuse dogmaatiliste pooldajate kallaletungidele jäeti vabariigi põllumajanduslike teaduslike uurimisasutuste tööplaanidesse, suurelt osalt tänu J. Eichfeldile, uurimistööd rohumaade ja kultuurkarjamaade alal ning neid töid jätkati ja laiendati. Akadeemia instituutide majandites rajati mitmeaastased katsed kultuurkarjamaade loomise ja kasutamise küsimuste väljaselgitamiseks. Ilma nende katseteta poleks probleemi lahendamine võimalik olnud. Noil aastail Eestis laialdaselt alustatud katsete tulemusena on Eesti NSV praegu kultuurkarjamaade teadusliku uurimise poolest juhtival kohal NSV Liidus.

Kõrgelt hinnates rohumaade ja kultuurkarjamaade tähtsust tugeva ja ratsionaalse söödabaasi loomisel veisekasvatuse jaoks NSV Liidus, tegi J. Eichfeld 1954. aasta lõpus ettepaneku arutada

seda probleemi NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Teaduslik-Tehnilise Nõukogu istungil. Sellest võtsid peale Eesti teadlaste aktiivselt osa veel akadeemik I. V. Larin, teiste Balti liiduvabariikide teadlased ning spetsialistid Üleliidulisest Söötade Instituudist ja mitmest teisest teaduslikust asutusest. See istung oli murrangulise tähtsusega sündmuseks kultuurkarjamaade teadusliku uurimise arendamisel NSV Liidus, eriti aga Nõukogude Baltimaadel.

Tuleb märkida, et kuuekümnendate aastate algul heintaimede külvi piiramise kohta tehtud subjektivistlikud otsused ei suutnud pidurdada Eestis kultuurrohumaade ja -karjamaade teaduslikku uurimist, sest nende suurt majanduslikku otstarbekust olid juba tõestanud teaduslike asutuste ja paljude majandite kogemused.

Eespool leidsid märkimist vaid põllumajanduse kõige tähtsamad probleemid, mille teaduslik uurimine võis edukalt areneda vaid tänu J. Eichfeldi juhtimisele. On veel mitmeid põllumajandusteaduse harusid, mille teaduslikku läbitöötamist vabariigis alustati J. Eichfeldi initsiatiivil või mille arendamist ta toetas. Kõigepealt võib märkida puuviljandusalaseid uurimistöid, eriti rahvaselektsiooni sortide kollektsiooni komplekteerimist ja nende sortide uurimist (A. Siimon ja J. Eslon), õunapuu ja ploomipuu pookealuste uurimist (J. Palk), pikaajaliste katsete alustamist viljapuude agrotehnika alal, samuti ka uute kultuuride — lutserni (R. Toomre, O. Laur, L. Kõrgas), hübriidkaalika (K. Vahenõmm), lupiini (A. Vipper), maisi (A. Rivis, O. Priilinn) jt. kasvatamise küsimuses tehtavat uurimistööd.

1956. aastal läksid põllumajanduslikud instituudid akadeemia koosseisust vabariikliku Põllumajanduse Ministeeriumi alluvusse. Akadeemia ülesandeks sai uurimistööde arendamine eksperimentaalbioloogia teoreetiliste probleemide valdkonnas. Sellega seoses tõstatas J. Eichfeld küsimuse Eksperimentaalbioloogia Instituudi ja Tallinna Botaanikaaia organiseerimisest Eesti NSV Teaduste Akadeemia süsteemis. J. Eichfeld valis ise välja uue instituudi ja botaanikaaia asukohad ning pööras suurt tähelepanu tema loodud noorte teaduslike asutuste töö organiseerimisele ja ka nende töö põhisuundade kindlaksmääramisele. Eksperimentaalbioloogia Instituudi töö peab põhiliselt selgitama, missugust mõju avaldavad välistegurid — temperatuur, valgus, ioniseeriv kiirgus ja füsioloogiliselt aktiivsed kemikaalid organismide eluprotsessidele ontogeneesis, samuti ka pärilikkusele. J. Eichfeld on instituudi geneetikaalaste uurimistööde juhendajaks. Botaanikaaias, mille struktuuri ja ülesanded J. Eichfeld vahetult välja töötas, on peale üldiste botaanikaaedades käsitletavate probleemide, nagu dekoratiivtaimede valik, aretus ja nende kasvatamise võtete läbitöötamine, eksootide kasvatamine kasvuhoonetes jne., tähtsal kohal ka maastikuarhitektuurialased uurimistööd, mis on hädavajalikud

seoses inimese majandusliku tegevuse üha kasvava mõjuga loodusele.

Et Eestis laiendada ja süvendada põllumajandusalaseid teaduslikke uurimistöid ning alustada ka uurimisi eksperimentaalbioloogia valdkonnas, tuli intensiivselt ette valmistada noorte teadlaste kaadrit. J. Eichfeld oli ka varem, Hibiinides ja Üleliidulises Taimekasvatuse Instituudis töötamise ajal pööranud suurt tähelepanu kaadri ettevalmistamisele ning noori julgelt edutanud juhtivale tööle. Ka Eestis sõltus kaadri ettevalmistamisest suurel määral ürituse edu. Kaadri kiiret kasvu vabariigi teaduslikes asutustes iseloomustab küllaldaselt juba üksainus näide: 1946. aastal oli Eesti taimekasvatuslikes instituutides vaid 5 teaduslikku töötajat, kellel oli teaduslik kraad, 1967. aastal oli neid aga juba üle 50. J. Eichfeld oli Eestis 10 aspirandi juhendajaks kultuurkarjamaade, taimekasvatuse, geneetika ja lillekasvatuse alal.

1961. aastal oli J. Eichfeldi elus tähtis sündmus — ta võeti NLKP liikmeks. Selle aktiga vormistati lõplikult «parteitu bolševiku» parteiline kuuluvus. Oli ta ju kogu oma jõu andnud üritusele, mille eest võitleb partei. 1963. aastal sai J. Eichfeld 70-aastaseks. Tema tööd kõrgelt hinnates andis NSV Liidu Ülemnõukogu Presiidium J. Eichfeldile sotsialistliku töö kangelase nimetuse.

Sotsialismi ehitamise veterani ja teadlase teeneid märgivad sotsialistliku töö kangelase «Kuldtäht», kuus Lenini ordenit, kaks Tööpunalipu ordenit, orden «Austuse märk», medalid «Sirp ja vasar», «Vapra töö eest Suures Isamaasõjas 1941.—1945. a.», «Leningradi kaitsmise eest», esimese järgu riikliku preemia laureaadi medal ja Üleliidulise Rahvamajanduse Saavutuste Näituse kaks suurt kuldmedalit.

J. Eichfeld on alati teinud suurt ühiskondlikku tööd. Juba revolutsiooniaastail, nagu eespool märgitud, võttis ta delegaadina osa talupoegade saadikute nõukogude erakorralise ja II ülevenemaalise kongressi tööst. Instituudis õppides oli ta regulaarselt mitmesugustes valitavais üliõpilasorganeis. Hibiinides oli J. Eichfeld palju aastaid kohaliku külanõukogu täitevkomitee liikmeks. 1934. aastal valiti ta Murmanski ringkonna täitevkomitee, 1939. aastal aga Murmanski oblasti TSN täitevkomitee liikmeks. Sõjajärgseil aastail valiti J. Eichfeld neljal korral NSV Liidu Ülemnõukogu ja kolmel korral Eesti NSV Ülemnõukogu saadikuks. Aastail 1958—1961 oli ta Eesti NSV Ülemnõukogu Presiidiumi esimeheks, jäädes samal ajal Eesti NSV Teaduste Akadeemia presidendi kohale. 1961. aastast alates on J. Eichfeld pidevalt olnud Eestimaa Kommunistliku Partei Keskkomitee liige.

Ükskõik kui suurt või väikest ühiskondlikku ülesannet J. Eichfeld ka ei täidaks, suhtub ta sellesse ikka erakordse vastutustundega. Hibiinides aitas ta õhtuti pärast tööd sageli külanõukogu

liikmetel tööplaane ja aruandeid koostada ning osutas kaasabi finantstegevuses. Murmanski oblasti töörahva saadikute nõukogu ühe kaugel asuva valimisjaoskonna saadikuna läks J. Eichfeld paadiga või jalgsi kümneid kilomeetreid raudteest eemale oma valijate juurde, et nende vajadustega tutvuda, nende soove kuulata või saadikutööst aru anda. Eesti NSV Ülemnõukogu Presiidiumi esimehena esitas J. Eichfeld NSV Liidu Ülemnõukogule otsustamiseks mitmeid tähtsaid küsimusi, mis puudutasid kohalike võimuorganite — külanõukogude töö efektiivsuse tõstmist.

J. Eichfeld on teadlane-organisaator. Säärased teadlased muutuvad viimastel aastakümnetel teaduse tormilise arengu ja järjest kitsamateks erialadeks harunemise tõttu üha hädavajalikumaks. J. Eichfeld on kogu oma elu jooksul olnud selleks liikumapanevaks ja suunavaks jõuks, kelle juhtimisel paljud teadusharud on omandanud Nõukogude Liidus väärika koha.

75 YEARS SINCE J. EICHFELD'S BIRTH

Dr. Agr. J. Eichfeld, President of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, corresponding member of the Academy of Sciences of the USSR, Merited Scientist of the ESSR and Hero of Socialist Labour is one of those Soviet scholars who were launched upon the road of science by the Great October Socialist Revolution.

J. Eichfeld was born in the family of a landless peasant in the town of Paide, Estonia, on January 26, 1893. Having completed the course of studies at the local town school, J. Eichfeld passed the examinations for qualifying as a post-office worker and was sent to work as a telegraphist to Lithuania, where he stayed from 1910 till 1914. During those years he studied by himself, preparing for matriculation examinations. However, his studies were interrupted by World War I. In the autumn of 1914, J. Eichfeld was mobilized and sent to the front, where he fought until the autumn of 1917. Towards the end of that year he was delegated by the soldiers of his unit to the Extraordinary and Second Congresses of the Soviets of Peasant Deputies.

In 1923, J. Eichfeld graduated from the Petrograd Agricultural Institute. Thereupon he was appointed experimental agronomist at the same institute, and some time later he was sent by Academician N. Vavilov to the Kola Peninsula, where he was to found an agricultural experimental station. He established this institution near the Khibini railway Station, in latitude 67°44′ North. The task of the workers of the experimental station was to find out which field cultures could be grown in the local conditions, which were the best methods of cultivation, and to communicate the results of their findings to the local population. Besides, J. Eichfeld was entrusted with another task — with the elabora-

tion of scientific fundamental principles that could be applied for transferring agriculture to even higher latitudes. J. Eichfeld set about fulfilling his commission with enthusiasm and revealed great ingenuity in elaborating methods for growing field cultures in the hard conditions of the Far North and in breeding promising sorts of plants.

In 1930, the Khibini Experimental Station was expanded into the Arctic Department of the All-Union Institute of Plant Cultivation (later named the Arctic Experimental Station), and J. Eichfeld was appointed director of the Department.

J. Eichfeld contributed to the efficient solution of problems of Arctic agriculture for almost 20 years. The results of his experiments were of both practical and theoretical significance. With his work, he has shown that, if appropriate methods are applied, almost all the essential field cultures can be grown in numerous districts of the Far North: herbs, vegetables, potatoes, grain, and even berries. In the Khibini District, J. Eichfeld personally and with the help of his collaborators, succeeded in raising about 30 sorts of field cultures. Those sorts were propagated over a wide territory of the Far North — from the Kola Peninsula to Kamchatka. The researches into the plant physiology in the Far North initiated by J. Eichfeld were continued by other scientists, leading to the elucidation of a number of facts of great importance concerning the bioactivity of plants growing in the conditions of a cool Arctic summer and a long Arctic day. J. Eichfeld was the first to point out the intensification of the mutational process in the Far North, explaining this fact by the action of low temperatures as well as by a decreased content of ultraviolet rays in the general stream of irradiation.

Academician N. Vavilov, Director of the All-Union Institute of Plant Cultivation, took great interest in the work done by J. Eichfeld, visiting the Khibini Experimental Station repeatedly. He was frequently accompanied by foreign guests — prominent scientists from various countries.

Simultaneously with his work at the Experimental Station, J. Eichfeld continually assisted in the application of all the measures aimed at the promotion of the national economy of the Murmansk Region. He actively contributed to the rapid taking into exploitation of the apatite deposits found in the centre of the Khibini Mountains. In the winter of 1928, J. Eichfeld and two of his colleagues mined the first lot of apatite that was used for establishing the technology of processing superphosphate from this mineral. He also collaborated immediately in the foundation of the first Arctic state farm "Industry", situated near the town of Kirovsk.

In 1935, in acknowledgment of J. Eichfeld's merits in the pro-

motion of Arctic agriculture, he was received member of the All-Union Academy of Agriculture named after V. Lenin. In 1936, J. Eichfeld received the scientific degree of Doctor of Agricultural Scienses.

In 1940, J. Eichfeld was appointed Director of the All-Union Institute of Plant Cultivation residing in Leningrad. The ten years during which J. Eichfeld directed the work of that institute were the hard years of the war and the subsequent restoration. Despite the severe conditions of the blockade, J. Eichfeld succeeded in evacuating the collection of cultural plants — one of the finest in the world — from Leningrad. In the Urals, where the Institute was evacuated in 1942, J. Eichfeld contributed to the solution of several problems of importance in the war-time.

In the summer of 1944, on the return to Leningrad, J. Eichfeld applied all his energy in the restoration of the Institute. At the same time he assisted in the rehabilitation of agriculture in the Leningrad Region, which had been ruined during the German fascist occupation.

In 1946, J. Eichfeld was elected member of the newly-founded Academy of Sciences of the Estonian SSR, becoming a member of its first Presidium, in the functions of Academician-Secretary to the Department of Biological and Agricultural Sciences. Simultaneously, until 1950, J. Eichfeld continued working as Director of the All-Union Institute of Plant Cultivation. In 1950, J. Eichfeld was elected President of the Academy of Sciences of the Estonian SSR. In coonection with this appointment, he resigned from his post in Leningrad and returned to work in his native country — Estonia.

J. Eichfeld, a scientist of great erudition and a brilliant organizer, has considerably contributed to the development of science in the Estonian SSR. At the present time, 20 years after the foundation of the Academy, this institution has become a prominent scientific centre, at which a number of important problems in the spheres of natural, technical and social sciences are being elaborated.

During the first ten years of J. Eichfeld's activities in Estonia, when the agricultural research institutes were not yet integrated in the Academy of Sciences, J. Eichfeld guided their work as well, drawing their attention to the solution of those problems that were of prime importance for the socialist reconstruction of Estonian agriculture. Those research institutes have greatly assisted in the efficient development of the agriculture of our republic.

J. Eichfeld was always actively participated in social work. In the Murmansk Region he was repeatedly elected deputy to the local Soviets. In Estonia he was elected deputy to the Supreme Soviet of the USSR and the Supreme Soviet of the Estonian SSR

for several years running. In the years 1958—1961, he occupied the responsible post of the President of the Supreme Soviet of Estonia, simultaneously carrying on his work as President of the Academy of Sciences of the Estonian SSR. At the same time, since 1961, J. Eichfeld has uninterruptedly been a member of the Central Committee of the Communist Party of Estonia.

The merits of J. Eichfeld, an outstanding scholar and untiring veteran of Socialist construction, have been duly recognized by the Soviet Government. In 1942, he was awarded a State Prize of the 1st Order, in recognition of his efforts aimed at the promotion of Arctic agriculture. In 1963, J. Eichfeld received the honorary title of Hero of Socialist Labour, together with the Lenin Order and the old medal "Hammer and Sickle". In addition, he holds five Lenin Orders, two Orders of the Red Banner of Labour, an Order of Esteem, a Medal for Valiant Labour during the Great Patriotic War 1941—1945, a Medal for the Defence of Leningrad, and two Big gold medals of the All-Union Agricultural Exhibition.

РОЛЬ И. Г. ЭЙХФЕЛЬДА В РАЗВИТИИ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

И. Г. ХЕЙЛЬ

Создание современных научно-исследовательских учреждений и укомплектование их высококвалифицированными кадрами — дело трудное, требующее длительного времени и ряда благоприятных условий. Задача усложняется еще некоторыми особенностями развития современной науки. Высокий научный уровень исследований и необходимый экономический эффект от науки могут быть достигнуты лишь на базе хорошо оснащенных лабораторий, экспериментальных мастерских, опытных заводов и опытных полей. Все это требует крупных средств и больших затрат энергии со стороны ученых.

В период создания и строительства Академии наук Эстонской ССР, когда происходило комплектование ее научно-исследовательских институтов, лабораторий и опытных баз, основателям ее также пришлось преодолеть многочисленные трудности.

В буржуазной Эстонии научных учреждений было мало. Исследовательская работа велась в основном в Тартуском университете и в ряде сельскохозяйственных опытных учреждений. Кроме того, в небольшом объеме занимались наукой отдельные преподаватели Таллинского политехникума и сотрудники нескольких музеев. Контингент научных работников был весьма ограничен. К тому же во время второй мировой войны квалифицированные научно-технические кадры были растеряны. Часть из них эвакуировалась в начале войны в тыл и была рассеяна по всему Советскому Союзу, а некоторая часть под влиянием гитлеровской пропаганды покинула родину, эмигрировав на Запад.

Академия наук Эстонской ССР была основана в 1946 году. Вначале необходимо было собрать и объединить оставшихся

ученых старшего поколения и одновременно с этим вести подготовку научных кадров из числа наиболее способной молодежи через аспирантуру и докторантуру, опираясь при этом на помощь научных учреждений Советского Союза.

Формирование научных учреждений в Эстонии усложнялось еще тем, что республика в те годы не могла предоставить Академии соответствующей научно-технической базы и приспособленных для размещения институтов и лабораторий помещений, так как города Эстонии были на 40 процентов разрушены во время войны.

Академия наук Эстонской ССР, как и многие другие научные учреждения и промышленные предприятия в послевоенный период, вынуждена была одновременно и строиться, и работать. Диктовалось это необходимостью быстрого подъема экономического потенциала страны на основе ускоренного научно-технического прогресса. Работать надо было по-новому: развивать научно-техническую базу, проводить эксперименты и быстро внедрять в практику полученные результаты. Такой метод работы был труден, но он имел свои преимущества, так как в процессе активной деятельности быстро росли молодые научные кадры. Большинство из них получили хорошую теоретическую подготовку, обладают инициативой и способностью решать сложные проблемы, возникающие в процессе развития народного хозяйства, науки и культуры.

Теперь, обозревая прошлое, можно сказать, что, несмотря на большие трудности, Академия наук Эстонской ССР создана и стала ведущей научной организацией в республике и одним из крупных научных центров Советского Союза.

В этом сложном созидательном процессе, бесспорно, большое значение имел опыт и умелое руководство немногочисленной группы ученых старшего поколения, возглавлявших Академию. Одним из членов этой группы был Иоган Гансович Эйхфельд, несколько лет назад получивший высокое звание Героя Социалистического Труда.

И. Г. Эйхфельд вошел уже в первый состав Президиума Академии в 1946 году и был видвинут на пост академика-секретаря Отделения биологических и сельскохозяйственных наук. На этом посту он использовал свои знания и богатый опыт научно-организаторской работы при создании комплекса научных учреждений сельскохозяйственного профиля. Этот комплекс составили Институт растениеводства, Институт животноводства и ветеринарии, Институт мелиорации и освоения осушенных земель.

В 1950 году Иоган Гансович был избран президентом Академии наук Эстонской ССР, в связи с чем круг его обязанностей расширился. Теперь ему пришлось руководить работой

Академии в целом и следить за правильными, соответствующими интересам народного хозяйства и культуры республики пропорциями в развитии различных направлений науки.

Следует отметить, что, будучи президентом, Иоган Гансович продолжал первое время уделять сельскохозяйственным наукам относительно больше внимания, чем другим отраслям науки. Это, естественно, отзывалось на распределении бюджетных средств Академии, с чем не все члены Президиума Академии были в то время согласны. Однако теперь следует признать, что линия Иогана Гансовича была правильной, так как она соответствовала региональным особенностям и интересам развития народного хозяйства республики.

Осуществляя общее руководство сельскохозяйственной наукой в республике, И. Г. Эйхфельд непосредственно возглавлял работу по развитию некоторых важных ее разделов и был научным руководителем многих аспирантов. Подробнее об этом сказано в биографическом очерке.

В 1956 году по решению Совета Министров СССР, для приближения сельскохозяйственной науки к практике в интересах дальнейшего развития сельского хозяйства в стране, все научные учреждения сельскохозяйственного профиля были переданы в ведение Министерства сельского хозяйства. Академия наук ЭССР также передала республиканскому министерству все институты сельскохозяйственного направления. Можно без преувеличения сказать, что Министерство сельского хозяйства Эстонской ССР получило от Академии три хороших, работоспособных научно-исследовательских института с большим числом опытных научных работников, научно-вспомогательного и административно-хозяйственного персонала и хорошо организованные экспериментальные базы. Эти институты оказали большую помощь сельскому хозяйству республики в его успешном развитии.

В середине пятидесятых годов выяснилось, что, несмотря на быстрый рост науки в Эстонии, темп ее развития все же не соответствует потребностям бурно развивающегося народного хозяйства и культурного строительства. В связи с этим по инициативе Иогана Гансовича Президиум Академии обратился к руководству Академии наук СССР с просьбой прислать комиссию для ознакомления с научной деятельностью Академии наук Эстонской ССР и оказания ей помощи в выборе направлений и определении темпов развития. В результате работы авторитетной комиссии, возглавляемой академиком Д. И. Щербаковым, и существенной помощи, оказанной руководством республики, в последующие годы значительно повысился темп ежегодного роста штатного состава и увеличились ассигнования на капитальное строительство Академии. Под руководством Иога-

на Гансовича был составлен проект плана перспективного развития Академии наук ЭССР, согласно которому намечалось развивать четыре основных комплекса научно-исследовательских учреждений: физико-математическую группу в Тарту, биолого-медицинскую группу в Харку под Таллином, комплекс институтов технического профиля в районе Мустамяэ г. Таллина и группу учреждений общественных наук в центре Таллина. Этот план с некоторыми коррективами в настоящее время и осуществляется.

В связи с возросшими задачами и расширением круга научных и научно-технических проблем, по которым требовалось организовать исследования в республике, в системе Академии наук было создано несколько новых научно-исследовательских институтов и учреждений: Институт экспериментальной биологии (1957 год), Опытно-техническая база (1958 год), Институт кибернетики (1960 год), Таллинский ботанический сад (1961 год) и Специальное конструкторское бюро по научному приборостроению (1965 год), а также ряд секторов и лабораторий в составе существующих институтов.

С целью концентрации сил и средств на решении наиболее важных и крупных вопросов в Академии наук ЭССР было резко сокращено количество проблем и тем. Иоган Гансович, выступая за сосредоточение сил и средств на решении задач первостепенной важности, в то же время поддерживал развитие тех отраслей науки, которые стали для Эстонии традиционными уже в предшествующий исторический период, а также так называемые национальные науки — исследования по истории, языку и литературе, языкознанию и народному искусству. Вместе с тем он поощрял новые направления науки (физика, кибернетика, экспериментальная биология и др.), развитие которых диктовалось интересами экономики и культуры республики.

С увеличением числа институтов и ростом кадров перед Академией встали новые серьезные трудности: не хватало рабочих площадей для размещения научного персонала, лабораторий, мастерских и т. п. Строительство в Академии шло с большими трудностями, планы строительных работ не выполнялись. В этих условиях, когда требовалось постоянное оперативное вмешательство в ход выполнения капитального строительства и необходимо было добиваться помощи и авторитетных решений по этим вопросам в республиканских руководящих органах, наблюдение за капитальным строительством в Академии при распределении обязанностей между членами Президиума взял на себя И. Г. Эйхфельд. Все, что можно было сделать в сложившихся условиях для ускорения строительства, было сделано.

За последние 5—6 лет были построены и сданы в эксплуатацию следующие объекты: комплекс зданий Тартуской астро-физической обсерватории им. В. Струве в Тыравере, здание Научной библиотеки и Института кибернетики в Таллине, комплекс зданий Института экспериментальной биологии в Харку, здания Опытно-технической базы и экспериментальных мастерских СКБ, корпус для выращивания кристаллов и лаборатории биозащиты в Тарту, лимнологическая станция на озере Выртсъярв и некоторые другие. Было начато также строительство других объектов. Разработано плановое задание и начата разработка проектного задания научного городка в районе Мустамяэ г. Таллина, а также комплекса зданий для фундаментальных исследований по физике в Тарту.

Ускоряющиеся темпы развития мировой и советской науки и техники требуют постоянного внесения корректив в текущие и перспективные планы научных исследований и в структуру научных учреждений, а также улучшения методов руководства ими.

ЦК КПСС и Советом Министров СССР в этом направлении был проведен ряд важнейших мероприятий.

В 1963 году в целях ускорения технического прогресса в промышленности из состава Академии наук ЭССР были переданы в подчинение других ведомств и министерств все научно-исследовательские учреждения прикладного характера: Институт строительства и строительных материалов, Институт экспериментальной и клинической медицины, Морская ихтиологическая лаборатория, сектор леса Института зоологии и ботаники, Исторический и Этнографический музеи. Таким образом, Академия уже второй раз передала народному хозяйству и ведомствам культуры республики большую группу хорошо оснащенных научных учреждений с выращенными Академией высококвалифицированными научными кадрами, создание которых потребовало немало забот от руководства Академии.

Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 11 апреля 1963 года на Академию наук СССР и академии союзных республик была возложена задача усилить исследования по естественным и общественным наукам, обращая особое внимание на поисковые исследования, открывающие принципиально новые пути для технического прогресса. На основе этого Постановления руководство наукой и развитием новой техники было в Советском Союзе реорганизовано. Ответственность за развитие науки и общее руководство научными исследованиями в области естественных и общественных наук были возложены на Академию наук СССР.

Все это потребовало проведения соответствующих мероприятий и в академиях наук союзных республик.

В структуру Академии наук Эстонской ССР были внесены изменения. Институты и учреждения были по-новому распределены между отделениями и сами отделения получили новые названия: Отделение физико-технических и математических наук, Отделение химико-технологических и биологических наук и Отделение общественных наук. В целях повышения эффективности научных исследований и дальнейшего улучшения системы руководства потребовалось уточнить основные направления научной деятельности Академии наук ЭССР и четко определить профили ее научных учреждений. Этой работой Президиума Академии активно руководил ее президент И. Г. Эйхфельд. Соответствующий проект, доложенный им в 1964 году Президиуму Академии наук СССР, был одобрен.

Были установлены следующие основные направления научной деятельности Академии наук Эстонской ССР:

— комплексное использование горючих сланцев (комплексные исследования в области геологических, химических, физико-технических и экономических наук);

— техническая кибернетика (системы автоматического управления; цифровая вычислительная техника; математические методы планирования и управления);

— физика твердого тела (теория твердого тела; физика ионных кристаллов; фотоэлектрические и оптические явления в полупроводниках);

— астрофизика (строение и эволюция нестационарных звезд, туманностей и галактик, звездных систем и Метагалактики; физика нестационарных звезд и туманностей):

— научное приборостроение;

— биологические основы повышения продуктивности сельского хозяйства (фотосинтез, корневое питание растений, генетика животных, растений и микроорганизмов; комплексное изучение и использование флоры и фауны);

— науки о Земле (исследования в области геостратиграфии, гидрогеологии, геофизики и физики атмосферы);

— основные проблемы развития экономики и народнохозяйственного планирования в республике в период развернутого строительства коммунизма;

— история эстонского народа; эстонский язык и литература; финно-угорские языки;

— социально-политические проблемы (социологические вопросы развития советского общества; развитие советской государственности и совершенствование управления народным хозяйством).

Четким определением перспективных направлений исследо-

TRU Raamatukogu

ваний были созданы основы для планомерного развития Академии на многие годы и завершен большой этап развития науки в республике.

За 20 лет существования Академии общий ее численный состав вырос более чем в 2,5 раза, при этом очень большое число штатных единиц было передано в другие ведомства с отошедшими от Академии институтами и другими учреждениями. В настоящее время свыше 300 научных работников Академии имеют ученую степень, в том числе более 30 — степень доктора наук.

Следует отметить, что Президиум и президент Академии, воспитывая кадры ученых, стремились к тому, чтобы они не замыкались в узких республиканских рамках, а поддерживали тесные связи с учеными других союзных республик и в то же время следили за уровнем развития науки и техники за рубежом, путем установления контактов с учеными и научными учреждениями зарубежных стран.

В настоящее время по ряду проблем научные исследования, проводимые в Академии наук ЭССР, стоят на уровне передовой мировой науки. Научная продукция Академии из года в год растет. Экономический эффект от результатов законченных исследований и помощь науки народному хозяйству уже значительно превышают произведенные на Академию затраты.

Развитие Академии наук Эстонской ССР и ее достижения самым тесным образом связаны с именем Иогана Гансовича Эйхфельда, неутомимая творческая деятельность которого протекает в Академии с момента ее основания в течение более двадцати лет.

Президиум Академии наук Эстонской ССР

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У РАСТЕНИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В. П. ДАДЫКИН

Изучение растительности обширных пространств Крайнего Севера России, как и его природы в целом, было начато в первой половине XVIII века отрядами Великой северной экспедиции. Ботанические исследования на Крайнем Севере были затем продолжены участниками различных экспедиций в течение XIX и в начале XX столетия. Задача их в основном сводилась к изучению видового состава флоры Крайнего Севера, установлению ареалов отдельных видов и описанию находимых здесь новых видов растений. А. Ф. Миддендорф в шестидесятых годах прошлого века первым поставил на обсуждение вопрос о формах растительности на Крайнем Севере в зависимости от природных условий. На рубеже прошлого и текущего столетий в научной литературе оживленно обсуждались причины безлесья тундры, при этом никаких экспериментальных данных в подтверждение выдвигаемых точек зрения не приводилось. Доказательства строились лишь на умозрительных соображениях и подкреплялись ссылками на лабораторные опыты классиков физиологии растений (Сакс, 1867; Schimper, 1898 и др.).

Крайняя ограниченность сведений о природе Крайнего Севера и о существующих там условиях для жизни растений являлась следствием всей социально-исторической обстановки, в которой находились его обширные территории в царской России. Эта обстановка исключала возможность планомерного изучения естественных ресурсов Крайнего Севера. Население северных окраин, представленное многочисленными народностями, находилось на низкой ступени общественного развития и хищнически эксплуатировалось купцами, которые скупали за бесценок драгоценную пушнину и получали от ее перепродажи баснословные барыши.

Даже в начале XX века попытки организовать на Севере стационарные научные исследования, предпринимавшиеся отдельными энергичными людьми, не достигали цели. Примером этому является деятельность большого энтузиаста идеи осеверения земледелия А. В. Журавского, который ценой огромных усилий организовал в 1907 году в Усть-Цильме на Печоре опытную сельскохозяйственную станцию. Однако, просуществовав несколько лет, станция прекратила работу.

Коренным образом обстановка на отдаленных окраинах России изменилась после Великой Октябрьской революции. Освоение природных богатств Крайнего Севера стало одной из важных государственных задач в перспективе ближайшего времени. Для этого надо было заблаговременно приступить к всестороннему их изучению. Наиболее доступным из районов Крайнего Севера был в те годы Кольский полуостров. Сюда уже в 1921 году были направлены экспедиции с участием географов, геологов, ботаников, зоологов, агрономов и экономистов. В 1923 году здесь, на ст. Хибины Мурманской железной дороги, было создано научное учреждение — Хибинский сельскохозяйственный опытный пункт, перед которым была поставлена задача систематического исследования проблемы осеверения земледелия, продвижения растениеводства в северные широты.

В течение нескольких лет небольшой коллектив опытного пункта, руководимый его создателем И. Г. Эйхфельдом, решил многие вопросы развития сельского хозяйства на Крайнем Севере. К этому времени появилась необходимость создания на Кольском полуострове, а затем и в других районах Крайнего Севера сельскохозяйственного производства. В 1930 году для снабжения свежими продуктами питания населения нового промышленного центра по добыче и переработке богатой фосфором апатитовой руды — г. Хибиногорска (Кировска) был создан первый на Крайнем Севере совхоз «Индустрия».

Основные выводы из работ Хибинского опытного пункта и созданной впоследствии на его базе Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства были следующие (Эйхфельд, 1931, 1934а, б, 1937, 1938).

Важнейшими направлениями в сельском хозяйстве на Крайнем Севере должны быть молочное животноводство и овощеводство, производящие малотранспортабельные продукты — молоко и свежие овощи.

В сельскохозяйственное использование на Кольском полуострове должны вовлекаться главным образом почвы болотного ряда, которые не нуждаются в органических удобрениях.

Естественное плодородие почв на Крайнем Севере очень низкое в связи с тем, что процессы почвообразования в местных

условиях идут очень медленно. Поэтому здесь требуется систематически вносить высокие дозы удобрений. Вялость микробиологических процессов в почвах приводит к тому, что даже на болотных почвах эффективно внесение минеральных азотных удобрений. На минеральных же почвах обязательным является ежегодное совместное внесение органических удобрений в высоких дозах (в первые годы после освоения участка до 100 тонн на 1 га) и основных видов минеральных удобрений (NPK).

Большая часть пашни должна отводиться под кормовые культуры, главным образом под травы — многолетние и однолетние.

В Хибинах было испытано большое количество различных сортов и форм культурных растений из мировой коллекции Всесоюзного института растениеводства и отобраны из них перспективные для местных условий. В результате селекционной работы из этого материала были выведены сорта, приспособленные к условиям Крайнего Севера. Растениеводство Крайнего Севера получило не только свою агротехнику, но и свои сорта по важнейшим культурам.

Несколько лет назад мы имели возможность ознакомиться с сельским хозяйством северных районов Финляндии и с результатами работы расположенной здесь сельскохозяйственной опытной станции в Рованиеми. Природные условия этих районов сходны с условиями западной части Кольского полуострова и Северной Карелии. Опытная станция в Рованиеми начала работать в 1938 году. Выводы, к которым пришли специалисты станции, и даваемые ими практические рекомендации полностью соответствуют тем, какие были сделаны Хибинским опытным пунктом к началу тридцатых годов.

При решении практических задач в Хибинах были обнаружены многочисленные факты необычного поведения растений в своеобразных местных условиях: при пониженной температуре почвы, незаходящем в летние месяцы солнце, малом количестве осадков, крайней медленности почвообразовательных процессов. Многие из этих фактов имеют важное значение для науки.

С точки зрения классической науки природные условия в Хибинах не соответствовали минимальным требованиям растений. Так, сумма среднесуточных температур периода вегетации в Хибинах была ниже минимума, который считался необходимым для завершения цикла развития некоторых успешно вызревающих здесь растений. В Хибинах, например, вызревали сорта зерновых культур из южных горных стран (Алжир, Абиссиния, Афганистан). Оказалось, что многие сорта картофеля в условиях длинного полярного дня и низких температур обра-

зуют клубни лучше, чем при высоких температурах воздуха и более длинной темной ночи, что считалось наиболее благоприятным для роста клубней.

Необычное поведение культурных растений на Крайнем Севере поставило перед биологической наукой ряд задач, решение которых должно способствовать устранению или смягчению отрицательного влияния на урожай неблагоприятных факторов и более рациональному использованию благоприятных факторов, составляющих комплекс местных природных условий.

На необходимость углубленного изучения процессов жизнедеятельности растений на Крайнем Севере И. Г. Эйхфельд (1938, стр. 123) указывал еще тридцать лет назад. В 1938 году он писал: «На первых порах мы боролись с «теориями о невозможности» развития сельского хозяйства и доказывали эти возможности сравнительно простыми методами. Сейчас пора углубить наши исследования».

Углубление исследований в области растениеводства на Крайнем Севере — это прежде всего расширение работ по ряду важных проблем физиологии растений, поскольку физиология растений является теоретической основой рационального земледелия. Возникла, следовательно, задача построения научной теории северного земледелия.

Несмотря на то, что за истекшие три десятилетия исследования по физиологии растений на Крайнем Севере еще не получили соответствующего их значению развития, все же там был выполнен ряд работ, которые заставили изменить существовавшие в некоторых важных разделах науки представления.

Рассмотрим, что нового внесло в науку изучение физиологических особенностей растений на Крайнем Севере, в следующем порядке: 1) водный режим, 2) корневое питание, 3) воздушное питание, 4) рост и развитие растений.

Водный режим. Длительное время среди биологов господствовала теория так называемой «физиологической сухости» холодных почв, основывавшаяся на лабораторных опытах Ю. Сакса (1867) и окончательно сформулированная А. Шимпером в 1898 году (Schimper, 1898). Согласно этой теории при низкой температуре поступление воды в корни растений затрудняется и они вянут даже при наличии в почве достаточного количества влаги. Проведенное нами и рядом других исследователей изучение суточного хода транспирации, оводненности листьев и водного дефицита в них, времени и степени открытия устьиц, а также прямые опыты по учету поступления воды и расхода ее растениями на охлажденной почве показали, что плохой рост растений на холодных почвах нельзя объяснить на основе теории «физиологической сухости» (Дадыкин, 1952; Коровин, 1961; Новицкая, 1960 и др.).

В литературе по экологии и физиологии растений нередко приводятся примеры удивительного приспособления арктических и субарктических растений к суровым условиям существования. Отмечается низкорослость тундровых растений, обычная опушенность листьев, общее ксероморфное строение листьев и сильная кутинизация их эпидермальных клеток. Но все эти наблюдения относятся к надземным частям растений. О способности подземных органов арктических растений приспосабливаться к низким температурам ничего не говорилось. Как только авторы начинали писать о деятельности подземных органов растений на севере, так сейчас же привлекалась для объяснения наблюдаемых явлений теория «физиологической сухости». Как будто подземные части не в состоянии приспосабливаться к условиям обитания на севере, где в почве почти все время сохраняется пониженная температура. Примером такого неодинакового отношения к подземным и надземным органам растений является обзор данного вопроса в книге Н. В. Павлова (1948).

Вместе с тем уже первые исследователи влияния пониженной температуры в зоне корней на рост растений отмечали, что она существенно изменяет морфологическое строение корней. Под влиянием низкой температуры корни утолщаются, меньше ветвятся, общий вес их возрастает (Bialoblosky, 1871; Тольский, 1901; Коссович, 1903). Исследования, проведенные на севере нами и другими специалистами, подтвердили эти наблюдения (Дадыкин, 1955; Сычева, 1960; Коровин, 1961).

У физиологов растений, работавших на Крайнем Севере, все больше проявляется сдержанное отношение к теории «физиологической сухости» или же они от нее совсем отказываются (Быстров, 1939; Данилов, 1948; Вальтер и Бегачева, 1950). В последнее время под влиянием накопленных новых данных критическое отношение к теории «физиологической сухости» холодных почв проникло и на страницы учебников по физиологии растений для вузов (Рубин, 1952; Максимов, 1958; Генкель, 1962).

Корневое питание. Комплекс природных факторов Крайнего Севера вносит ряд особенностей в процессы корневого питания растений. В связи с этим имеет свои отличия и практика применения удобрений на Крайнем Севере. Опыты с удобрениями, проведенные в течение многих лет в Хибинах, а также опыт других исследовательских учреждений и хозяйств на Крайнем Севере показали необходимость внесения здесь в почву весьма высоких доз органических и минеральных удобрений. При этом выяснилось, что участки, ежегодно обильно удобрявшиеся, несмотря на улучшение агрохимических показателей почвы, продолжают нуждаться в дальнейшем систематическом внесе-

нии высоких доз как органических, так и минеральных удобрений. Нами давно было установлено, что на сильно удобренных в предыдущие годы почвах исключение только одних минеральных удобрений приводит в тот же год к снижению урожая в 2—3 раза и больше (Дадыкин, 1947). И. Г. Эйхфельд в период работы в Хибинах, отмечая этот факт, говорил, что на Севере приходится выращивать растения «на сиропе», т. е. при очень высоком содержании в почве элементов минерального питания.

Нами было выдвинуто предположение, что одним из факторов, определяющих эффективность удобрений, является температура почвы. Это предположение нашло полное подтверждение как в наших экспериментах (Дадыкин, 1951), так и в опытах других исследователей (Takahashi a. o., 1955; Дубовик, 1956). Оказалось, что при пониженной температуре растения нуждаются в бóльших количествах питательных веществ для создания хорошего урожая (Дадыкин, 1952). Выяснилось также, что на Севере целесообразно изменить соотношение питательных веществ во вносимых удобрениях по сравнению с принятым в более южных районах. А. И. Коровин (1957, 1961) эмпирически установил, что при пониженных температурах почвы лучшие результаты получаются при соотношении азота, фосфора и калия 1:3:1,5. Установленная Коровиным «северная доза» с тройным содержанием фосфора рекомендуется им для Севера.

В опытах с выращиванием растений на холодной почве было установлено еще одно важное обстоятельство. Выяснилось, что растения в этом случае неодинаково поглощают отдельные элементы питания. В проведенных нами опытах с разными культурами при крайне низкой температуре почвы (2—3°) неизменно хуже всего поглощался азот, в какой бы форме он не давался (Дадыкин, 1952). Поглощение фосфора и калия ухудшалось незначительно. Позднее почвенное питание растений при пониженных температурах обстоятельно изучали З. И. Журбицкий (1954) и Д. В. Штраусберг (1958, 1965). Последняя, подводя итог своим исследованиям, пришла к выводу, что низкая температура в различной степени затрудняет поглощение всех элементов питания. Для температуры 3—6° она установила следующий ряд, начинающийся с элементов, поступление которых наиболее затруднено, и кончающийся элементами, более доступными для корней: $N(NO_3) > P > K > Ca > S$. При температуре 10—12° элементы в этом ряду меняются местами: первое место занимает фосфор, за ним следует калий, затем азот (нитратный), а замыкает ряд также кальций и сера. При температуре 7—9° способность усваивать азот и фосфор зависит в большой мере от особенностей видов растений.

Установление различий в поглощении из почвы при пони-

женной температуре отдельных питательных веществ имеет важное значение не только для северного земледелия.

Для практики земледелия на Севере было бы важно устранить затруднения с почвенным питанием растений или хотя бы смягчить их. Один из путей к этому — поиск соответствующих доз и сочетаний разных форм вносимых в почву удобрений. Этот путь и привел А. И. Коровина к установлению упомянутой выше «северной дозы». Есть основания предполагать, что усвоение элементов минерального питания из почвы можно улучшить внесением в почву некоторых микроэлементов (Дадыкин, 1952; Школьник и Макарова, 1957; Школьник, 1963).

Простым и перспективным приемом улучшения минерального питания растений в условиях холодных почв является внекормовая подкормка теми элементами, поглощение которых затрудняется пониженной температурой почвы. В первых наших опытах с внекорневой подкормкой были получены прибавки урожая капусты до 80%. Этот прием дал эффект также в опытах многих других исследователей (Трулевич, 1954, 1955; Пасечник, 1955; Гончарик, 1960; Сатклифф, 1964; Штраусберг, 1965). Только И. М. Мантурова (1956) не обнаружила на Севере существенного преимущества внекорневой подкормки по сравнению с обычным питанием через корни. В настоящее время внекорневая подкормка в ряде северных областей включается в агроправила.

Воздушное питание. Важное значение для понимания своеобразия жизненных процессов растений на Севере имеет правильная оценка возможности использования ими лучистой энергии солнца. Процесс фотосинтеза в условиях круглосуточного полярного дня уже давно привлек внимание многих исследователей. (Porsild, 1920; Костычев и др., 1930; Поплавская и др., 1938; Данилов и Мириманян, 1948; Polunin, 1955; Дадыкин и Григорьева, 1951; Горбунова, 1961; Кислякова, 1958, 1962; Гончарик, 1962). Ученые установили много новых, весьма важных для науки фактов, касающихся фотосинтеза в условиях длинного полярного дня, однако пока еще нельзя сказать, что в эту важную область знаний внесена достаточная ясность. Так, остается спорным вопрос о возможности непрерывной ассимиляции CO_2 растениями в условиях круглосуточного полярного дня. В наших с В. Г. Григорьевой опытах (Дадыкин, Григорьева, 1951), проведенных в Игарке, сравнивался суточный ход фотосинтеза при непрерывном летнем дне у аборигенной березы и у интродуцированного на Крайний Север картофеля, при этом было установлено, что у березы фотосинтез ночью не прекращался, а у картофеля на несколько часов прекратился. Г. С. Горбунова (1957, 1961) в опытах на севере Якутии получила аналогичные результаты. Однако Т. Е. Кислякова (1958,

1962), работавшая на Кольском полуострове с картофелем, злаками и бобовыми, сообщает, что ею отмечена как у местных акклиматизированных форм, так и у только что завезенных с юга, непрерывность фотосинтеза в течение суток при незаходящем солнце.

Дискуссионным является также вопрос об абсолютной интенсивности фотосинтеза на Крайнем Севере. В литературе можно найти указания о том, что северные растения значительно уступают по интенсивности фотосинтеза растениям лесостепи, субтропиков и особенно растениям высокогорных районов. И. Н. Коновалов (1963) приводит обобщенные О. В. Заленским данные о максимальных показателях фотосинтеза и дыхания в разных климатических зонах (табл. 1).

Таблица 1. **Максимальные значения дыхания и фотосинтеза у растений разных зон земного шара (в мг CO_2 на 1 $дм^2$ в 1 час)**

Зона	Число видов	Максимальное дыхание	Максимальный фотосинтез	Дыхание в % от фотосинтеза
Тропики . . .	28	0,9	11,0—19,0	8,2—4,7
Крайний Север	17	10,5	21,3	49,3
Лесостепь . .	56	20,0	25,7	77,8
Субтропики .	20	15,2	48,6	31,3
Пустыни . . .	20	26,4	68,5	38,5
Высокогорья .	63	34,6	100,2	34,6

Согласно этим данным, растения Крайнего Севера по интенсивности фотосинтеза стоят на предпоследнем месте и превосходят только наиболее слабо фотосинтезирующие растения тропиков.

Т. Е. Кислякова (1962) на основе проведенных ею опытов пришла к заключению, что у картофеля на Кольском полуострове интенсивность фотосинтеза ниже, чем в средней полосе СССР. По ее расчетам средняя суточная продуктивность фотосинтеза в первую половину вегетации в Хибинах примерно вдвое ниже, чем под Москвой.

С. П. Костычев с сотрудниками (Костычев и др., 1930) и О. В. Заленский (1954) считают также, что с продвижением к северу интенсивность фотосинтеза снижается. Однако за последние 10—15 лет в печати появился ряд работ, в которых сообщаются экспериментальные данные, свидетельствующие о повышении интенсивности фотосинтеза в более северных районах по сравнению с южными (Гончарик, 1955, 1962; Горбунова, 1961, Дадыкин, Станко и др., 1957б). М. Н. Гончарик выдвинул в 1955 году новое, на первый взгляд парадоксальное положение об условиях жизни растений на Крайнем Севере.

Он показал, что, например, для картофеля световой период в Игарке короче, чем в Московской области. Отсюда М. Н. Гончарик сделал вывод о несостоятельности объяснений высокой продуктивности растений Крайнего Севера большими суточными выходами органического вещества, обусловленными длинным днем и возможностью компенсировать сокращение числа дней вегетации более продолжительным световым периодом в течение суток.

Сопоставляя длину дня в летние месяцы с датами посева, образованием ассимиляционного аппарата и уборки урожая в разных географических пунктах, М. Н. Гончарик показал, что в Игарке картофель за вегетацию имеет 1382 часа светлого времени, а под Москвой — 1776 часов, т. е. на 394 часа больше. М. Н. Гончарик наблюдал весьма высокую интенсивность фотосинтеза у картофеля в Игарке — до 57 *г* органического вещества на 1 *кв. м* листовой поверхности в сутки. Высокие показатели фотосинтеза он подтвердил также данными по суточным приростам клубней на 100 *г* сырого веса ботвы. При этом были получены следующие величины: от 3,67 до 4,71 *кг* в Игарке и от 0,86 до 1,27 *кг* в Московской области. Позднее М. Н. Гончарик опубликовал монографию, в которой подробно развиты эти представления (Гончарик, 1962).

Мы произвели аналогичные расчеты и сравнили продолжительность светлого времени за период вегетации картофеля в трех пунктах: Игарке (67°27′), Кашире (54°56′) и Чиили (44°10′). Оказалось, что в Игарке это время равняется 1382, в Кашире — 2050, а в Чиили — 2799 часам (Дадыкин, 1961).

Все указанные выше данные позволяют прийти к выводу о том, что световое питание растений, усвоение ими световой энергии за единицу времени на Севере происходит интенсивнее, чем в умеренных широтах и на юге.

Вопрос об интенсивности фотосинтеза не является чисто теоретическим, и работы по его изучению не направлены лишь на удовлетворение любознательности исследователя. Исследуя под нашим руководством влияние различных доз минеральных удобрений на урожай и фотосинтез сельскохозяйственных культур на Крайнем Севере, Л. М. Закман (1961 а,б; 1965) четко установила, что интенсивность фотосинтеза в течение всей вегетации у растений, получивших повышенные дозы удобрений, была значительно выше, чем у растений тех же видов, но росших в менее благоприятных условиях почвенного питания.

В настоящее время накопился материал, позволяющий объяснить своеобразную реакцию растений севера на повышение доз удобрений, в особенности фосфора, и высказать некоторые предположения о механизме этой реакции.

Уже сравнительно давно в литературе стали появляться данные, свидетельствующие о существенных различиях в способности растений отражать, пропускать и, следовательно, поглощать лучистую энергию солнца, которая, как известно, является основным источником энергии, обеспечивающим все процессы жизнедеятельности автотрофных организмов. Эти различия в оптических свойствах растений зависят от условий произрастания. В. Н. Любименко (1924, 1935) считал, что спектр поглощения живых листьев у разных видов растений существенно отличается как по положению полос, так и по их развитию. Б. С. Мошков (1950, 1953) утверждает, что у разных видов, сформировавшихся в неодинаковых условиях, не может быть равных потребностей в свете. А. Н. Теренин (1951) отмечал, что даже незначительные изменения окружающей среды обнаруживаются по сдвигу или изменению высоты и контура полос поглощения хлорофилла. А. И. Данилов (1935, 1936) в своих работах развивал идеи о различном восприятии света растениями, воспитывавшимися в разных условиях. Он допускал возможность того, что энергия инфракрасной части спектра может использоваться, прямо или косвенно, на какую-то работу, обслуживающую фотосинтез. А. Ф. Клешнин (1954) утверждает, что инфракрасная радиация абиотична. Б. С. Мошков (1950, 1953) экспериментально показал, что растения в зависимости от температуры используют лучистую энергию по-разному: при пониженной температуре поглощение инфракрасных лучей увеличивается.

Можно привести еще ряд работ, свидетельствующих о лабильности оптических свойств растений, обусловленной внешней средой (Obaton, 1941; Polunin, 1955; Bliss, 1956; Emerson, 1958; Тагеева и др. 1960; Hadley a. Bliss, 1964).

Существующее в науке представление о происхождении жизни на земле также дает основание предполагать непостоянство восприятия лучистой энергии автотрофными организмами. В свое время В. И. Вернадский (1926) отмечал, что в ранний период истории Земли атмосфера была насыщена углекислым газом и водяными парами, которые проницаемы главным образом для красных лучей. С изменением состава и прозрачности атмосферы менялось и соотношение частей света в лучах, падавших на землю. Фотосинтетический аппарат растений в ходе эволюции должен был приспосабливаться к поглощению света иного состава. Усложнение фотосинтеза в эволюции неизбежно шло по линии приспособления организма к поглощению большего участка спектра с тем, чтобы обеспечить жизненные потребности организма большим количеством энергии. Поэтому спектры поглощения у разных видов и групп растений, находящихся на разных этапах эволюционного развития, различны.

Последнее экспериментально показано З. С. Паршиной (1957, 1958).

Мы с группой сотрудников начиная с 1956 года в разных районах страны, от Крайнего Севера (Тикси, Полярно-альпийский ботанический сад в г. Кировске и Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства в Мурманской области) и до южных районов (Благовещенск на Амуре, Ташкент, Крым), получили большое число характеристик оптических свойств листьев растений. Оптические свойства изучались как в естественных условиях, так и в условиях строгих вегетационных опытов, при определенных температурах, питании и влажности почвы (Дадыкин с сотр., 1957 а,б; 1959; 1960 а,б; 1964).

На основании проведенных исследований мы пришли к следующим выводам. Все исследованные факторы: географическое положение, температура воздуха и почвы, почвенное питание и влажность почвы оказывают влияние на оптические свойства листьев. Очевидно, разные условия выращивания растений создают различную степень напряженности их энергетического баланса. Наиболее отчетливо неодинаковость энергетических затрат на процессы жизнедеятельности растений видна при различной температуре почвы. В условиях пониженной температуры, как известно, возрастает водоудерживающая сила почвы, протоплазма становится менее проницаемой, а вода и все водные растворы — более вязкими. Для нормального осуществления водопоглощения в этих условиях растениям необходимо иметь в своем распоряжении большее количество энергии. В этом мы видим биологический смысл приспособления к большему поглощению лучистой энергии северных растений, произрастающих в условиях пониженных температур почвы и воздуха (Дадыкин и др., 1960в).

Но поглощенная листом лучистая энергия еще не способна участвовать в метаболитических процессах растительного организма. Согласно современным представлениям, усвоение лучистой энергии состоит в синтезе макроэргической пирофосфатной связи аденозинтрифосфата (АТФ), уридинтрифосфата (УТФ) и других соединений нуклеотидной фракции. При гидролитическом расщеплении макроэргических связей выделяется в 5—8 раз больше энергии, чем при расщеплении обычной сложноэфирной связи. В абсолютных значениях каждая макроэргическая связь содержит 10 000—16 000 *кал* на 1 *г-мол* (Кретович, 1961).

В 1962 году нами (Дадыкин и Иванов, 1962) была показана корреляция между поглощением лучистой энергии листьями и содержанием в них кислоторастворимых соединений, в частности аденозиновых нуклеотидов. Несколько позднее наша

сотрудница Е. П. Нечаева (1964) более совершенным методом определила нуклеотидный состав в растениях, выращенных при различных температурах почвы. По ее данным, в листьях редиса и сахарной свеклы, а также в биомассе хлореллы количество макроэргических нуклеотидных соединений значительно увеличивалось при выращивании этих растений в условиях пониженной температуры и, следовательно, при относительно большем поглощении лучистой энергии.

Преимущество большего поглощения лучистой энергии без наличия достаточного количества фосфора не может быть реализовано с пользой для растительного организма. В этом обстоятельстве может заключаться объяснение роли фосфора, столь эффективного при внесении его в повышенных дозах на Севере.

Рост и развитие. Много своеобразия вносит весь комплекс природных условий Крайнего Севера в процессы роста и развития растений. Еще в 1925 году П. И. Колосков (1925) отмечал бросающуюся в глаза особенность развития культурных растений в районах с наличием вечной мерзлоты в почве: крайне медленное развитие и угнетенный вид растительности в начале вегетации и буйный темп роста и развития во вторую половину вегетации, когда почва достаточно прогревается и поверхность мерзлоты опускается. В. Н. Степанов (1945) на большом материале по динамике накопления сухой массы у яровой пшеницы, выращиваемой в различных районах страны, выделяет три разных типа развития растений: северный, центральный и южный. К Северу он относит районы, расположенные севернее 58° с. ш. В табл. 2 приведены данные этого автора.

Наши наблюдения показали, что низкая температура почвы сильно изменяет структуру урожая, ухудшая ее. Даже кратковременное (до недели) выдерживание растений на охлажденной до 2—6° почве в начальных стадиях развития существенно сказывается на размере колоса и крупности зерна.

Таблица 2. **Динамика накопления сухой массы у яровой пшеницы в различных районах СССР (по В. Н. Степанову)**

Тип развития	Сухой вес растений на разных фазах развития в % от конечного				
	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость
Северный . .	6	15	40	80	100
Центральный .	7	18	50	85	100
Южный . . .	7	20	60	90	100

Пониженная температура почвы нарушает корреляцию в росте и развитии разных органов растений (Генкель и Кушниренко, 1966; Коровин с сотрудниками, 1954; Коровин, 1961) и вызывает гетеротрофическое развитие подземных органов, что, как показала В. Г. Григорьева (1949), обусловлено разрастанием паренхимы. Ее точку зрения разделяет Д. В. Штраусберг (1965), объясняющая это явление фосфатным голоданием. Низкая температура почвы угнетает процессы роста, что свидетельствует прежде всего о нарушении синтетической деятельности корней (Дадыкин, 1952; Штраусберг, 1965).

Как известно, корни, начиная с работ Д. И. Сабинина (1949), рассматриваются не только как орган поглощения элементов минерального питания и воды, но и как орган, осуществляющий синтез важнейших для роста и развития веществ.

По вопросу о вертикальном температурном градиенте, привлекающему внимание исследователей, недавно вышла обширная сводка С. И. Радченко (1966). Он приходит к выводу, что большинство растений в естественных условиях приспособлено к отрицательному градиенту, т. е. к тому, что во время вегетации температура почвы обычно ниже температуры воздуха (на 3—8°). П. А. Генкель и С. В. Кушниренко (1966) в постановке этого вопроса и обстоятельного его исследования видят несомненную заслугу С. И. Радченко.

Сейчас можно считать достаточно надежно установленным, что низкие температуры почвы вынуждают растения в начальный период развития дольше, чем на теплой почве, довольствоваться питанием за счет эндосперма семени. Это задерживает и замедляет рост. На холодных почвах у злаков обычно формируется на стебле на 1—2 листа меньше, чем на более теплых. Холодный режим сдвигает время максимального роста с ночных часов на дневные. Низкая температура почвы обусловливает затягивание вегетационного периода (Коровин, 1961).

Описание особенностей жизни растений на Крайнем Севере не будет полным, если не упомянуть о действии ночных заморозков на растения поздней весной и ранней осенью. В некоторых районах Крайнего Севера заморозки возможны в течение всего периода вегетации.

Интересные работы по изучению влияния заморозков на растения в условиях Севера выполнены С. Н. Дроздовым с сотрудниками (1963, 1964а,б,в). С. Н. Дроздов оценивает повреждающее действие слабых ночных заморозков, не вызывающих у яровой пшеницы видимых глазом повреждений, в 30% в фазах трех листьев, трубкования и молочной спелости и в 51—64% в фазе цветения.

Стремясь выяснить причины различной устойчивости растений к заморозкам, С. Н. Дроздов изучал физико-химическое

состояние плазмы эпидермальных клеток листьев, углеводно-белковый обмен и роль ферментных систем. Им установлена зависимость устойчивости к заморозку от ночных температур в предшествующие дни и изменение устойчивости в разные периоды онтогенеза. Что касается связи устойчивости растений к заморозкам с свойствами ферментных систем, то исследования показали, что в этом отношении более важным является качество ферментов, а не устойчивость их к промораживанию. С. Н. Дроздов считает, что наиболее важным для высокой устойчивости растений к заморозкам является способность быстро переводить часть сложных соединений углеводно-белкового комплекса в более простые соединения. Устойчивость растений к заморозкам можно в известной мере повысить, регулируя их минеральное питание.

Выше изложено, по нашему мнению, наиболее существенное, что в настоящее время известно относительно своеобразия физиологической деятельности растений, культивируемых на Крайнем Севере. На основе существующих в этой области знаний должна быть создана теория полярного земледелия, фундамент которой много лет назад заложил И. Г. Эйхфельд.

Институт медико-биологических проблем
Министерства здравоохранения СССР, Москва

ЛИТЕРАТУРА

Быстров С. В. 1939. О причинах безлесья долинной тундры в Хибинах. Сов. ботаника, № 5.

Вальтер О. А. и *Бегачева В. А.* 1950. Характеристика деятельности корневой системы растений в Заполярье. Экспериментальная ботаника, вып. 7.

Вернадский В. И. 1926. Биосфера. Научное химико-техн. изд.

Генкель П. А. 1962. Физиология растений с основами микробиологии. М.

Генкель П. А., Кушниренко С. В. 1966. Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. М., Изд-во «Наука».

Гончарик М. Н. 1955. Интенсивность фотосинтеза и активность биохимических процессов у картофеля и капусты в условиях Заполярья. В сб.: Биохимия плодов и овощей, № 3.

Гончарик М. Н. 1960. Вопросы питания, роста и развития культурных растений в условиях Енисейского Севера. Докторская диссертация. Ин-т биологии АН БССР.

Гончарик М. Н. 1962. Влияние экологических условий на физиологию культурных растений. Минск.

Горбунова Г. С. 1957. К вопросу о фотосинтезе растений в условиях Центральной Якутии. Изв. Вост. филиалов АН СССР, № 1.

Горбунова Г. С. 1961. Особенности усвоения света и фотосинтез растений в условиях Севера. Научн. сообщения Якутского филиала АН СССР, вып. 5.

Григорьева В. Г. 1949. Об анатомическом строении первичных корней ячменя и овса, выращенных при низкой температуре почвы. Докл. АН СССР, т. LXVII, № 6.
Дадыкин В. П. 1947. Действия минеральных удобрений на урожай картофеля на окультуренных почвах Кольского полуострова. Докл. ВАСХНИЛ, № 2.
Дадыкин В. П. 1951. Температура почвы как один из факторов, определяющих эффективность удобрений. Почвоведение, № 9.
Дадыкин В. П. 1952. Особенности поведения растений на холодных почвах. М. Изд-во АН СССР.
Дадыкин В. П. 1955. Вопросы физиологии растений на Крайнем Севере. Тр. Ин-та биологии Якутского филиала АН СССР, вып. 1.
Дадыкин В. П. 1961. Световое питание растений на Крайнем Севере. В сб.: Физиология древесных растений (К 90-летию чл.-корр. Л. А. Иванова). М., Изд-во АН СССР.
Дадыкин В. П. 1962. Земледелие на Севере и физиология растений. Петрозаводск.
Дадыкин В. П., Беденко В. П., Давыдова Ю. А. 1959. О зависимости оптических свойств листьев растений от удобрения почвы. Докл. АН СССР, т. 128, № 6.
Дадыкин В. П., Беденко В. П. 1960а. О географической изменчивости оптических свойств листьев. Докл. АН СССР, т. 130, № 3.
Дадыкин В. П., Беденко В. П. 1960б. О связи оптических свойств листьев растений с влажностью почвы. Докл. АН СССР, т. 134, № 4.
Дадыкин В. П., Беденко В. П., Алексеева Т. А. 1960в. К вопросу об энергетике растений, произрастающих на холодных почвах. В сб.: Материалы к основам учения о мерзлых зонах земной коры, вып. V. Изд-во АН СССР.
Дадыкин В. П. и *Григорьева В. Г.* 1951. О фотосинтезе растений Заполярья при круглосуточном освещении. Докл. АН СССР, т. 80, № 2.
Дадыкин В. П., Грушевский Б. Н., Иванова Р. П., Потаевич Е. В. 1964. Внешние условия и энергетика растений. Труды Карельск. филиала АН СССР, вып. 37.
Дадыкин В. П., Иванова Р. П. 1962. О кислотнорастворимых соединениях в растениях рапса и сахарной свеклы, выращиваемых при разной температуре почвы и различном минеральном питании. Докл. АН СССР, т. 146, № 1.
Дадыкин В. П., Станко С. А. 1957а. Внешние условия и усвоение света растениями. Изв. Вост. фил. АН СССР, № 1.
Дадыкин В. П., Станко С. А., Горбунова Г. С., Игумнова З. С. 1957б. Об усвоении света растениями в Якутске и Тикси. Докл. АН СССР, т. 115, № 1.
Данилов А. И. 1935. Качество света как фактор, определяющий пути использования лучистой энергии в процессе фотосинтеза. Советская ботаника, № 4.
Данилов А. И. 1936. Своеобразие биологического действия световых лучей разной длины волны. Архив биологических наук, т. 43, вып. 2—3.
Данилов А. И. 1948. Эколого-физиологическая характеристика психрофитов Заполярья. Эксперимент. ботаника, вып. 6.
Данилов А. И. и Мириманян В. А. 1948. Фотосинтез растений Заполярья в природных условиях. Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. IV, эксперимент. ботаника, вып. 6.
Дроздов С. Н. 1963. К вопросу о морозоустойчивости яровых однолетних растений. Научная конференция по итогам работ Ин-та биологии Карельского филиала АН СССР за 1962 год. Тезисы докладов. Петрозаводск.

Дроздов С. Н., Комулайнен А. А., Перминова Л. А. 1964а. Устойчивость яровой пшеницы против заморозков. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 37.

Дроздов С. Н., Комулайнен А. А., Перминова Л. А. 1964б. Устойчивость картофеля против заморозков и возможные пути повышения ее с помощью минеральных удобрений. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 37.

Дроздов С. Н., Новицкая Ю. Е., Комулайнен А. А., Сычева З. Ф., Барская Т. А., Перминова Л. А. 1964в. Влияние заморозков на некоторые физиологические процессы яровой пшеницы. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 37.

Дубовик Я. Ф. 1956. Влияние температуры почвы на эффективность удобрений на черноземах Северного Казахстана. Почвоведение, № 12.

Журбицкий З. И., Штраусберг Д. В. 1954. Влияние температуры на поглощение фосфора и кальция растениями. Докл. АН СССР, т. 96, № 5.

Закман Л. М. 1961а. Влияние удобрений на фотосинтез картофеля в условиях Крайнего Севера. Ботанический журнал, т. 46, № 4.

Закман Л. М. 1961б. Влияние удобрений на фотосинтез и урожай растений в условиях Крайнего Севера. Ботанический журнал, т. 46, № 7.

Закман Л. М. 1965. Влияние повышенных доз удобрений на фотосинтез и урожайность растений на Крайнем Севере. В сб.: Растения и среда, т. V. М., Изд-во «Наука».

Заленский О. В. 1954. Фотосинтез растений в естественных условиях. Вопросы ботаники, т. I. Изд-во АН СССР.

Кислякова Т. Е. 1958. О фотосинтезе картофеля в условиях Крайнего Севера. Физиология растений, т. 5, вып. 2.

Кислякова Т. Е. 1962. Фотосинтез и дыхание картофеля в условиях Крайнего Севера. Автореферат кандидатской диссертации. Моск. обл. пед. ин-т, М.

Клешнин А. Ф. 1954. Растение и свет. М., Изд-во АН СССР.

Колосков П. И. 1925. Климатические основы сельского хозяйства Амурской области. Благовещенск.

Коновалов И. Н. 1963. Физиология интродуцируемых растений. Изд-во АН СССР.

Коровин А. И. 1957. О влиянии пониженной температуры почвы на эффективность некоторых форм и доз минеральных удобрений. Докл. АН СССР, т. 115, № 6.

Коровин А. И. 1961. Температура почвы и растения на Севере. Петрозаводск.

Коровин А. И., Сычева З. Ф., Барская Т. А., Быстрова З. А. 1954. Влияние температуры почвы в онтогенезе растений на поглощение ими фосфора и азота. В кн.: Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. М.

Коссович П. С. 1903. Развитие корней в зависимости от температуры почвы в первый период развития растений. Журнал опытной агрономии, кн. IV.

Костычев С. П., Чесноков В. А., Базырина Е. Н. 1930. Суточный ход фотосинтеза при незаходящем солнце в полярной зоне. Изв. АН СССР, № 7.

Кретович В. Л. 1961. Основы биохимии растений. Изд-во «Высшая школа».

Любименко В. Н. 1924. Материя и растения. Госиздат.

Любименко В. Н. 1935. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. Сельхозгиз.

Максимов Н. А. 1958. Краткий курс физиологии растений. Изд. 9-е. Под редакцией акад. А. Л. Курсанова. М.
Мантурова И. М. 1956. Внекорневая подкормка на Севере. Сад и огород, № 5.
Мошков Б. С. 1950. Влияние инфракрасной радиации на темновые процессы у растений. Докл. АН СССР, т. 71, № 2.
Мошков Б. С. 1953. Некоторые вопросы светокультуры растений. Тр. Ин-та физиол. растений им. К. А. Тимирязева, т. 8, вып. 1.
Нечаева Е. П. 1964. О различиях в неуклеотидном составе растений при действии различных внешних условий. Физиология растений, т. 11, вып. 4.
Новицкая Ю. Е. 1960. Водный режим растений в зависимости от температуры почвы. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 28.
Павлов Н. В. 1948. Ботаническая география СССР. Алма-Ата.
Паршина З. С. 1957. Биогенетическая изменчивость полосы поглощения хлорофилла у высших растений. Тр. сектора астроботаники, т. 5. Алма-Ата.
Паршина З. С. 1958. Филогенетические особенности спектральной яркости растений в отраженных лучах. Тр. сектора астроботаники, т. 6. Алма-Ата.
Пасечник П. П. 1955. Опыт получения 500 ц кормовых корнеплодов с гектара в Магаданской области. Тр. Ин-та биологии Якутского фил. АН СССР, вып. 1.
Поплавская Г. И., Петрова С. И., Яшумова Е. П. 1938. Материалы по изучению экологии арктических растений. Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт., т. 67, вып. 3.
Радченко С. И. 1966. Температурные градиенты среды и растений. Изд-во «Наука».
Рубин Б. А. 1952. Физиология растений, часть I. М.
Сабинин Д. А. 1949. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Изд-во АН СССР.
Сакс Ю. 1867. Руководство к опытной физиологии растений. СПб.
Сатклифф Д. Ф. 1964. Поглощение минеральных солей растениями. М., Изд-во «Мир».
Степанов В. Н. 1945. Динамика накопления растительной массы у яровой пшеницы в различных экологических условиях. Докл. ТСХА, вып. 2.
Сычева З. Ф. 1960. Влияние пониженной температуры почвы на анатомическое строение всасывающих корней. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 28.
Тагеева С. В., Брандт А. Т., Деревянко В. Г. 1960. Изменение оптических свойств листьев в течение вегетации. Докл. АН СССР, т. 135, № 5.
Теренин А. Н. 1951. Фотохимия хлорофилла и фотосинтез. Изд-во АН СССР.
Тольский А. П. 1901. К вопросу о влиянии температуры почвы на развитие корней. Журнал опытной агрономии, кн. VI.
Трулевич В. К. 1954. Итоги научно-исследовательской работы по овощеводству открытого грунта. Доклады IV расшир. сессии уч. совета Ин-та полярн. земледелия, вып. 3, Л.
Трулевич В. К. 1955. Влияние внекорневой подкормки на урожай капусты в условиях Крайнего Севера. В сб.: Внекорневая подкормка сельхоз. растений. М.
Школьник М. Я., Макарова Н. А. 1957. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Изд-во АН СССР.
Школьник М. Я. 1963. Значение микроэлементов в жизни растений и земледелии Советского Союза. XXIII Тимирязевское чтение. Изд-во АН СССР.

Штраусберг Д. В. 1958. Усвоение питательных элементов растениями за полярным кругом при различных температурных условиях. Физиология растений, т. 5, № 3.
Штраусберг Д. В. 1965. Питание растений при пониженных температурах. М.
Эйхфельд И. Г. 1931. Проблема земледелия на Крайнем Севере. Советский Север, № 5.
Эйхфельд И. Г. 1934а. Победа полярного земледелия. В сб.: Сельскохозяйственная наука в СССР. М.—Л.
Эйхфельд И. Г. 1934б. 10 лет работы по продовольственной проблеме Крайнего Севера. В сб.: Пробл. сев. растениеводства, вып. IV.
Эйхфельд И. Г. 1937. Сельскохозяйственная наука на Крайнем Севере. Соц. реконструкция сельского хоз-ва, № 4.
Эйхфельд И. Г. 1938. Размещение сельскохозяйственных исследовательских учреждений на Крайнем Севере. В сб.: Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. М., Изд. ВАСХНИЛ.
Bialoblosky, F. 1871. Über den Einfluss der Bodenwärme auf die Entwicklung einiger Kulturpflanzen. Die Landwirtschaft, Bd XIII.
Bliss, L. C. 1956. A comparision of plant development in microenvironments of arctic and alpine tundras. Ecological Monographs, vol. 26.
Bliss, L. C. 1966. Plant productivity in Alpine microenvironments. Ecological Monographs, vol. 36.
Emerson, R. 1958. Annual review of plant physiology, B. 9.
Hadley, E. B., Bliss, L. C. 1964. Energy relationships in alpine plants on Mt. Washington, New Hampshire. Ecological Monographs, vol. 34.
Obaton, F. 1941. Zur la réflexion du proche inflarouge par les surfaces végétales. Comptes Rendus d'Academie des Sciences, t. 212, no. 14.
Polunin, N. 1955. Aspects of arctic botany. Amer. Sci., vol. 43, No. 2.
Porsild, M. P. 1920. Sur la poides et les dimensions des graines Arctiques. Revue Générale de Botanique, 32. Paris.
Schimper, A. F. 1898. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
Takahashi, J., Vanagisawa, M., Kono, M., Vazawa, F., Voshida. 1955. Studies on nutrient absorption by crops. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Ser. B, No. 4.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТА ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯН ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Н. И. НУЖДИН, Н. А. ПАСТУШЕНКО-СТРЕЛЕЦ

Воздействие на растения необычных для них условий выращивания давно привлекало внимание исследователей. В нашей стране это вначале было связано со стремлением продвинуть сельское хозяйство в новые районы, преодолеть неблагоприятные условия для возделывания тех или иных культур, подобрать такие культуры и сорта, которые могли бы прочно обосноваться в новых для них районах (Эйхфельд, 1933; Баранов, 1940; Гурский с сотрудниками, 1953 и др.). Дальнейшее развитие работ в крайних по экологическим и климатическим условиям районах (Полярный Север, Памир, горные районы Кавказа и т. д.) показало, что эти районы представляют собой уникальные естественные лаборатории, сочетающие в себе такие важнейшие факторы среды, определяющие развитие растений, которые невозможно воспроизвести в самых совершенных климатологических установках (Эйхфельд, 1940; Дадыкин с сотр., 1964; Гурский с сотр., 1965; Малышев, 1965 и др.). Поэтому использование таких районов для изучения влияния условий выращивания растений на радиобиологический эффект, возникающий у них в результате воздействия ионизирующей радиации, представляет несомненный интерес.

В последнее десятилетие действие ионизирующей радиации на организмы все чаще связывают с сопутствующими облучению условиями. Большое внимание уделяется исследователями изучению влияния на радиобиологический эффект тех или иных условий, действующих после облучения. Меньше изучалось влияние различных факторов, предшествующих облучению. Однако и в этом направлении выполнены интересные исследования.

В сводке Д. Дэвидсона (1964) приводится ряд предшествующих облучению факторов, которые могут изменить ответную реакцию на действие ионизирующей радиации на семена. Л. Грэй и Дж. Рид (Gray, Read, 1944) показали, что условия в период формирования и созревания семян влияют на их радиочувствительность. Различия в радиочувствительности семян из урожаев разных лет могут достигать 20%. В работах М. М. Венедиктова (1962), Е. И. Преображенской и Н. В. Тимофеева-Ресовского (1962), В. Б. Енкена (1966) указывается на неодинаковую устойчивость к облучению разных сортов растений одного вида, происходящих из различных географических районов.

В результате исследований, проведенных нами в течение ряда лет, установлено, что экологические условия выращивания растений до или после облучения оказывают существенное влияние на радиочувствительность, частоту и характер индуцированных наследственных изменений (Нуждин с сотр., 1964, 1965 и 1966). В указанных работах изучались такие показатели, как полевая всхожесть семян и выживаемость растений; развитие проростков и растений; продуктивная кустистость (отношение числа продуктивных стеблей к общему числу стеблей); плодовитость растений (по проценту завязывания семян); изменчивость количественных признаков; частота и характер морфозов и мутаций. В результате экспериментов по выращиванию облученного материала в различных экологических условиях был получен ряд наследственно устойчивых измененных форм. Так, в 1960 году в третьем поколении опыта 1958 года нами было отобрано 90 семей с шестирядным колосом. Исходными формами для этих семей были двурядные сорта Харьковский 306 и Юбилейный, семена которых после облучения высевались в Хибинах (Заполярье). Из этого материала в 1961 году были выделены четыре раннеспелые формы, созревающие на 10—12 дней раньше обычного ярового ячменя. Наибольший интерес представляет одна из них, которая созревает на две недели раньше ярового ячменя (в 1961 г. — 22 июля) и только на 3—4 дня позже озимого. Эта шестирядная форма, полученная из двурядного ячменя Юбилейный (доза облучения в 1958 г. — 4 *кр* гамма-лучами ^{60}Co), хорошо зарекомендовала себя в условиях влажного лета. Растения низкорослые (высота соломы 61,5 *см*), с плотной соломой. Колос пониклый, короткий (5,4 *см*), средней плотности (9,3—10,3 уступа колосового стержня на 4 *см*), зерно пленчатое, очень крупное — абсолютный вес (вес 1000 зерен) 46,5 *г*, ости длинные, более чем в два раза длиннее колоса (рис. 1).

Большое количество фактов изменчивости ячменя при выращивании в Хибинах без воздействия ионизирующей радиа-

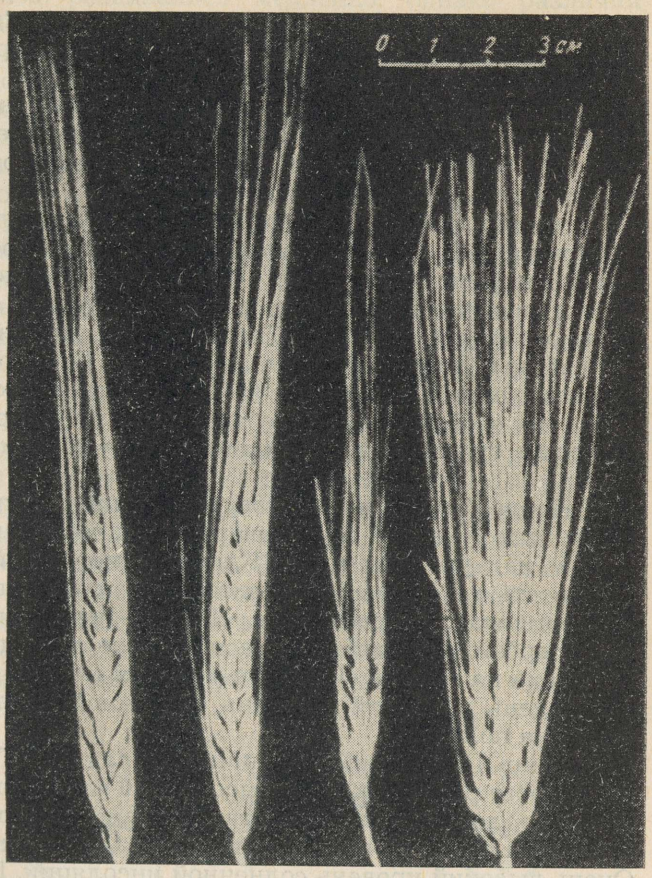


Рис. 1. Мутации ячменя.

а — нормальный двурядный колос сорта Юбилейный; б — шестирядный колос скороспелой формы, полученной в хибинской репродукции из сорта Юбилейный.

цией было получено в исследованиях, проводимых под руководством И. Г. Эйхфельда (Пальчикова, 1939). В ряде экспериментов с ячменем и другими культурами наблюдались не только морфологические изменения, но и сокращение длины вегетационного периода.

В наших опытах 1963 года при выращивании ячменя до облучения в различных экологических условиях хибинская репродукция снова обратила на себя внимание, так как во втором поколении после облучения (M_2) дала наиболее высокий процент летальных хлорофильных мутаций.

В 1964 году был поставлен специальный опыт для выявления районов выращивания растений, наиболее резко влияющих на изменение радиочувствительности семян.

Семена двух сортов пленчатого ярового двурядного ячменя — Московский-121 и Немчиновский, полученные от оригинаторов, были высеяны в районах с резко различающимися экологическими условиями:

Эстония. Институт экспериментальной биологии АН ЭССР в Харку под Таллином расположен почти на уровне моря. Климат переходный от морского к континентальному, характеризуется повышенной облачностью и довольно высокой влажностью воздуха и почвы. Световой день длинный.

Хибины. Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства находится за Полярным кругом (67°44' с. ш.). Основная особенность — круглосуточный полярный день летом и низкая сумма средних температур в течение периода вегетации.

Теберда. Тебердинский государственный заповедник, расположенный в лесной зоне Северо-Западного Кавказа на высоте 1300 м над уровнем моря. Климат умеренный, с умеренной влажностью и средней интенсивностью солнечной инсоляции.

Ленинаван. Карабахская Научно-экспериментальная база АН Азербайджанской ССР расположена в предгорье Нагорного Карабаха на высоте 400 м над уровнем моря. Лето жаркое, световой день короткий, уровень солнечной инсоляции высокий. Посев на поливе.

Памир. Памирский ботанический сад АН Таджикской ССР в г. Хороге расположен на высоте 2320 м над уровнем моря. Лето сухое, до середины августа довольно жаркое, с резкой сменой дневных и ночных температур. Световой день короткий. Очень высокий уровень солнечной инсоляции. Посев на поливе.

Москва. Контрольный посев производился в Горках Ленинских.

Авторы пользуются случаем, чтобы выразить глубокую признательность руководству и сотрудникам перечисленных учреждений за помощь в организации и проведении экспериментальных посевов.

Семена урожая 1964 года, собранные с растений, выращенных во всех указанных районах, весной 1965 года были облучены гамма-лучами ^{60}Co в дозах 6; 9 и 12 *кр* при мощности 217 *р/мин* и высеяны в Москве (Горки Ленинские). Для контроля в каждом варианте опыта было высеяно по 1000 необлученных семян.

Московское лето 1965 года не благоприятствовало росту и развитию зерновых культур. Поздняя весна была теплой, но сухой, а лето — дождливым и холодным. Растения, особенно в

начальный период, развивались медленно, однако различий между контрольными вариантами разных репродукций не отмечалось. Иная картина наблюдалась у опытных растений. Уже при беглом осмотре делянок было заметно угнетенное состояние растений эстонской и хибинской репродукций, тогда как опытные растения памирской репродукции ничем не отличались от контрольных.

Подсчет всходов в фазе трех листьев показал, что по всхожести семян в контрольных вариантах больших различий не было. Лишь в эстонской репродукции у сорта Московский-121 она оказалась несколько выше, а у сорта Немчиновский — несколько ниже, чем в остальных репродукциях. В опыте различия оказались весьма существенными. Это наглядно показывает рис. 2, на котором кривая всхожести памирской репродукции идет почти параллельно оси абсцисс, т. е. всхожесть облученных (даже в дозе 12 *кр*) семян почти не отличается от всхожести контроля. Что касается эстонской и хибинской репродукций, то уже при облучении в дозе 6 *кр* всхожесть семян у них резко падает, а при дозе 12 *кр* у эстонской репродукции всходы дали лишь единичные семена. Остальные репродукции занимают промежуточное положение. Если при средних дозах облучения (6 и 9 *кр*) между некоторыми репродукциями не наблюдается статистически достоверных различий во всхожести, то при 12 *кр* эти различия абсолютно достоверны.

Подсчет тотальной выживаемости растений, т. е. числа со-

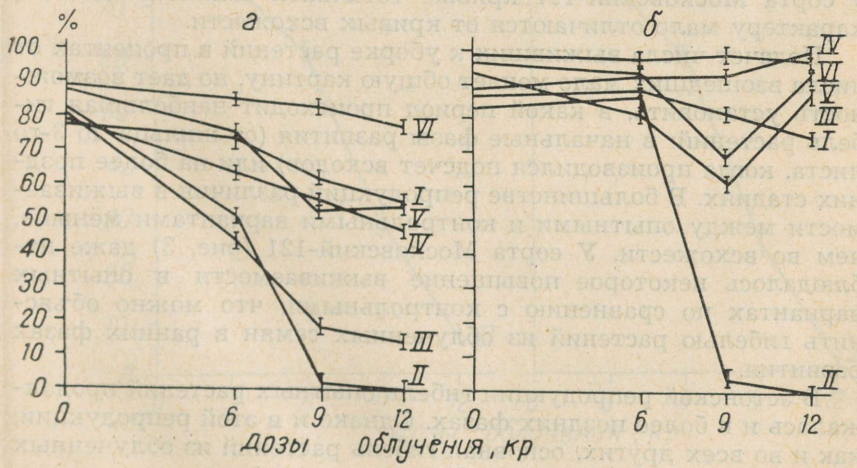


Рис. 2. Всхожесть семян ячменя разных репродукций при выращивании в Москве.

а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — московская, II — эстонская, III — хибинская, IV — тебердинская, V — ленинаванская, VI — памирская репродукции.

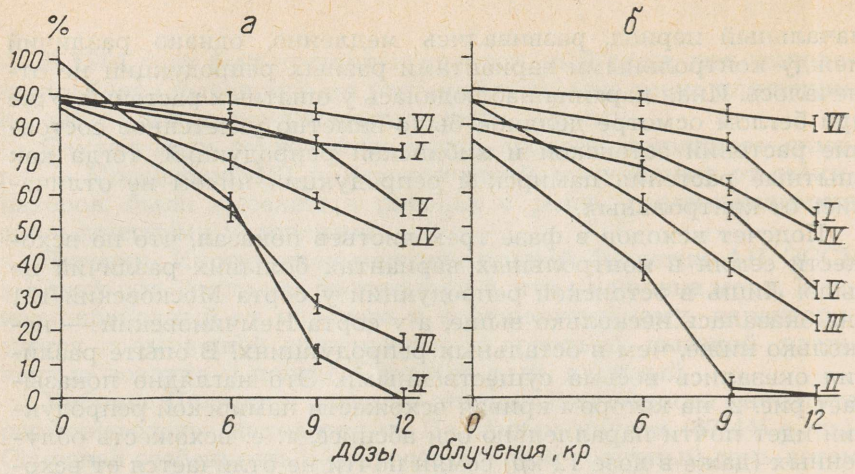


Рис. 3. Выживаемость растений ячменя разных репродукций при выращивании в Москве. Сорт Московский-121.

а — тотальная, от числа посеянных зерен; б — от числа взошедших растений. I — московская, II — эстонская, III — хибинская, IV — тебердинская, V — ленинаванская, VI — памирская репродукции.

хранившихся к уборке растений в процентах от числа посеянных зерен, дал аналогичные результаты. Из рис. 3 видно, что у сорта Московский-121 кривые тотальной выживаемости по характеру мало отличаются от кривых всхожести.

Подсчет числа выживших к уборке растений в процентах от числа взошедших мало меняет общую картину, но дает возможность установить, в какой период происходит наибольшая гибель растений: в начальные фазы развития (от шильца до 3-го листа, когда производился подсчет всходов) или на более поздних стадиях. В большинстве репродукций различия в выживаемости между опытными и контрольными вариантами меньше, чем во всхожести. У сорта Московский-121 (рис. 3) даже наблюдалось некоторое повышение выживаемости в опытных вариантах по сравнению с контрольными, что можно объяснить гибелью растений из облученных семян в ранних фазах развития.

В эстонской репродукции гибель опытных растений продолжалась и в более поздних фазах. Однако и в этой репродукции, как и во всех других, основная гибель растений из облученных семян наблюдается в ранних фазах.

Большое различие в полевой всхожести облученных семян эстонской и московской репродукций наблюдалось в 1965 году и при посеве в Эстонии (рис. 4).

Если в контрольных вариантах разница во всхожести очень незначительна, то в опытных вариантах уже при облучении в дозе 6 *кр* наблюдается резкое расхождение как у сорта Московский-121, так и у сорта Немчиновский. В результате облучения семян в дозе 12 *кр* в Эстонии, так же как и в Москве, полностью погибли даже те немногочисленные растения, которые появились после посева. В вариантах опыта с облучением в дозе 9 *кр* немногие сохранившиеся к уборке растения оказались недозревшими.

Таким образом, от эстонской репродукции при посеве как в Москве, так и в Эстонии практически был получен материал только от контрольных вариантов и от вариантов с облучением в дозе 6 *кр*.

По этой причине анализ завязывания семян, к резкому снижению которого в первом поколении приводит облучение, в данном опыте представлял мало интереса, так как наиболее радиочувствительная репродукция фактически погибла.

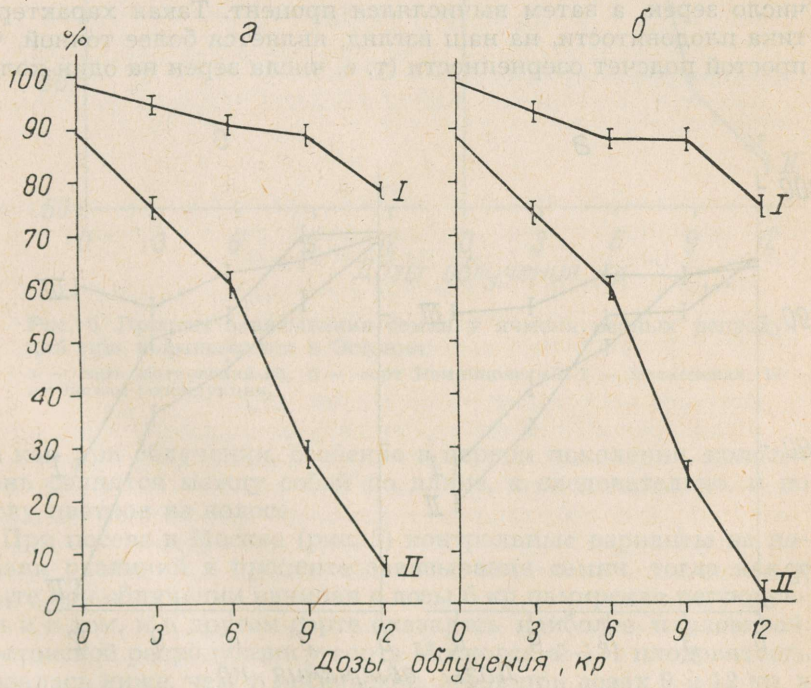


Рис. 4. Всхожесть семян ячменя разных репродукций при выращивании в Эстонии.

а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — московская, II — эстонская репродукции.

Весной 1966 года оставшиеся от предыдущего опыта необлученные семена урожая 1964 года обоих сортов, Московского-121 и Немчиновского, крайних по своей радиочувствительности памирской и эстонской, а также московской репродукций были облучены гамма-лучами ^{60}Co в дозах 3; 6; 9 и 12 *кр* при мощности 191 *р/мин* и высеяны в трех районах: в Москве — все три репродукции, в Эстонии — эстонская и московская, на Памире — памирская и московская. Целью опыта было установить, проявляются ли различия в радиочувствительности на завязывании семян в M_1, а также получить материал для дальнейших исследований.

Подсчет процента завязывания семян производится так, как это обычно принято в селекционной практике при инцухт-методе у перекрестников (Rimpau, 1877; Brewbaker, 1926; Агеев, 1929; Краснюк, 1935; Пастушенко-Стрелец, 1952, 1954 и др.), а также и при использовании ионизирующей радиации (Dawies, Roy, 1958; Soriano, 1959). В каждом варианте у главных колосьев от 100 растений подсчитывалось общее число цветков и число зерен, а затем вычислялся процент. Такая характеристика плодовитости, на наш взгляд, является более точной, чем простой подсчет озерненности (т. е. числа зерен на один колос),

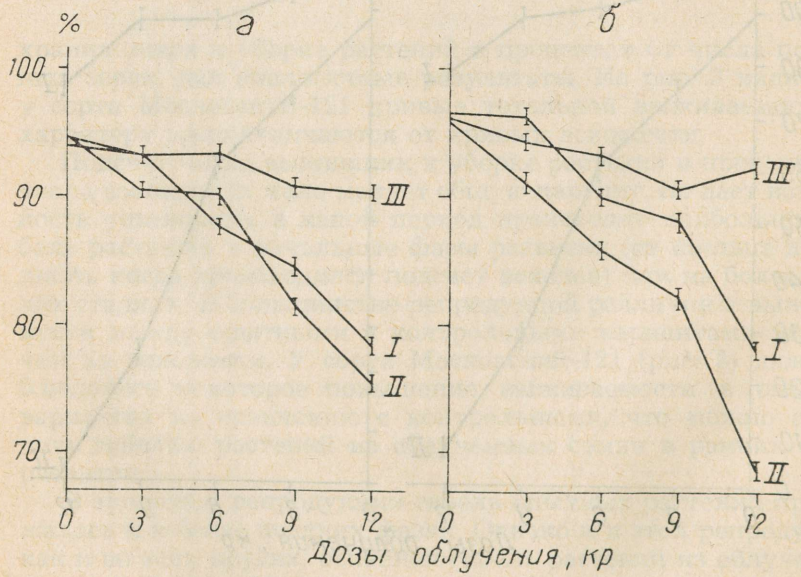


Рис. 5. Процент завязывания семян у ячменя разных репродукций при выращивании в Москве.

а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — московская, II — эстонская, III — памирская репродукции.

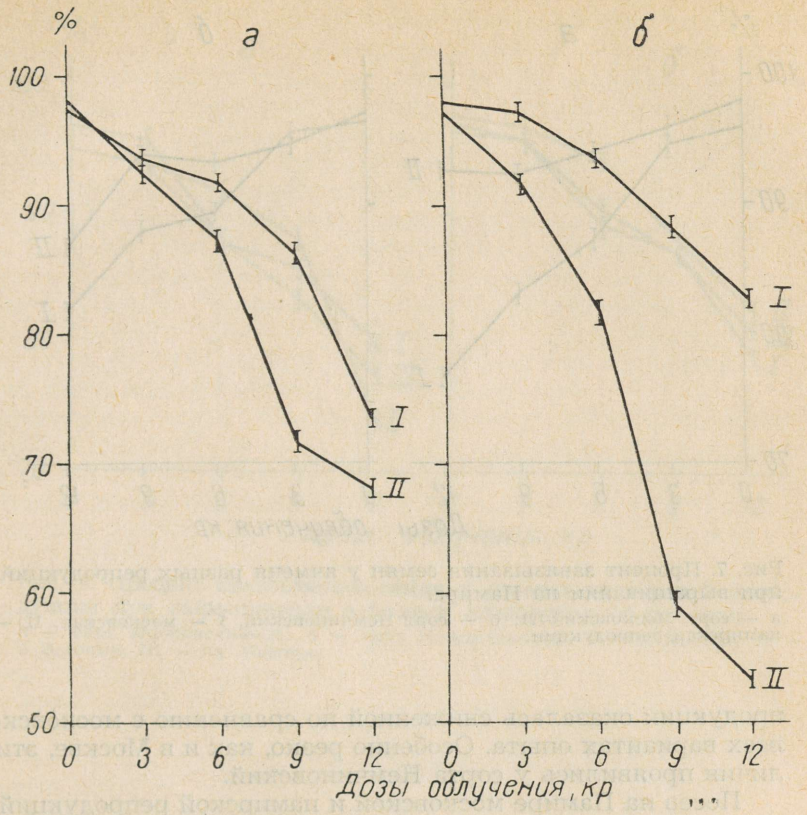


Рис. 6. Процент завязывания семян у ячменя разных репродукций при выращивании в Эстонии.

а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — московская, II — эстонская репродукции.

так как при облучении, особенно в первом поколении, колосья очень разнятся между собой по длине, а следовательно, и по числу цветков на колосе.

При посеве в Москве (рис. 5) контрольные варианты не показали различий в проценте завязывания семян, тогда как в опыте при облучении начиная с дозы 6 *кр* памирская репродукция и в том, и в другом сорте оказалась наиболее плодовитой. В эстонской репродукции у сорта Московский-121 плодовитость оказалась ниже, чем у московской, лишь при дозах 9 и 12 *кр*, а у сорта Немчиновский снижение началось уже при дозе 3 *кр* и процент завязывания семян очень резко упал при облучении в дозе 12 *кр*.

При посеве в Эстонии (рис. 6) плодовитость эстонской ре-

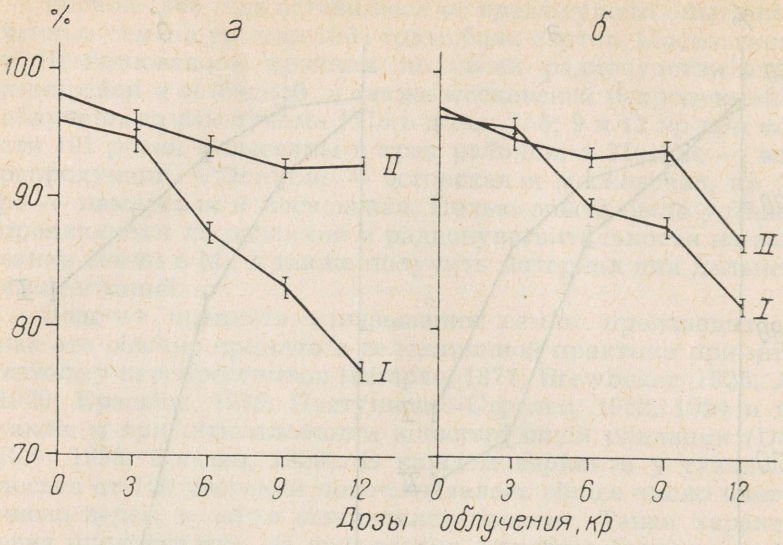


Рис. 7. Процент завязывания семян у ячменя разных репродукций при выращивании на Памире.

а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — московская, II — памирская репродукции.

продукции оказалась сниженной по сравнению с московской во всех вариантах опыта. Особенно резко, как и в Москве, эти различия проявились у сорта Немчиновский.

Посев на Памире московской и памирской репродукций также подтвердил результаты, полученные при посеве в Москве: процент завязывания семян у растений памирской репродукции снизился в результате облучения значительно меньше, чем у растений московской репродукции (рис. 7).

Если сравнить характер снижения процента завязывания семян в результате облучения при выращивании одной и той же репродукции в разных условиях (рис. 8—10), можно легко заметить, что существенные различия проявились только в эстонской репродукции. Рис. 10 четко показывает более резкое снижение плодовитости растений M_1 при посеве облученных семян эстонской репродукции в Эстонии по сравнению с посевом их в Москве. Таким образом, эстонская репродукция и по этому тесту проявляет наибольшую радиочувствительность.

Приведенные в настоящей работе данные подтверждают и дополняют выводы, сделанные на основании предыдущих исследований. Радиочувствительность гамма-облученного ячменя зависит не только от экологических и климатических условий, в которых выращиваются растения из облученных семян,

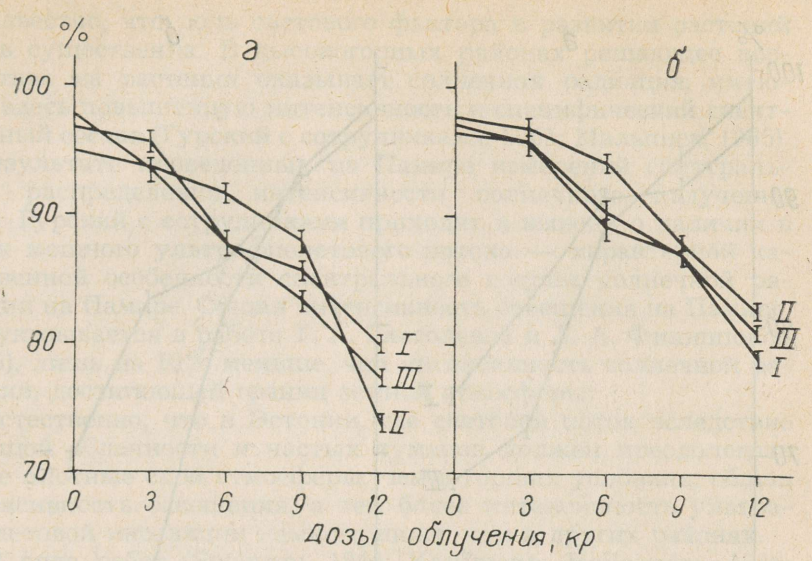


Рис. 8. Процент завязывания семян у ячменя московской репродукции при выращивании в разных экологических условиях.
а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — в Москве, II — в Эстонии, III — на Памире.

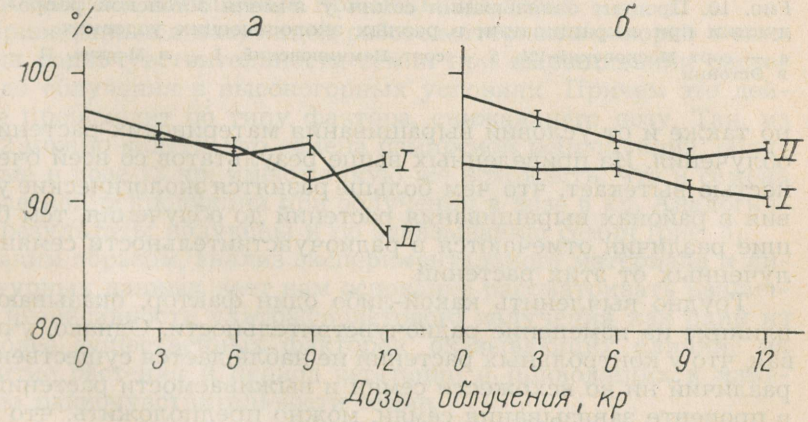


Рис. 9. Процент завязывания семян у ячменя памирской репродукции при выращивании в разных экологических условиях.
а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский. I — в Москве, II — на Памире.

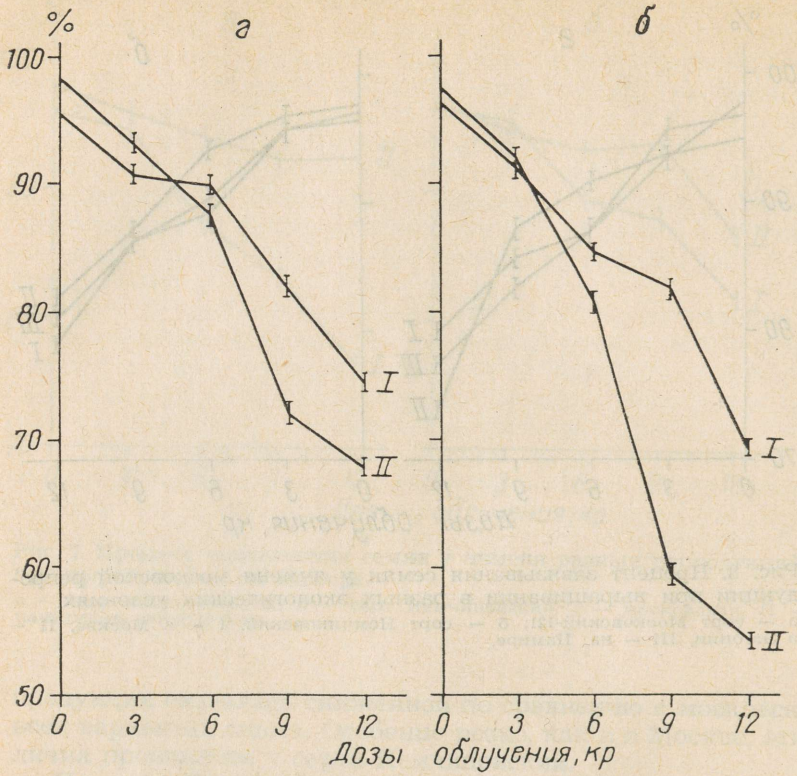


Рис. 10. Процент завязывания семян у ячменя эстонской репродукции при выращивании в разных экологических условиях.
а — сорт Московский-121; б — сорт Немчиновский, I — в Москве, II — в Эстонии.

но также и от условий выращивания материнских растений до облучения. Из приведенных выше результатов со всей очевидностью вытекает, что чем больше разнятся экологические условия в районах выращивания растений до облучения, тем бо́льшие различия отмечаются в радиочувствительности семян, полученных от этих растений.

Трудно вычленить какой-либо один фактор, оказывающий влияние на изменение радиочувствительности. Однако, учитывая, что у контрольных растений не наблюдается существенных различий ни во всхожести семян и выживаемости растений, ни в проценте завязывания семян, можно предположить, что наибольшее значение имеют те факторы, которые влияют на формирование механизмов, защищающих от действия ионизирующей радиации.

Известно, что роль светового фактора в развитии растений очень существенна. В высокогорных районах решающее воздействие на растения оказывает солнечная радиация, имеющая здесь повышенную интенсивность и специфический спектральный состав (Гурский с сотрудниками, 1965; Малышев, 1965). В результате проведенных на Памире измерений спектрального распределения интенсивности солнечного излучения А. В. Гурский с сотрудниками приходят к выводу о наличии в горах мощного ультрафиолетового потока — характерной качественной особенности спектрального состава солнечной радиации на Памире. Общая интенсивность освещения на Памире, как указывается в работе Т. А. Глаголевой и Л. А. Филипповой (1965), лишь на 10% меньше, чем интенсивность солнечной радиации, достигающей границ земной атмосферы.

Естественно, что в Эстонии, где световой поток вследствие большой облачности и частых туманов должен преодолевать более плотные слои атмосферы, чем в горных условиях, общая интенсивность освещения, а тем более интенсивность ультрафиолетовой инсоляции намного ниже, чем в других районах.

В ряде работ (Swanson, 1944; Kaufmann, Hollaender, 1946; Newcombe, McGregor, 1954; Swanson, Stadler, 1955; Elkind, Sutton, 1958) показано, что под влиянием ультрафиолетового облучения до или после воздействия рентгеновыми или гамма-лучами снижается повреждающее действие ионизирующей радиации. А. Конгер (1964) указывает, что действие ультрафиолетового излучения на мутации, вызванные рентгеновыми или гамма-лучами, происходит по типу простого фактора, снижающего дозу, производя сдвиг в частоте мутаций в направлении величин, ожидаемых при меньших дозах.

Приведенные в настоящей работе материалы говорят о снижении радиочувствительности семян при выращивании растений до облучения в высокогорных условиях. Причем это действие происходит по типу фактора, снижающего дозу. Так, из рис. 2 можно видеть, что семена памирской репродукции, облученные в дозе 12 *кр*, имеют такую же всхожесть, что и семена московской репродукции при облучении в дозе 6 *кр*. Аналогичные результаты получены и по завязыванию семян (рис. 5).

Таким образом, анализ экспериментального материала и литературных данных дает нам основание рассматривать различную интенсивность ультрафиолетового излучения как один из наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на развитие растений в период вегетации и приводящих к изменению радиочувствительности семян.

Институт биологической физики Академии наук СССР, Москва

Агеев К. Ф. 1929. Инцухт ржи. Известия ТСХА, кн. 4.

Баранов П. А. 1940. Проблема крайних условий среды в разрешении вопросов освоения новых территорий. В сб.: Растения и среда, т. 1. М.-Л.

Венедиктов М. М. 1962. Новые данные о радиорезистентности сортов злаков и бобовых культур. В сб.: Генетика и цитология растений. Минск.

Глаголева Т. А. и *Филиппова Л. А.* 1965. Особенности фотосинтеза растений в условиях высокогорий Памира. Проблемы ботаники, т. VII, М., Изд-во «Наука».

Гурский А. В., Каневская И. Б., Остапович Л. Ф. 1953. Основные итоги интродукции растений в Памирском ботаническом саду. Тр. АН Тадж. ССР.

Гурский А. В., Остапович Л. Ф., Соколов Ю. Л. 1965. Влияние горных условий памирского типа на высшие растения. Проблемы ботаники, т. VII. М., Изд-во «Наука».

Дадыкин В. П., Грушевский Б. И., Иванова Р. П., Потаевич Е. В. 1964. Внешние условия и энергетика растений. Тр. Карельск. фил. АН СССР, вып. 37.

Дэвидсон Д. 1964. Защита и восстановление при воздействии ионизирующего излучения. Механизмы, действующие в семенах и корнях растений. В кн.: Радиационная защита и восстановление. М., Атомиздат.

Енкен В. Б. 1966. Роль генотипа в экспериментальном мутагенезе. Тр. Моск. о-ва испыт. природы, т. XXIII.

Конгер А. 1964. Генетическая защита. В кн.: Радиационная защита и восстановление. М., Атомиздат.

Краснюк А. А. 1935. Соц. зерновое хозяйство, № 2. Саратов.

Малышев А. А. 1965. Особенности ритма развития и ростовых процессов растений в разных горных поясах Северо-Западного Кавказа. Проблемы ботаники, т. VII, М., Изд-во «Наука».

Нуждин Н. И., Шангин-Березовский Г. Н., Пастушенко-Стрелец Н. А. 1964. Изменение радиочувствительности ячменя при перемене условий жизни. Тр. Ин-та генетики АН СССР, № 31.

Нуждин Н И., Пастушенко-Стрелец Н. А., Шангин-Березовский Г. Н. 1965. Влияние экологических условий выращивания и физиологического состояния семян (степени зрелости) на радиочувствительность, частоту и характер наследственных изменений у гамма-облученного ячменя. В сб.: Действие ионизирующих излучений на растительный и животный организм. М., Изд-во «Наука».

Нуждин Н. И., Пастушенко-Стрелец Н. А., Шангин-Березовский Г. Н. 1966. Влияние экологических условий выращивания и физиологического состояния семян на частоту и характер хлорофильных мутаций у ячменя при гамма-облучении, Тр. Моск. о-ва испыт. природы, т. XXIII.

Пальчикова Е. Д. 1939. Изменчивость ячменей в Хибинах. Яровизация, № 4.

Пастушенко-Стрелец Н. А. 1952. Преодоление стерильности ржи внутриклоновым переопылением. Агробиология, № 6.

Пастушенко-Стрелец Н. А. 1954. Внутриклоновое переопыление ржи и кок-сагыза. Тр. Ин-та генетики АН СССР, т. 21.

Преображенская Е. И. и *Тимофеев-Ресовский Н. В.* 1962. Возможная связь радиоустойчивости с филогенетической системой у культурных растений. Докл. АН СССР, т. 143, № 5.

Эйхфельд И. Г. 1933. Борьба за Крайний Север. Краткие итоги работы Полярного отделения ВИРа. 1923—1933 гг. ВИР. Л.

Эйхфельд И. Г. (ред.). 1940. Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. М., ВАСХНИЛ.
Brewbaker, H. E. 1926. Studies of self-fertilization in rye. Minn. Agr. Exp. Techn. Bull. 40.
Davies, D., Roy, E. T. 1958. Artifical mutagenesis in plant breeding. Nature, 182 (4640).
Elkind, M. M., Sutton, H. 1958. Ultraviolet mitigation of x-ray lethality in dividing yest cells. Science, vol. 128, p. 1982.
Gray, L. H., Read, J. 1944. The effect of ionizing radiation on the broad bean root. Brit. J. Radiol., vol. 17.
Kaufmann, B. P., Hollaender, A. 1946. Modification of the frequency of chromosomal rearrangements induced by x-rays in Drosophila II. Use of ultraviolet radiation. Genetics, vol 31.
Newcombe, H. B., McGregor, J. 1954. Dose-response relationships in radiation-induced mutation. Saturation effects in Streptomyces. Genetics, vol. 39.
Rimpau, W. 1877. Die Selbststerilität des Roggens. Landw. Jahrb., Nr. 6.
Soriano, J. D. 1959. Bot. Gas., vol. 120, No. 3.
Swanson, C. P. 1944. X-ray and ultraviolet studies on pollen tube chromosomes. I. The effect of ultraviolet (2837 Å) on x-ray induced chromosomal aberrations. Genetics, vol. 29.
Swanson, C. P., Stadler, L. J. 1955. The effect of ultraviolet radiation on the genes and chromosomes of higher organisms. Rad. Biol., vol. 2.

МИРОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ

А. Я. КАМЕРАЗ

Продвижение земледелия на Крайний Север является одной из наиболее впечатляющих и героических страниц в развитии отечественной сельскохозяйственной науки.

Своеобразные, крайние для существования культурных растений условия Севера представляли большой интерес для глубокой и всесторонней оценки многих форм разнообразных культур мировой коллекции растений Всесоюзного института растениеводства, в том числе и картофеля. Они должны были помочь вскрыть те потенциальные возможности, которые могли быть заключены в некоторых растительных формах. Это, в свою очередь, было необходимо для более эффективного использования исходных форм в практической селекции.

Систематические исследования с целью всестороннего изучения культуры картофеля в условиях Крайнего Севера были начаты И. Г. Эйхфельдом с первых лет его работы в Хибинах.

Особенности картофелеводства на Крайнем Севере. Климат Хибин, где проводили свои исследования И. Г. Эйхфельд и другие сотрудники Полярной опытной станции ВИРа, весьма суров и своеобразен. Продолжительность вегетационного периода со средней температурой выше 10° составляет всего 65 дней. В некоторые годы заморозки до —3—4° наблюдаются почти каждый месяц вегетационного периода. Осадков выпадает мало. В июне-июле часты продолжительные засухи, сопровождающиеся сильными ветрами (Маньков, 1948). Почвы, как минеральные, так и торфяно-болотные, в их естественном состоянии почти бесплодны и непригодны для выращивания требовательных сельскохозяйственных культур. Здесь приходится создавать культурную почву, на которой растения были бы способны давать высокие и устойчивые урожаи. И. Г. Эйхфельд

нашел способ создания такой почвы, заключавшийся в систематическом внесении высоких доз органических удобрений совместно с минеральными под все сельскохозяйственные культуры. Итоги десятилетних (1923—1933) исследований в этом направлении (Эйхфельд, 1929, 1933а, б,) позволили ученому убедительно доказать, что обязательное ежегодное внесение больших доз удобрений, в первую очередь органических, в сочетании с надлежащей агротехникой обеспечивает возможность получения в условиях Заполярья высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в частности такой требовательной к условиям питания, как картофель.

Обстоятельные исследования И. Г. Эйхфельда (1929, 1933, 1937, 1944) послужили толчком к многочисленным работам по выявлению наиболее эффективных норм и способов внесения удобрений в почвы Севера. Следует, однако, отметить, что эти работы, хотя и давали некоторую детализацию, не вносили принципиально ничего нового по сравнению с тем, что было установлено в первые десять лет исследований в этом направлении.

В настоящее время на Крайнем Севере в результате систематического окультуривания появились уже такие почвы (среднеокультуренные и даже хорошо окультуренные), которых не было и не могло быть тогда, когда И. Г. Эйхфельд начинал свои новаторские исследования и устанавливал пути использования бедных, неокультуренных северных почв для нужд сельского хозяйства.

По данным В. И. Левиной (цитировано по В. Н. Соколову*), под влиянием 20-летнего окультуривания в иллювиально-гумусо-железистом подзоле зверосовхоза «Мурманск» содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) увеличилось с 4 до 112 *мг*, калия (по Пейве) — с 6 до 28 *мг* на 100 *г* почвы и общего гумуса — с 1,36 до 3,53%.

Однако и в настоящее время, когда на Крайнем Севере имеются в разной степени окультуренные почвы, внесение высоких норм удобрений для получения хороших урожаев сельскохозяйственных культур является законом. Так, обобщая имеющиеся в литературе данные, равно как и результаты своих собственных исследований, В. Н. Соколов приходит к заключению, что оптимальная норма органических удобрений под картофель на хорошо окультуренных участках — 50—60 *т* на 1 *га*, а на среднеокультуренных — 70—80 *т*. На слабоокультуренных участках с незначительным запасом питательных веществ в почве вполне оправдывает себя внесение еще более высоких

* В. Н. Соколов. Эффективность применения удобрений под картофель на подзолистых почвах Мурманской области. 1967. Рукопись в ВИРе.

доз органических удобрений — 100—120 *т* на 1 *га*. Оптимальными нормами минеральных удобрений, согласно данным В. Н. Соколова, можно считать для хорошо окультуренных подзолистых почв Крайнего Севера N_{70-85}, P_{80-90}, $K_{110-120}$ *кг* действующего вещества на 1 *га*. Для среднеокультуренных почв количество минеральных удобрений следует увеличивать на 20—25%.

Выявление сортов картофеля, пригодных для Крайнего Севера. Северное земледелие по существу не могло развиваться без включения в набор культур такой важнейшей из них, как картофель, повсеместно являющийся одним из основных и излюбленных продуктов питания широких слоев населения. Картофель для Крайнего Севера имеет большое значение не только как пищевой и кормовой продукт, но и как противоцинготное средство. Имеющийся в клубнях картофеля витамин С лишь частично разрушается при варке и в значительной степени удовлетворяет потребности в нем населения. Картофель как продукт питания и как источник противоцинготного витамина выдвигается по своему значению на одно из первых мест. На Кольском полуострове картофель в открытом грунте доходит до Мурманска—Териберки (69° с. ш.), а в Архангельской области — до г. Нарьян-Мара (67° с. ш.). На Обском Севере он успешно культивируется в Салехарде, в Аксарке, Новом Порту, Хальмер-Седе, Ныде, т. е. почти до 68° с. ш. В Красноярском крае его выращивают в Усть-Енисейском порту, в Якутской АССР — в Верхоянске, низовьях р. Колымы, на Чукотке — в Анадыре, Маркове и т. д.

Чтобы получать достаточно высокие урожаи картофеля, необходимы приспособленные к местным условиям сорта, в первую очередь, учитывая короткий вегетационный период, ранние, а затем среднеранние. Исходя из этого, И. Г. Эйхфельд и его ближайшая сотрудница М. М. Хренникова систематически испытывали большой набор сортов картофеля. Разумеется, сорта более поздних сроков созревания быстро отпали, как совершенно непригодные в местных условиях. На первых этапах работы были выделены, а в дальнейшем улучшены такие сорта, как Снежинка 2 и Снежинка 3, Азия Б, Шестинедельный и др. Эти сорта отличались скороспелостью, урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям выращивания. И. Г. Эйхфельд и М. М. Хренникова не ограничились лишь выявлением лучших сортов. Они всячески содействовали их широкому распространению не только в Мурманской области, но и во многих других районах Крайнего Севера.

За все годы, прошедшие со времени организации Полярной станции до последних дней, станция ведет испытание все новых наборов сортов картофеля, создаваемых в разных странах

Рис. 1. Опытные делянки картофеля на Полярной опытной станции ВИРа. *Фото И. Н. Бардова.*

мира, с целью выявления лучших из них для нужд полярного земледелия. Плодотворная работа в этом направлении, преимущественно на основе материала Полярной станции, в дальнейшем проводилась также рядом опытных станций Института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства (теперь Институт сельского хозяйства Крайнего Севера).

В 1932 году М. М. Хренниковой * была начата работа по сортоиспытанию картофеля на Игарской опытной станции (рис. 1).

Анализ урожайности различных сортов показал непригодность и в условиях этой станции таких поздних и среднепоздних сортов, как Вольтман, Меркер, Эйгенхеймер и других, давших наиболее низкие урожаи и наименьший выход товарной продукции. Наряду с этим отчетливо было видно, что некоторые скороспелые сорта не отличаются постоянством. Так,

* М. М. Хренникова. Сортоиспытание картофеля на Игарском опорном пункте сортоучастка ВИРа за 1932 год. Рукопись в ВИРе.

относительно засухоустойчивый и скороспелый сорт Ранняя роза в некоторые годы занимал одно из последних мест по урожайности, давая к тому же и невысокий выход товарной продукции.

При испытании в течение ряда лет здесь выделились в основном те же сорта, что и в Хибинах. Такая же картина отмечена и на Салехардской опытной станции, где сортоиспытанием начали заниматься с 1936 года, и на других пунктах Крайнего Севера.

В Игарке при сопоставлении урожая одного и того же сорта, но разного происхождения выяснилось преимущество местной репродукции. Так, местные репродукции дали следующие прибавки урожая: Эпикур — 8,9 *ц*, Ранняя роза — 8,8 *ц*, Снежинка 3 — 7,7 *ц* и Азия Б — 19,6 *ц* с 1 *га*. Эти данные свидетельствовали о том, что в местных условиях мог быть получен вполне доброкачественный посадочный материал.

Результаты сортоиспытания разнообразных сортов картофеля, проведенного в Хибинах на Полярной опытной станции ВИРа, а затем в меньшем размере в системе Института полярного земледелия, с полной очевидностью свидетельствовали о том, что картофель на Крайнем Севере при условии правильной агротехники и надлежащем подборе сортов может давать высокие, устойчивые по годам урожаи, не ниже получаемых в более южных районах.

Для получения устойчивых урожаев необходимо было дальнейшее испытание сортов и выделение из них наиболее пластичных, с наименее резкими колебаниями урожаев по годам. В испытание следовало включать все новые и новые сорта, создаваемые в разных странах мира. Выделенный ассортимент должен был систематически подвергаться пересмотру.

За время существования станции на ней была испытана почти вся коллекция картофеля ВИРа. Отсутствие фитофторы и сравнительно меньшее распространение вирусов, чем в относительно более южных районах, побудили избрать Полярную станцию одним из основных пунктов для выращивания дублетной коллекции ВИРа по картофелю. Ежегодно здесь выращивают примерно 2000 образцов диких и культурных видов и селекционных сортов.

При испытании за последние годы (1966) коллекции новых сортов, выведенных в разных странах мира, подтвердилось, что из сортов, созданных в резко отличных климатических условиях, крайне трудно подобрать такие, которые по комплексу признаков можно было бы считать пригодными для выращивания в условиях Крайнего Севера. В то же время некоторые сорта по наличию у них отдельных качеств представляли интерес для использования их в практической селекции.

Так, например, выделились сорта относительно урожайные и с повышенным для северных условий содержанием крахмала в клубнях: Харли, Ариста, Ремона, Аше землинг, Фрюперле и др. Некоторые сорта, например Амила, Универсал, сочетали повышенное содержание крахмала с относительной устойчивостью к ооспорозу.

Многие сорта, судя по товарному урожаю в относительно ранние сроки копки (середина августа), могли быть отнесены к раннеспелым: Асока, Арго, Норкота, Мирейлле, Мичеле, Вера, Антинема, Ульстер эмблем, Ульстер дале, Ульстер чифтейн, Ева, Карла. Некоторые раннеспелые сорта характеризовались также и сравнительно повышенным содержанием крахмала (Ментор), а другие — слабой поражаемостью ооспорозом (Норкота, Мичеле, Анко и др.).

Ряд сортов в условиях Крайнего Севера оказался позднеспелым, но с относительно повышенным содержанием крахмала: Эрдкрафт, Веселовский 2-4, Львовский синеглазковый, Львовский белый.

Результаты многолетних испытаний большого количества сортов достаточно убедительно свидетельствовали о том, что выделяемые сорта не решают радикально проблемы подбора сортимента для Крайнего Севера. Надо было создавать свои сорта картофеля, наиболее пригодные для специфических местных условий.

СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Мысль о селекционной работе с картофелем за Полярным кругом многим казалась нереальной. Однако это не остановило исследователей. Было доказано, что и в условиях Крайнего Севера возможно проведение гибридизации, получение ягод с полноценными семенами, пригодными для выращивания нормальных сеянцев картофеля, причем в год посева семян от сеянцев некоторых комбинаций можно было получить хороший урожай клубней.

За годы существования станции на ее полях выращено свыше 120 тысяч сеянцев, испытано большое количество разнообразных комбинаций и установлены наиболее перспективные для получения форм с требуемым в условиях Севера комплексом признаков. За всю историю существования Полярной станции селекционную работу по картофелю на ней проводили И. Г. Эйхфельд, М. М. Хренникова, И. А. и М. Н. Веселовские, Ф. И. Маньков, М. А. Вавилова. Их работа увенчалась созданием ряда своих, северных сортов.

Полярная станция явилась пионером и в области селекции картофеля на Крайнем Севере. По проложенным ею путям

развернулась селекционная работа на ряде опытных станций Института полярного земледелия, в том числе Нарьян-Марской, Игарской и других.

Выращивание картофеля из семян в условиях Крайнего Севера имело двоякое значение. С одной стороны, это был неизбежный этап в селекционной работе при выведении сортов методом гибридизации. С другой стороны, выращивание картофеля из семян имело самостоятельное значение как прием культуры картофеля, при котором на семенные цели использовали не клубни, а семена, что облегчало доставку посевного материала в наиболее отдаленные местности. В качестве самостоятельной задачи при этом возникал вопрос о получении семян от таких сортов, которые давали бы наименьшее расщепление в половом потомстве и наибольшее количество высокопродуктивных и ценных в хозяйственном отношении сеянцев.

На Енисейском Севере М. М. Хренникова еще в 1932 году начала выращивать картофель из семян. Рассада была выращена в Красногорском совхозе, в 150 км к северу от Красноярска, а затем перевезена и высажена в грунт в Игарке. Вследствие неблагоприятных почвенных условий клубни от сеянцев были получены мелкие, не больше грецкого ореха. Однако, подводя итоги первого года выращивания картофеля из семян в Игарке, М. М. Хренникова* приходит все же к выводу о том, что выращивание картофеля из семян надо продолжить и что не исключена возможность получения местных семян. Так, в 1932 году были собраны вполне сформировавшиеся ягоды от сортов Калитинец и Центифолия. Этот опыт показал, что и на Енисейском Севере можно не только выращивать картофель из привозных семян, но и получать в некоторые годы собственные семена. В дальнейшем селекционная работа на Игарской станции, в том числе и выращивание сеянцев, приняла довольно широкий размах (Хренникова, 1937). Она была проведена и на других опытных станциях Крайнего Севера.

Таким образом, исследования Полярной опытной станции ВИРа доказали возможность проводить в условиях Хибин гибридизацию и получать нормально вызревшие ягоды, т. е. вести селекционную работу по картофелю. В отдельные годы ягоды вызревали и в районе Игарки. В более северных широтах проведение работы по гибридизации оказалось нецелесообразным из-за климатических условий.

В то же время рядом полярных опытных учреждений, в том числе и расположенными в наиболее высоких широтах,

* М. М. Хренникова. Сортоиспытание картофеля на Игарском сортоучастке ВИРа за 1932 и 1939 гг. Рукописи в Институте сельского хозяйства Крайнего Севера.

была доказана возможность, при условии первоначального использования теплиц и парников с последующей высадкой рассады в грунт, выращивать картофель из семян и получать клубни от сеянцев в год высева семян.

Следовательно, наиболее северные опытные учреждения могли проводить селекционную работу путем высева семян, полученных в более южных пунктах, и последующего отбора из сеянцев наиболее ценных для местных условий форм.

Богатым источником гибридных семян явилась Полярная опытная станция ВИРа, широко рассылавшая их северным опытным станциям.

В те годы, когда под руководством И. Г. Эйхфельда развертывалась работа с картофелем на Крайнем Севере, все известное разнообразие сортов этой культуры, созданное мировой селекцией, было получено путем гибридизации только внутри вида *S. tuberosum*. Внутривидовой гибридизацией занималась и Полярная опытная станция. Этим методом ею были выведены некоторые сорта, в частности Мурманский [Эпикур × (Эпикур × Кобблер)]. Изучение родословных существовавших тогда сортов свидетельствовало, что они происходили от немногих исходных форм. Дальнейшая гибридизация в пределах вида *S. tuberosum* не сулила особых успехов. Это остро чувствовали селекционеры, перед которыми стояла задача создать сорта, наиболее пригодные для крайних условий выращивания картофеля, в частности в суровых и своеобразных условиях Крайнего Севера.

Положение в селекции картофеля резко изменилось после того, как экспедиции Всесоюзного института растениеводства на родину картофеля — в Латинскую Америку (С. М. Букасов и С. В. Юзепчук в 1925—1927 гг.; Н. И. Вавилов в 1932 г.; П. М. Жуковский в 1955 и 1958 гг.) открыли огромное разнообразие диких и культурных видов картофеля. Некоторые из них по наличию тех или иных признаков представляли исключительный интерес для использования в практической селекционной работе.

Все основное разнообразие мировой коллекции картофеля, в том числе многочисленные образцы диких и культурных видов, изучалось также и на Полярной опытной станции. Здесь эти образцы получали характеристику по признакам, представлявшим наибольший интерес в местных условиях.

На Крайнем Севере с его коротким вегетационным периодом, поздними весенними и ранними осенними заморозками с особой остротой стоит вопрос о выведении раннеспелых и относительно более морозостойких сортов картофеля, растения которых переносили бы без особого ущерба температуру воздуха ниже 0°. Большое значение имеет также выведение сор-

тов, способных в северных условиях, крайне неблагоприятных для крахмалонакопления, давать относительно повышенное содержание крахмала в клубнях. Сорта картофеля, создаваемые для Крайнего Севера, должны также отличаться устойчивостью к различным болезням, в частности к раку и ооспорозу. В последние годы в связи с распространением вирусов и в условиях Заполярья актуальной становится задача создания вирусоустойчивых сортов.

Выведение сортов картофеля с повышенной морозостойкостью надземных частей растения. Среди разнообразных диких и культурных картофелей были обнаружены виды, отличающиеся в той или иной степени морозостойкостью (Букасов и Камераз, 1959).

Крайней степенью морозостойкости растений (до —8°) отличаются некоторые высокогорные дикие тетраплоидные ($2n = 48$) виды обособленной серии *Acaulia: S. acaule, S. aemulans, S. caulescens, S. ujunense*, перуанский *S. punae*, аргентинские *S. depexum* и *S. schreiteri*. Эти виды в Андах доходят до снеговой линии. Они характеризуются своеобразным габитусом: низкорослостью и почти полным отсутствием междоузлий. Все они хорошо образуют ягоды от самоопыления, но с трудом скрещиваются с другими видами, в частности с сортами *S. tuberosum*. Все же удалось получить ряд гибридов с этими видами, в том числе известный гибрид М. С. Благовидовой — *S. punae* × Фюрстенкроне. В дальнейшем рядом исследователей (Г. М. Коваленко, И. А. и М. Н. Веселовские, А. Я. Камераз, Л. А. Дремлюг и др.) было получено большое количество гибридов от повторных скрещиваний видов серии *Acaulia* с разнообразными сортами *S. tuberosum*, а также с другими видами. Еще в довоенные годы аспирант ВИРа А. И. Митин с помощью колхицина получил полиплоид *S. acaule* ($2n = 96$), который уже значительно лучше скрещивался с *S. tuberosum* и давал большее количество семян в ягоде. В дальнейшем ряд исследователей за рубежом и в нашей стране получали полиплоиды диких видов *Acaulia* и вовлекали их в межвидовую гибридизацию. Многие гибриды с участием этих видов испытывались на Полярной опытной станции ВИРа и на ряде других северных станций.

К этой же серии *Acaulia* С. М. Букасов относит два культурных вида Боливии и Перу: триплоидный ($2n = 36$) *S. juzepczuckii* и пентаплоидный ($2n = 60$) *S. curtilobum*. Эти виды выносят заморозки до —3—5°. Первый из них с большим трудом вовлекается в гибридизацию, практических результатов от скрещивания с ним пока нет. *S. curtilobum* оказался наиболее ценным для гибридизации. Уже в F_1 выявлены ценные в хозяйственном отношении комбинации от скрещивания

этого вида с различными сортами *S. tuberosum:* Деодара, Центифолия, Эпикур и т. д. Гибрид Г. М. Коваленко Эпикур × *S. curtilobum* оказался высокоурожайным, с хорошей формой клубня и гнезда и относительно морозостойким. Первые результаты изучения гибридов этого вида за Полярным кругом показывают, что он должен быть шире использован при выведении сортов картофеля для Крайнего Севера.

Высокой степенью морозостойкости ботвы (до —5°) отличается мексиканская группа диких видов серии *Demissa.* В эту серию входят: диплоид ($2n = 24$) *S. verrucosum*, пентаплоид *S. semidemissum* и гексаплоидные ($2n = 72$) виды *S. brachycarpum, S. demissum, S. guerreroense, S. hougasii, S. iopetalum.* Наиболее широко вовлечен в селекцию *S. demissum.* Он сочетает морозостойкость с устойчивостью к фитофторе и рядом других ценных признаков. Для селекционера весьма важно, что этот вид легко скрещивается с *S. tuberosum.* Известно большое число сортов, полученных от многократных скрещиваний *S. demissum* с разнообразными сортами *S. tuberosum.* Значительное число гибридов *S. demissum* разной степени сложности было испытано в северных условиях.

Из серии *Commersoniana* морозостойкостью отличаются уругвайский *S. commersonii* ($2n = 24$ и 36) и *S. rionegrinum* ($2n = 24$). Эти виды с трудом скрещиваются с *S. tuberosum.* Полученные гибриды пока практического значения не имеют. Необходимы повторные скрещивания их с *S. tuberosum.*

В серии *Transaequatorialia* в группе *Multidissecta* известен ряд диких диплоидных видов, отличающихся морозостойкостью: перуанские *S. bukasovii, S. multidissectum, S. canasense,* аргентинский *S. spegazzini.* Они характеризуются сравнительно невысокими растениями с мелкими, мелкодольчатыми, но сильно рассеченными листьями. Эти виды слабо вовлечены в скрещивания, причем скрещиваются с *S. tuberosum* довольно трудно. Пока ценных в практическом отношении гибридов нет. *S. bukasovii* давал неплохие результаты в сложных гибридах с участием ряда видов.

Очень слабо вовлечены в гибридизацию также дикие морозостойкие диплоидные виды серий *Megistacroloba (S. raphanifolium, S. sanctae-rosae)* и *Alticola (S. boliviense, S. megistacrolobum, S. sogarandinum).*

Помимо перечисленных видов, морозостойкостью ботвы характеризуются относящиеся к серии *Andigena* примитивный культурный диплоидный вид *S. ajanhuiri* и некоторые формы широко распространенного в Латинской Америке тетраплоидного культурного вида *S. andigenum.* Было испытано небольшое количество гибридов *S. ajanhuiri* от скрещиваний с *S. tuberosum,* не имеющих, однако, пока практической ценности.

Высокой степенью морозостойкости отличались некоторые гибриды диких видов с культурными. Например, *S. curtilobum* × *S. bukasovii*, *S. acaule* × Фюрстенкроне и многие другие.

При испытании на других северных станциях материала, полученного от Полярной опытной станции, подтвердилась высокая морозостойкость многих гибридных форм.

Так, например, даже заморозок —7,3° на поверхности почвы, уничтоживший нацело ботву всех испытывавшихся на Игарской опытной станции в 1938 году сортов и гибридов, нанес лишь незначительные повреждения сеянцам комбинаций *S. bukasovii* × *S. kesselbrenneri* и *S. bukasovii* × Фюрстенкроне.* В 1939 году на той же станции наиболее морозостойкими оказались гибриды (Эпикур × *S. demissum*) × Центифолия и весьма сложный гибрид (*S. punae* × Смысловский) × F_2 (*S. rybinii* × *S. bukasovii*) × Гольдштерке × Розафолия.** Наибольшее количество отобранных урожайных сеянцев в комбинации дал также названный выше гибрид *S. demissum*.

На Березовском опорном пункте исключительной морозостойкостью (—6,8°) отличались все растения двух комбинаций: (*S. punae* × Смысловский) × F_2 (*S. rybinii* × *S. bukasovii*) × × Флава и F_2 (*S. punae* × Смысловский) × Центифолия.

На Салехардской станции, по данным 1938 года, наиболее морозостойкими (но лишь до —2°) оказались уже упоминавшиеся выше гибриды: *S. bukasovii* × *S. kesselbrenneri*, F_1 *S. bukasovii* × Смысловский, *S. punae* × *S. kesselbrenneri* и др. Меньшей морозостойкостью (—1,2°), по данным этой станции, отличался гибрид *S. demissum* × (*S. andigenum* v. *colombianum* × × Центифолия). Эта комбинация дала в то же время наибольшее количество урожайных сеянцев.

Следует отметить, что пока селекция картофеля с участием морозостойких диких видов не увенчалась созданием полноценных морозостойких сортов. Однако это отнюдь не позволяет сделать вывод о бесперспективности использования диких видов в селекционной работе на Крайнем Севере. Межвидовая гибридизация, тем более с участием диких видов, требует большого размаха работ. Те десятки тысяч сеянцев, которые были выращены на Полярной станции за время ее существования, в основном приходились на долю гибридов, полученных с участием культурного вида *S. andigenum*, а также от внутривидовых скрещиваний. Гибридов диких видов, равно как и

---

* П. Ф. Поляков. Опытная работа по картофелю в 1938 году. Рукопись в Институте сельского хозяйства Крайнего Севера в Норильске.

** П. Ф. Поляков. Работа с культурой картофеля в 1939 году. Рукопись в Институте сельского хозяйства Крайнего Севера в Норильске.

культурнего вида *S. andigenum*, было выращено небольшое количество, конечно, далеко не достаточное для достижения практических результатов.

Исследования Полярной опытной станции с особой убедительностью подчеркнули значение полиморфного культурного южноамериканского вида *S. curtilobum*. Вовлечение в гибридизацию этого вида открыло большие перспективы в селекции картофеля для Крайнего Севера. Весь вид в целом, со всеми многочисленными разновидностями и формами, отличается несколько повышенной морозостойкостью по сравнению с обычными сортами *S. tuberosum*. Почти все формы данного вида обильно образуют ягоды и легко скрещиваются с *S. tuberosum*.

Большинство форм *S. andigenum* отличается плохим клубнеобразованием в условиях длинного дня, в частности при выращивании на Крайнем Севере. При гибридизации с *S. tuberosum*, как свидетельствуют многочисленные данные, получаются иногда высокоурожайные гибриды уже в F_1. Наибольшее количество клубнеобразующих гибридов, иногда с относительно высокой урожайностью, получается при скрещивании с андийскими формами, хорошо образующими клубни на длинном дне (например, v. *hederiforme*, v. *colombianum*, v. *quechuanum*, v. *longibaccatum* и др.).

Большинство форм *S. andigenum* характеризуется плохим экстерьером и сильной пигментацией клубней, часто длинными столонами и некультурной формой гнезда, к тому же они малоурожайны на длинном дне. Все это затрудняет получение в F_1 гибридов, обладающих полным набором хозяйственно ценных качеств. Однако ряд гибридов от скрещивания *S. tuberosum* × *S. andigenum* уже в первом поколении дал весьма положительные результаты. Некоторые гибриды этой группы в настоящее время довольно широко выращивают на Крайнем Севере, многие из них проходят испытание в северных условиях.

Наиболее ценным оказался метод получения бэккроссов при скрещивании раннего или среднераннего сорта *S. tuberosum* с F_1 *S. andigenum* × ранний или среднеранний сорт *S. tuberosum* (или с F_1 *S. tuberosum* × *S. andigenum*). И. А. и М. Н. Веселовские получили таким образом ряд урожайных и скороспелых сортов.

Еще в 1934 году на Полярной станции были выведены сорта Имандра (гибрид Юбель × *S. andigenum* v. *colombianum* f. *tocanum*), Сестра Имандры (той же комбинации) и др.

Сорт Имандра очень ценен устойчивостью не только к обычной, но и к новым агрессивным расам рака, повышенной крахмалистостью в северных условиях и хорошим вкусом клубней.

Рис. 2. Цветущее поле раннего урожайного сорта картофеля Хибинский ранний, выведенного на Полярной опытной станции ВИРа.

Фото И. Н. Бардова.

Он районирован в Мурманской, Камчатской, Архангельской областях, в Коми и Карельской АССР. Межвидовой гибридизацией с участием *S. andigenum* и *S. tuberosum* созданы также другие северные сорта, например Игарский и Хренниковский, оба от скрещивания Эпикур × *S. andigenum* v. *longibaccatum*.

Сорт Имандра послужил исходным материалом для последующей гибридизации. В частности, с его участием Полярной опытной станцией выведен в последние годы и районирован в

1967 году такой ранний и весьма урожайный в северных условиях сорт, как Хибинский ранний (Эмпайр стэт × Имандра) (рис. 2). Этот сорт, в свою очередь, широко вовлечен в дальнейшую гибридизацию при использовании его в качестве и материнского, и отцовского растений.

Повышение крахмалистости клубней картофеля. Одной из острых проблем селекции картофеля на Крайнем Севере является выведение сортов с повышенной крахмалистостью клубней. Испытания в этих условиях сортов картофеля показали, что даже те сорта, которые в более южных условиях характеризуются повышенным содержанием крахмала, на севере имеют низкую крахмалистость. Вследствие низкой крахмалистости вкусовые качества картофеля, выращиваемого в местных условиях, значительно ниже, чем привозного. Одним из наиболее крахмалистых здесь сортов оказался сорт Снежинка 3 из группы Курьера. Крахмалистость клубней этого сорта иногда достигает 13,5%, в то время как содержание крахмала во многих других сортах не превышает 11—12%.

Наряду с изучением агроприемов, которые эффективно содействовали бы накоплению крахмала в клубнях, выяснилась необходимость более интенсивных поисков путей повышения содержания крахмала с помощью целенаправленной селекции. Было установлено значение для решения этой задачи форм *S. andigenum*, *S. curtilobum*, а также некоторых диких видов.

Некоторые гибриды *S. andigenum* имели сравнительно более высокую крахмалистость, чем основная масса испытывавшихся сортов, и отличались прекрасными вкусовыми качествами.

Работами Полярной станции было выявлено большое значение *S. curtilobum* для получения гибридов как морозостойких, так и с повышенным содержанием крахмала в клубнях. У некоторых гибридов, например Эпикур × *S. curtilobum*, крахмалистость колебалась от 16,4 до 20%. Такие гибриды этой комбинации, как 32/102, 1/101, 55/104, 63/104, 35/102 и другие, имели крахмалистость клубней на 5—8% выше, чем у стандарта. Гибриды 35/102, 22/102, 63/104 выдерживали заморозки до —4°. К сожалению, эти высококрахмалистые и морозостойкие гибриды по урожайности значительно уступали стандартам (60—80% стандарта) и характеризовались недостаточно крупными клубнями, к тому же с глубокими глазками. Однако возможность получения таких форм имела большое принципиальное значение. Она открывала новые пути к селекции картофеля.

Работы Полярной опытной станции позволили по-новому подойти к оценке полиморфного андийского культурного вида *S. andigenum*. Многие гибриды его по урожайности и выходу

товарной продукции, а иногда и по крахмалистости превосходят выделившиеся в местных условиях сорта *S. tuberosum*. Особо примечательной оказалась возможность получения наиболее скороспелых форм с участием позднеспелого в северных условиях *S. andigenum*, часто не образующего на длинном дне клубней.

Работами последних лет было установлено, что многие гибриды Полярной опытной станции, полученные, как правило, от скрещиваний с формами *S. andigenum*, устойчивы не только к обычному, но и к новым агрессивным биотипам рака картофеля — межгорскому и раховскому, обнаруженным у нас в Закарпатье.

Испытание многочисленных гибридов *S. andigenum* на Полярной опытной станции ВИРа, а также на других полярных станциях показало, что в большинстве случаев гибриды *S. andigenum* относительно более морозостойки, чем обычные селекционные сорта.

Хотя гибридизация с *S. andigenum* и дала выдающиеся результаты, все же следует отметить, что данный ценный вид изучен и использован в селекции для северных условий недостаточно полно. Почти все испытывавшиеся гибриды были получены с участием лишь нескольких форм *S. andigenum*, обычно хорошо образующих клубни на длинном дне.

Между тем известны гибриды с другими формами *S. andigenum*, в частности с плохо образующими или почти не образующими клубни при длинном дне, с которыми были получены обнадеживающие результаты. Таков, например, гибрид станции 160/74 Эпикур × *S. andigenum* f. *lisarasa*, который при испытании в северных условиях по урожайности опередил многие другие образцы.

Эти данные с несомненностью говорят о том, что *S. andigenum* следует значительно шире использовать в селекционной работе на Крайнем Севере. В селекцию должно быть вовлечено максимальное разнообразие его форм.

Селекция на устойчивость к ооспорозу. Полярная опытная станция много сделала для изучения различных болезней и вредителей в условиях Севера и для изыскания мер борьбы с ними. Лишь после работ, проведенных на Полярной опытной станции, в нашей стране появился интерес к такому опасному заболеванию картофеля, как ооспороз. Оно вызывается грибом *Oospora pustulans* Owen et Wakef и является в некоторых случаях, в частности в условиях Севера, исключительно вредоносным заболеванием клубней картофеля. На них во время хранения появляются черные пятна («черная кожа»), обычно распространяющиеся на глазки. Почки в глазках отмирают, что приводит к потере клубнями всхожести.

Многолетними исследованиями Полярной опытной станции (П. М. Руденко и др.) было установлено, что устойчивые к ооспорозу образцы, не поражающиеся ни в естественных условиях, ни при искусственном заражении, могут быть выделены у диких морозостойких видов *S. acaule, S. punae, S. caulescens, S. demissum.* Слабо поражаемые, практически устойчивые к оспорозу формы были обнаружены также среди диких видов *S. leptostigma, S. molinae, S. multidissectum, S. catarthrum* и среди культурных видов *S. phureja, S. chaucha, S. andigenum* (f. *cuarentona,* v. *herrerea,* v. *colombianum,* f. *pastoense* и др.), а также некоторых чилийских форм *S. tuberosum* (например, *corailla* и др.).

Эти данные интересны, в частности, тем, что позволяют отбирать в качестве исходного материала формы некоторых видов, сочетающих устойчивость к заморозкам и устойчивость к ооспорозу.

Выявлено также значительное число селекционных сортов, устойчивых или слабо поражаемых ооспорозом, в том числе сорта Аквила, Бинтье, Дроссель, Мохавк, Парнассия, Северянин, Седов, Уртика, Фортуна, Чиппева, Эпрон, Ора, Норкота, Фламиния и др.

Из распространенных на Крайнем Севере сортов особо сильно поражались ооспорозом Пилот, Имандра, Сестра Имандры. Относительно устойчивы Снежинка 3, Мурманский и новый сорт — межвидовой гибрид *S. andigenum* — Хибинский ранний.

Селекция двуурожайных сортов картофеля. Работы Полярной опытной станции дали толчок развитию одного из интересных направлений в селекции картофеля — выведению двуурожайных сортов, пригодных для получения двух урожаев в год при летней посадке свежеубранными клубнями от весенней посадки.

Разумеется, никто не собирался получать на Крайнем Севере два урожая в год. Выращивание одного полноценного урожая уже являлось в этих условиях большим достижением. Два урожая можно получать только на юге, при длинном периоде вегетации. И все же первичный импульс для развития такого рода работ дала Полярная опытная станция.

В поисках исходных форм, способных быстро прорастать и хорошо образовывать клубни при пониженных температурах, И. Г. Эйхфельд обратил внимание на своеобразные южноамериканские культурные виды картофеля, преимущественно диплоидные из серии *Andigena.* Как установили исследования, проведенные в Отделе клубнеплодов ВИРа, клубни этих видов почти не имеют периода покоя и прорастают почти сразу после уборки урожая. К числу их относятся: *S. rybinii, S. boyacense,*

S. kesselbrenneri, S. cañarense, S. phureja и др. Возникло предположение, что эти виды при надлежащем подборе компонентов могут быть ценным материалом для выведения сортов картофеля, быстро прорастающих и рано накапливающих урожай в условиях Севера. Была проведена гибридизация преимущественно с *S. boyacense* и получены сорта: Хибинская скороспелка (Брита × *S. boyacense*), Хибинский двуурожайный (Альбабона × *S. boyacense*), Хибины 3 (также гибрид *S. boyacense*). Эти сорта не представляли особой ценности для условий Хибин. Они имели клубни с глубокими глазками, желтой мякотью посредственного вкуса. Однако при испытании на Среднеазиатской опытной станции Института, а также в Красноярском крае — на Селекционной станции и на Майкопской опытной станции ВИРа — они оказались пригодными для посадки весной, а затем, — свежеубранными клубнями, без применения каких-либо химикалий-стимуляторов — летом. Некоторые из этих первых в мировой практике двуурожайных сортов были районированы, например Хибины 3, в Ташкентской области и в других южных районах страны.

В дальнейшем на ряде опытных станций была развернута селекционная работа по созданию более совершенных двуурожайных сортов. Интенсивную селекционную работу в этом направлении ведет, например, Среднеазиатская опытная станция ВИРа. В настоящее время на станции имеется ряд межвидовых гибридов с хорошей всхожестью свежеубранных клубней и с хорошей суммарной урожайностью при весенней и летней посадках. Эти сорта уже значительно превосходят по качеству, в том числе по форме клубней, содержанию сухого вещества и вкусу, первые двуурожайные сорта (Хибины 3 и др.). Некоторые из двуурожайных сортов уже находятся в сортоиспытании, другие подготовлены для передачи в Госсортосеть.

Результаты селекционной работы последних лет. На Полярной опытной станции в настоящее время продолжается селекционная работа, преимущественно на основе межвидовой гибридизации, причем проводятся и первичные скрещивания с некоторыми дикими видами. Ягоды с семенами были получены от скрещивания диких видов *S. depexum* ($2n = 48$), *S. punae* ($2n = 48$ и 96), *S. demissum* ($2n = 72$), *S. semidemissum* ($2n = 60$), а также различных форм *S. andigenum* с сортами *S. tuberosum*, в том числе с такими, в происхождении которых участвовали различные южноамериканские виды картофеля.

Получено значительное число сложных межвидовых гибридов, например: (гибрид *Acaulia* × 6-28/536*) × Хибинский ран-

* Имандра × Приекульский ранний.

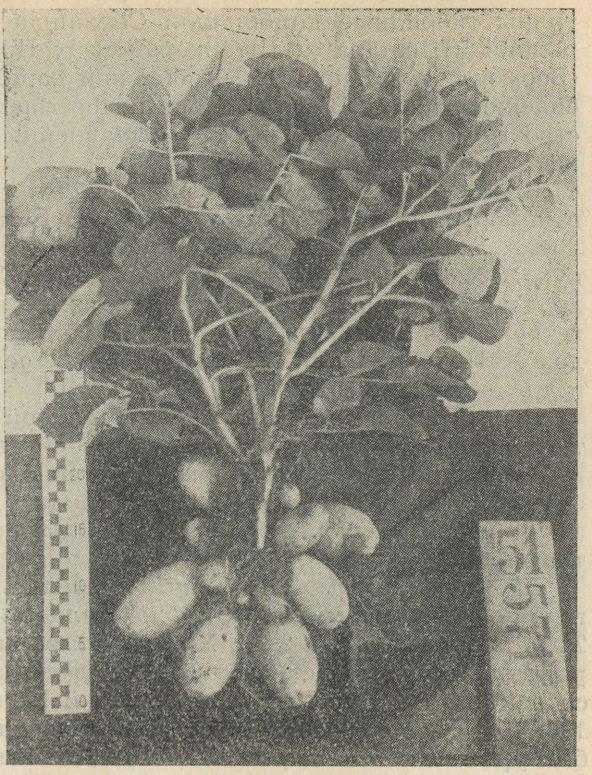


Рис. 3. Гнездо клубней гибрида 51/571 (Имандра × Хибинский ранний), выведенного на Полярной опытной станции ВИРа. Отличается урожайностью, скороспелостью и повышенной крахмалистостью.

Фото И. Н. Бардова.

ний; [*S. punae* × (Катадин × Эрляйн × *S. tuberosum*)] × Приекульский ранний; [Эрляйн × (*S. punae* × Катадин)] × Приекульский ранний, гибрид *Acaulia* × Приекульский ранний, (F_2 *S. schreiteri* × Эрика) × Приекульский ранний и т. д.

Во многих скрещиваниях в качестве материнских растений использованы различные ранние и среднеранние сорта: Вермонт, Эпикур, Ранняя роза, Хибинский синеглазковый, Снежинка 3, Штеркерагис, Хибинский ранний, Пилот, Имандра и ряд других, в том числе межвидовых гибридов. Хорошими опылителями являлись Хибинский ранний, Приекульский ранний и др.

По данным Полярной опытной станции, наиболее перспек-

тивны гибридные комбинации Снежинка 3 × Приекульский ранний; (Имандра × Штеркерагис) × Приекульский ранний; (Вермонт × Имандра) × Хибинский ранний; Имандра × Хибинский ранний. В этих семьях выщепляется большое количество гибридов с компактным выравненным гнездом, урожайных, с хорошей формой клубня.

Значительное количество раннеспелых гибридов было также в комбинациях: Вермонт × 6-28/536; Пилот × 6-28/536; Пилот × Хибинский ранний; Хибинский ранний × 5-28/536; Эпикур × Хибинский ранний; Снежинка 3 × Хибинский ранний и др. Гибриды с повышенным содержанием крахмала в клубнях встречались в семьях Пимпернел × Хибинский ранний; (Имандра × Приекульский ранний) × *S. andigenum* v. *colombianum* и др.

В результате проводимой на Полярной опытной станции в течение последних лет систематической селекционной работы выделен ряд гибридов, которые по итогам их испытания как на самой станции, так и на опытных полях других учреждений заслуживают передачи в госсортоиспытание. Отметим некоторые из них.*

48/564. Имандра × Катадин. По среднему за последние три года урожаю превышал сорта Снежинка 3 на 38%, Имандра на 22%, Мурманский на 29%, Хибинский ранний на 10%. По скороспелости он не уступает сорту Имандра, но созревает несколько позже, чем Хибинский ранний. При испытании в 1964—1965 годах в Московской области Московским отделением ВИРа был урожайнее стандарта на 3—16%, а в Институте картофельного хозяйства превышал по урожайности Приекульский ранний на 38—72% и Лорх на 4—15%. В Свердловской области в 1965 году был урожайнее сортов Лорх и Эпрон на 17—31%. Крахмалистость в условиях Хибин у него ниже, чем у сортов Имандра и Мурманский, а в Московской области примерно такая же, как у сорта Лорх.

51/571. Имандра × Хибинский ранний. В среднем за семь лет испытаний в питомниках на станции превышал по урожаю стандарт на 25%. По скороспелости несколько уступал сорту Хибинский ранний, но превосходил его крахмалистостью на 1,4% (рис. 3).

28/5514. Имандра × (Штеркерагис × Приекульский ранний). По урожаю превышает стандарт на 28%. По скороспелости и содержанию крахмала в клубнях сходен с сортом Имандра. На Кабардино-Балкарской опытной станции превышал по урожаю сорт Мажестик на 31%. В Мурманской области может заменить

* М. А. Вавилова. Научно-исследовательская работа по картофелю на Полярной опытной станции ВИРа за 1960—1966 годы. Рукопись в ВИРе.

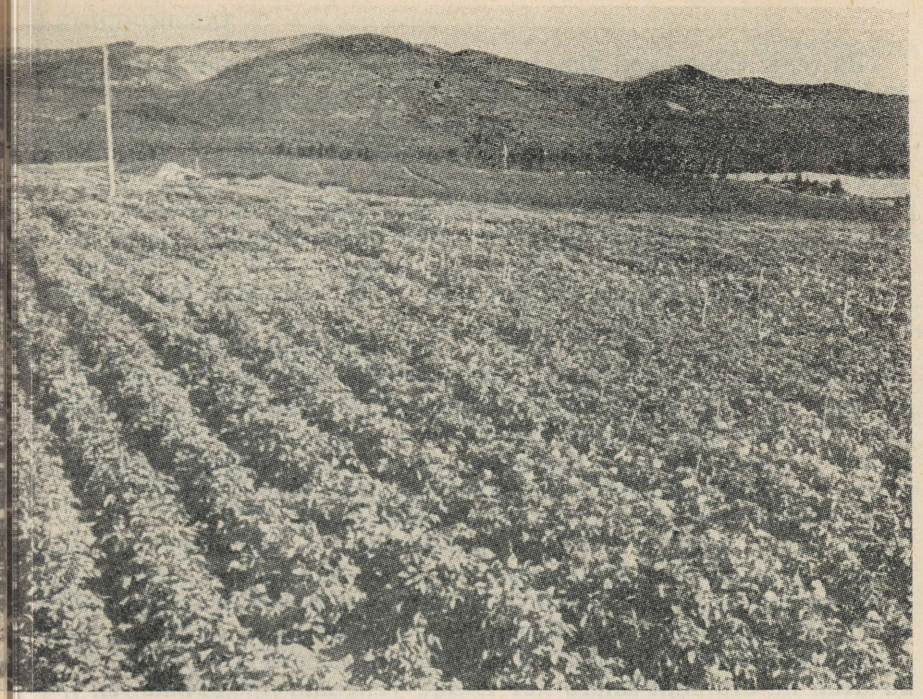


Рис. 4. Размножение перспективных скороспелых гибридов, выведенных на Полярной опытной станции ВИРа. *Фото И. Н. Бардова.*

сорта Снежинка 3 и Имандра как более урожайный и скороспелый, чем первый, и меньше поражаемый ооспорозом, чем второй.

5/5942. Фанфара × 6-28/536. По среднему за пять лет урожаю превзошел районированные сорта на 17—33%. По скороспелости близок к сорту Имандра. При экологическом испытании в 1964—1965 годах в Московской области (Московское отделение ВИРа и Институт картофельного хозяйства) превышал по урожайности сорта Лорх и Приекульский ранний на 7—72%. В Павлодарской области (1964 г.) гибрид был урожайнее сорта Лорх на 26%, в Горьковской области (1964 г.) урожайнее сорта Приекульский ранний на 38%, в Свердловской области (1965 г.) урожайнее сортов Лорх и Эпрон на 23—30%, в Ленинградской области (1965 г) урожайнее стандартов на 16—17%. В Карельской АССР (1965 г.) он получил характеристику раннего и урожайного сорта, заслуживающего передачи для испытания на сортоучастки Карелии.

За годы Советской власти неузнаваемо преобразился Крайний Север нашей страны. Он стал не только индустриальным, но и сельскохозяйственным. Картофелеводство здесь в настоящее время — высокорентабельная отрасль сельскохозяйственного производства.

В сельскохозяйственном освоении Севера, в том числе и в развитии картофелеводства, огромную роль сыграла Полярная опытная станция ВИРа, основанная Иоганом Гансовичем Эйхфельдом, который долгие годы был ее бессменным руководителем.

На Полярной опытной станции были разработаны агротехнические основы получения высоких урожаев картофеля, испытано большое количество сортов мировой коллекции, выделены лучшие из них. Станция явилась пионером селекционной работы с картофелем на Крайнем Севере. Она доказала возможность проведения здесь гибридизации, получения ягод с нормальными семенами, выращивания сеянцев.

Большая заслуга станции заключается в том, что она не только проводила внутривидовые скрещивания в пределах *S. tuberosum*, но широко развернула также межвидовую гибридизацию с вовлечением в нее многих диких и культурных южноамериканских видов. Селекционная работа с картофелем, начатая на станции много лет назад, успешно продолжается и в настоящее время. На Полярной опытной станции и на полях других опытных учреждений Севера испытывается большое количество межвидовых гибридов, отличающихся урожайностью, раннеспелостью, относительно повышенной крахмалистостью и морозостойкостью, устойчивостью к болезням, в том числе к обычному и агрессивным биотипам рака, ооспорозу и др. Станция выявила большие возможности, открывающиеся перед селекцией картофеля при использовании полиморфного южноамериканского тетраплоидного вида *S. andigenum*.

На Полярной станции родилось новое направление в селекции картофеля — выведение двуурожайных сортов, пригодных для летней посадки свежеубранными клубнями.

Широко известны сорта, созданные на станции, в том числе Имандра, Мурманский, Хибинский ранний и другие. Есть все основания ожидать в ближайшие годы выпуска новых, еще более совершенных северных сортов.

Полярной станции предстоит еще многое сделать, но и то, что уже совершено ею, является прекрасным прижизненным памятником основателю и многолетнему ее руководителю, выдающемуся деятелю сельскохозяйственной науки Иогану Гансовичу Эйхфельду

Всесоюзный институт растениеводства имени академика Н. И. Вавилова, Ленинград

Букасов С. М. и Камераз А. Я. 1959. Основы селекции картофеля. Сельхозгиз.

Маньков Ф. И. 1948. О работе Полярной опытной станции ВИРа Агробиология, вып. 3.

Хренникова М. М. 1937. Растениеводство на Енисейском Севере. В сб.: Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. Изд-во ВАСХНИЛ.

Эйхфельд И. Г. 1929. Как выращивать картофель на Крайнем Севере. Вып. 1.

Эйхфельд И. Г. 1933а. Борьба за Крайний Север. Л., Изд. ВИР.

Эйхфельд И. Г. 1933б. Десять лет работы по продовольственной проблеме Крайнего Севера. В сб.: Проблемы северного растениеводства, вып. IV. Л., Изд. ВИР.

Эйхфельд И. Г. 1937а. Сельскохозяйственная наука на Крайнем Севере. Социалистическая реконструкция сельского хозяйства, № 4.

Эйхфельд И. Г. 1937б. Сельскохозяйственная наука на Крайнем Севере. В сб.: Сельскохозяйственное освоение Крайнего Севера. Изд. ВАСХНИЛ.

Эйхфельд И. Г. 1944. Создание продовольственной базы на Крайнем Севере. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 1.

ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ В ХИБИНАХ

П. П. ГУСЕВ

В первые годы Советской власти одновременно с исследованиями по освоению природных богатств Кольского полуострова была поставлена задача создания здесь отрасли сельского хозяйства для обеспечения растущего населения свежими овощами и молоком.

Пионером продвижения земледелия на Крайний Север является Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства, организованная в Хибинах в 1923 году И. Г. Эйхфельдом.

Почвенно-климатические условия на Кольском полуострове суровы и своеобразны. Зима длительная, но мягкая, лето же короткое и холодное. Средняя температура самого теплого месяца июля в северо-восточных районах полуострова 8°, в юго-западных 14°. Безморозный период продолжается 50—80 дней. На поверхности почвы заморозки могут быть в любой месяц вегетационного периода. Период с температурой выше 5° колеблется от 80 до 130 дней, а выше 10° длится не более 70 дней. В первой половине июня почти ежегодно бывают похолодания, часто со снегопадами. Особенно продолжительные и частые заморозки бывают после окончания беспрерывного дня (со второй половины августа и в сентябре).

Годовая сумма осадков на Кольском полуострове 350—450 *мм* с колебаниями от 250 до 700 *мм*. Преобладающее количество осадков выпадает в летне-осенний период. Период со снеговым покровом длится около 7 месяцев (с начала октября до середины мая).

Резко отрицательное влияние на рост растений оказывают сильные ветры. Продолжительный северный ветер в летний период приносит холодные массы арктического воздуха, отчего резко понижается температура воздуха и почвы.

Характерной чертой климата Кольского полуострова является длинный полярный день. Солнце не заходит за горизонт и светит круглые сутки с конца мая и до середины июля, после чего день начинает быстро убывать. Длинный день ускоряет у овощных растений нарастание листьев и, как правило, обеспечивает более высокий урожай.

На Кольском полуострове под посевы используют в основном пойменно-дерновые, подзолистые и торфяно-болотные почвы. Дерновые почвы встречаются небольшими массивами преимущественно на юго-западе Кольского полуострова в прибрежной части рек, озер и по краю болот. Железисто-подзолистые почвы с маломощными подзолистым и перегнойным горизонтами покрыты сосновыми лесами, обладают малой влагоемкостью и слабой водоудерживающей способностью. Однако эти почвы наиболее быстро прогреваются и поэтому на них можно получать самые ранние урожаи овощей. Для улучшения железистых подзолов в первые годы после освоения надо ежегодно вносить под вспашку по 80—100 тонн навоза или торфокомпоста на 1 *га* и минеральные удобрения: азотные, фосфорные и калийные, по 80—120 *кг* действующего начала на 1 *га*.

Железисто-гумусовые подзолы, залегающие на каменистых супесях и суглинках, покрыты елово-березовыми лесами с напочвенным покровом из кустарничков и вороники. Эти почвы в естественном состоянии обладают более устойчивым водным режимом. При освоении железисто-гумусовых подзолов достаточно вносить в первые годы по 40—60 *ц* органических удобрений на 1 *га* и полное минеральное удобрение.

Почвы болотного типа представляют большую ценность для возделывания овощных культур, себестоимость которых на этих землях ниже, чем на минеральных. Для выращивания овощей используются только участки с типичным низинным темноцветным торфом. На интенсивно осушенных низинных болотах овощи возделывают со второго-третьего года после освоения, при этом ежегодно вносят минеральные удобрения в следующих дозах: азота 140—180, калия 120—180 и фосфора 90—120 *кг* действующего начала на 1 *га*.

В первые годы на небольших делянках в Хибинах были испытаны разнообразные сорта овощных растений из мировой коллекции Всесоюзного института растениеводства. Подавляющее большинство высеваемых сортов было забраковано из-за низкой урожайности. Из раннеспелой группы были выделены более или менее пригодные для условий Заполярья сорта капусты, репы, брюквы, кольраби, моркови, свеклы, редиса и других культур, которые оказались годными для выращивания в условиях короткого холодного лета.

Наряду с подбором сортов в Хибинах в это же время раз-

рабатывались основные приемы агротехники, позволяющие получать удовлетворительные урожаи овощей на минеральных и торфяно-болотных почвах.

К началу тридцатых годов в Хибинах были решены основные вопросы выращивания овощных растений на Кольском полуострове. Это дало возможность комбинату «Апатит» организовать в 1930 году первый на Крайнем Севере совхоз «Индустрия» овоще-молочного направления. В эти же годы на Кольском полуострове было создано еще несколько совхозов и подсобных хозяйств («Арктика», «Мурманск», «Нивский» «Полярная звезда» и др.). С 1937 года овощеводством стали заниматься и многие колхозы Мурманской области.

Опыт выращивания овощных культур в хозяйствах Кольского полуострова показал, что сорта овощных культур отечественной и зарубежной селекции, хотя и давали в отдельные годы неплохие результаты, но в случае прохладного лета не обеспечивали удовлетворительного урожая. Сорта свеклы, брюквы, редьки, а иногда и белокочанной капусты под влиянием низких температур и длинного дня выбрасывали стрелку — соцветие в первый год жизни, то есть из двулетних культур превращались в однолетние, в результате чего резко снижали урожайность. В годы с наиболее коротким и холодным летом у свеклы стрелковалось до 70% растений; редька, некоторые сорта брюквы и репы шли в цветуху почти полностью, что сильно снижало урожайность. Объясняется это тем, что сорта овощных растений, перенесенные на Кольский полуостров из других районов, не могли в полной мере удовлетворить требованиям по урожайности, скороспелости и другим хозяйственным признакам, так как они формировались в иных условиях географической широты, почвы и климата.

Для получения высоких устойчивых урожаев овощных культур в Заполярье нужно было создавать новые сорта, наиболее приспособленные к местным условиям и выведенные на месте. С этой целью в Хибинах с 1932 года приступили к селекционной работе с овощными растениями.

Многолетнее изучение овощных культур в процессе селекционно-семеноводческой работы и специальные опыты в Хибинах позволили выявить ряд новых биологических особенностей овощных растений. Ниже изложены краткие итоги исследований по отдельным культурам.

КАПУСТА

Все виды капусты на Крайнем Севере менее требовательны к теплу, чем в более южных широтах. Рост корней и листьев у них начинается с 1—2° тепла, а не с 5°, как указывается в большинстве литературных источников.

Температура несомненно влияет на скорость прохождения отдельных фаз роста и формирования растений капусты. В Мурманской области срок поспевания кочанов обычно несколько более растянут, чем в средней полосе. Однако сумма среднесуточных температур от высадки рассады до начала хозяйственной спелости требуется гораздо меньшая (около 800°), чем установлено для сорта Номер первый в более южных условиях (например, для Среднего Урала 1100°). Это объясняется не только тем, что сорта северной селекции могут расти при более низких температурах, но также и круглосуточным освещением в Заполярье в период вегетации, позволяющим растениям ассимилировать и в ночные часы, т. е. беспрерывно.

Фактором, определяющим урожай капусты в условиях Заполярья, является не наибольшая сумма среднесуточных температур за период вегетации, а определенное сочетание основных условий роста. Чаще всего в первом минимуме бывает влажность почвы. При правильной агротехнике высокие и устойчивые урожаи капуста дает как в теплые, так и в более холодные годы. В теплое лето 1947 г. урожай капусты в Хибинах составил 834 *ц* с 1 га, а в очень холодное 1949 г. — 820 *ц*.

Устойчивость капусты к отрицательным температурам в условиях Заполярья по сравнению со средней полосой повышенная. При грунтовых посевах и сверхранних сроках высадки рассады всходы и молодые растения не гибнут даже в случае многократных заморозков до —8,3°. Это свидетельствует о закалке, а также об изменчивости и приспособляемости растений к условиям среды.

Ранние сроки высадки доброкачественной рассады в открытый грунт (25 мая — 5 июня) имеют преимущество против более поздних (10—15 июня). Для получения ранней продукции крепкую, хорошо закаленную рассаду цветной капусты следует высаживать в открытый грунт в те же сроки, что и белокочанную. Преждевременного формирования головок от продолжительных холодов не происходит.

Рассада капусты, выращенная в холодных парниках, дает в открытом грунте более высокий урожай кочанов, чем выращенная в теплых.

Высокие урожаи капусты, получаемые в Заполярье, объясняются еще и тем, что на протяжении всей вегетации температура почвы в зоне развития корневой системы на 3—4° ниже температуры воздуха.

В условиях Мурманской области капуста после высадки рассады в открытый грунт часто изменяет свою окраску. Листья и стебли приобретают антоциановый, синий оттенок, который исчезает при наступлении благоприятных условий роста растений.

Доброкачественная, хорошо закаленная рассада капусты в торфонавозных горшочках, высаженная в открытый грунт в относительно теплую погоду, не синеет, если в период первых 3—4 дней после высадки погода не изменяется в сторону похолодания. Если сразу после высадки такой же рассады похолодает, то она посинеет.

Переросшая, слишком крупная рассада, высаженная в открытый грунт даже в теплую погоду и совсем не подвергавшаяся воздействию холодов или избыточного увлажнения, приобретает антоциановую окраску листьев и приостанавливает рост на длительный период. При высадке рассады без торфогоршочков или сильно переросшей в торфяных горшочках обрывается больше половины корней. Несмотря на высокую регенеративную способность, корневая система у капусты восстанавливается лишь через 8—15 дней. В этот период листья у капусты не растут и теряют «забег», накопленный растением при росте в парниках.

Следовательно, чтобы избежать посинения листьев растений капусты при пересадке и приостановки их роста, надо выращивать рассаду в торфогоршочках и высаживать ее в поле с сохраненной корневой системой, а также создавать в последующем благоприятные условия для роста растений.

В условиях Заполярья капуста белокочанная, савойская, кольраби часто стрелкуется в первый год жизни. Особенно интенсивно образуют цветуху сорта кочанной капусты из Франции, Италии и Англии. Из скороспелых сортов отечественной селекции наибольшее количество цветух в первый год жизни дают сорта селекции Грибовской станции: Вальватьевская 145, Колхозница 2001 и другие.

Решающее влияние на появление цветухи в первый год жизни оказывает прохождение стадии яровизации под длительным воздействием пониженных температур. Поэтому сорта, не стрелкующиеся в средних и южных широтах, при выращивании их на Крайнем Севере и особенно при посеве в ранние сроки часто дают большой процент цветух.

Интенсивность образования цветухи у капусты в сильной степени зависит от сроков посева семян на рассаду. При ранних, апрельских посевах цветушность в некоторых хозяйствах Мурманской области в 1951 году достигала 85—95%. При одних и тех же сроках посева семян на рассаду в хозяйствах северных районов области наблюдается более сильное образование цветухи, чем в хозяйствах южных районов.

На торфяно-болотных почвах, как более холодных и равномерно увлажненных в период вегетации, цветух бывает больше, чем на минеральных железистых подзолах.

Скорость прохождения стадии яровизации у капусты в пер-

вый год жизни зависит не только от низких температур вегетационного периода, но и от непрерывного притока питательных веществ и воды в растение.

Более устойчивы к образованию цветухи в первый год жизни следующие сорта селекции Полярной станции: Номер первый полярный к-206, Стахановка 1513 (Хибинский отбор) и Золотой гектар 1432 селекции Пушкинских лабораторий ВИРа.

На сухих железисто-подзолистых почвах урожай капусты в большой мере зависит от количества выпадающих осадков и равномерного распределения их в период вегетации. При отсутствии поливов хотя бы в течение 7—8 дней капуста приостанавливает рост и теряет тургор. Поливы в такие периоды совершенно необходимы. На железистых подзолах в среднем бывает достаточно 3—4 поливов в лето, на гумусо-железистых — 2—3, а на торфяно-болотных почвах капуста не нуждается в поливах.

В результате многолетних учетов установлено, что у сорта Номер первый полярный к-206 розеточные листья наиболее быстро растут с момента высадки рассады в грунт и до 10 августа, а у сорта Вальватьевка хибинская 220 — до 20 августа. Наружные листья растут несколько быстрее у сорта Номер первый полярный к-206, чем у сорта Номер первый грибовский 147.

Нарастание кочанов наиболее быстро происходит у сорта Номер первый полярный к-206 и медленнее — у сорта Вальватьевка хибинская 220. Прирост урожая кочанов в значительной степени зависит от температурных условий и количества выпадающих осадков в летний период.

В условиях Крайнего Севера суточные приросты урожая кочанов капусты более высокие, чем в средней полосе. В среднем за семь лет (1951—1957 гг.) в Хибинах среднесуточный прирост общего урожая капусты за 90 дней (с 1 июня по 30 сентября) колеблется по сортам от 15,4 до 16,7 *ц* с 1 *га;* наибольший прирост дает сорт Номер первый полярный к-206 и наименьший — сорт Вальватьевка хибинская 220. В наиболее благоприятные периоды августа суточный прирост общего урожая достигал 28—33 *ц* с 1 *га.*

Суточный прирост урожая чистых кочанов в среднем за семь лет в течение 60 дней (с 20 июля по 20 сентября) составил по сортам: Номер первый полярный к-206 — 16,1 *ц,* Номер первый грибовский 147 — 13,7, Золотой гектар 1432 — 14,1, Стахановка 1513 — 13,4 и Вальватьевка хибинская 220 — 10,6 *ц* с 1 *га.* В период усиленного формирования кочанов, с 30 июля по 30 августа, среднесуточный прирост чистых кочанов достигал 18—20 *ц* с 1 *га.*

Быстрый рост урожая капусты на Кольском полуострове в основном объясняется высокой продуктивностью фотосинтеза.

При наличии длинного полярного дня капуста ассимилирует и в ночные часы, т. е. беспрерывно.

В течение многих лет в биохимической лаборатории Полярной опытной станции определяли химический состав капусты (Л. Г. Гомоляко). В результате установлено, что наибольшую ценность по содержанию питательных веществ (сахаров, белка, золы и витамина С) представляет Вальватьевская хибинская 220 и наименьшую — Номер первый грибовский 147. Золотой гектар 1432 и Номер первый полярный к-206 занимают промежуточное положение.

Капуста, выращенная на торфяно-болотной почве, содержит несколько меньше сахаров и витамина С, чем на минеральной. Белка же в кочанах с болотного участка несколько больше, чем с минерального.

По химическому составу сорта кочанной капусты в Хибинах богаче сахарами и витамином С, чем в средней полосе.

Обнаружены очень большие различия в химическом составе капусты в зависимости от сроков уборки. Рано созревающие кочаны содержат меньше питательных веществ по сравнению с поздно созревающими. Так, в спелых кочанах капусты Номер первый полярный к-206, убранных в середине августа, содержалось сахаров 3,95% и витамина С — 20,52 *мг%*, а тот же сорт в конце сентября имел сахаров 4,72% и витамина С — 31,58 *мг%*.

В Хибинах в селекционной работе с капустой применялись массовый улучшающий и групповой (семейственный) отборы на фоне высокой агротехники. «Изумительная пластичность овощных культур и огромное разнообразие имеющихся сортов, — пишет И. Г. Эйхфельд, — позволяет в работе с овощными культурами обходиться без сложной синтетической селекции... Мы производим отбор и закрепление наиболее приспособленных к условиям места лучших форм (биотипов)» (И. Г. Эйхфельд. Селекция и семеноводство для Крайнего Севера. Селекция и семеноводство, 1936, № 2, с. 20—21).

Методом улучшающего отбора в Хибинах выведено два новых сорта: Номер первый полярный к-206 и Вальватьевка хибинская 220, которые по хозяйственным и биологическим признакам заметно отличаются от исходных сортов.

Маточные растения из семян урожая разных лет выращиваются в первый год жизни на различных агрофонах — на песчаных, минеральных и торфяно-болотных почвах, резко различающихся не только по физико-химическому составу, но и по увлажненности, температуре, кислотности и другим признакам. На второй год жизни маточники с различных агрофонов высаживаются вместе для взаимного переопыления. Потомство

от таких скрещиваний получается, как правило, более продуктивное и пластичное.

Эффективным методом получения продуктивных и скороспелых сортов капусты является скрещивание морфологически сходных между собой сортов. От взаимного естественного (без кастрации) переопыления семенников сорта Номер первый полярный к-206 с исходным сортом Грибовской станции Номер первый 147 получена новая марка к-179. Растения от таких переопыленных семян доходили до хозяйственной спелости на четыре дня раньше и давали урожай на 9,6% выше сорта Номер первый полярный к-206.

Широко распространенный метод поздних посевов капусты для семеноводческих целей оказался в условиях Кольского полуострова несостоятельным. Семена от маточников более позднего срока посева (15—20 мая) дают менее урожайные и менее скороспелые растения, чем от более раннего (20—30 апреля). Это объясняется, видимо, тем, что при позднем посеве у растений развивается требовательность к высоким температурам в начальных фазах, они хуже переносят пересадку и поэтому потомство от них получается менее продуктивное. Для семеноводческих целей в условиях Крайнего Севера необходимо посев семян капусты на рассаду производить в такие же ранние сроки, как и для продовольственных целей.

Использование в качестве маточных растений кочерыг, кочаны с которых срезаны во время выборочной уборки (сразу по достижении ими технической спелости), способствует значительному улучшению скороспелости сорта без снижения урожайности. У кочерыг с обрезанными кочанами осенью просыпаются боковые почки, которые к весне становятся так же стадийно подготовленными к цветению, как и верхушечные почки, сохраненные вместе с кочаном. Выбрасывание генеративных побегов у кочерыг с обрезанными кочанами, цветение и созревание семян наступают в те же сроки, что и у семенников с сохраненной верхушечной почкой.

Выращивание семян капусты из кочерыг с обрезанными кочанами удешевляет стоимость семян. Для хранения кочерыг требуется меньше места и не приходится периодически обрезать загнивающие листья. Кочаны же используются как обычная товарная продукция.

При селекции капусты белокочанной, особенно в условиях Крайнего Севера, наряду с урожайностью и качеством продукции исключительное значение имеет признак скороспелости. Отбор наиболее скороспелых и продуктивных растений необходимо проводить не только в период хозяйственной спелости кочанов, но и в фазе рассады. Нами установлено, что растения с короткими черешками и округлыми листьями дают более круп-

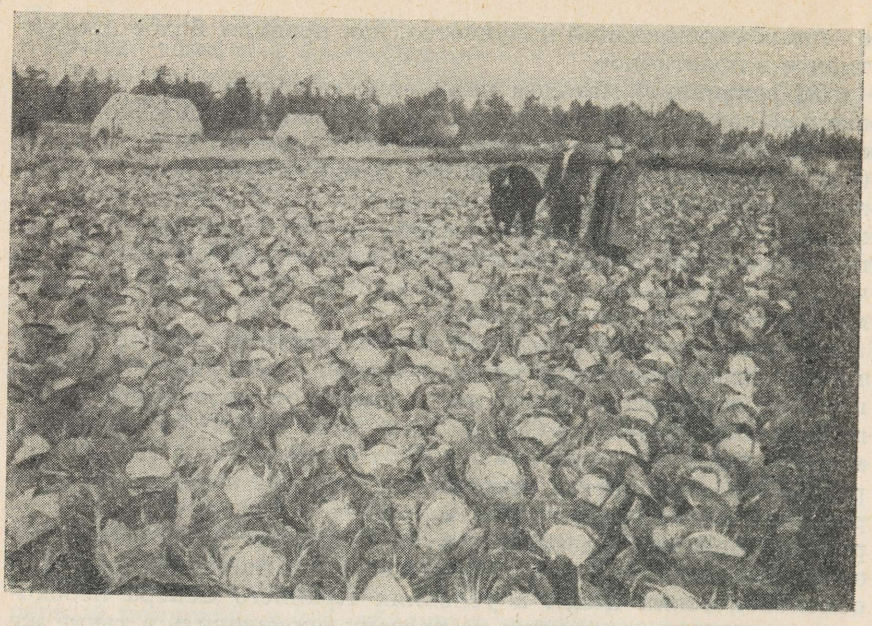


Рис. 1. Селекционный питомник капусты в Хибинах.

ные и рано созревающие кочаны по сравнению с растениями, имеющими более длинные черешки и вытянутые листья.

При селекции капусты на раннеспелость эффективным методом является отбор на скороспелость по семенникам. Обычно кочаны у потомства раннеспелых семенных растений поспевают раньше, при этом сохраняется их высокая продуктивность. Однако скороспелые семьи растений, отобранных по семеннику, в потомстве дают больше цветухи. Поэтому при отборе на скороспелость надо обязательно вести оценку потомства по цветушности. Таким методом из сорта Номер первый полярный к-206 выделена семья № 28, поспевающая на шесть дней раньше исходного сорта.

Опытами и практикой установлено, что в Заполярье самыми урожайными являются сорта капусты из раннеспелой группы. Однако успех культуры определяется не только принадлежностью сорта к скороспелой группе, а в большей степени зависит от места происхождения сорта и выращивания семян.

Многолетняя практика Полярной опытной станции показала, что сорта северной селекции, размножаемые также на Севере, дают более высокие и устойчивые урожаи, чем сорта из других областей. Так, в сортоиспытании Номер первый поляр-

ный к-206 за десять лет в Хибинах дал урожай кочанов 771 *ц* с 1 *га*, а Номер первый 147 селекции Грибовской опытной селекционной станции в тех же условиях дал 661 *ц* с 1 *га*.

Сорт капусты Номер первый полярный к-206 формировался при низких температурах периода вегетации, при наличии сильных весенних и осенних заморозков, длинном полярном дне, сильных ветрах, а в некоторые годы и при явно выраженной полярной засухе и поэтому оказался более стойким к этим неблагоприятным природным условиям, чем сорта из более южных широт.

Одним из основных условий получения высоких урожаев капусты в Заполярье являются хорошие семена. Опытами и многолетней практикой доказано, что сорта северной селекции, размножаемые на севере, дают более высокие и устойчивые урожаи по сравнению с сортами южной селекции. Однако семеноводство капусты в условиях Заполярья из-за короткого вегетационного периода связано с большими трудностями, и разработанные для средней полосы СССР приемы не обеспечивают в условиях Крайнего Севера получение доброкачественных семян.

В результате многолетних опытов и наблюдений установлено, что успешное хранение семенников капусты всецело зависит от строгого соблюдения в хранилищах температурного режима от —1 до +1° и режима влажности воздуха в пределах 90—94%. При одних и тех же условиях Номер первый хибинской селекции хранится лучше, чем исходный сорт. В свою очередь, маточники с подзолистой минеральной почвы хранятся лучше, чем с торфяно-болотной.

Одним из важнейших условий получения хороших семян капусты на Крайнем Севере является предварительное подращивание семенных растений в парниках при температуре 5—10°. При выращивании семян капусты в блочной теплице период подращивания должен длиться 12—15 дней, а при выращивании в открытом грунте необходимо его увеличить до 30—32 дней.

Ранние сроки высадки семенных растений обеспечивают более высокие урожаи семян, чем поздние. В блочные теплицы семенники должны быть высажены в период с 5 по 20 мая, а в открытый грунт — с 20 по 31 мая.

Оплодотворение цветков происходит лучше при среднесуточной температуре 15—18°; при температуре выше 24° ухудшаются условия оплодотворения и уменьшается количество нормально развитых стручков.

В блочных теплицах искусственное доопыление семенников путем сближения и потряхивания растений в период цветения

улучшает оплодотворение цветков и увеличивает урожай семян.

Своевременная прищипка соцветий и пасынкование боковых побегов у семенников капусты способствуют ускорению созревания и получению более крупных, полновесных и выровненных семян капусты. В открытом грунте без применения прищипки и пасынкования нельзя получить кондиционных семян.

Установлено, что при загущенных площадях питания для семенников капусты уменьшается количество боковых побегов на растении, более быстро заканчивается цветение, раньше созревают семена и резко увеличивается урожай их с единицы площади без ухудшения качества семян.

Недозревшие семена капусты теряют всхожесть при заморозках ниже —1,5°, поэтому надо убирать семенники до заморозков и дозаривать их в блочных теплицах. Во время сушки семенных растений пластические вещества передвигаются из вегетативных органов — кочерыг, стеблей, листьев — в генеративные — семена. Чем больше на растении оставлено листьев и стеблей, тем лучшими посевными качествами обладают семена после дозаривания.

Ускоряющие созревание семян приемы (длительное подращивание, ранние сроки высадки, своевременные прищипки, послеуборочное дозаривание), разработанные в Хибинах, позволяют выращивать доброкачественные семена капусты не только в неотапливаемых блочных теплицах, но и на защищенных от холодных ветров участках открытого грунта.

СТОЛОВЫЕ КОРНЕПЛОДЫ

Опытная работа со свеклой, морковью, брюквой и редькой начата в Хибинах с 1923 года. Для подбора лучших сортов проводили испытание большого количества образцов отечественной и заграничной селекции, полученных от отдела овощных культур Всесоюзного института растениеводства.

Большинство сортов столовых корнеплодов в условиях Хибин теряло свою выравненность. У свеклы и редьки часть растений очень быстро выбрасывала цветоносные побеги, не образовав корнеплода, другие стрелковались позднее, третьи — формировали корнеплоды неправильной, уродливой формы и только у некоторых растений они развивались нормально.

Сорта моркови сильно не стрелковались в первый год жизни, но форма корнеплода у них значительно изменялась. Так, сорт Нантская в Хибинах вместо цилиндрического часто имел конусовидный корнеплод. На торфяно-болотных почвах корне-

плоды имели бóльшую сбежистость, чем на минеральных. Такое изменение формы корнеплода происходит от слабого прогрева почвы на глубину, что обусловливает быстрое разрастание части корня ближе к поверхности почвы.

К селекционной работе с целью создания новых сортов моркови, свеклы и редьки, приспособленных к условиям Крайнего Севера, в Хибинах приступили в 1932 году. При отборах главное внимание обращалось на выделение скороспелых, урожайных и длинностадийных форм. Такое нежелательное свойство, как цветушность в первый год жизни, было устранено путем многократных отборов на семена нестрелкующихся растений. При этом посевы производились не только в ранние сроки, весной, но и осенью, под зиму. Маточные растения, отобранные с различных агрофонов, на следующий год высаживали вместе в блочную теплицу, где они взаимно переопылялись.

В результате многократных индивидуальных и семейственных отборов в Хибинах выведены и улучшены скороспелые, высокоурожайные, устойчивые к цветушности сорта свеклы (Полярная плоская к-249 и Северный шар к-250), моркови (Хибинская и Хибинская парниковая), репы (Соловецкая и Карельская), брюквы (Красносельская), редьки (Хибинская) и редиса (Хибинский красный).

Сорта свеклы и моркови селекции Полярной опытной станции ВИРа районированы не только на севере (Мурманская и Архангельская области, Коми АССР), но также в средней полосе (Московская, Ярославская, Псковская области), на Урале (Пермская и Свердловская области) и в Сибири (Томская и Тюменская области).

Помимо разработки общих для овощных культур вопросов агротехники (удобрения, обработка почвы), в Хибинах большое внимание уделялось установлению приемов подготовки семян к посеву, ускоряющих появление всходов. Нами разработан способ намачивания семян моркови в воде с последующим выдерживанием их при температуре 1—2° в течение 10—12 дней. В последние годы Л. В. Сазонова установила, что появление всходов ускоряется после выдерживания прорастающих семян на переменных температурах.

Намачивание семян свеклы в растворе навозной жижи (отношение жижи к воде 1:3) ускоряет появление всходов на 4—5 дней и способствует получению более высоких урожаев корней.

По всем культурам и сортам столовых корнеплодов разработаны приемы семеноводства: для свеклы и моркови — в неотапливаемых блочных теплицах, для репы, редиса и редьки — в открытом грунте.

Используя большую индивидуальную изменчивость расте-

ний, в Хибинах начиная с 1952 года проводят отбор маточных растений моркови, свеклы, брюквы и репы на повышенное содержание сухих веществ. Через четыре года у свеклы Северный шар содержание сухих веществ и сахаров увеличилось на 1,9%, а у моркови Хибинская — на 1,1% по сравнению с массовым отбором по внешним признакам.

ЛУК

В условиях Крайнего Севера особенную диетическую ценность имеет лук на перо, содержащий большое количество сахаров и витаминов. В Хибинах в результате изучения большой коллекции сортообразцов лука батуна выделены высокоурожайные, зимостойкие формы, дающие урожай листьев до 200 *ц* с 1 *га* за 2—3 среза.

Установлено, что лук батун успешно зимует при подзимних и ранневесенних сроках посева. При посеве позднее 10 июня его зимостойкость снижается.

На Севере не только репчатый лук, но даже лук батун сильно повреждается луковой мухой. М. К. Знаменская разработала в Хибинах меры борьбы с этим вредителем, которые вошли в агроуказания для Мурманской области.

Репчатый лук на зеленое перо — одна из распространенных культур на Кольском полуострове. Широко выращивают лук на перо в теплицах и парниках, применяя обычную «мостовую» посадку.

В Хибинах разработаны способы выращивания в теплицах зеленого пера из лука батуна. Для этого посадочный материал берут осенью из открытого грунта и хранят его до посадки в замороженном состоянии. Зимой луковицы батуна высаживают на стеллажи, и через 15—20 дней растения формируют листья длиной 30—35 *см*.

Для бесперебойного снабжения населения зеленым луком в Хибинах разработан и предложен производству способ конвейерного выращивания культуры: зимой — в теплицах из луковиц репчатого лука и батуна, весной — в парниках из выборка, а летом — в открытом грунте из севка и лука батуна. Для получения зеленого пера в августе-сентябре хорошие результаты дает выращивание в парниках рассадой из семян лука Каба.

Установлено, что репчатый лук из севка не дает на Кольском полуострове высокого урожая репки. Объясняется это тем, что низкие температуры и длинный день ускоряют формирование луковиц, и они не бывают крупными. Лучшие результаты дает вегетативное выращивание лука репки из луковиц северных форм (Карельская АССР, Архангельская и Кировская области).

Первые опыты с томатами в Хибинах начаты в 1927 году в парниках, и только после строительства теплиц (зимних и блочных) в 1933—1935 годах исследования по этой культуре были значительно расширены.

Изучение большого количества сортов южной селекции показало, что большинство из них непригодны для выращивания в условиях Заполярья из-за недостаточной скороспелости.

Методом индивидуального отбора были улучшены такие сорта, как Король ранних и Бизон, широко распространенные в хозяйствах Мурманской области в первые годы развития овощеводства.

С 1945 года в Хибинах приступили к выведению новых сортов методом гибридизации, используя для скрещивания географически отдаленные формы. В результате многолетней работы выведены скороспелые сорта для весенних блочных теплиц и открытого грунта: Полярный 303, Северный 459, Мурманский 65, Хибины 66 и другие. По многолетним данным средний урожай плодов в весенних неотапливаемых теплицах составил от от 5,0 до 6,2 *кг* с 1 *кв. м*, а максимальные урожаи в отдельные годы достигали 8,2—8,5 *кг*.

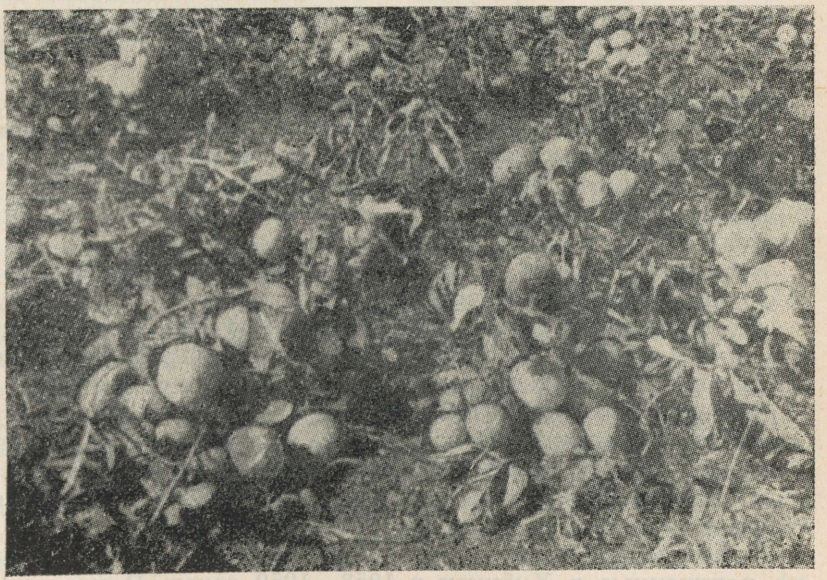


Рис. 2. Томаты в открытом грунте в Хибинах. 1954 г.

Наиболее пригодными сортами для открытого грунта оказались Полярный 303 и Северный 459. В среднем за пять лет (1951—1956 гг.) урожай плодов по ним составил 401 и 386 *ц* с 1 *га*, достигая в отдельные годы с теплым летом 560 *ц*. Плоды с открытого грунта дозариваются в теплом помещении.

Значительное место в работе с томатами отводилось селекции на гетерозис. Испытана 151 гибридная комбинация. Из них 103 гибрида превысили по урожайности родительские сорта и 23 оказались урожайнее лишь одного родительского сорта. Для весенних блочных теплиц на солнечном обогреве лучшими по урожайности оказались гибриды Грунтовый грибовский × Алтайский тепличный, Мурманский 65 × Тепличный 281, Алтайский тепличный × Мурманский. Урожай этих гибридов в среднем за два года составил 7,8—8,3 *кг* с 1 *кв. м*.

Гибриды в стеллажных зимних теплицах (Тепличный 281 × × Хибины 66, Алтайский тепличный × Грунтовый грибовский и др.) давали урожай плодов до 12 *кг* с 1 *кв. м*, из них 7—8 *кг* в первый месяц плодоношения.

В результате изучения большого количества сортообразцов, полученных от ВИРа, в Хибинах выделен исходный материал, отвечающий основным направлениям селекции томатов на скороспелость, урожайность, крупноплодность, содержание сахаров, витаминов и устойчивость к болезням.

ОГУРЦЫ

Опытная работа с огурцами в парниках начата в 1925 году, а в теплицах — в 1936 году. Задача исследовательской работы с огурцами заключалась в том, чтобы вывести урожайные, скороспелые сорта с высокими вкусовыми качествами, пригодные для выращивания в специфических условиях Крайнего Севера.

В зимних теплицах испытано свыше 70 и в парниках — 55 сортов различного происхождения.

Методом индивидуального отбора, внутрисортового скрещивания и воспитания растений на высоком агрофоне в Хибинах выведены продуктивные сорта для зимних теплиц.

В среднем за 10 лет (1950—1959 гг.) урожай плодов по лучшему сорту Осенний 171 составил 27,4 *кг* с 1 *кв. м*, по сорту Полярный 6 — 26,2 *кг*, Хибинский тепличный 2 — 22,5 *кг*, в то время как по стандартному сорту Клинский 1 было получено 19,8 *кг* с 1 *кв. м*.

Еще более продуктивными оказались межсортовые гибриды, полученные в Хибинах в 1958—1959 годах. В среднем за два года гибрид Хибинский тепличный 2 × Клинский 1 дал

урожай зеленцов 36,8 *кг* с 1 *кв. м*, Полярный 6 × Осенний 171 — 34,9 *кг*, Хибинский тепличный 2 × Осенний 171 — 32,7 *кг*. Особенно большие преимущества имеют межсортовые гибриды в первые 1,5 месяца плодоношения. Так, урожай зеленцов на 1 июня у гибридов колеблется от 4,8 до 7,6 *кг* с 1 *кв. м*, а по стандартному сорту Клинский он составляет только 1,1, *кг*.

Межсортовые гибриды, отличающиеся повышенной урожайностью и скороспелостью, имеют также лучший химический состав плодов и, как правило, содержат больше сухих веществ и витамина С.

В русских углубленных парниках межсортовые гибриды (Плодовитый 147 × Ржавский, Изобильный 131 × Ржавский, Осенний 171 × Полярный 6) в 1,5—2 раза урожайнее стандартного сорта Неросимый 40. Широко распространенные сорта огурцов (Неросимый 40, Вязниковский 37 и Муромский 36) в условиях Кольского полуострова сильно повреждаются грибными и бактериальными заболеваниями, и их урожайность резко снижается. Межсортовые гибриды более устойчивы к болезням и поэтому дают более высокие урожаи в любых условиях.

Сорта и гибриды огурцов хибинской селекции широко внедрены в хозяйствах Мурманской области. Подсобные хозяйства комбината «Североникель», Оленегорского ГОК, Кандалакшского алюминиевого завода, совхоз «Индустрия» и другие обычно выращивают в зимних теплицах сорта и гибриды хибинской селекции.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ХИБИНСКИХ СОРТОВ

В результате многолетней селекционной работы Полярной опытной станцией выведено и улучшено 24 сорта овощных культур. Из них три сорта белокочанной капусты, по два сорта столовой свеклы, моркови и репы; по одному сорту брюквы, редьки, кольраби, редиса, китайской капусты; шесть сортов томатов и четыре сорта огурцов. Кроме того, отселектированы один сорт турнепса Хибинский и один сорт кормовой капусты Тысячеголовая 227. Все эти сорта формировались в суровых природных условиях: при длинном дне, низких температурах, сильных ветрах и частых засухах. Многие из них оказались перспективными не только на Кольском полуострове, но и в близких по климатическим условиям районах Крайнего Севера. Больше того, сорта овощных культур хибинской селекции Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур районированы во многих более южных областях (см. таблицу).

Сорта овощных культур селекции Полярной опытной станции ВИРа

Культура и сорт	Год начала селекции	Год выпуска в производство	Год районирования	Количество областей, в которых районированы сорта
Капуста белокочанная, Номер первый полярный к-206	1932	1938	1950	30
Капуста белокочанная, Номер первый 179	1943	1949	—	—
Капуста белокочанная, Вальватьевка хибинская 220	1932	1940	1950	3
Капуста пекинская, Хибинская ПОВИР	1933	1937	1962	2
Кольраби, Оптимус синий ПОВИР	1932	1938	—	—
Свекла столовая, Северный шар к-250	1932	1938	1943	4
Свекла столовая, Полярная плоская к-249	1932	1938	1943	12
Морковь столовая, Хибинская	1933	1940	1943	5
Морковь столовая, Хибинская парниковая	1934	1940	1950	1
Брюква, Красносельская	1934	1939	—	—
Репа, Соловецкая	1924	1930	1950	4
Репа, Карельская	1925	1930	1950	1
Редька, Хибинская	1933	1939	—	—
Редис, Хибинский красный	1942	1946	—	—
Томаты, Король ранних 1	1927	1933	—	—
Томаты, Бизон 3	1936	1942	—	—
Томаты, Полярный 303	1945	1954	—	—
Томаты, Северный 459	1946	1955	—	—
Томаты, Кольский 167	1947	1955	—	—
Томаты, Хибины 66	1947	1955	—	—
Огурцы, Клинский I	1938	1952	—	—
Огурцы, Хибинский тепличный 2	1939	1952	—	—
Огурцы, Полярный 6	1943	1952	—	—
Огурцы, Осенний 171	1945	1952	—	—

Капуста белокочанная Номер первый полярный к-206 районирована в тридцати областях Советского Союза, свекла Полярная плоская к-249 — в двенадцати, Северный шар к-250 — в четырех, морковь Хибинская — в пяти, репа Соловецкая — в четырех областях и т. д.

Селекционная работа с овощными культурами невозможна без ведения семеноводства. Разработка приемов семеноводства особенно важна в условиях Заполярья, где основные культуры (капуста, морковь, свекла) не успевают дать зрелые семена в открытом грунте. Поэтому одновременно с организацией селекционной работы в Хибинах были начаты исследования по разработке специальных для Крайнего Севера приемов агротехники семеноводства. В результате этих исследований доказана полная возможность семеноводства по всем основным овощным культурам, разработаны приемые получения доброкачественных семян репы, редиса, редьки, брюквы, частично капусты и кольраби в открытом грунте, а моркови и свеклы в неотапливаемых блочных теплицах.

При выращивании семян овощных культур в условиях Мурманской области особенно большое значение имеет предварительное подращивание маточников, ранние сроки высадки, прищипки верхушек соцветий, уменьшенные площади питания и сроки уборки до заморозков.

Рис. 3. Семенники капусты в открытом грунте. Хибины, 1952 г.

Внедряя разработанные приемы в практику семеноводства, станция в послевоенные годы увеличила сбор элитных семян овощных культур в 2—3 раза. В Хибинах ежегодно выращивается 250—300 *кг* семян, тогда как до 1941 года средний сбор семян составлял всего лишь 100—120 *кг* в год.

Выращенные в Хибинах семена отправляются на многочисленные сортоиспытательные участки, семеноводческим хозяйствам для размножения, научно-исследовательским и опытным учреждениям, школам, юннатским кружкам и некоторое количество — колхозам и совхозам для испытания в производственных условиях.

В работе с овощными культурами, которая была начата в Хибинах И. Г. Эйхфельдом и проводилась в течение ряда лет под его руководством, принимали участие в разные годы следующие научные сотрудники: В. Я. Быковский, А. А. Траубе, А. А. Марченко, П. П. Гусев, Н. А. Гусева. В более поздний период эти работы вели К. Н. Витковская, Л. В. Сазонова, В. Н. Кочнева и А. А. Андреева.

Казанский сельскохозяйственный институт

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВОЩЕЙ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

В. М. ЛЕМАН

На Крайнем Севере нашей страны имеются большие запасы различных ценных ископаемых: апатитов, никеля, золота, алмазов, нефти, газа и многих других. Усиление их добычи вызывало быстрый рост населения этих районов. Наряду с такими крупными городами, как Мурманск, Норильск и Магадан, возникло множество небольших промышленных поселков. Тем не менее до сих пор рост населения этих районов несколько отстает от запросов промышленности. Он сдерживается суровым климатом и бытовыми условиями. Одной из трудностей жизни на Севере является относительно малое количество свежей зелени и недостаток витаминов.

Исследования, проведенные Институтом питания Академии медицинских наук СССР, показали, что на Севере значительно повышается потребность человеческого организма в витаминах. Недостаток их препятствует быстрой акклиматизации работников, приехавших из средних широт, и понижает производительность труда.

Необходимость в собственных, а не привозных овощах на Крайнем Севере в свое время прекрасно понял И. Г. Эйхфельд, который еще в двадцатых годах проделал значительную научную и организационную работу по созданию заполярного земледелия и, в частности, овощеводства открытого и закрытого грунта.

В настоящее время на Кольском полуострове, под Норильском и во многих других местах севернее Полярного круга, успешно выращивают в открытом грунте репу, морковь, белокочанную и салатную капусту, репчатый лук, батун и многие другие холодостойкие и богатые витаминами растения.

Однако в условиях Крайнего Севера большинство этих культур дают урожай лишь в конце короткого лета, в то время как наибольший недостаток витаминов в организме человека наблюдается начиная с марта. Своего максимума гиповитаминоз достигает в мае-июне, когда ни открытый грунт Севера, ни привоз из южных районов страны не могут еще обеспечить население Заполярья свежими овощами. Такое положение потребовало организации теплично-парникового овощеводства.

Пионером промышленного овощеводства закрытого грунта на Крайнем Севере является совхоз «Индустрия» комбината «Апатит» в Мурманской области, созданный в 1930 году по инициативе С. М. Кирова. Затем были построены теплицы на острове Диксон, в бухте Тикси, в бухте Провидения, в Певеке и во многих других пунктах Заполярья.

К настоящему времени (1967 г.), по данным Института сельского хозяйства Крайнего Севера (Норильск), защищенный грунт Заполярья охватывает почти 90 тыс. $м^2$ теплиц и свыше 120 тыс. рамомест парников. Теплицы имеются в Ненецком, Ямало-Ненецком, Ханты-Мансийском, Эвенкийском и Таймырском национальных округах (11,5 тыс. $м^2$). Особенно много их на родине полярного земледелия — в Мурманской области — около 30 тыс. $м^2$.

К 1970 году площади защищенного грунта на Крайнем Севере намечено увеличить в 4, а урожай овощей — в 5,5 раза.

Увеличению площадей промышленных теплиц особенно способствовало обеспечение их дешевым топливом — отбросными водами различных промышленных предприятий. По данным Г. В. Артемьева (1962), только Норильская ТЭЦ сбрасывает каждый час 18 тыс. $м^3$ воды с температурой от 22 до 45°. Во многих районах (особенно на Камчатке) успешно используются горячие геотермальные воды.

Большую роль в развитии овощеводства защищенного грунта в Заполярье сыграло создание на Севере новых сортов и гибридов томатов и огурцов. Так, на Полярной опытной станции ВИРа в Хибинах в последние годы получены такие высокоурожайные сорта огурцов, как Аньшаньский К 2705, ДИН-30-СН, ВИР-2 и ряд других, дающих урожай в среднем на 30% выше стандарта.

Из томатов очень хорошо себя зарекомендовали следующие сорта северной репродукции: Норильский красный 312, Лучший из всех 318, Бизон, Грунтовый скороспелый и др. Они дают значительно бóльшие урожаи, чем растения из семян, привезенных из южных районов.

Создание тепличных хозяйств несколько улучшило снабжение населения овощами, так как позволило расширить их овощами с июня по октябрь. В остальные месяцы по-прежнему

стали поступать начиная с июля, а томаты — с августа. Несколько позже (в сентябре) на Крайний Север привозят овощи из южных районов.

Таким образом, тепличное овощеводство на месте и завоз овощей с юга позволяют снабжать местное население свежими овощами с июня по октябрь. В остальные месяцы по-прежнему

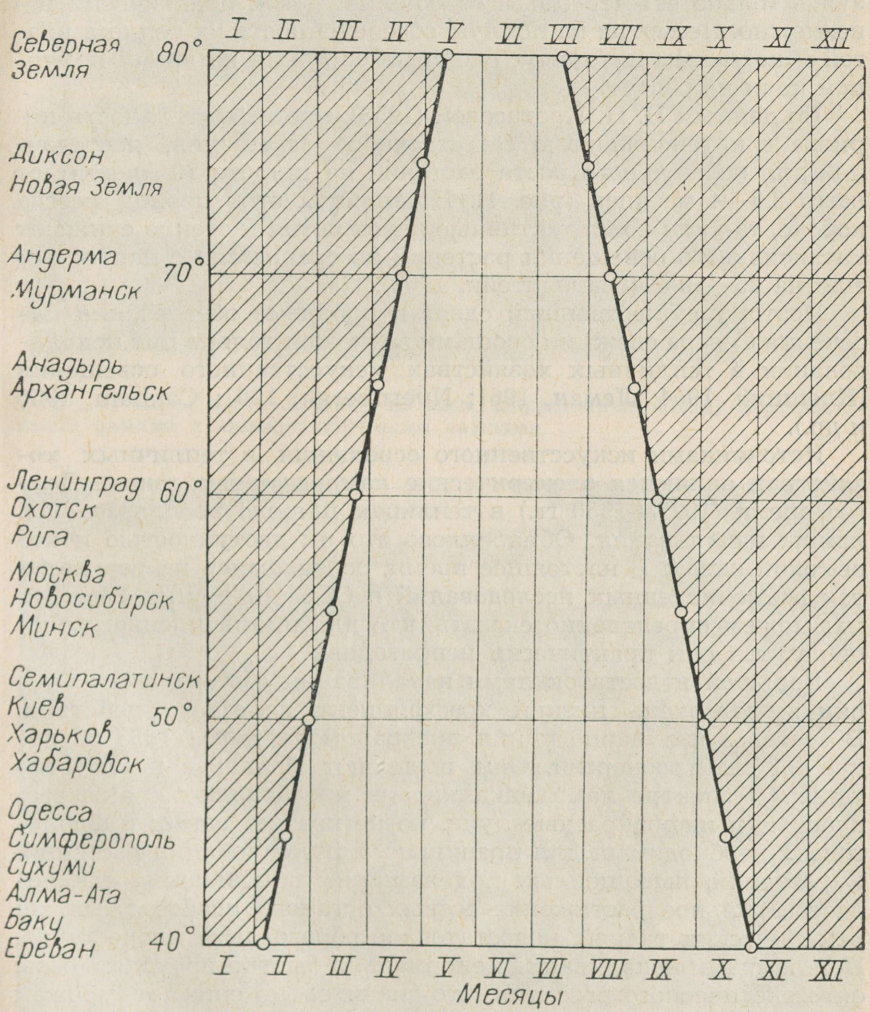


Рис. 1. Продолжительность периода естественной освещенности, достаточной для выращивания растений в теплицах без искусственного освещения (Протасова, 1958).

приходится ограничиваться только овощами, способными выдержать транспортировку или длительное хранение: картофелем, капустой, луком. В зимние месяцы жители Севера все еще страдают от авитаминозов, которые являются фоном для развития заболеваний и значительного понижения работоспособности.

Выращивать в эти месяцы свежие овощи в теплицах, пользуясь только естественным освещением (ЕО), практически невозможно. Несмотря на полную обеспеченность их теплом, влагой и корневым питанием, овощные растения во время полярной ночи не растут.

По данным Н. Н. Протасовой (1958), продолжительность периода с интенсивностью естественного освещения, достаточной для нормального роста растений на широте 70°, достигает всего 3,5—4 месяцев (рис. 1). В теплицах этот период всегда короче, так как конструктивные перекрытия и стекло снижают интенсивность освещения растений по сравнению с наружным еще на 25—50% (Эдельштейн, 1962).

Поэтому существенный сдвиг в проблеме обеспечения населения Севера свежими овощами возможен только при использовании в тепличных хозяйствах искусственного освещения (Клешнин, 1954; Леман, 1961; Nuernbergk, 1961; Canham, 1966 и др.).

Источниками искусственного освещения в тепличных хозяйствах являются электрические лампы разных типов. Долгое время (1925—1950 гг.) в теплицах широко использовались лампы накаливания. Объяснялось это их доступностью и невысокой ценой. В настоящее время, основываясь на результатах многочисленных исследований в СССР и других странах, мы можем определенно сказать, что для промышленного овощеводства они практически непригодны.

Большой недостаток ламп накаливания состоит в том, что они имеют очень низкий коэффициент полезного действия. В световое излучение у них превращается менее 10% расходуемой электроэнергии. Они выделяют большое количество тепла. В спектре ламп накаливания преобладают оранжевые красные и инфракрасные лучи, но не хватает синих и фиолетовых, необходимых для правильного формирования растений. У растений, выращенных под лампами накаливания, наблюдается сильное растяжение осевых органов, слабое развитие механических тканей, недостаточное образование хлорофилла. Под лампами накаливания ненормально быстро проходят фазы онтогенетического развития, что значительно снижает урожай плодов. Несколько лучшие результаты получают при использовании водяных фильтров (Arthur, 1932; Мошков, 1953 и др.). Вода поглощает значительную часть инфракрасной радиации,

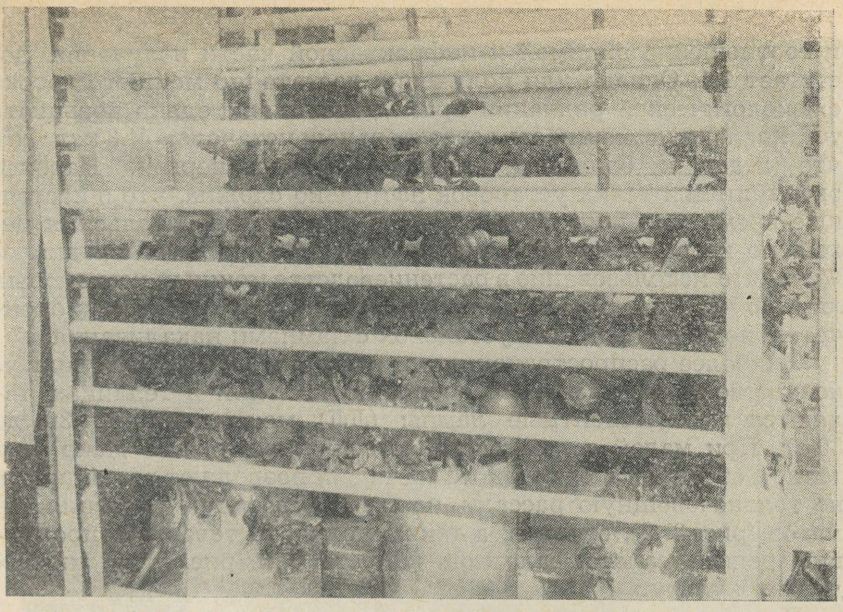


Рис. 2. Томаты сорта Лучший из всех, выращенные между вертикальными рамами с люминесцентными лампами.

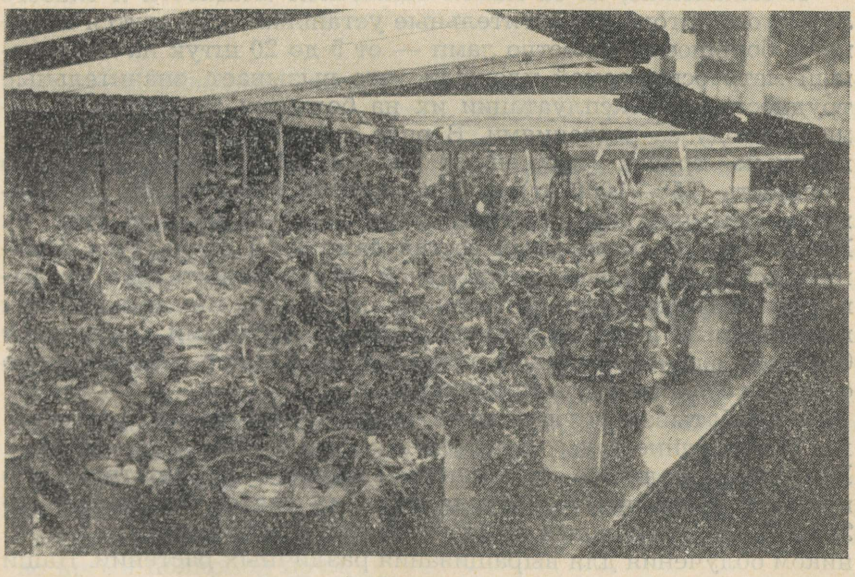


Рис. 3. Выращивание томатов в питательных растворах под люминесцентными лампами.

и соотношение видимой и инфракрасной части излучения достигает 1:1. Однако для получения достаточно мощного потока физиологической радиации приходится значительно повышать установленную мощность осветительных установок (4,8 *квт* · $м^2$), что ведет к большим затратам электроэнергии. Наконец эксплуатация таких установок настолько сложна, что в настоящее время ими пользуются только для исследовательских целей, но не в производственных теплицах. Можно предположить, что использование в растениеводстве мощных ксеноновых ламп (о которых речь будет ниже) приведет постепенно к окончательному вытеснению установок с лампами накаливания.

Наиболее распространенным в настоящее время источником искусственного освещения овощных растений в теплицах являются люминесцентные лампы (ЛЛ) мощностью от 30 до 80 *вт*. При малой естественной освещенности или даже при полном отсутствии солнечного света они позволяют выращивать не только овощную рассаду, но и плодоносящие растения томатов (рис. 2 ,3), огурцов, а также получать товарную продукцию редиса, салата, салатной капусты (см. рис. 5) и многих других культур.

По спектральному составу видимое излучение люминесцентных ламп типа ЛД или ЛБ близко к рассеянному естественному свету летом в средних широтах.

К сожалению, из-за малой единичной мощности и слабого лучистого потока в осветительные установки приходится помещать большое количество ламп — от 5 до 20 штук на квадратный метр освещаемой площади, что вызывает значительные трудности при эксплуатации их на больших площадях и мешает уходу за растениями. В ряде случаев вместо люминесцентных трубок применяют лампы ДРЛ. Имея большую мощность (250—1000 *вт*), они позволяют осветить ту же площадь меньшим количеством ламп — 1—2 на 1 $м^2$ (рис. 4). Кроме того, спектральный состав ламп ДРЛ отличается бóльшей дозой длинноволновых лучей, что положительно сказывается на формировании растений: они не так приземисты, как выращенные под люминесцентными трубками, обладают бóльшей физиологической активностью и дают полноценную сельскохозяйственную продукцию.

Разрабатывая оптимальные режимы облучения растений, мы в последние годы обратились к ксеноновым лампам (КС). Благодаря наличию сплошного спектра, соответствующего прямому солнечному свету, и мощному световому потоку (до 240 000 *лм*), ксеноновая лампа является универсальным источником облучения для выращивания различных растений. Наши исследования (Леман и Фанталов, 1961, 1966) показали полную возможность получать в камере без естественного света с по-

Рис. 4. Выращивание рассады огурцов зимой в теплице под лампами ДРЛ.

мощью ксеноновых ламп плоды, семена и корнеплоды многих сельскохозяйственных культур: томатов, кукурузы, фасоли, салатной капусты, редиса и др. При этом внешний вид растения почти не отличается от выращиваемых в теплице летом, а вегетационный период у ряда растений несколько короче.

Специальный водно-стеклянный фильтр значительно ослабляет инфракрасное излучение, доля которого в спектре ксеноновых ламп значительна, и задерживает витацидные ультрафиолетовые лучи (короче 300 *ммк*), вредные для растений.

Сотрудниками Всесоюзного светотехнического института создан первый промышленный образец светильника, который успешно эксплуатировался при выращивании овощной рассады зимой в Москве, в совхозе «Тепличный» (Ершова, 1966; Латышев, Леман и Фанталов, 1967).

Таким образом, в настоящее время имеется несколько типов газоразрядных ламп, которые могут полностью заменить естественное освещение при выращивании овощных растений во время полярной ночи.

Искусственное освещение широко используется на Крайнем Севере для выращивания рассады томатов и огурцов (Ар-

темьев, 1959, 1962; Булейшвили, 1962 и др.). При высеве семян этих культур в конце января — начале февраля появившиеся всходы сразу же начинают освещать люминесцентными лампами по 12—16 часов в сутки. Первое время растения растут только при искусственном освещении: огурцы в течение 12 часов, томаты — 16 часов в сутки. Позднее, с конца февраля—начала марта (в зависимости от широты и погоды), они получают смешанное (естественное и искусственное) освещение, а к моменту пикировки рассады на постоянное место в теплицу или в парники, как правило, удовлетворяются только естественным светом, продолжительность которого непрерывно увеличивается по мере приближения лета. Взрослые растения плодоносят уже при круглосуточном освещении полярного дня. Необходимо подчеркнуть, что на Крайнем Севере непрерывное освещение в течение суток изменяется не только по спектральному составу, но и по интенсивности. В часы, совпадающие с астрономической ночью, интенсивность света и температура воздуха значительно ниже, чем днем. Этот перепад освещенности и температуры позволяет вырастить полноценные плоды даже у таких требовательных культур, как томаты (Якушкина, Кравцова, 1953).

Выращивание рассады во время полярной ночи и в период с коротким днем, до наступления достаточно длинных дней, позволяет получить урожай на полтора-два месяца раньше: огурцы в мае—июне, томаты в начале июня (Артемьев, 1962; Булейшвили, 1962). Значительно увеличивается также урожай. У томатов он достигает 15—20 $кг \cdot м^2$ полезной площади, а у огурцов — еще больше. Так, в Норильске урожаи огурцов достигают 37 $кг \cdot м^2$, в подсобных хозяйствах Туломской ГЭС и Оленегорского обогатительного комбината — 36 и 37,3 $кг \cdot м^2$, в совхозе «Тепличный» (Воркута) — 45 $кг \cdot м^2$ стеллажной площади и т. п.

По качеству тепличные овощи Заполярья не уступают выращенным в более южных широтах, а по отдельным показателям иногда даже превосходят их. Содержание витамина С у кольраби (которую называют иногда северным лимоном) и у салатной капусты на 25—50%, а витаминов у салата, щавеля, шпината, моркови и томатов в 3—5 раз выше, чем у соответствующих культур в теплицах средней полосы.

Проблему круглогодичного снабжения населения Севера свежими овощами можно будет кардинально решить только при выращивании овощей в закрытом грунте. Первые попытки получения свежих овощей во время полярной зимы были сделаны 30 лет назад. В 1938 году на острове Диксон С. В. Александров при освещении лампами накаливания по 12 часов в сутки выращивал салат, шпинат, укроп, щавель, лук на перо

и некоторые другие овощи. Однако большие затраты электроэнергии на единицу продукции, неравномерность температурного режима при использовании ламп накаливания и, наконец, невысокие урожаи препятствовали вначале широкому применению искусственного освещения в тепличном овощеводстве Севера.

Тогда же, в 1938 году, были опубликованы результаты исследований В. П. Мальчевского и С. И. Доброхотовой, которые выращивали многие сельскохозяйственные культуры при искусственном освещении. Позднее их работы были продолжены и расширены Б. С. Мошковым, который за 60 дней выращивал зрелые томаты, совмещая искусственное освещение с различными вариантами гидропоники (Мошков, 1953, 1966).

В настоящее время мы имеем значительно больше оснований для промышленного выращивания овощных культур при искусственном свете. Многочисленные опыты в Сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, Институте физиологии растений АН СССР, Агрофизическом институте ВАСХНИЛа и в некоторых других исследовательских учреждениях позволяют утверждать, что получение полноценной сельскохозяйственной продукции в помещениях, не имеющих естественного света, вполне реально.

Как упоминалось выше, многие овощные культуры можно выращивать и получать хозяйственный урожай под люминесцентными лампами (500 $вт \cdot м^2$). В течение всей зимы через 40—40 дней после появления всходов можно получать салат (2—3 $кг \cdot м^2$), салатную капусту (5—6 $кг \cdot м^2$), редис (2—3 $кг \cdot м^2$), фасоль (0,5—1,0 $кг \cdot м^2$) и другие культуры (Леман, 1952). Еще бóльших успехов можно достигнуть, используя ксеноновые лампы. Лампы эти позволяют выращивать в камере без естественного света растения от семени до семени, ни в чем не уступающие растениям, выращиваемым в теплице летом.

Особенно четко преимущество радиации ксеноновых ламп проявилось при выращивании различных сортов томатов. В подавляющем большинстве случаев растения варианта КС превосходили другие (ЛЛ и ЕО) по высоте и даметру стебля, накоплению сухого вещества и срокам образования репродуктивных органов. Высокая фотосинтетическая активность листьев под лампами КС способствовала энергичному образованию сухого вещества (более 200 *мг* за сутки у одного растения). Преимущества ксеноновых ламп проявились также при выращивании (без естественного света) до плодоношения томатов и кукурузы. Томаты сорта Пушкинский на смеси Кнопа дали урожай зрелых плодов через 58 дней после всходов. С одного куста было снято в среднем по 730 г. У отдельных растений урожай достиг 850 *г*. При этом расход электроэнергии на 1 *кг*

зрелой продукции составил около 150 *квт·ч*. При размещении 25 растений на 1 $м^2$ это дает урожай свыше 18 *кг*. Кроме томатов, под ксеноновой лампой весьма успешно росла кукуруза Миннесота 13 экстра. При высоте стебля 140—160 *см* через 45 дней после появления всходов началось цветение, а через 105—110 дней созрели початки. Черезззерницы у них не было. Абсолютный вес зерна составлял 341 *г*.

Лампа КС может быть успешно использована для выращивания овощей на больших площадях. Система из этих ламп мощностью в 6 *квт* каждая, подвешенных на расстоянии 1 *м* от верхушек растений, обеспечивает облученность в 40—70 тыс. *эрг (сек · $см^2$)* физиологической радиации, достаточную для выращивания нормальных томатов на площади 10 $м^2$, т. е. заменяет 10 ламп ДРЛ-500, или примерно 100—150 люминесцентных трубок мощностью 30 *вт*. При этом за 33 дня вырастают томатные растения сорта Лучший из всех высотой около 40 *см* и с 10 листьями; заложение первой кисти наблюдается после 8—9-го листа, второй — после 10—12-го листа. Кроме томатов, огурцов и кукурузы, в камере под лампой КС, как уже говорилось, успешно растут до хозяйственной зрелости пшеница, просо, фасоль, салат, редис и многие другие сельскохозяйственные культуры.

Большие успехи в выращивании растений под ксеноновыми лампами достигнуты также в Институте физиологии растений АН СССР (Ничипорович, 1966).

Основным препятствием для широкого распространения зимней культуры овощей является пока высокий расход электроэнергии на килограмм продукции. Так, если на выращивание одной штуки рассады огурцов или томатов на Крайнем Севере затрачивается лишь 1—5 *квт·ч*., то на 1 *кг* овощей приходится потратить от 10 (лук на перо), 50 (салатная капуста) или 80 (салат, редис) до 150 *квт·ч* (томаты) и выше.

Для экономии электроэнергии в ряде районов Севера посев томатов или огурцов производят летом, и вначале они растут при естественном освещении. Затем в сентябре, когда растения уже бывают высажены на постоянное место, начинают давать им дополнительное освещение, постепенно увеличивая его продолжительность в течение суток. Начиная с ноября собирают урожай томатов или огурцов. В это время полное искусственное освещение дается по 12—16 часов в сутки.

Таким образом, абсолютные затраты электроэнергии на единицу продукции во многом зависят от географической широты расположения хозяйства, времени года, методов агротехники (при гидропонике, например, они значительно меньше — Петров-Спиридонов и др., 1965; рис. 5), скороспелости сорта и ряда других факторов.

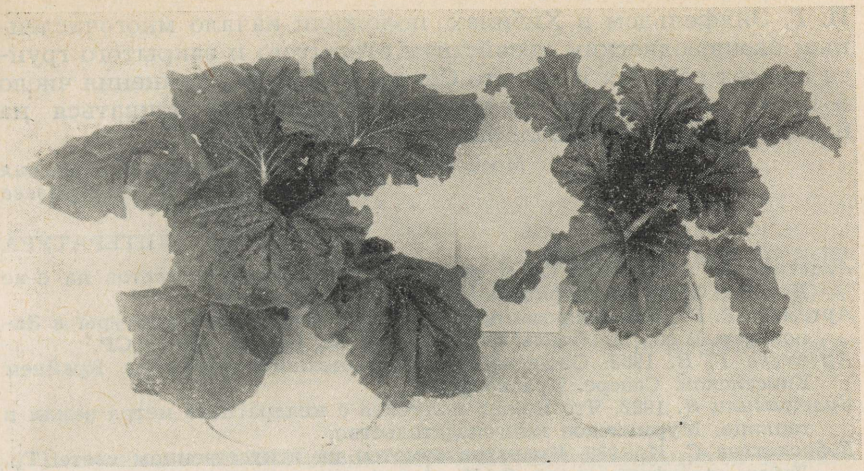


Рис. 5. Салатная капуста Хибинская, выращенная под люминесцентными лампами в течение 30 дней. Слева направо: гравийная и водная культуры.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что промышленное круглогодичное выращивание овощей в Заполярье, особенно в таких местах, где цена 1 *квт·ч.* электроэнергии не превышает 0,02—0,1 коп. (комбинат «Североникель» и некоторые другие), вполне реально. В больших теплицах можно использовать все типы газоразрядных ламп: люминесцентные, ДРЛ и ксеноновые; в маленьких помещениях наиболее эффективны люминесцентные трубки. В зависимости от масштаба хозяйства источником электроэнергии могут быть и большие электростанции, и тепловые или ветряные генераторы, используемые для бытовых целей. Весьма желательно расширить ассортимент овощей, включая, например, высоковитаминозную капусту кольраби, огуречную траву (бораго), салатную горчицу и ряд других пищевых и лекарственных быстрорастущих растений.

Усиленный завоз овощей из южных районов страны не снимает проблемы северного овощеводства закрытого грунта по следующим причинам: а) с помощью искусственного света можно выращивать овощи в любое время года; б) ряд культур (огурцы, салат) нетранспортабелен на большие расстояния; в) многие небольшие поселки (зимовки) расположены в труднодоступных для наземного или водного транспорта местах, связь с которыми иногда в течение многих лет поддерживается только самолетами.

Таким образом, первые грядки и парники с овощами, посаженными более 40 лет назад пионером северного земледелия

И. Г. Эйхфельдом в Хибинах, положили начало многочисленным овощеводческим хозяйствам открытого и закрытого грунта во всех районах Крайнего Севера СССР. Без сомнения число и продуктивность их будут непрерывно увеличиваться на благо трудящихся Заполярья.

Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева

ЛИТЕРАТУРА

Александров С. В. 1938. Опыт выращивания овощей и цветов на о-ве Диксон. Советская Арктика, № 7.

Артемьев Г. В. 1959. Вопросы практической электросветокультуры в Заполярье. В сб.: Проблемы фотосинтеза. М., Изд-во АН СССР.

Артемьев Г. В. 1962. Овощеводство защищенного грунта на Крайнем Енисейском Севере. Красноярск.

Булейшвили Я. 1962. Что можно получить с квадратного метра земли в теплице. Мурманское книгоиздательство.

Доброхотова С. И. 1938. Культура томатов на искусственном свете. Тр. Лабор. светофизиологии ФАИ, вып. 1.

Ершова Н. И. 1966. Облучатели с мощными безбалластными ксеноновыми лампами для теплиц. Светотехника, № 9.

Клешнин А. Ф. 1954. Растение и свет. М., Изд-во АН СССР.

Латышев Д. И., Леман В. М., Фанталов О. С. 1967. Использование ксеноновых ламп в промышленных теплицах. Изв. ТСХА, № 4.

Леман В. М. 1952. Применение люминесцентных ламп для выращивания растений в теплицах. Рефераты докладов ТСХА, вып. 15. М.

Леман В. М. 1961. Курс светокультуры растений. М., Изд-во «Высшая школа».

Леман В. М. и Фанталов О. С. 1961. Выращивание растений под ксеноновыми лампами. Докл. АН СССР, 141, № 4.

Леман В. М. и Фанталов О. С. 1966. О применении ксеноновых ламп в теплицах. Изв. ТСХА, № 3.

Мальчевский В. П. 1938. Применение искусственного света для повышения урожайности. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 1—2.

Мошков Б. С. 1953. Выращивание растений при искусственном освещении. М.—Л., Сельхозгиз.

Мошков Б. С. 1966. Выращивание растений при искусственном освещении. Л., Изд-во «Колос».

Ничипорович А. А. 1966. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М., Изд-во «Наука».

Петров-Спиридонов А. Е., Леман В. М., Фанталов О. С., Власов О. Н. 1965. Опыт сравнительного изучения выращивания растений в гравийной и водных культурах. Изв. ТСХА, № 3.

Протасова Н. Н. 1958. Применение искусственных источников света при выращивании рассады овощных культур. Овощеводство защищенного грунта. Сельхозгиз.

Эдельштейн В. И. 1962. Овощеводство. М.

Якушкина Н. И., Кравцова Б. Е. 1953. Влияние круглосуточного освещения на рост и плодообразование у томатов. Докл. АН СССР, 91, № 2.

Arthur, J. M. 1932. Artificial light and plant growth. Boyce-Thompson Inst. Proc. 1.22.

Canham, A. E. 1966. Artificial light in horticulture. Centrex Publishing Company.

Nuernbergk, E. L. 1961. Kunstlicht und Pflanzenkultur. BLV Verlagsgesellschaft. München — Bonn — Wien.

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР В ПОСЕВАХ КРАСНОГО КЛЕВЕРА

В. И. ДУШЕЧКИН

В селекции многолетних перекрестноопыляющихся кормовых трав, в том числе красного клевера (*Trifolium pratense L.*), для получения высокоурожайных сортов рекомендуется широко использовать естественный отбор (Нильсон-Лейснер, 1955; Константинова, 1960). Признавая очень важное значение естественного отбора в формировании сортов трав, селекционеры, однако, мало изучали происходящие в травостоях процессы, на которых основывается его действие. Нередко естественный отбор в посевах представляют в упрощенном виде, только как преимущественное отмирание растений, менее устойчивых к неблагоприятным воздействиям факторов внешней среды: зимой гибнут менее зимостойкие, при засухе — менее засухоустойчивые растения и т. п. Если сводить действие естественного отбора только к такого рода прямой выбраковке менее устойчивых растений внешними условиями, то остается все же непонятным, почему в процессе многолетней культуры без какого-либо сознательного направленного влияния человека создаются сорта трав, характеризующиеся высокой урожайностью. Казалось бы, например, что в северных областях при постоянном отмирании в посевах клевера менее зимостойких растений местные его сорта должны были бы приближаться к типу зимостойких, но малоурожайных дикорастущих форм, произрастающих на севере на естественных лугах. На деле такого изменения культурного клевера при достаточно высокой агротехнике выращивания не происходит. Можно поэтому предполагать, что имеются причины, которые в соответствующих условиях не только препятствуют снижению урожайности сортов трав, но даже обусловливают действие естественного отбора в направлении повышения их урожайности и сохранения ее на высоком уровне.

Чтобы выяснить, хотя бы ориентировочно, какие именно процессы, связанные с действием естественного отбора, происходят в травостоях, мы изучали в смешанных посевах взаимоотношения форм клевера с различными биологическими свойствами. Опыты с посевами смесей разных видов или разновидностей (сортов, биотипов) растений проводились многими исследователями преимущественно с целью изучения межвидовых и внутривидовых взаимоотношений растений и влияния их на процесс естественного отбора в фитоценозах. Обстоятельный обзор литературы по этой проблеме недавно сделан М. В. Марковым (1965).

Первым наблюдал воздействие растений одного сорта красного клевера на растения другого сорта в смешанном посеве английский исследователь клевера Р. Вильямс (Williams, 1927). Высевая раннеспелый широколистый клевер (broad red) в смеси с позднеспелым сортом Монтгомери, Вильямс установил, что в первом году в травосмеси явно преобладал раннеспелый сорт, растения которого росли быстрее и затеняли своими листьями медленнее растущие растения позднеспелого сорта. Ко второму же году раннеспелый клевер в значительном количестве выпал и в травосмеси стал преобладать позднеспелый. Вильямс на основании этого опыта пришел к выводу, что при составлении смесей для посева на пастбищах следует учитывать взаимное влияние сортов друг на друга.

На необходимость изучения взаимоотношений растений клевера и других трав в посевах в селекционных целях, для выяснения закономерностей формирования сортов, впервые в литературе указал наш отечественный специалист по клеверу И. С. Травин (1948). Травин проводил опыты с посевом смеси (в соотношении 1 : 1) раннеспелого и позднеспелого клевера в Черниговской области (Носовская опытная станция) и под Москвой (Всесоюзный институт кормов). В Черниговской области, где высевается раннеспелый клевер, он преобладал в смеси над позднеспелым: его доля в урожае и в первом, и во втором году составляла 70—80%. В опыте, проведенном в Московской области, доля раннеспелого клевера в общем числе растений в первый год составляла 63%, а во второй — только 32%. По весу же компоненты смеси в урожае первого года были представлены почти одинаково, а на второй год полностью преобладал позднеспелый клевер, доля которого в общем урожае составила 82%.

По мнению И. С. Травина, для процесса формирования сорта основное значение имеют следующие явления:

1) выпадение малозимостойких растений;

2) уменьшение доли менее долговечных растений (при уборке посева на семена на 3-й и 4-й годы жизни);

3) взаимное влияние растений друг на друга; например, растения с более мощной розеткой способны вытеснять растения, имеющие слабую розетку;

4) форма естественного опыления растений (преобладает ли в посеве перекрестное опыление или самоопыление. — *В. Д.).*

Начатые И. С. Травиным исследования не получили, однако, дальнейшего развития и пока еще не нашли отражения в селекции трав.

В наших исследованиях ставилась задача выяснить: а) как складываются и изменяются во времени взаимоотношения компонентов смесей в травостоях; б) от каких свойств зависит положение данной формы клевера в смешанном посеве — будет ли она доминировать или окажется угнетенной; в) какое влияние на взаимоотношения компонентов могут оказывать внешние условия и агроприемы (сроки и способы посева, сроки скашивания и т. п.). Предполагалось, что данные, которые будут получены в опытах, позволят составить хотя бы ориентировочное представление о процессах естественного формирования сортов клевера в посевах.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА

Опыты проводились с 1948 по 1964 год в следующих трех весьма отдаленных друг от друга пунктах: 1) на станции Хибины (67°44' с. ш.; Мурманская область, Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства) в 1948—1949 гг.; 2) в Шунтуке (44°30' с. ш.; Краснодарский край, предгорья Северного Кавказа, Майкопская опытная станция Всесоюзного института растениеводства) в 1951—1952 гг.; 3) в Таллине (59°30' с. ш.; Институт экспериментальной биологии Академии наук Эстонской ССР) в 1957—1964 гг.

Различия в климате между указанными пунктами, естественно, очень большие. В Хибинах растения вегетируют только четыре месяца — с конца мая до конца сентября. Средняя суточная температура периода вегетации — около 10°. Температура наиболее теплого месяца июля 13—14°. Вегетация в Хибинах начинается при непрерывном дне. Круглосуточный полярный день продолжается до середины июля, после чего солнце начинает опускаться за горизонт и длина дня быстро убывает. Заканчивается вегетация в конце сентября при длине дня около 12 часов.

В Шунтуке период вегетации в два раза длительнее, чем в Хибинах, начинается он в конце марта и заканчивается во второй половине ноября. Средняя температура периода вегетации

15°, а самого теплого месяца июля 21,7°. Длина дня весной, когда растения начинают расти, — 12 часов, а осенью, в ноябре, при окончании вегетации день короткий — 9—10 часов. Максимальная длина дня в Шунтуке летом — 15 часов 30 минут.

В Таллине длительность периода вегетации около 175 дней. Средняя его температура 10,4°, температура наиболее теплого месяца июля 16°. Начинается вегетация обычно в конце апреля при длине дня 14 часов 30 минут и заканчивается в конце октября, когда день длится около 10 часов. Максимальная длина дня в Таллине во время летнего солнцестояния — 18 часов 30 минут.

Смешанные травостои клевера в большей части опытов выращивали на небольших делянках площадью 1 *кв. м*, а чистые травостои компонентов, служившие для сравнения, — на делянках площадью от 0,5 до 1 *кв. м*. В одном опыте растения выращивали в ящиках. При заложении опытов число растений обоих компонентов смесей на делянках было одинаковым. В разных опытах на 1 *кв. м* выращивалось различное число растений: от 400 штук при площади питания на одно растение 5×5 *см* до 64 штук при площади питания 12,5 × 12,5 *см*. В тех опытах, где производили посев сухих семян, их высевали по 2 *г* на 1 *кв. м*; число всходов при этом составляло обычно 700—800 штук, сохранялось же значительно меньше растений.

Чтобы исключить влияние на взаимоотношение форм в смесях случайных различий во времени появления всходов в связи с неодинаковой быстротой прорастания семян, в большей части опытов высевались наклюнувшиеся семена, при этом их раскладывали на делянке с помощью пинцета. В Таллине в некоторых опытах высаживались всходы в фазе семядолей или в фазе первого простого листа. В этих случаях семена предварительно высевались в пикировочные ящики.

Растения размещались на делянках рядами, на равных расстояниях друг от друга, причем в смешанных посевах компоненты чередовались.

На место невзошедших или погибших всходов через 10—15 дней после закладки опыта подсаживали новые из имевшегося для этого резерва. Однако на юге и подсадка не всегда обеспечивала получение равномерной смеси форм в травостое.

Во всех опытах с метровыми делянками, за исключением одного, проведенного в Таллине, клевер выращивали без покрова. В Таллине был поставлен опыт в поле с посевом форм клевера в смеси и в чистом виде под покров ячменя на делянках площадью от 4 до 6 *кв. м*, при этом использовались сухие семена. Семена дикорастущих форм перед посевом скарифицировали, перетирая их с песком.

Агрофон во всех опытах, кроме одного варианта, был высокий. В Хибинах и в Таллине опыты проводили на огородной, богатой гумусом почве, при этом вносили минеральные удобрения: в Хибинах — NPK, в Таллине — PK. В Таллине при посеве смесей семенами под покров ячменя перед закладкой опыта были внесены, кроме PK, также и азотные удобрения — 30 *кг* N на 1 *га*.

В течение первых двух-трех недель после закладки опыта посевы на всех метровых делянках при недостатке влаги поливали. Сорняки во всех опытах регулярно выпалывали.

В опытах вели наблюдения за ростом и развитием растений, подсчитывали число растений и один или два раза в лето определяли их средний вес, а также общий урожай зеленой или сухой массы каждого компонента с делянки.

Все опыты, за исключением одного, по разным причинам были прекращены после двух лет наблюдений. Только в полевом опыте, заложенном в Таллине, наблюдения велись в течение трех лет.

В опытах было использовано в общей сложности девять культурных и три дикорастущие формы красного клевера различного географического происхождения. Почти все они значительно отличаются друг от друга по биологическим и хозяйственно важным свойствам. Краткая характеристика этих форм дается ниже при описании отдельных опытов. Здесь же целесообразно отметить некоторые общие закономерности, определяющие проявление важнейших биологических свойств у всех форм красного клевера.

Красный клевер, как это давно известно, принадлежит к группе растений длинного дня: на длинном дне он быстро развивается и скоро приступает к цветению, на коротком же дне развитие его задерживается или совсем приостанавливается. Реакция клевера на длину дня проявляется в изменении не только темпа развития, но также интенсивности и направленности ростовых и других жизненных процессов. В условиях длинного дня растения клевера имеют прямостоячую форму, при коротком дне куст клевера приобретает простратный габитус, так как стебли растут наклонно или даже горизонтально, а у молодых растений и у старых при отрастании после укосов листья укороченных побегов растут горизонтально, образуя лежачую листовую розетку. Последняя формируется обычно к началу осени, что свидетельствует о нормальном ходе процессов подготовки к зиме. Если растения поздней осенью имеют прямостоячие кусты, то это показывает, что они в данных условиях не смогли хорошо подготовиться к зиме.

От длины дня у клевера зависит и характер формирования корневой системы: на длинном дне вырастает в основном

стержневой корень с небольшим числом боковых ответвлений, на коротком образуется более разветвленная корневая система и корни бывают часто более толстыми.

Обладая одинаковой по направленности реакцией на длину дня, формы клевера часто сильно различаются по интенсивности проявления этой реакции. Критическая длина дня, при которой растения становятся не способными образовывать яровые генеративные побеги, для разных форм весьма различна. Некоторые формы могут зацветать (без перезимовки) только на длинном 18—20-часовом дне, другие способны цвести при более коротком 13—14-часовом дне. После пребывания в течение осени и зимы в условиях низких температур растения клевера приобретают способность зацветать при более коротком дне, но и в этом случае различия между формами в требовании к длине дня для перехода к цветению остаются значительными.

Лежачая зимующая розетка образуется у разных форм также при неодинаковой длине дня. Нами (Душечкин, 1951) было показано, что от того, как формы клевера реагируют на длину дня, зависит и такое важное в биологическом отношении свойство, как скорость роста. На длинном дне растения всех форм растут быстро и сравнительно мало различаются по скорости роста, при сокращении же длины дня у всех форм рост замедляется, но в неодинаковой мере, и различия в скорости роста возрастают. Более медленный рост форм, сильнее реагирующих на короткий день, как показали наши исследования (Душечкин, 1958, 1965), не связан с понижением их фотосинтетической деятельности, а объясняется тем, что эти формы в конце лета интенсивнее готовятся к зимовке и используют образовавшиеся при фотосинтезе пластические вещества в большей мере не на рост надземных органов — листьев и стеблей, а на рост необходимых при перезимовке органов — корней и укороченных побегов и на отложение в них запасов на зиму. Зимостойкие формы клевера поэтому характеризуются более сильной реакцией на длину дня и медленным ростом, особенно в конце лета и осенью.

В связи с тем, что результаты опытов со смешанными посевами различных форм клевера зависят в значительной мере от соотношения скоростей их роста, а последние обусловлены интенсивностью реакции на длину дня, на это свойство при характеристике форм обращается особое внимание.

Опыт в Хибинах

Для опыта были выбраны две формы, хорошо отличающиеся по реакции на длину дня и по скорости роста на коротком дне: культурный позднеспелый Пермский клевер и дикорастущий Печорский (Коми АССР, 65° с. ш.). Пермский клевер плохо зимует в Хибинах, так как в конце лета и в предзимний период день здесь значительно длиннее, чем на его родине в Пермской области; его растения здесь интенсивно растут осенью, не завершают подготовки к зиме и уходят под снег, не сформировав лежачую зимующую розетку, без достаточного количества запасов питательных веществ. Печорский дикорастущий — одна из наиболее зимостойких форм в условиях Крайнего Севера. Он характеризуется очень сильной реакцией на длину дня. Летом при круглосуточном дне он растет в Хибинах почти так же быстро, как и более южные культурные формы, но с конца июля, едва только день начинает сокращаться, у Печорского дикорастущего затормаживается рост надземных органов в высоту, он сильно кустится и раньше всех форм, к середине августа, когда день еще относительно длинный (16,5 часа), образует лежачую зимующую розетку. В сентябре растения Печорского растут в Хибинах очень медленно.

Опыт проводился в двух вариантах: на естественном и коротком, 15-часовом дне. В варианте с коротким днем делянки с растениями как в первом, так и во втором году жизни закрывали фотопериодическими камерами с 22 до 7 часов. Посев провели 9 июня, при этом наклюнувшиеся семена разместили на делянках на расстоянии 5 × 5 *см* друг от друга.

На естественном дне всходы разных форм лишь вначале различались по величине — у Пермского они были несколько выше, но затем, в период с круглосуточным днем, Печорский мало отставал от него в росте. В августе же Печорский сильнее замедлил рост, чем Пермский. В это время листья соседних растений уже сомкнулись, и растения Печорского, будучи ниже ростом, оказались в затенении. Затенение, однако, до конца осени не было очень сильным, так как травостой лишь к концу сентября достиг высоты 35—40 *см*. Все же лучшая освещенность растений Пермского и затенение Печорского отразились на величине их растений: в начале октября, перед наступлением зимы, надземные части растений Пермского клевера в смешанном посеве весили значительно больше, чем Печорского (табл. 1), в то время как в чистых посевах это различие было небольшим. По весу же главного корня различие между фор-

мами в смешанном посеве было значительно меньшим, а в чистом посеве корень Печорского весил в среднем больше, чем Пермского.

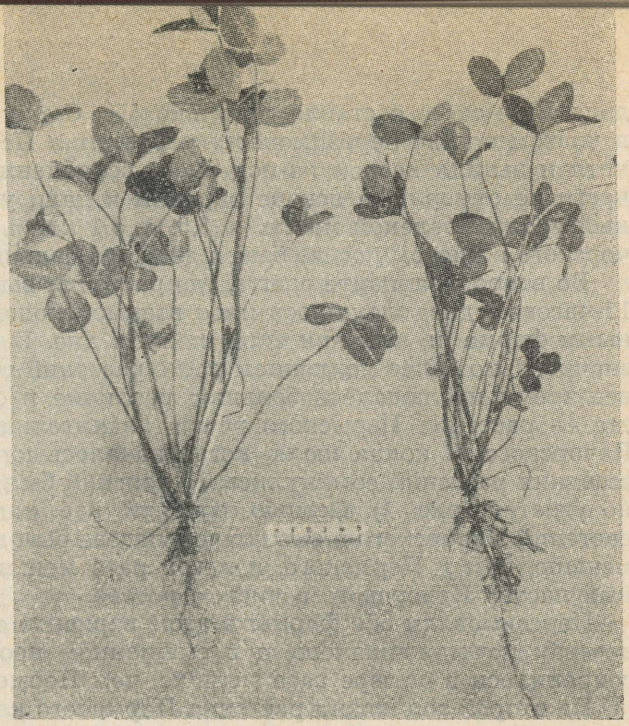
Таблица 1. **Результаты опыта со смешанным посевом двух форм клевера в Хибинах**

Формы клевера	Осенью в первый год жизни			Летом во второй год жизни		
	Высота растений, *см*	Средний сырой вес одного растения, *г*		Урожай зеленой массы с 1 *кв. м*		
		Надземные части	Главный корень	общий, *кг*	в том числе отдельных компонентов	
					кг	%
Естественный день						
Смешанный посев						
Пермский	39	2,01	0,29	8,2	0,3	4
Печорский	30	0,81	0,21		7,9	96
Чистый посев						
Пермский	37	1,54	0,25	3,5	—	—
Печорский	29	1,26	0,35	8,5	—	—
Короткий день						
Смешанный посев						
Пермский	13	1,09	0,48	3,0	2,3	77
Печорский	4	0,21	0,14		0,7	23
Чистый посев						
Пермский	14	1,21	0,32	3,2	—	—
Печорский	7	0,69	0,34	1,7	—	—

В течение зимы Пермский клевер в данном варианте опыта в большом количестве погиб: в смешанном посеве сохранилось 20%, в чистом посеве — 19% его растений. Печорский перезимовал значительно лучше: в смешанном посеве — 60%, в чистом — 73%. Затенение растений Печорского клевера в первом году жизни, как видно из приведенных цифр, несколько снизило его зимостойкость, но все же не очень сильно.

Летом на второй год жизни сильно ослабевшие за зиму растения Пермского клевера в смешанном посеве продолжали отмирать, так как их сильно теснили более крепкие кустистые растения Печорского дикорастущего. Ко времени скашивания, в конце июля, растений Пермского сохранилось всего 8% от числа посеянных, Печорского же — столько, сколько его было весной. В урожае зеленой массы в смешанном посеве

1.



2.

Рис. 1. Растения клевера в возрасте трех месяцев из смешанного посева в Хибинах. Слева — Пермский, справа — Печорский дикорастущий.

1 — естественный день; 2 — короткий день. Сфотографированы 9 сентября 1948 года.

доля Пермского составляла только 4%. Следует отметить, что в чистом посеве перезимовавшие растения Пермского клевера хотя и вышли весной из-под снега ослабленными, в большей части не отмерли, а вскоре окрепли и дали удовлетворительный урожай зеленой массы — 3,5 *кг* с 1 *кв. м*. Урожай же Печорского в чистом посеве был в два раза больше.

Во втором варианте опыта, где растения выращивались при 15-часовом дне, сложилось иное взаимоотношение между разными формами, чем при естественном дне. В первое лето при значительно более медленном росте растений обеих форм здесь все время наблюдалось большое различие в скорости их роста — растения Пермского росли значительно быстрее, чем Печорского. С конца июля, когда началось кущение и листья соседних растений сомкнулись, Печорский был затенен и сильно угнетен (рис. *1*). Осенью средний вес надземных частей растений Печорского в смешанном посеве был почти в пять раз меньше, чем у Пермского, и в три раза меньше веса надземных частей Печорского в чистом посеве.

Перезимовали обе формы в этом варианте опыта в чистых посевах почти одинаково, а в смешанном посеве Печорского сохранилось в четыре раза меньше, чем Пермского.

На второй год жизни растения Пермского клевера на коротком дне росли, как и в первый год, значительно быстрее, чем растения Печорского, и так же затеняли их. Растения обеих форм развивались медленно, образовали небольшое количество соцветий и зацвели лишь в середине августа, на месяц позднее, чем при естественном дне.

В этом варианте 77% общего урожая зеленой массы в смешанном посеве приходилось на долю Пермского клевера и 23% — на долю Печорского.

Опыт, проведенный в Хибинах, показал большое влияние длины дня на взаимоотношения растений с различными биологическими свойствами в смешанных травостоях. Можно было видеть также, что скорость роста является очень важным свойством, от которого в большой мере зависит место, занимаемое растениями клевера в травостое. Вместе с тем из опыта следовал вывод, что более быстрый рост не всегда обеспечивает преобладание в посеве. Если быстрорастущие растения зимой будут сильно истощены, то весной имеющиеся в посеве более сильные растения, которые росли вначале медленнее, могут их заглушить.

Опыты в Шунтуке

В западных предгорных районах Северного Кавказа в зоне достаточного увлажнения издавна выращивается раннеспелый

клевер. Так же, как и в других районах культуры клевера, здесь имеются его местные сорта. В Шунтуке местный раннеспелый клевер обычно дает за лето два полных укоса, а в годы с достаточным увлажнением успевает дать даже третий укос. Местный раннеспелый клевер отличается от раннеспелых украинских более слабой реакцией на длину дня. Он быстрее образует стебли при посеве без покрова в первый год жизни и после скашивания. В питомниках и в посевах в Шунтуке местный клевер растет быстрее всех раннеспелых и позднеспелых культурных форм, происходящих из более северных местностей СССР (рис. 2). Способность относительно быстрее расти в условиях короткого дня отражает приспособленность местного клевера к световому режиму периода вегетации в южных широтах. Из имевшихся в наших коллекциях форм клевера только Итальянский клевер (№ 1799 каталога ВИРа), полученный Всесоюзным институтом растениеводства из Италии еще в довоенные годы и репродуцированный на южных станциях института, обладал более слабой реакцией на длину дня, чем местный Шунтукский, и способен был при более коротком дне образовывать генеративные побеги.

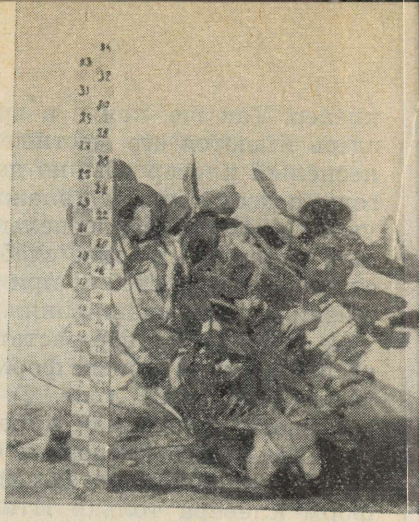
В связи с тем, что в Шунтуке различия в скорости роста разных форм клевера выражены очень отчетливо в течение всего лета, можно было ожидать, что в смешанных посевах угнетающее влияние одной формы на другую будет проявляться сильнее, чем на севере. Проведение опытов со смешанными посевами в Шунтуке представляло интерес также еще и потому, что здесь в условиях обычно мягкой и короткой зимы на способность форм выживать в смесях не могут оказывать большого влияния различия в зимостойкости.

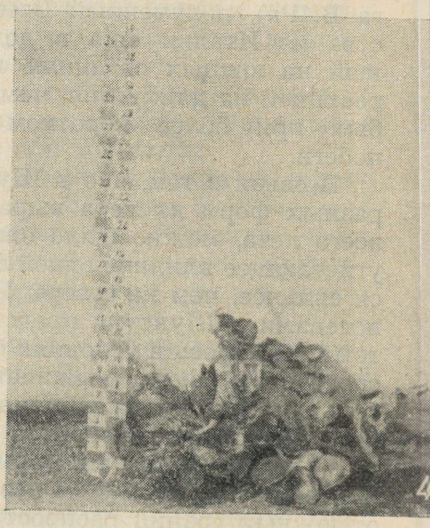
В качестве компонентов смесей в Шунтуке были использованы две раннеспелые формы — Итальянский и Шунтукский* и пять позднеспелых из различных географических зон СССР, от южных границ распространения позднеспелого клевера до Крайнего Севера: Марусинский 150 (Тамбовская обл.), Шатиловский (Орловская обл.), Конищевский (Ярославская обл.), Пермский и Хибины 1. (Формы здесь перечислены в порядке возрастания интенсивности их реакции на длину дня и уменьшения скорости роста в Шунтуке.)

Посев в опыте был проведен 21—23 апреля 1951 г.; площадь питания на одно растение составляла 50 *кв. см* (10 × 5).

---

* Местный клевер Майкопского района Адыгейской автономной области Краснодарского края, к которому принадлежит и Шунтукская популяция, был в 1953 году районирован под названием Абадзехский местный (см. книгу «Сортовое районирование сельскохозяйственных культур». М., 1955, стр. 316).





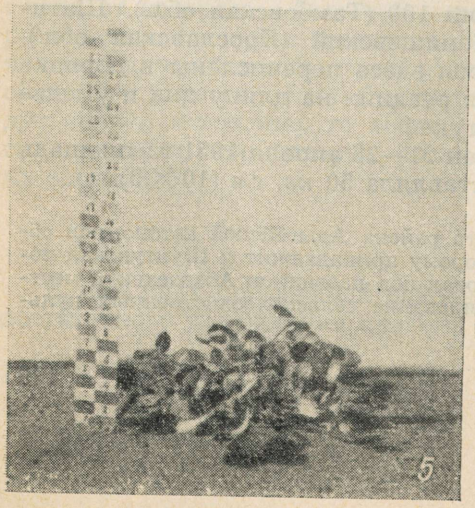


Рис. 2. Молодые растения разных форм клевера в Шунтуке.

1 — Шунтукский; 2 — Марусинский 150; 3 — Пермский; 4 — Хибины 1; 5 — Печорский дикорастущий. Посеяны 7 марта, сфотографированы 27 июня 1951 года.

В год посева на всех делянках травостой срезали два раза: около 20 июля и во второй половине сентября. На второй год произвели учет урожая только первого укоса — в июне. После этого наблюдения были прекращены.

Результаты опыта по отдельным смесям следующие.

Итальянский + Шунтукский. Растения обеих форм росли относительно быстро, намного быстрее всех других, имевшихся в опыте, но между собой формы различались вначале слабо. В год посева в середине июня было отмечено более сильное кущение Шунтукского — его растения имели по 6—7 побегов, в то время как у Итальянского их было 4—5. Затенения и угнетения одного сорта другим в этот период не отмечалось. В середине июля растения обеих форм зацвели. Высота травостоя в это время достигала 55 *см*. После скашивания 18 июля Итальянский отрастал в высоту и образовывал новые стебли несколько быстрее Шунтукского, но последний интенсивнее кустился. В сентябре началось второе цветение обоих компонентов смеси. В середине сентября в конце цветения было проведено второе скашивание. После этого многие растения Итальянского уже не отрастали, так как физиологически состарились и отмерли, а оставшиеся живыми кустились слабо. У Шунтукского осенью отмерло немного растений, остальные к началу зимы образовали хорошо развитые зимующие розетки с большим числом укороченных побегов и листьев.

К весне 1952 года в смеси сохранилось Итальянского 35%, Шунтукского 63% растений от числа посаженных. В чистом посеве Итальянского сохранилось 45%. При отрастании весной вначале листья Итальянского росли быстрее, чем Шунтукского, но побегов и листьев Итальянский имел меньше и растения его были слабее. Через некоторое время растения Шунтукского, образовавшие больше листьев, обогнали в росте и начали теснить растения Итальянского. Здесь большое значение имело взаимодействие корневых систем. У Шунтукского корни были толще и ветвистее, чем у Итальянского, и занимали больший объем почвы.

В июне в урожае первого укоса от общего веса зеленой массы 6,6 *кг* с 1 *кв. м* на долю Итальянского клевера приходилось только 1,8 *кг* (27,4%), а на долю Шунтукского — 4,8 *кг* (72,6%). В чистом же посеве Итальянский клевер хотя и изредился довольно сильно за зиму, но не испытывал притеснения со стороны более сильного компонента, раскустился и дал урожай зеленой массы в 4,3 *кг* с 1 *кв. м*.

В данной смеси растения одной формы клевера выпадали раньше, чем растения другой, главным образом потому, что они по своей природе в условиях Шунтука были менее долго-

вечными, присутствие же второго компонента смеси способствовало их более быстрому отмиранию.

Шунтукский + Марусинский 150. Марусинский 150 — один из самых южных сортов позднеспелого типа — характеризуется более слабой реакцией на длину дня по сравнению с другими позднеспелыми более северными формами и в то же время эта реакция у него значительно более сильная, чем у южных раннеспелых форм, особенно у Шунтукского. В связи с этим в Шунтуке Марусинский 150 растет медленнее, чем Шунтукский, но быстрее северных позднеспелых. В наших посевах сортоизучения в Шунтуке Марусинский 150 был единственным из позднеспелых клеверов Европейской части СССР, у которого общий урожай первого укоса и отавы мало уступал урожаю Шунтукского за два укоса.

В смеси с Шунтукским Марусинский 150 отставал в росте с первых дней после посева и уже в июне, еще до того, как Шунтукский образовал стебли, растения Марусинского оказались в затенении. При скашивании 19 июля средний вес надземных органов растений Марусинского в смеси составлял 13 *г*, а в чистом посеве — 21 *г*. При отрастании после скашивания растения Марусинского продолжали сильно отставать в росте и находились в угнетении.

К весне в данной смеси сохранилось Шунтукского 90%, а Марусинского 150 только 15% от числа растений, имевшихся вначале. В урожае первого укоса доля Марусинского составляла лишь 2,4%. В чистом же посеве этого сорта весной на второй год на делянке имелось 42 растения на 1 *кв. м* (20%), которые сильно кустились и к концу июня образовали мощный травостой высотой более 1 *м*. Урожай зеленой массы превысил 10 *кг* с 1 *кв. м*.

Марусинский 150 + Шатиловский. Компоненты этой смеси сходны по реакции на длину дня и по скорости роста. Поэтому при посеве их в смеси не отмечалось в течение первого года жизни и в начале лета второго года угнетения растениями одной формы растений другой. Как смесь, так и чистые посевы обеих форм дали хорошие урожаи зеленой массы — около 10 *кг* с 1 *кв. м*. Если бы опыт был продолжен, то, возможно, здесь все же выявилось бы преимущество одного из компонентов.

В других смесях с позднеспелыми культурными формами клевера, происходящими из местностей, расположенных на различных географических широтах, быстрее растущие более южные формы угнетали медленнее растущие более северные и обычно ко второму году полностью вытесняли их из травостоя. Смеси эти следующие: Марусинский 150 + Конищевский (рис. 3); Конищевский + Хибины 1; Пермский + Хибины 1.

Рис. 3. Растения клевера из смешанного посева. Справа и слева — растения Марусинского 150, в середине — Конищевского.

Наиболее быстро вытеснение одного компонента смеси другим происходило в смешанном посеве Шунтукского с самой северной формой — Хибины 1. Через два месяца после посева средний вес растений Шунтукского был в 3,5 раза больше, чем растений Хибины 1 (48 и 14 *г*); к концу лета у последнего сохранились лишь единичные растения на краю делянки. В чистом же посеве сорта Хибины 1 бóльшая часть растений также отмерла в течение лета, так как при медленном росте он образовал слабую поверхностную корневую систему и больше всех страдал от засухи. Однако оставшиеся здесь в небольшом количестве (17 шт. на 1 *кв. м)* растения сильно кустились осенью, хорошо перезимовали и на следующий год образовали мощные многостебельные (в среднем по 26 стеблей) кусты высотой 60—70 *см,* от которых при желании можно было получить неплохой урожай сена или семян.

Следует отметить, что растения Хибины 1, а также других медленно растущих северных форм сохранились в опытах только благодаря тому, что сорняки на делянках выпалывались и не могли их заглушить.

Опыты, проведенные в Шунтуке, показали на более обширном, чем в Хибинах, материале, что быстрее растущие

растения клевера затеняют в посевах медленно растущие, угнетают их и часто обусловливают их гибель. Способность к быстрому росту, однако, не всегда приводит к преобладанию в травостое. Если растения слабо реагируют на длину дня и даже на коротком дне сохраняют способность относительно быстро расти в высоту и образовывать стебли, то они слабо кустятся и развивают маловетвистую корневую систему. Такие растения недолговечны и в чистом посеве, а в смешанных посевах с формами, несколько уступающими им по скорости роста на коротком дне, но кустящимися более интенсивно, они могут выпадать еще быстрее. В этом случае один компонент смеси угнетающе воздействует на другой в основном не посредством затенения, а тем, что, имея более развитую корневую систему, занимающую больший объем почвы, ухудшает для него условия корневого питания. Примером такой смеси является смесь Итальянского клевера с Шунтукским.

Опыты в Таллине

В Эстонии, несмотря на ее северное положение, выращиваются оба основных типа культурного клевера: позднеспелый и раннеспелый. Раннеспелый находится здесь у северной границы своего ареала; немного дальше к северу он заходит лишь в западной части Ленинградской области. Возможность успешного выращивания раннеспелого (двуукосного) клевера на такой широте определяется двумя благоприятными условиями. Во-первых, более теплой и затяжной осенью в Прибалтике и более длительным в связи с этим периодом вегетации, который заканчивается при более коротком дне, чем в областях РСФСР, расположенных к востоку на той же широте и несколько южнее (восточные районы Ленинградской, Новгородской и Калининской областей, Ярославская, Вологодская и другие смежные области), где надежны только посевы позднеспелого клевера. Вторым благоприятным для получения двух укосов условием, на которое указывал уже Н. А. Миняев (1954), является наличие в Эстонии и западных районах Ленинградской области карбонатных почв с наиболее соответствующей потребностям клевера слабокислой или нейтральной реакцией. На таких почвах клевер быстрее отрастает после второго укоса и лучше готовится к зиме, чем на кислых подзолистых.

Эстонские позднеспелые клевера, как районированный сорт Йыгева 205, так и местные крестьянские сорта, отличаются, по нашим наблюдениям, от северных русских (Ярославского, Пермского и др.) более слабой реакцией на длину дня и вследствие этого более интенсивным ростом в конце периода вегетации. Местные же раннеспелые клевера, которые Миняев от-

носит к северному подтипу этого типа, в условиях Эстонии сходны с южными раннеспелыми по ритму развития в летние месяцы, когда день длится 16—18,5 часа, и значительно отличаются от них более медленным ростом и развитием в конце лета и осенью при длине дня менее 16 часов.

В Эстонии в летние месяцы различия в скорости роста молодых растений и листьев отавы разных форм клевера проявляются значительно слабее, чем в Шунтуке, но более заметно по сравнению с Хибинами.

В Таллине было проведено много различных опытов со смешанными посевами. В большинстве этих опытов наблюдалось угнетающее воздействие растений одной формы на растения другой. Однако и здесь быстрее растущие формы не всегда становились преобладающими в травостое. Результаты взаимодействия в смесях разных по биологическим свойствам растений зависели во многом от условий опытов: сроков и способов посева, нормы высева (площади питания на одно растение), сроков скашивания и от плодородия почвы. Ниже дается описание наиболее интересных результатов опытов.

В 1957 году был заложен опыт со смешанным посевом культурного раннеспелого клевера из Ленинградской области и дикорастущего из южных районов Коми АССР. Культурный клевер обладал свойствами охарактеризованных выше северных раннеспелых форм. Взятая для опыта форма дикорастущего отличается сильной реакцией на длину дня и поэтому растет в конце лета и осенью медленно и обладает высокой зимостойкостью. Во второй и последующие годы эта форма зацветает почти одновременно с раннеспелыми культурными формами, но в отличие от них после скашивания не образует второй генерации стеблей.

Опыт был поставлен в двух вариантах. В первом варианте семена были посеяны в начале июня в пикировочные ящики, а 8 июля растения, имеющие один тройчатый лист, были высажены на участке с богатой огородной почвой в смеси и в чистом виде на значительном расстоянии друг от друга — 12,5 × × 12,5 *см*. Во втором варианте семена этих форм посеяли в начале июля в смеси (в соотношении 1 : 1) и в чистом виде прямо в грунт по 2 *г* на 1 *кв. м* (около 1200 семян).

В первом варианте опыта культурный клевер рос быстрее дикорастущего; в августе он образовал стебли и в конце месяца зацвел. Несмотря на отставание в росте, растения дикорастущего, вследствие значительного расстояния между соседними растениями, долго не были затенены. Некоторое угнетение от затенения дикорастущий начал испытывать лишь после того, как культурный образовал стебли. Все же 25 августа, когда

растения в опыте были срезаны на высоте 6 *см*, средний вес отрезанных частей дикорастущего в смеси был значительно меньше, чем в чистом посеве (табл. 2).

Таблица 2. **Результаты опыта со смешанным посевом культурного раннеспелого клевера и дикорастущего из Коми АССР**

Формы клевера	Смешанный посев			Чистый посев		
	Перезимовало растений, %	Высота растений, *см*	Сырой вес одного растения, *г*	Перезимовало растений, %	Высота растений, *см*	Сырой вес одного растения, *г*
	Первый год жизни; 25 августа					
Раннеспелый культурный	—	50	91	—	52	61
Дикорастущий	—	21	38	—	33	50
	Второй год жизни; 8 июля					
Раннеспелый культурный	12	80	9	29	85	238
Дикорастущий	67	85	418	46	90	272

В связи с тем, что у культурного клевера все побеги, за исключением центрального материнского, образовали стебли, его растения, после того как стебли были срезаны, остались без листьев. Потребовалось довольно много времени, чтобы материнский укороченный побег образовал новые боковые побеги и на них развились листья. Лишь к концу сентября растения этой формы восстановили листовую площадь. У дикорастущего же в конце августа растения имели в основном укороченные побеги и лишь в чистом посеве у него было немного стеблей. При срезании на высоте 6 *см* растения дикорастущего лишились этих стеблей и большей части листьев, укороченные же побеги и молодые неразвернувшиеся листья остались нетронутыми. После срезания растения дикорастущего довольно быстро образовали новые листья, и, так как растения культурного клевера их уже не затеняли, они могли интенсивно ассимилировать, довольно быстро расти и готовиться к зиме. Осенью, когда у культурного развились листья, он уже не мог затенить растения дикорастущего.

Ко второму году жизни растений культурного клевера сохранилось немного: в смешанном посеве — 12%, в чистом — 29%. Дикорастущий перезимовал лучше, его осталось в смешанном посеве 67%, в чистом посеве 46%. Летом на второй год дикорастущий полностью преобладал в травостое. Более сильные, имеющие мощные корни растения дикорастущего явно

вытесняли растения культурного, но не столько тем, что затеняли их, а воздействуя главным образом через почву. При укосе в начале июля на делянке в 1 *кв. м* имелось 21 растение дикорастущего и только на краях сохранилось 4 растения культурного раннеспелого клевера. В урожае же зеленой массы участие культурного было ничтожно — менее 1%.

В чистом посеве культурный раннеспелый хотя и вышел слабым из зимовки, но за весну поправился и дал неплохой урожай зеленой массы — 5,7 *кг* с 1 *кв. м*.

Во втором варианте опыта результаты были совершенно иные. Здесь в год посева до конца лета растения стеблей не образовали, перед уходом в зиму они находились в фазе кущения и имели хорошо развитые укороченные побеги. Всходы были густые и определить, хотя бы приблизительно, сколько растений принадлежало к одной форме и сколько к другой, было трудно. По-видимому, в смеси растения культурного были выше растений дикорастущего и затеняли их, так как в чистых посевах это различие в росте было хорошо выражено. Осенью растения культурного клевера имели в высоту 27 *см*, дикорастущего — 18 *см*.

Результаты взаимодействия форм в смешанном посеве проявились отчетливо в этом варианте опыта только на следующий год. Летом 1958 года на делянке со смешанным посевом имелись лишь единичные растения, которые можно было уверенно отнести к дикорастущей форме. Стебли всех растений имели по 5—7 развитых междоузлий. Растения дикорастущего можно было узнать по более сильному опушению и немного меньшим размерам листьев. Цветение раннеспелого культурного началось в первых числах июля, дикорастущий начал цвести на четыре дня позже. 8 июля растения были срезаны. В августе на делянке со смешанным посевом почти все растения вновь образовали стебли. Это свидетельствовало о том, что травостой здесь состоял почти исключительно из растений раннеспелого культурного клевера. На делянках с чистым посевом дикорастущий в конце лета имел лишь небольшое число стеблей, отросших от пеньков, оставшихся от первого укоса. Всходы дикорастущего на делянке со смешанным посевом, очевидно, в массе погибли в первый год жизни, будучи подавлены быстрее растущими растениями культурного клевера.

Данный опыт показал, что результаты взаимодействия двух форм в смеси зависят в большой мере от сроков и способов посева, влияющих на темп и характер роста, а также на развитие растений. Большое значение имеет также расстояние между растениями, поскольку от этого зависит начало взаимодействия между ними. Если медленно растущее растение успеет

раскуститься и окрепнуть до начала затенения более рослыми соседями, оно способно противостоять их угнетающему влиянию и, когда те ослабнут, занять господствующее положение.

Для изучения влияния уровня плодородия почвы на взаимоотношения форм в смешанном посеве в мае 1961 года был поставлен опыт с культурным позднеспелым клевером Йыгева 205 и местным дикорастущим. Эта форма дикорастущего имеет тонкие, короткие, полулежачие стебли, мелкие листья, очень рано зацветает на второй и в последующие годы жизни и характеризуется сильной реакцией на длину дня, в связи с чем медленно растет, особенно во второй половине лета. Опыт проводили в ящиках на двух фонах — на плодородной дерново-карбонатной почве, удобренной дополнительно РК, и на бедной дерново-глеевой без РК. В ящиках высотой 25 *см* и площадью 1200 *кв. см* (30 × 40) выращивали по 24 растения (в смешанном посеве по 12 растений каждого компонента). Ящики ставили рядами, вплотную один к другому. Они были окружены такими же ящиками с растениями клевера. Таким образом в опыте создавались условия освещения, близкие к условиям обычных посевов. На зиму ящики с растениями закапывали до верхнего края в торф.

На плодородной почве быстрее растущие растения культурного клевера в конце июля затенили растения дикорастущего и поэтому последние в течение второй половины лета находились в сильном угнетении.

После того как в начале сентября растения были срезаны, культурный клевер вновь быстро образовал листья и опять затенил и без того слабые, медленно отрастающие растения дикорастущего. К весне следующего года в двух ящиках со смешанным посевом из 24 растений дикорастущего осталось в живых лишь 4, но и эти растения погибли летом на второй год под мощным травостоем культурного, который достигал высоты 110—120 *см*.

На бедной почве растения росли медленно и хотя здесь также наблюдались большие различия в высоте между формами, растения культурного не смогли сильно затенить растения дикорастущего. Обе формы хорошо перезимовали. На второй год стебли растений культурного клевера были длиной всего лишь 40—45 *см* и также не могли затенять и угнетать растения дикорастущего, которые достигали в высоту 30—35 *см*. В этих условиях дикорастущий в смеси не погибал, а находился лишь в состоянии слабого угнетения.

Опыт этот, следовательно, показал, что в посевах клевера на плодородной почве естественный отбор, обусловленный

взаимовлиянием растений, действует более жестко, чем на бедной почве.

В Таллине было проведено несколько опытов с целью изучения в смеси взаимоотношений позднеспелого клевера Йыгева 205 с раннеспелым Йыгева 433. В молодом возрасте растения этих форм растут почти с одинаковой скоростью и только позднее, образуя раньше стебли, Йыгева 433 обгоняет в росте Йыгева 205.

Смеси этих форм выращивали в первый год жизни без покрова и под покровом ячменя. При весеннем беспокровном посеве лишь в августе растения раннеспелого клевера, образующие в массе стебли, оказывались в верхнем ярусе. В конце августа, когда начиналось массовое цветение Йыгева 433, или несколько позже, в начале сентября, опытные растения срезались. После срезания в травостое начинал преобладать позднеспелый клевер, укороченные побеги которого не повреждались при срезании и быстрее образовывали новые листья, чем растения раннеспелого, остающиеся после срезания без листьев и без укороченных побегов, с одним центральным материнским побегом. На второй год жизни в таких посевах растений раннеспелого клевера в смеси почти не оставалось.

Если смесь позднеспелого и раннеспелого клеверов высевалась под покров, то в конце лета, после уборки покрова, оба сорта были представлены почти в одинаковом количестве. К концу осени раннеспелый клевер часто образовывал некоторое количество стеблей и был немного выше позднеспелого, но сильного угнетающего воздействия на него не оказывал. Первую зиму в таких посевах обе формы обычно перезимовывали одинаково. На второй год в травостое первого укоса имелись в значительном количестве растения и раннеспелого, и позднеспелого клевера. Раннеспелый зацветал раньше. Во время цветения он был выше позднеспелого. Дальше взаимоотношения форм складывались по-разному в зависимости от сроков первого укоса. Если смешанный травостой скашивали во время цветения раннеспелого клевера, то в августе появлялась вторая генерация его стеблей, образующих верхний ярус травостоя, а позднеспелый, имеющий в отаве только укороченные облиственные побеги, находился в нижнем ярусе. При желании, собрав семена со второго укоса, можно легко отделить раннеспелый от позднеспелого. После второго укоса, проводимого обычно во второй половине августа, раннеспелый долго не может восстановить листовую площадь, и господствовать в посеве начинают растения позднеспелого, имеющие больше листьев. На третий год растений позднеспелого в таких посевах почти не оставалось.

Если травостой смеси на второй год жизни оставляли нескошенным до зацветания позднеспелого клевера, то этот клевер, продолжая в начале июля быстро расти, обгонял в росте раннеспелый клевер, цветущие растения которого оказывались во втором ярусе и были сильно затенены. Опыление насекомыми цветков раннеспелого клевера и созревание у них семян в таких условиях было затруднено. После скашивания смешанного травостоя во время цветения позднеспелого клевера, обычно 15—20 июля, во второй половине лета растения раннеспелого снова образовывали стебли и зацветали в этом случае несколько позже, чем при скашивании в нормальное для них время. После второго укоса, проводимого в начале сентября, преобладание в посеве получал позднеспелый клевер, по тем же причинам, что и при скашивании второго укоса во второй половине августа. Следовательно, раннеспелый клевер в подпокровных посевах в смеси с позднеспелым при одинаковом количестве высеянных семян не смог удержаться в травостое дольше, чем до конца второго года жизни. В чистых подпокровных посевах он обычно дает более или менее удовлетворительный урожай и на третий год жизни.

В одном из опытов были посеяны под покров ячменя в смеси позднеспелый клевер Йыгева 205 и раннеспелый южный Белоцерковский 3306 (Киевская область УССР). Белоцерковский клевер, как и другие украинские раннеспелые, слабее реагирует на длину дня, чем северные раннеспелые, поэтому в условиях Эстонии он осенью долго растет, позже формирует лежачую зимующую розетку и значительно хуже перезимовывает. В опыте в первое лето после уборки покрова можно было наблюдать, что в смеси и в чистом посеве растения Белоцерковского росли быстрее, чем растения Йыгева 205, и в значительном количестве образовали к осени стебли. В октябре травостой на всех делянках пришлось скосить. На второй год там, где была посеяна смесь форм, имелся чистый травостой Йыгева 205. На делянках же с чистым посевом Белоцерковский неплохо сохранился и дал в первом укосе удовлетворительный урожай — 512 *г* сена с 1 *кв. м*. Однако после первого укоса он сильно изредился, и урожай второго укоса был плохой — 69 *г* сена с 1 *кв. м*. На третий год в чистом посеве Белоцерковского остались лишь единичные растения. В смеси этих двух форм медленно растущая, но более зимостойкая форма вытесняла быстрее растущую в молодом возрасте менее зимостойкую, так же, как это происходило в некоторых описанных выше опытах.

Большой интерес представляют некоторые опыты с посевом смеси культурного клевера Йыгева 205 с местным дикорастущим. Последний был уже охарактеризован выше при описа-

нии опыта с разным плодородием почвы. При посеве данной смеси на удовлетворительных и хороших почвах без покрова в начале лета культурная форма уже в год посева подавляла дикорастущую; на второй год в травостое можно было найти лишь слабые растения дикорастущей, не игравшие никакой роли в урожае.

В одном из полевых опытов Йыгева 205 и дикорастущий были посеяны под покров ячменя, при этом перед посевом было внесено, кроме фосфорных и калийных удобрений, 30 *кг* N на 1 *га*. Ячмень был очень густой, высотой 90—100 *см*. При сильном затенении клевера ячменем растения дикорастущего погибли в период жизни под покровом как в смешанном, так и в чистом посеве. Растения Йыгева 205 были сильно ослаблены и в значительной мере тоже погибли, но все же они сохранились в количестве, достаточном для того, чтобы в следующем году дать хороший урожай.

В другом опыте указанные две формы также выращивались в смеси под покровом. Всходы в фазе семядолей были посажены в междурядья ячменя шириной 15 *см*, на расстоянии 5 *см* друг от друга. В этом опыте ячмень был также очень густым и нижние горизонты посева были сильно затенены. Истощенные вследствие недостатка света растения дикорастущего начали отмирать в конце августа. Чтобы не допустить их массовой гибели, ячмень в это время убрали. Растения клевера, находившиеся на довольно больших расстояниях друг от друга (15 × 5 *см*), не приходили в соприкосновение во время нахождения их под покровом. После выхода из-под покрова прошло около трех недель, прежде чем они раскустились и листья их закрыли поверхность почвы, но густого травостоя, при котором начинается взаимодействие форм, до конца осени не создалось. Растения Йыгева 205 были значительно крупнее растений дикорастущего. Обе формы в этом опыте хорошо перезимовали. С весны следующего года растения Йыгева 205 росли значительно интенсивнее, и дикорастущий вскоре оказался затененным и почти перестал расти. Участие его в урожае было ничтожным. Растения дикорастущего в этом опыте, несмотря на сильное угнетение в первой половине лета, не отмерли и после скашивания до смыкания быстро растущих листьев растений Йыгева 205 успели также образовать новые листья и немного отрасти. К концу лета они опять оказались затененными, но продолжали жить. Очевидно, при такой площади питания, какая была в опыте (75 *кв. см*), периодическое осветление растений дикорастущего (после уборки покрова и после укосов) позволяло ему создавать некоторые запасы питательных веществ и переживать периоды затенения. В таком травостое растения культурного клевера могут состариться и начать

отмирать раньше растений дикорастущего, вследствие чего на третий или четвертый год после посева дикорастущий может стать доминирующим в травостое.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ И ВЫВОДЫ

Большинство форм клевера, использованных в проведенных нами опытах со смешанным посевом, резко различалось по биологическим свойствам. В связи с этим воздействие растений одной формы на растения другой в смешанных травостоях было почти всегда очень сильным. В практике клеверосеяния столь сильное угнетение одних растений другими, определяемое различиями в их свойствах, встречается довольно редко. Оно может иметь место, например, при посеве случайной смеси разных сортов, в гибридных популяциях, а также в случае появления в посевах культурного клевера всходов дикорастущей формы из твердых семян, имевшихся в почве.

В посевах более или менее установившихся сортов при относительно небольших различиях в свойствах слагающих популяцию биотипов судьба отдельного растения зависит в основном от случайных причин: от того, насколько были благоприятны условия для быстрого прорастания семян, каковыми оказались микроусловия почвенного питания, увлажнения и освещенности (что важно при росте под покровом), как далеко расположены соседние растения и пр. Однако на фоне всех этих случайных причин даже незначительные различия в биологически важных свойствах растений, как это давно разъяснено Ч. Дарвином, закономерно сказываются на преимущественном переживании или гибели растений с определенными свойствами. Закономерности, четко обнаруживающиеся только при массовых явлениях, в посевах клевера могут проявляться в полной мере. При высеве 15—20 *кг* (9—12 млн. семян) на 1 *га* на одном квадратном метре появляется нередко 700—900 всходов. Бо́льшая часть их погибает в первые недели или месяцы жизни. К осени в год посева на 1 *кв. м* даже в благоприятных условиях остается обычно 100—200 растений, а часто и намного меньше.

Несмотря на то, что в наших опытах явления, характеризующие взаимоотношения растений, выступали как бы в преувеличенном виде, опыты все же объективно отражали процессы, происходящие в травостое, на которых основывается действие естественного отбора. Важно то, что на основании опытов можно получить представление о направлениях действия естественного отбора в различных условиях.

Опыты подтвердили наблюдения Р. Вильямса и И. С. Травина, отметивших, что в посевах клевера одни растения влияют

на другие главным образом посредством затенения. Отсюда следует, что одним из важнейших биологических свойств, от которого зависит место растения в травостое, является скорость роста. Поскольку скорость роста, как нами было установлено, определяется в значительной мере присущей растению интенсивностью реакции на длину дня, взаимоотношение одних и тех же форм (или биотипов) в посеве может складываться по-разному в местностях с неодинаковым климатом и различной длиной дня или в одной и той же местности в различные периоды вегетации. Неодинаково проявляется и действие естественного отбора.

Вместе с тем из опытов следует, что в посевах не всегда имеют преимущество быстрее растущие растения. Более быстрый рост свойствен менее зимостойким растениям клевера, которые в большей мере погибают зимой. Если же такие растения не погибнут в течение зимы, а только сильно ослабнут, то на следующее лето те растения, которые росли в первое лето медленнее, но были меньше истощены за зиму, могут их заглушить.

Точно так же в посевах далеко не всегда преимущество остается за наиболее зимостойкими растениями. Способность хорошо подготовиться в конце лета к зиме и осенью в процессе закалки развить высокую зимостойкость закономерно связана с сильной реакцией на длину дня и более медленным вследствие этого ростом, особенно во второй половине лета, когда день идет на убыль. Если условия зимовки не очень суровы, то в посеве начинают доминировать не потенциально более зимостойкие растения, а находящиеся по зимостойкости ближе к минимальному для данных климатических условий пределу, но зато способные расти быстрее. Более быстрый рост часто является более важным биологическим свойством, чем высокая (избыточная в обычные для данной местности годы) зимостойкость. Об этом нам уже приходилось писать в одной из ранее опубликованных статей (Душечкин, 1959).

Кроме отбора по скорости роста в посевах, как можно заключить на основании некоторых опытов, происходит также отбор по максимальной высоте растений или по длине стеблей. В травостоях занимают преимущественное положение наиболее высокие растения, способные дольше расти летом и выходить в верхний ярус. Примером этого в опытах являлась смесь культурного позднеспелого и культурного раннеспелого клеверов.

Поскольку урожай клевера, как и других трав, в значительной мере зависит от высоты травостоя, естественный отбор по длине стеблей является одновременно и отбором на высокую урожайность. В наличии такого отбора в посевах и состоит, по

нашему мнению, основная причина того, что местные стародавние клевера характеризуются настолько высокой урожайностью, что ее не удалось сколько-нибудь существенно превзойти при выведении селекционных сортов.

Отбор на высокую урожайность идет более интенсивно при высоком плодородии почвы, так как в этом случае более высокорослые растения сильнее угнетают и вытесняют из травостоя медленно растущие низкорослые.

Высокорослые, дольше растущие растения клевера являются вместе с тем наиболее позднеспелыми. В связи с этим в зоне выращивания позднеспелых клеверов создаются в результате естественного отбора местные сорта, предельно позднеспелые для климатических условий данного географического района. Это положение можно подтвердить тем, что среднерусские клевера (например, орловские), сформировавшиеся в центральных областях Европейской части РСФСР, наиболее позднеспелые. Более северные (например, ярославские) немного более раннеспелы, чем среднерусские, а клевера из северо-восточных областей (Пермский и другие) зацветают на 2—3 дня раньше Ярославского. Наиболее же северный из имевшихся в наших опытах стародавних местных сортов — норвежский сорт Мольштад являлся по времени цветения и созревания семян наиболее раннеспелым из всех европейских позднеспелых клеверов. Предел позднеспелости для каждого климатического района зависит от времени наступления осенних холодов и от сроков уборки посевов на семена. Можно дополнительно отметить, что различия в позднеспелости местных одноукосных клеверов Н. А. Миняев (1954) отмечал даже в пределах одной Ленинградской области: в восточных районах, где осень наступает раньше и период вегетации короче, стародавние клевера были несколько более раннеспелы, чем в западных районах с более мягким климатом и затяжной осенью.

В наших опытах не удалось достаточно четко выявить влияние на процесс естественного отбора покровной культуры. Можно, однако, на основании опытов высказать предположение, что в условиях короткого дня, создающихся под покровом, усиливается дифференциация растений по реакции на длину дня и в молодом возрасте они подвергаются более жесткому отбору по скорости роста, чем в посевах без покрова. Медленно растущие растения гибнут под покровом в первую очередь не только потому, что их заглушают соседние быстрее растущие растения клевера, но и потому, что они хуже переносят затеняющее влияние покровной культуры (Душечкин, 1966).

Изменяя сроки и способы посева, нормы высева, сроки скашивания и уборки на семена, можно влиять на ход естественного отбора. Примеры этому имеются в наших опытах.

Проблема естественного отбора в посевах клевера нашими исследованиями освещена, конечно, лишь частично. Совсем остались незатронутыми такие вопросы, как влияние на естественный отбор клевера злаковых трав, высеваемых часто в смеси с клевером, например тимофеевки; не было проведено опытов с различным соотношением форм в смеси, не удалось поставить долголетние опыты и проследить, какие формы сохраняются в травостое на четвертый-пятый год после посева.

В заключение остановимся на одном выводе из результатов опытов, который может иметь значение в практике клеверосеяния.

В начале 60-х годов, в период неправильного, отрицательного отношения к полевому травосеянию оказались утерянными некоторые ценные стародавние местные сорта клевера. Во многих хозяйствах, однако, еще до сих пор сохраняются участки старых клеверищ, где имеется некоторое количество растений культурного клевера и нередко одновременно растут более или менее обильно растения дикорастущего. Для восстановления местного стародавнего клевера, по нашему мнению, можно собрать с таких участков семена, хотя бы без всякого отбора, и высеять их достаточно большой нормой обычным способом под покров зерновой культуры на высоком агрофоне. В течение 2—3 поколений малоурожайные формы из такой смеси-популяции будут удалены естественным отбором и местный сорт восстановит свою урожайность.

В семеноводстве клевера, если только не ставится задача сохранить в чистоте популяцию, состоящую из специально отобранных растений с рецессивными признаками, можно не опасаться переопыления небольшой части растений культурного клевера с низкорослыми дикорастущими формами. Гибридные растения при пересеве погибнут в первую очередь, и в популяции останутся только высокорослые растения культурного типа.

Опыты показали, что вырождение сортов культурного клевера может происходить при низком уровне агрономической культуры, когда клевер высевается в течение ряда поколений на бедных почвах и травостои его бывают редкие и низкорослые. В этом случае нет естественного отбора на урожайность. В посевах сохраняются и менее урожайные растения культурного типа, и дикорастущие, появляющиеся из запасов твердых семян в почве, и гибридные, возникающие от скрещивания культурного клевера с дикорастущими. В условиях низкого плодородия, по-видимому, может происходить повышение зимостойкости популяции, но это не возмещает ухудшения сорта вследствие понижения урожайности.

В селекции клевера, особенно за рубежом, в последние го-

ды большие надежды возлагаются на тетраплоидные сорта, которые, по данным многих специалистов, дают на 15—20% более высокие урожаи, чем обычные диплоидные. Широкому внедрению тетраплоидных сортов в производство, однако, препятствует их низкая семенная продуктивность. Более перспективно, по нашему мнению, использование в селекции клевера эффекта гетерозиса. Многие отечественные исследователи приводят в своих работах данные, свидетельствующие о значительном повышении урожайности в первом поколении гибридных популяций, полученных от переопыления на семенных участках соответствующих пар сортов. Однако получение гибридных семян в количестве, достаточном для засева всех производственных площадей, — дело нелегкое и станет еще сложнее, если у клевера будет обнаружена и использована в семеноводстве мужская стерильность. По-видимому, нашим хозяйствам еще длительное время придется использовать стародавние местные сорта клевера. Эти сорта могут давать значительно более высокие урожаи, чем получают от них сейчас. Сохранение высоких качеств местных сортов является поэтому важной задачей. Наши исследования позволяют наметить некоторые пути к этому. Вместе с тем изучение естественного отбора в посевах необходимо, чтобы разработать правильные приемы семеноводства специализированных сортов клевера для долголетних культурных лугов и культурных пастбищ, в выведении которых давно заинтересованы наши луговоды.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

Душечкин В. И. 1951. О скорости роста различных форм красного клевера при разной длине дня. Докл. АН СССР, т. 81, № 1.
Душечкин В. И. 1958. Накопление урожая сухого вещества и использование пластических веществ разными сортами красного клевера в год посева. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 7, № 3.
Душечкин В. И. 1959. Причины неудач в селекции клевера на зимостойкость. Селекция и семеноводство, 2.
Душечкин В. И. 1965. Чистая продуктивность фотосинтеза у разных форм красного клевера. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 14, № 3.
Душечкин В. И. 1966. Фотопериодическая реакция и рост разных форм красного клевера под покровной культурой. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 15, № 3.
Константинова А. М. 1960. Селекция и семеноводство многолетних трав. М., Сельхозгиз.

Марков М. В. 1965. Экспериментальное изучение взаимоотношений между растениями в растительном сообществе. В сб.: Экспериментальная ботаника. Изд-во Казанского ун-та.

Миняев Н. А. 1954. Местные культурные клевера Ленинградской области и пути их использования для создания устойчивого высокопродуктивного семеноводства. В сб.: Вопросы семеноводства красного клевера. Изд-во ЛГУ.

Нильсон-Лейснер Г. 1955. Естественный отбор и селекция перекрестноопыляющихся растений. В сб.: Свалефская селекционная станция (Швеция). 1886—1946. М., Изд-во иностр. лит.

Травин И. С. 1948. Формирование сорта. Селекция и семеноводство, 8.

Williams, R. D. 1927. Clovers problems. Welsh Journ. Agriculture, vol. 3.

РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ОБЛАСТИ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ И ЕЕ ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В СОВЕТСКОЙ ЭСТОНИИ

Р. ТООМРЕ

Научно-исследовательской работой по культурным пастбищам на территории Эстонии начали систематически заниматься примерно в 1921 году на Йыгеваской селекционной станции (входит теперь в состав Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации) и на Вяндраской опытной станции (теперь находится в ведении Эстонского научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии). В Йыгева исследования имели целью выявить виды трав, наиболее пригодные для культурных пастбищ, в Вяндра разрабатывались преимущественно вопросы закладки и использования культурных пастбищ. В 1926 году научно-исследовательская работа по культурным пастбищам была начата также и на Государственной сельскохозяйственной опытной станции в Куузику (теперь опытная база «Куузику» Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации), где главное внимание уделялось проблеме удобрения. Кроме того, опытами по удобрению и сбором данных по урожайности культурных пастбищ, заложенных различными способами на разных почвах, занималось также Эстонское общество по развитию сенокосов и пастбищ. Объем исследовательской работы в период 1921—1941 годов был весьма ограничен. Бо́льшая часть материалов исследований осталась необработанной и неопубликованной.

В годы Великой Отечественной войны научные исследования по культурным пастбищам в Эстонии резко сократились: опыты в большей части были прекращены, а опытные участки полностью уничтожены.

После войны исследовательская работа по культурным пастбищам была возобновлена с организацией Академии наук Эс-

тонской ССР и переходом сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений в ее систему. В первые годы в ограниченном объеме велись наблюдения за развитием травостоев и использованием культурных пастбищ. С 1950 года работа по организации опытных баз для исследования культурных пастбищ усилилась, были заложены долголетние опыты и начаты обработка и систематизация исследовательских материалов прежних лет.

Более широкий размах научно-исследовательская работа в области культурных пастбищ в Эстонии приобрела в связи с реорганизацией сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений в 1956 году. В составе Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации был создан отдел культурных пастбищ, один из наиболее крупных в Советском Союзе, который вскоре стал исследовательским центром всей опытной работы по культурным пастбищам в республике. Институтом была создана широкая и разносторонняя сеть опытных баз для проведения исследовательской работы по культурным пастбищам. Главными экспериментальными базами по изучению культурных пастбищ стали опытные хозяйства «Саку», «Куузику», «Йыгева», «Тоома», «Полли» и «Карья». Общая площадь культурных пастбищ этих хозяйств в 1966 году составляла 1433 га, из них 599 га под опытными участками. Эти культурные пастбища, созданные на различных почвах, разнообразными способами и для разных целей, с травостоями различного возраста (старейшим из них до 40 лет), и заложенные на них долголетние опыты дают ценнейший материал по вопросам биологии и использования травостоев культурных пастбищ.

Наш опыт по использованию культурных пастбищ в условиях крупных хозяйств пока еще невелик, так как первоначально культурные пастбища создавались в мелких хозяйствах. В крупном сельскохозяйственном производстве имеются совершенно особые условия для использования этих пастбищ, в связи с чем возникает ряд важных вопросов, исследованных недостаточно или совсем неизученных. Из них в первую очередь надо отметить следующие: специализация использования культурных пастбищ, сущность длительности использования пастбищ, предельная нагрузка их скотом, а также влияние этих факторов на эффективность использования культурных пастбищ. Для исследования этих вопросов необходимо наличие опытной базы, соответствующей условиям крупного сельскохозяйственного производства. Требуется создать обширную специализированную систему использования культурных пастбищ с соответствующими центрами на массивах культурных пастбищ.

Такая система сейчас уже формируется на базе пяти опытных хозяйств Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации («Саку», «Куузику», «Полли», «Тооома» и «Карья»). В систему входят десять пастбищных центров для дойного стада коров (всего 29 групп по 100—120 коров в каждой, итого около 3200 коров), пять центров выращивания телок (примерно для 2000 телок) и три — для выращивания на мясо бычков (около 500 бычков). Общая площадь культурных пастбищ в этих опытных хозяйствах достигнет 2900 *га*, из которых около 200 *га* орошаемых. Формирование систем загонов культурных пастбищ будет закончено к 1975 году. Создаваемая исследовательская база станет одной из самых крупных и совершенных. Она даст возможность проводить исследование всех проблем, связанных с использованием культурных пастбищ в условиях крупного сельскохозяйственного производства.

Кроме проводимых в Эстонском научно-исследовательском институте земледелия и мелиорации исследований по культурным пастбищам, аналогичная работа ведется еще в Эстонском научно-исследовательском институте животноводства и ветеринарии, особенно на его Вяндраской опытной станции круп-

Рис. 1. Загонная пастьба коров на культурном пастбище в показательном совхозе «Саку».

ного рогатого скота, а также в учебно-опытных хозяйствах Эстонской сельскохозяйственной академии («Раади», «Соотага», «Эрика»), в которых также созданы опытные базы для проведения научно-исследовательской работы по культурным пастбищам.

Параллельно с организацией опытных баз в Эстонии соответственно росло и количество научных работников, повышалась их квалификация. В настоящее время в числе специалистов, занятых исследовательской работой по культурным пастбищам в республике, имеются два доктора и девять кандидатов наук. Кроме того, несколько человек заканчивают работу над диссертациями.

Научно-исследовательская работа по культурным пастбищам в Эстонской ССР развивается многосторонне и охватывает большинство важнейших вопросов, связанных с их использованием. Основными составными частями этой работы являются: классификация применяющихся травостоев культурных пастбищ и изучение агробиологических свойств травостоев; выяснение микробиологических процессов, происходящих в почве пастбищ, и влияние этих процессов на урожайность и продолжительность жизни травостоев различного типа; исследования вопросов рационального удобрения и использования культурных пастбищ.

Долголетние исследования культурных кормовых угодий показали, что следует различать травостои двух типов: сенокосный и пастбищный. Различия между ними состоят не только в способе использования, от которого зависят некоторые различия в их ботаническом составе. В действительности в этих двух типах пастбищ мы имеем дело с явлениями, совершенно различными по биологическим и экономическим свойствам. Травостои сенокосного и пастбищного типов различаются не столько ботаническим составом, сколько совершенно различно протекающими биологическими процессами.

В дернине пастбищного типа количество корневой массы обычно значительно больше, чем в дернине сенокосного типа. Наши исследования показали, что количество корневой массы в дернине культурных кормовых угодий в первую очередь зависит от типа и возраста травостоя. Оно меньше в дернине сенокосного типа по сравнению с пастбищным. В зависимости от типа и густоты травостоя количество сухого вещества корневой массы в дернине сенокосного типа колеблется в пределах 30—100 *ц* на 1 *га*, а в дернине пастбищного типа оно значительно выше. В дернине культурных пастбищ с травостоем из низовых злаковых, богатым белым клевером, запасы сухого вещества корневой массы на площади в 1 *га* достигают обычно 200 *ц*, а в отдельных случаях — даже 350 *ц* и более. Так, опре-

деления, проведенные на опытной базе «Куузику» Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации в 8—10-й год опытов, показали, что запасы корневой массы в дернине колебались от 161,5 до 355,0 *ц* на 1 *га* и в среднем по всем опытам составляли 260,7 *ц*. При этом количество сухого вещества корневой массы может в десять раз превышать количество сухого вещества надземных частей, получаемого в виде урожая за весь вегетационный период. Корневая масса в дернине культурных пастбищ располагается преимущественно в верхнем слое, на глубине 0—10 *см*. Количество корневой массы в дернине культурных кормовых угодий колеблется в течение вегетационного периода довольно значительно и, будучи меньше всего весной, увеличивается в течение лета, достигая максимума в августе или к концу вегетационного периода. Интенсивность удобрения не оказывает значительного влияния на количество корневой массы.

Хотя запасы корневой массы в дернине пастбищного типа часто в несколько раз выше, чем в дернине сенокосного типа, накопления малоактивных органических веществ на пастбище не происходит из-за интенсивных микробиологических процессов в почвах культурных пастбищ. В условиях рационального использования и правильного удобрения почвы культурных пастбищ характеризуются высокой биогенностью, сохраняющейся десятилетиями.

В дернине пастбищного типа образуется специфический ценоз микроорганизмов, которому в условиях правильного ухода и удобрения культурных пастбищ свойственна высокая активность микробиологических процессов. Следует отметить, что под травостоями пастбищного типа активность микроорганизмов в почве не снижается в течение десятилетий. Из данных исследований (Gurfel, 1961; Гурфель, 1966) вытекает, что в почвах старых (32—40 лет) культурных пастбищ процессы аэробного разложения клетчатки и нитрификации, являющиеся показателями интенсивности процессов минерализации, протекают очень активно. Так, количество целлюлозоразлагающих и нитрифицирующих бактерий в поверхностном (0—5 см) слое почвы старых культурных пастбищ в 4—5 раз выше, чем в почве молодых культурных пастбищ. Также велико количество актиномицетов в верхнем слое почвы старых культурных пастбищ. Как известно, активная деятельность актиномицетов проявляется в более поздних стадиях разложения растительных остатков и характеризует интенсивность происходящего в почве процесса гумификации. Большое количество актиномицетов в верхнем слое почвы долголетних культурных пастбищ наряду с активной деятельностью нитрофицирующих и целлюлозоразлагающих бактерий показывает, что в дернине этих

пастбищ отстутствуют запасы малодоступного органического вещества. Активность микробиологических процессов в почвах старых культурных пастбищ нисколько не ниже активности этих процессов в хорошо удобренных полевых почвах.

Благодаря высокой биологической активности дернины пастбищного типа происходит постоянное повышение плодородия почвы и в зоне активной деятельности корневой системы увеличиваются запасы легкодоступных для растений питательных веществ. Несмотря на медленный ход этого процесса, особенно повышения содержания гумуса и азота, он имеет большое значение для сохранения высокой урожайности травостоев.

На происходящие в почвах культурных кормовых угодий микробиологические процессы большое влияние оказывают органические удобрения, значительно активизирующие их. Активность почвенных микробиологических процессов повышает также наличие в травостое бобовых растений, а тормозит эти процессы обильное применение азотных удобрений, что может привести к понижению деятельности целлюлозоразлагающих бактерий. Тормозящее действие азотных удобрений на микробиологические процессы значительно снижается в результате применения органических удобрений.

Большая биологическая активность почв с травостоем пастбищного типа, по-видимому, в первую очередь обусловливается способом использования травостоя, а именно стравливанием его в начальных фазах развития. Этому сопутствует увеличение корневых выделений, способствующих развитию микроорганизмов. Помимо того, развитию микроорганизмов в почве благоприятствует также более быстрый (в 4—5 и более раз) круговорот питательных веществ в дернине пастбищного типа по сравнению с дерниной сенокосного типа.

По мере старения травостоев сенокосного типа микробиологические процессы ослабевают, органическое вещество разлагается медленнее, чем образуется. В результате этого происходит накопление органического вещества, ухудшается обеспечение трав питательными веществами, в частности азотом, начинается дегенерация травостоя, и урожай резко падает.

Для организации лучшего использования культурных пастбищ очень важное значение имеет выбор типа травостоя, соответствующего производственным условиям, и применение правильной системы агротехнических мероприятий, отвечающей требованиям выбранного типа травостоя. Соответственно этому при проведении исследовательской работы по культурным пастбищам в республике большое внимание обращается на классификацию имеющихся травостоев, а также на выявление особенностей и требований различных их типов (Adojaan, 1961; Toomre, Adojaan, 1962; Toompe, 1966).

При формировании типов травостоев определяющим фактором является степень снабжения трав азотом. В случае скудности запасов легкодоступного для растений азота и при ограниченном применении азотных удобрений формируются злаковые травостои с большим содержанием белого клевера. При наличии же в почве значительных запасов азота или при внесении больших доз азотных удобрений образуются травостои, богатые злаковыми травами.

На культурных пастбищах с травостоем первого типа главным источником снабжения растений азотом является атмосферный азот, связываемый клубеньковыми бактериями бобовых трав. Таким образом, взаимоотношения между видами трав в травостое и урожайностью культурных пастбищ в первую очередь зависят от количества связанного бобовыми травами атмосферного азота. Учитывая большое значение бобовых в снабжении растений азотом, при классификации травостоев необходимо считаться с наличием в травостое бобовых трав. Основными представителями бобовых в травостое культурных пастбищ являются белый клевер или люцерна. В Советском Союзе богатые люцерной травостои имеют ограниченное распространение, преобладают травостои с белым клевером. В последних доминирующим злаком может быть один из весьма различных видов этого семейства. Становление злакового доминанта в значительной мере зависит от того, в какой степени он тормозит развитие в травостое белого клевера. Верховые злаковые травы с более высоким стеблем сильнее тормозят развитие бобовых, чем низовые. В свою очередь из последних в травостое становится господствующим тот вид, потребности которого в питательных веществах, особенно в азоте, больше всех других соответствуют запасам азота, как имеющегося в почве, так и связываемого бобовыми. Из низовых злаков наиболее требователен в отношении питательных веществ райграс пастбищный, за которым идет мятлик луговой, а за ним — овсяница красная и полевицы. Такая последовательность и частота распространения этих злаков в травостое и приняты за основу деления низовозлаково-белоклеверных травостоев на подтипы.

На культурных пастбищах с низовозлаково-белоклеверным травостоем наряду с господствующим злаком часто обильно представлен еще какой-либо другой вид низового злака. Со временем, в связи с изменениями условий развития, удельный вес этого злака может систематически возрастать, и он сам становится доминирующим, оттеснив бывшего доминанта на задний план. В таком случае мы имеем дело с промежуточным или с так называемым переходным вариантом. Причем может иметь место переход к подтипу с большей продуктивностью

или же происходит деградация травостоя, которой сопутствует снижение продуктивности и эффективности использования удобрений.

Урожайность культурных пастбищ с низовозлаково-белоклеверным травостоем в большой степени зависит от господствующего вида низовых злаков, а также от соотношения злаковых и бобовых. Наши долголетние исследования показывают, что урожай бывает оптимальным, когда удельный вес белого клевера в травостое равен 25—35%. Одним из решающих факторов, способствующих поддержанию удельного веса белого клевера в необходимых границах, является благоприятный водный режим. Урожайность низовозлаково-белоклеверных травостоев без применения азотных удобрений колеблется в значительных размерах — от 15 до 75 *ц* кормовых единиц с 1 *га*. При удобрении культурных пастбищ надо следить, чтобы соотношение NPK (в пересчете на действующее вещество) приближалось к 1 : 1 : 1. Увеличение удельного веса азота приводит к резкому снижению в травостое удельного веса белого клевера, в результате чего связанный им атмосферный азот теряет свое значение в общем балансе использованного азота. Урожай, полученный за счет азота белого клевера и запасов азота в почве, обычно не превышает 35—40 *ц* кормовых единиц с 1 *га*, но в особо благоприятных условиях (на орошаемых культурных пастбищах) он может увеличиться до 75 *ц* кормовых единиц с 1 *га*. В таких случаях рациональность использования азотных удобрений становится сомнительной.

В низовозлаково-люцерновом травостое из бобовых обычно доминирует люцерна желтая, особенно ее корнеотпрысковые формы. Этот травостой является резковыраженным и устойчивым, но узким типом. Из злаков здесь, как правило, доминирует какой-либо мятлик, в первую очередь луговой. Такой травостой долговечен и на хорошо дренированных карбонатных почвах, в условиях недостатка влаги является одним из самых урожайных. Так, в показательном совхозе «Карья» Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации культурные пастбища с богатым люцерной травостоем, заложенные на маломощных дерново-карбонатных почвах, с весьма ограниченным запасом влаги при применении только фосфорных и калийных удобрений (в среднем $P_{60}K_{60}$ в год) в течение 16 лет дали в среднем по 36,4 *ц* кормовых единиц с 1 *га*.

Долголетние культурные пастбища с злаковым травостоем также представляют узкий тип пастбищ с господствующими видами верховых или низовых злаков. По доминирующему виду злаков и проводится подразделение этих травостоев на подтипы.

Злаковые травостои формируются и сохраняются лишь в условиях обильного азотного питания. При удобрении соотношение NPK должно быть не меньше 2 : 1 : 1. Полнее всего эффективность удобрений проявляется при приближении этого соотношения к 4 : 1 : 2, причем доля азота может быть еще больше. В таком случае долю калия в соотношении надо увеличить до 3.

Злаковые травостои длительное время остаются высокоурожайными (50—150 *ц* с 1 га и более), причем протеина в урожае содержится не меньше, чем в урожае низовозлаково-клеверных травостоев, и даже иногда значительно больше (15—30% сырого протеина в сухом веществе).

Травостои различных типов лучше всего формируются путем нового посева соответствующих травосмесей, с применением комплекса мероприятий по уходу (удобрение, использование), отвечающих требованиям данного травостоя. В последнее время в литературе рекомендуется применять травосмеси из небольшого количества видов трав, но наши соответствующие исследования показывают, что старые высокоурожайные травостои культурных пастбищ состоят из многих видов. Правда, главную массу урожая обычно дают 2—3 вида трав, а остальные являются сопутствующими, участвуя в общем урожае в количестве 10—20%. В отдельные годы, не благоприятные для господствующих видов трав, значение сопутствующих видов в общем урожае трав значительно увеличивается. Проведенные нами исследования показали, что в старых высокоурожайных травостоях редко бывает менее 20 видов трав, обычно же число их колеблется в пределах 20—30. Даже в злаковых травостоях, где доминант часто дает до 90% урожая, присутствует целый ряд других сопутствующих видов трав (как злаковых, так и разнотравья). По-видимому, в дальнейшем при закладке долголетних высокоурожайных травостоев с этим нужно будет считаться и наряду с доминантами включать в состав травосмесей в небольших количествах также и желательные сопутствующие виды.

По удобрению культурных пастбищ в республике проведено много долголетних исследований, результаты которых позволяют существенно дополнить систему удобрения культурных пастбищ.

Исследования показывают, что культурные пастбища со злаково-бобовым травостоем при применении удобрений NPK в соотношении 1 : 1 : 1, в количестве по 60 *кг* каждого на 1 *га*, могут давать урожаи в 30—60 *ц* кормовых единиц с 1 *га*, что указывает на высокую эффективность примененных удобрений.

Выяснилось также, что на культурных пастбищах с уро-

жайностью свыше 40 *ц* кормовых единиц с 1 *га* доза P_2O_5 и K_2O в 60 кг на 1 га при содержании подвижных P_2O_5 и K_2O в почве менее 10 *мг* на 100 *г* почвы является недостаточной. Эта доза не обеспечивает увеличения содержания подвижных P_2O_5 и K_2O в почве, а следовательно, и не создает условий для повышения урожаев. При содержании в почве 10—12 *мг* подвижной P_2O_5 и 15—20 *мг* подвижной K_2O на 100 *г* почвы и применении азотного удобрения не более 60 *кг* на 1 *га* для получения урожая 40—50 *ц* сухого вещества с 1 *га*, без понижения содержания в почве подвижных P_2O_5 и K_2O, достаточно внесения удобрений в количестве P_{30} и K_{30}.

Урожаи культурных пастбищ на торфяных почвах повышаются при увеличении дозы калийных удобрений до 90 *кг* K_2O на 1 *га*. При дальнейшем увеличении дозы калийных удобрений урожай больше не повышается. Так, на фоне удобрений N_{60} и P_{60} при K_{60} на каждый килограмм K_2O, внесенной сверх исходной дозы (30 *кг* K_2O на 1 *га*), была получена прибавка урожая 6,3 *кг* сухого вещества, а при дозе K_2O в 90 *кг* — 7,8 *кг*. При дозе удобрений $N_{60}P_{60}K_{90}$ урожай сухого вещества составил 56,6 *ц*, а при $N_{60}P_{60}K_{120}$ — 56,3 *ц* сухого вещества с 1 *га*.

Применяя больше азотных удобрений (N более 150 *кг* на 1 *га*), следует повысить дозу P_2O_5 до 90 *кг* и K_2O не менее чем до 180 *кг*. Доза K_2O в 180 *кг* на 1 *га* оказалась экономически наиболее выгодной, но при этом содержание подвижной K_2O в почве может снизиться.

Долголетние опыты, проведенные в Эстонском научно-исследовательском институте земледелия и мелиорации, показали, что культурные пастбища на минеральных почвах непременно требуют внесения органических удобрений. Последние с точки зрения агротехнической и экономической выгодно вносить периодически и большими дозами — примерно 15—20 *т* на 1 *га*. Выяснилось также, что внесение больших доз навоза весной и летом может оказаться малоэффективным, так как на первом этапе разложения органического вещества (после внесения навоза) условия питания растений ухудшаются в результате биологического закрепления подвижных питательных веществ, снижения окислительно-восстановительного потенциала, накопления CO_2 и токсичных веществ в почве.

Фактором, оказывающим наиболее сильное влияние на урожаи культурных пастбищ, является степень обеспеченности трав азотом. При травостоях с обильным содержанием бобовых, где основную часть используемого травами азота составляет азот, связанный бобовыми растениями, наиболее целесообразным оказалось внесение азотных удобрений в количестве

60 *кг* N на 1 *га* летом, после второго или третьего стравливания. Более высокие дозы азота вызывают изменение типа травостоя, вследствие чего удельный вес биологически связанного азота в общем его количестве резко уменьшается или совсем теряет свое значение.

При бóльших дозах азотных удобрений оказалось целесообразным 50—70% их вносить весной, так как для образования урожая одного цикла стравливания травы обычно не требуется более 160—180 *кг* N. Остальную часть азотных удобрений можно вносить после второго или третьего цикла стравливания. Внесение азотных удобрений в конце августа — начале сентября нежелательно, так как может затормозить подготовку трав к зимовке.

Исследования в области удобрения культурных пастбищ показывают, что в интересах лучшей организации труда все удобрения, за исключением азотных, можно вносить поздно осенью на промерзшую почву, а также зимой прямо по снегу. Такой способ внесения удобрений существенно не снижает их эффективности, но в то же время значительно облегчает проведение работ по удобрению культурных пастбищ.

Выработанная в республике в результате долголетних исследований система удобрения культурных пастбищ обеспечивает высокую эффективность применяемых удобрений.

Проведенные в Эстонии многочисленные опыты показывают, что удобрение культурных пастбищ является важнейшей предпосылкой их эффективного использования. При правильном удобрении культурные пастбища дают в среднем прибавки урожая на 1 *кг* фосфорной кислоты и окиси калия 6—12 кормовых единиц, а на 1 *кг* азота — 10—25 (от 2 до 6 *кг* сырого протеина), на 1 *т* навоза или торфо-навозного компоста — 100—200, на 1 *т* навозной жижи — 50—80 и на 1 *т* углекислого кальция (в виде сланцевой золы) — 1300—1500 кормовых единиц.

В последнее десятилетие в научно-исследовательских учреждениях республики очень большое внимание обращалось на вопросы использования культурных пастбищ. Исследованиями ставилась цель разработать систему использования культурных пастбищ в условиях крупных хозяйств, позволяющую в общем кормовом балансе крупного рогатого скота поднять до максимума долю кормов, получаемых с культурных пастбищ, используя при этом в производстве животноводческих продуктов минимальное количество рабочей силы.

Обобщив опыт использования культурных пастбищ, накопленный в СССР и за рубежом, сотрудники Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации разработали и применили на практике систему специализирован-

Рис. 2. Культурные пастбища для телят на опытной базе «Куузику».

ного использования культурных пастбищ. Сущность ее состоит в применении систем специальных загонов для дойного стада, для телят в возрасте до шести месяцев, для телочек и бычков, выращиваемых на мясо.

В хозяйствах создаются системы с определенным количеством загонов для разных возрастных групп крупного рогатого скота. В загонах формируют травостои, наиболее соответствующие требованиям выпасаемых групп скота: в каждой возрастной группе скота определяется количество выпасаемых животных; устанавливается пастбищная нагрузка и продолжительность пастьбы в загонах; определяются наиболее удобные места для пастбищных центров (со скотными дворами и прочими постройками); рассчитывается максимальная концентрация животных.

Система специализированного использования культурных пастбищ требует более основательного изучения, но это не является препятствием для ее широкого внедрения в производственную практику. Наоборот, усовершенствование системы, а также установление оптимальных параметров для получения наилучших экономических показателей может успешно осуществляться лишь в ходе ее использования в производстве.

Указанная система сложилась в условиях крупного сель-

скохозяйственного производства и дает хозяйствам возможность широко специализировать разведение крупного рогатого скота, как главную отрасль животноводства, а также повысить удельный вес кормов культурных пастбищ в общем кормовом балансе крупного рогатого скота до 40%.

Применение этой системы позволяет увеличить потребление пастбищных кормов коровами в течение вегетационного периода по меньшей мере до 15 *ц* кормовых единиц, покрыть потребность в кормах высокопродуктивного дойного стада в размере 80—85%, получить за время пастбищного периода с каждого гектара культурных пастбищ по 3—4 *т* молока и снизить себестоимость 55—60% годовой продукции молока на 40—50%.

При этой системе потребность в кормах телят до шестимесячного возраста может быть покрыта за счет пастбищного корма в размере 70%, при этом потребность в концентратах и обрате может сократиться до 50%, суточные привесы увеличатся до 700 *г*, себестоимость 1 *ц* привеса снизится по меньшей мере в два раза.

Эта система выращивания телок позволяет покрывать потребность в кормах в течение всего периода пастьбы (6 месяцев) пастбищным кормом в размере 100% и получать суточные привесы в 600—800 *г*.

Потребность в кормах бычков, выращиваемых на мясо, можно покрывать в течение пастбищного периода на 80—85% пастбищным кормом и, применяя подкормку концентратами, получать суточные привесы свыше 1000 *г*.

В последние годы в исследовательской работе по культурным пастбищам больше внимания уделяется оценке экономической эффективности рекомендуемых агротехнических мероприятий и использования культурных пастбищ в целом в связи с общей экономической деятельностью хозяйства.

Результаты исследований (Jürisson, 1965) показывают, что в хозяйствах с интенсивным разведением крупного рогатого скота удельный вес площади культурных пастбищ в общем массиве сельскохозяйственных угодий должен составлять не менее 25%, а кормов с культурных пастбищ в общей годовой потребности крупного рогатого скота в кормах — не менее 35%. Такой удельный вес культурных пастбищ позволяет снизить себестоимость кормовой единицы производимых в хозяйстве кормов до 6 копеек и себестоимость 1 *кг* молока до 10 копеек.

Полученные в республике результаты научно-исследовательской работы в области культурных пастбищ широко публиковались в печати. За последние десять лет по вопросам культурных пастбищ издано три работы типа монографий

общим объемом в 92 печ. л., семь специальных сборников — 93 печ. л., свыше двадцати специальных брошюр. Большое число статей опубликовано в периодической печати и специальных изданиях. Материалы проведенной в республике исследовательской работы в области культурных пастбищ опубликованы на семи языках. В Эстонии проводился ряд всесоюзных научных сессий и семинаров, а эстонские исследователи принимали участие в работе ряда международных конгрессов и совещаний по вопросам культурных пастбищ.

Эстонский научно-исследовательский институт земледелия и мелиорации

ЛИТЕРАТУРА

Гурфель Д. Б. 1966. Биологические особенности луговых почв при различных способах и длительности использования многолетних травостоев. Сб. научных трудов ЭНИИЗиМ, VIII. Микробиология. Таллин.

Тоомре Р. 1966. Долголетние культурные пастбища. М., «Колос».

Adojaan, A. 1961. Rohumaaviljelus Eestis. Tallinn.

Gurfel, D. 1961. Orgaaniliste väetiste mõju kultuurikarjamaamuldade bioloogilisele tegevusele. ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, kd. 10, nr. 2.

Jürisson, I. 1965. Kultuurkarjamaad ja nende osa piima ja veiseliha omahinna alandamisel. Tallinn.

Toomre, R., Adojaan, A. 1962. Pikaajaliste kultuurkarjamaade rohukamara tüübid Baltikumis. Rohumaaviljelus III. Tallinn.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ УДОБРЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ

Я. ЛИЙВ

Многочисленными опытами и наблюдениями, проведенными в Эстонии (Käsebier, 1932; Harpe, 1932; Saarsoo, 1935; Tamm, 1935; Adojaan, 1951; Toomre, 1953, 1954; Liiv, 1960; Krall, Pork, 1963; Liiv, Krall, Pork, 1965), установлено, что для преобразования растительных сообществ естественных сенокосных лугов в культурные сообщества, способные давать в 2—3 раза бо́льшие урожаи, часто бывает достаточно только одного мероприятия — ежегодного внесения удобрений.

Растительные сообщества, как известно, формируются в результате совместного влияния ряда факторов, из которых главное значение имеют следующие: условия места произрастания (свет, влага, питание); изменения среды, создаваемые растениями, составляющими сообщество; биологические особенности отдельных видов растений и их взаимоотношения в сообществе (устойчивость и конкурентоспособность); прочие компоненты биоценоза (фауна и микрофлора) и деятельность человека. Растительное сообщество, состоящее из различных видов растений, связанных в данных условиях среды определенными конкурентными отношениями, представляет собой относительно уравновешенную экологическую систему. В такой системе виды обладают различной экологической валентностью. Величина популяции каждого из видов регулируется межвидовой конкуренцией. По Э. Одуму (Odum, 1963), факторы, находящиеся в минимуме, оказывают наибольшее влияние на встречаемость видов и величину их популяций. На естественных сенокосах, хорошо обеспеченных влагой, фактором, ограничивающим распространение многих ценных видов растений, является незначительное количество питательных веществ в почве и особенно недостаточное снабжение азотом. В результате конкуренции при низком плодородии почвы доминирующими становятся ви-

ды, способные добывать необходимые для их роста и развития питательные вещества даже при небольшом содержании последних в почве. Многие из этих видов не способны продуктивно использовать большие количества питательных веществ и не повышают урожая после внесения удобрений.

Более благоприятные условия произрастания, которые создаются после внесения удобрений, лучше используются луговыми травами, потенциально способными образовывать большую зеленую массу и давать высокие урожаи. В естественных травостоях таких видов встречается мало, они часто бывают хилыми и редко плодоносят, но после внесения удобрений интенсивно растут, их конкурентоспособность возрастает, и они вытесняют многие малоценные виды, до этого более распространенные в травостое. При удобрении естественных лугов основная задача состоит именно в том, чтобы создать экологический оптимум для видов, имеющих высокую хозяйственную ценность.

В опытах, проводимых с 1955 года Эстонским научно-исследовательским институтом земледелия и мелиорации в сотрудничестве с Институтом зоологии и ботаники АН ЭССР, изучаются процессы формирования сенокосного травостоя при удобрении различных естественных растительных сообществ, а также пути направленного изменения их ботанического состава с целью повышения урожайности и кормовой ценности. Опыты были заложены на суходольных сенокосах с ассоциациями *Sesleria coerulea — Carex montana, Scorzonera humilis — Carex pallescens, Sesleria coerulea — Primula farinosa.*

Покрытие естественным травостоем в зависимости от места произрастания колебалось в пределах 55—80%. В травостое всех опытных участков доминировали малоценные виды, как *Sesleria coerulea* (покр. 4—26%), *Festuca ovina* (покр. 2—5%), *Anthoxanthum odoratum* (2—4%), *Briza media* (покр. 3—4%). Ценных злаковых трав *(Dactylis glomerata, Festuca pratensis, F. rubra, Poa pratensis)* в травостое встречалось сравнительно мало (покрытие меньше 1%).

Из осок наиболее часто встречались *Carex montana, C. panicea, C. pallescens, C. capillaris, C. pulicaris, C. flava.*

Виды бобовых были лучше представлены на сухом суходоле (ассоциация *Sesleria coerulea — Carex montana*), но все особи были чахлыми и низкорослыми. Покрытие ими колебалось в пределах 3—9%. Наиболее часто встречались *Trifolium pratense, Lathyrus pratensis, Trifolium repens, Vicia cracca.*

Покрытие разнотравьем составляло в среднем 30—43%. Наиболее характерными видами являлись *Alchemilla vulgaris* (покр. 1—6%), *Filipendula ulmaria* (покр. 1—5%), *Galium boreale* (покр. 1—3%), *Geum rivale* (1—4%), *Potentilla erecta*

(1—5%), *Scorzonera humilis* (4—10%), *Centaurea jacea, Prunella vulgaris, Leucanthemum vulgare, Filipendula hexapetala.*

Густота травостоя на 1 *кв. м* обычно составляла 5000—9000 побегов, в том числе побегов *Festuca ovina* 1000—3000.

В опытах испытывались следующие варианты: 1) контроль — естественный луг без удобрения; 2) ежегодно по 54 кг P_2O_5 и 60 *кг* K_2O; 3) ежегодно по 54 *кг* P_2O_5, 60 *кг* K_2O и 34 *кг* N; 4) ежегодно по 54 *кг* P_2O_5, 60 *кг* K_2O и по 20 *т* компоста на 1 *га* через каждые 2—3 года.

В целях выяснения изменений, происходящих в видовом составе травостоя, производился подсчет побегов отдельных видов растений на стационарных делянках размером 20×20 *см*. Обилие видов и покрытие определялись на квадратных участках площадью 25 $м^2$ в трех повторностях. Для весового ботанического анализа урожая с каждой опытной делянки отбиралась одна средняя проба весом 1 кг, по которой определялась доля различных видов трав в урожае.

В результате внесения удобрений на естественных сенокосах наблюдалось обеднение видового состава. На суходольных сенокосах первоначально в травостое встречалось 70—100 видов, на шестой же и седьмой год опыта на удобренных делянках их число сократилось до 50—60, а на восьмой-девятый год — до 40—50 видов. Таким образом, под влиянием удобрения произошло изменение условий среды, и для многих ранее произраставших здесь растений создались неблагоприятные условия. Из травостоя главным образом в результате изменения конкурентных отношений выпало большинство злаковых трав, мало требовательных к режиму питания, а также ряд представителей светолюбивого низкорослого разнотравья, обладающих прикорневой листовой розеткой, и большинство лесных растений, имевшихся в травостое естественного луга.

Под влиянием удобрений в короткий срок улучшился ботанический состав травостоя суходольных сенокосов. Так, на влажном суходольном сенокосе (ассоциация *Sesleria coerulea — Primula farinosa)* во время закладки опыта (1955 г.) бобовые составляли по всем вариантам опыта 1% урожая, на третий год в варианте с РК — 55,3% (3543 побега на 1 *кв. м*), с NPK — 34% (2250 побегов на 1 *кв. м*), а в варианте с РК и компостом — 62,7% (3862 побега на 1 *кв. м*). На неудобренных же делянках доля бобовых в урожае составляла только 11,4% (156 побегов на 1 *кв м;* табл. 1—4).

В последующие годы содержание бобовых в травостое резко снизилось. Наиболее низким был удельный вес бобовых в урожае на седьмой год опыта: в варианте с РК — 10,3% (243 побега на 1 *кв. м*), с NPK — 8,7% (61 побег на 1 *кв. м*), с РК и компостом — 10,7% (143 побега на 1 *кв. м*). После этого на восьмой год

вновь началось увеличение доли бобовых, количество которых достигло максимума на десятый-одиннадцатый год опыта. Следует, однако, отметить, что доля бобовых в урожае во время второго максимума не достигла уровня первого максимума (табл. 1—4). Аналогичная периодичность встречаемости бобовых наблюдалась нами и в других опытах.

Первый максимум бобовых в основном был обусловлен ускоренным развитием на удобренных делянках имевшихся в естественном травостое хилых экземпляров бобовых. В результате удобрения ювенильные растения *Trifolium pratense* перешли в генеративную фазу, после чего растения, образовавшие генеративные побеги, в основном выпали из травостоя. Дальнейшее увеличение численности бобовых за счет вегетативного размножения и разрастания ювенильных особей прекратилось из-за гибели последних в густом травостое, богатом низовыми злаковыми травами.

Быстрое увеличение густоты низовых злаков началось на четвертый-пятый год опыта. Так, на пятый год опыта на суходольном сенокосе (ассоциация *Sesleria coerulea — Primula farinosa*), на опытных делянках с фосфорно-калийными удобрениями, насчитывалось 5126 побегов низовых злаковых на 1 *кв. м* (в том числе 4950 побегов *Festuca rubra*), тогда как на делянках, где, кроме того, применялись и азотные удобрения, из 4794 побегов, имевшихся на 1 *кв. м*, на долю *Festuca rubra* приходилось 4523 побега. На неудобренных опытных делянках насчитывалось всего 300 побегов низовых злаковых трав на 1 *кв. м*. Большое количество побегов низовых злаков, особенно *Festuca rubra* (3400—3700 побегов на 1 *кв. м*), наблюдалось до шестого-седьмого года опыта. На восьмой-девятый год количество побегов *Festuca rubra* уменьшалось до 2300—2100 побегов на 1 *кв. м*, а численность бобовых вновь повысилась.

Основным видом бобовых, доминировавшим в травостое в период второго максимума, по-прежнему был *Trifolium pratense*. Наряду с ним имелось небольшое количество растений медленно распространяющихся видов (*Lathyrus pratensis, Vicia cracca*). В этот период условия для семенного возобновления *Trifolium pratense* за счет всходов из сохранившихся в почве твердых семян и семян, созревающих на отдельных головках в отаве, были благоприятными и почти ежегодно в травостое появлялись новые молодые растения клевера.

Таким образом, наиболее существенные изменения в составе травостоя в условиях нашего опыта были отмечены на четвертый-пятый год. Быстрый рост побегов низовых злаковых трав (количество побегов *Festuca rubra* возрастало в 5—10 раз) обусловливал формирование густых травостоев. Общее количество побегов на 1 *кв. м* достигало 8000—10 000, в том

Таблица 1. **Изменение ботанического состава травостоя суходольного луга**
(асс. *Sesleria coerulea — Primula farinosa*)
за период с 1955 по 1966 год (без удобрений; в процентах по весу)

Виды	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Dactylis glomerata	0,8	0,8	0,4	1,0	1,5	1,7	2,4	2,4	1,4	2,0	2,4	0,3
Festuca pratensis	1,0	1,2	0,6	1,4	1,2	2,7	1,2	1,7	—	—	—	—
Phleum pratense	0,4	0,5	0,2	0,4	—	2,3	1,4	2,3	1,0	—	—	—
Ценные верховые злаки	2,2	2,5	1,2	2,8	2,7	6,7	5,0	6,4	2,4	2,0	2,4	0,3
Deschampsia caespitosa	1,4	0,2	0,2	0,8	1,7	3,1	1,4	1,1	2,1	1,4	2,7	—
Festuca arundinacea	—	1,4	—	—	—	2,7	1,0	—	1,0	4,6	4,3	4,6
Helictotrichon pubescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
Molinia coerulea	2,6	1,2	0,3	1,6	1,2	1,3	0,8	0,9	0,5	0,2	0,2	0,6
Малоценные верховые злаки	4,0	2,8	0,5	2,4	2,9	7,1	3,2	2,0	3,6	6,2	7,2	5,4
Festuca rubra	4,0	5,2	3,2	4,8	5,7	5,6	4,0	5,1	6,2	1,7	3,0	0,9
Poa angustifolia и *P. pratensis*	0,2	0,3	0,3	0,2	—	0,5	0,6	1,4	—	0,1	0,1	1,1
P. trvialis	—	—	—	—	—	0,9	0,9	—	0,8	0,1	0,2	0,2
Ценные низовые злаки	4,2	5,5	3,5	5,0	5,7	7,0	5,5	6,5	7,0	1,9	3,3	2,2
Agrostis sp. sp	7,4	7,2	3,0	6,8	9,3	5,7	5,8	6,5	4,3	10,8	8,8	5,3
Anthoxanthum odoratum	5,2	4,8	2,2	3,2	4,7	3,3	2,6	3,2	2,5	4,0	3,2	9,8
Briza media	1,4	1,7	0,3	1,3	1,2	1,2	0,7	1,8	2,0	—	0,4	3,3
Festuca ovina	4,5	2,6	2,3	2,4	1,9	1,3	2,2	2,7	2,3	1,3	1,3	1,0
Sesleria coerulea	21,0	20,4	16,8	20,4	17,3	10,4	8,2	15,7	18,3	9,4	10,7	4,6
Sieglingia decumbens	1,4	2,3	1,8	2,4	2,3	2,3	1,0	2,4	1,8	1,2	2,1	1,3
Малоценные низовые злаки	40,9	39,0	26,4	36,5	36,7	24,2	20,5	32,3	31,2	26,7	26,5	25,3
Всего злаковых	51,3	49,8	31,6	46,7	48,0	45,0	34,2	47,2	44,2	36,8	39,4	33,2
C. flava	0,3	0,1	0,3	—	—	0,1	0,2	0,1	0,1	—	—	—
C. pallescens	1,7	2,1	1,5	1,0	2,2	1,9	2,5	1,7	2,0	2,0	0,6	0,9
C. panicea	1,0	0,8	1,0	0,5	0,9	1,3	1,0	1,0	1,7	1,4	0,6	0,7
C. pulicaris	0,3	—	0,3	0,7	0,7	0,2	—	0,2	1,0	2,2	2,0	—
Luzula multiflora	1,3	1,7	2,0	1,8	1,9	1,0	1,7	1,4	1,2	1,2	0,6	0,2
Осоки и житниковые	5,2	4,7	5,3	4,0	5,7	4,8	6,2	4,7	6,2	6,8	4,4	1,8
Lathyrus pratensis	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	0,2	0,8	0,5
Lotus corniculatus	—	0,1	0,8	0,7	—	0,3	0,3	0,5	0,5	—	—	—
Trifolium pratense	0,1	1,7	5,6	1,2	1,7	1,5	0,9	2,1	2,7	4,0	3,7	2,2
T. repens	—	0,2	1,7	0,9	—	0,5	0,6	0,8	1,2	0,4	0,5	0,1
Vicia cracca	—	0,2	2,8	—	—	—	—	0,3	0,7	0,2	0,5	0,3
Бобовые	0,1	2,2	11,4	2,8	1,7	2,3	1,8	3,7	5,1	4,8	5,5	3,1
Achillea millefolium	—	0,8	1,2	—	1,2	0,7	1,2	—	—	—	—	—
Alchemilla vulgaris	2,8	1,3	2,8	2,2	0,7	2,2	2,7	2,2	2,5	1,4	1,7	1,5
Anemone nemorosa	0,6	0,4	0,8	1,2	1,3	0,5	1,0	0,3	0,7	0,7	0,6	0,1
Angelica silvestris	0,8	1,2	—	—	0,4	0,4	2,4	1,7	4,0	1,4	1,2	2,6
Campanula glomerata	0,7	0,8	0,7	0,8	1,6	1,6	2,7	2,2	1,2	—	—	0,4
Centaurea jacea	2,6	1,4	2,2	3,2	2,1	3,1	2,2	3,7	1,4	1,3	0,4	2,6
Cerastium caespitosum	1,7	0,8	2,2	3,6	4,5	2,6	2,4	2,4	1,2	0,3	0,3	2,3
Crepis paludosa	2,3	2,7	—	3,2	2,3	0,5	2,4	3,7	4,0	3,3	4,7	6,6
Filipendula ulmaria	2,2	3,8	4,2	4,7	4,7	3,6	3,2	3,6	3,0	4,7	3,8	3,2
Galium boreale	2,6	1,7	5,7	3,4	3,1	1,3	1,6	1,0	1,8	4,3	4,2	4,4
G. uliginosum	0,8	0,5	—	1,2	1,7	0,7	0,8	1,4	1,3	0,3	0,4	0,3
Geum rivale	1,7	2,3	2,4	2,6	—	—	—	1,2	1,0	2,1	1,8	2,3
Hypericum maculatum	2,8	1,4	1,8	0,8	1,3	3,5	2,0	1,2	2,7	2,0	2,4	1,0
Leucanthemum vulgare	1,3	2,2	1,6	2,3	2,7	4,7	4,4	1,2	1,5	3,0	3,3	—
Plantago lanceolata	3,8	2,8	3,6	2,8	2,9	2,7	3,2	2,4	3,3	2,0	2,3	14,0
Potentilla erecta	3,0	1,7	2,4	1,3	1,3	2,0	1,8	0,9	1,3	2,3	2,7	3,1
Primula farinosa	1,2	1,1	0,8	0,3	0,5	1,3	1,5	0,4	0,7	0,1	0,2	—
Prunella vulgaris	0,4	1,8	—	—	0,2	3,3	2,3	1,3	0,5	1,1	1,8	0,6
Ranunculus acer	1,4	2,7	0,7	1,4	1,7	2,4	3,6	2,7	1,8	2,4	2,2	1,0
R. auricomus	1,6	1,5	2,1	—	0,5	1,2	2,4	1,3	1,3	2,2	0,4	0,9
Rumex acetosa	1,2	2,6	3,0	1,6	1,9	2,7	2,2	2,0	0,4	0,4	0,6	2,7
Scorzonera humilis	4,2	3,2	4,2	3,8	4,3	2,7	3,3	2,2	3,7	6,7	6,0	4,7
Другие виды разнотравья	3,7	4,6	10,2	6,1	3,7	3,2	8,5	5,4	5,2	9,6	9,7	7,6
Разнотравье	43,4	43,3	51,7	46,5	44,6	47,9	57,8	44,4	44,5	51,6	50,7	61,9

Таблица 2. **Влияние фосфорных и калийных удобрений на изменение ботанического состава травостоя суходольного луга** (асс. *Sesleria coerulea — Primula farinosa*) **за период с 1955 по 1966 год (без удобрений; в процентах по весу)**

Виды	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Dactylis glomerata	3,8	4,8	1,6	6,8	6,3	5.2	6,7	7,3	10,2	8,1	3,8	1,0
Festuca pratensis	8,0	6,6	4,4	11,2	7,5	4,3	5,8	6,7	4,4	4,2	1,4	0,4
Phleum pratense	1,6	1,2	0,8	1,4	3,7	6,5	8,6	11,3	8,2	4,7	3,2	—
Ценные верховые злаки	13,4	12,6	6,8	19,4	17,5	16,0	21,1	25,3	22,8	17,0	8,4	1,4
Deschampsia caespitosa	—	—	—	0,7	2,3	2,0	2,4	2,8	0,8	1,3	0,4	—
Festuca arundinacea	—	—	—	1,2	3,2	4,7	11,9	6,2	7,3	9,3	4,8	2,9
Helictotrichon pubescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Molinia coerulea	1,0	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные низовые злаки	1,0	—	—	2,6	5,5	6,7	14,3	9,0	8,1	10,6	5,2	2,9
Festuca rubra	6,2	5,6	1,8	6,9	7,3	9,2	3,6	3,2	3,0	4,6	5,4	3,2
Poa angustifolia и *P. pratensis*	0,6	1,5	1,2	1,3	1,3	2,7	3,0	2,3	1,8	0,7	1,0	2,9
P. trivialis	—	—	—	—	—	4,3	5,8	4,2	3,0	2,0	1,7	3,2
Ценные низовые злаки	6,8	7,1	3,0	8,2	8,6	16,2	12,4	9,7	7,8	7,3	8,1	9,3
Agrostis sp. sp.	9,7	6,2	1,0	6,7	6,5	3.3	5,6	4,4	5,4	8,1	2,6	3,5
Anthoxanthum odoratum	6,3	3,2	0,7	3,0	2,3	1,2	0,7	1,2	1,8	4,0	1,6	16,6
Briza media	2,3	0,8	—	—	—	—	—	—	0,4	0,3	0,8	—
Festuca ovina	2,4	1,8	0,3	1,3	0,2	0,9	0,8	—	—	—	—	—
Sesleria coerulea	16,4	8,2	2,4	2,0	2,6	3,2	2,1	2,7	2,4	1,0	1,0	—
Sieglingia decumbens	0,2	0,2	0,7	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные низовые злаки	37,3	20,4	5,1	13,8	11,6	8.6	9,2	8,3	10,0	13,4	6,0	20,1
Всего злаковых	58,5	40,1	14,9	44,0	43,2	47,5	57,0	52,3	48,7	48,3	27,7	33,7
C. flava	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. pallescens	1,9	0,9	0,5	0,8	1,3	1,4	1,0	1,8	1,2	0,6	0,3	0,3
C. panicea	1,0	0,6	0,3	—	0,4	0,5	0,6	0,2	0,4	—	—	—
C. pulicaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	0,6	—
Luzula multiflora	1,2	0,8	0,3	—	—	0,5	0,2	—	—	—	—	0,2
Осоки и житниковые	4,1	2,3	1,1	0,8	1,7	2,4	1,8	2,4	1,6	1,2	0,9	0,5
Lathyrus pratensis	—	8,7	9,7	4,1	1,7	4,7	2,0	2,2	2,3	6,1	14,0	3,2
Lotus corniculatus	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Trifolium pratense	1,1	17,2	28,2	14,3	7,4	4,7	3,1	7,2	12,3	13,3	22,0	5,0
T. repens	—	0,5	—	0,4	0,5	—	—	—	—	2,0	2,8	0,5
Vicia cracca	—	6,3	17,4	8,3	6,4	3,3	5,2	5,2	4,3	8,0	5,3	4,7
Бобовые	1,1	32,7	55,3	27,1	16,3	12,7	10,3	14,6	18,9	29,4	44,1	13,4
Achillea millefolium	0,8	1,3	0,8	—	2,3	—	2,1	1,2	0,2	0,1	—	—
Alchemilla vulgaris	3,1	2,4	0,2	1,4	1,7	2,9	1,2	1,3	2,3	1,0	1,4	2,4
Anemone nemorosa	0,2	—	—	—	0,3	—	0,6	—	—	—	—	—
Angelica silvestris	—	0,3	0,5	—	—	—	1,0	2,1	2,7	0,2	0,1	—
Campanula glomerata	0,5	0,2	—	0,4	0,7	1,2	1,5	1,3	0,5	0,1	0,1	—
Centaurea jacea	2,0	1,6	1,4	3,3	3,0	0,8	3,2	2,4	3,2	0,7	0,2	0,6
Cerastium caespitosum	1,8	0,5	1,7	2,3	3,1	2,7	1,9	1,4	0,8	0,1	0,2	0,3
Crepis paludosa	4,2	3,2	2,2	2,3	1,7	0,4	1,6	2,0	2,2	2,0	3,2	6,2
Flipendula ulmaria	3,0	1,4	4,6	5,2	5,9	3.2	1,6	3,2	3,2	2,5	6,0	5,6
Galium boreale	1,2	—	2,2	2,4	3,7	2,7	1,5	0,6	1,5	1,5	1,2	3,8
G. uliginosum	0,6	—	1,2	—	1,1	1,2	1,9	1,2	0,3	0,3	0,1	0,1
Geum rivale	1,4	—	—	0,3	—	—	—	0,8	0,7	0,7	1,0	0,7
Hypericum maculatum	2,2	2,5	1,8	—	—	1,4	—	1,6	2,0	1,5	2,1	4,9
Leucanthemum vulgare	0,4	1,2	—	1,2	4,2	4,2	1.4	0,8	1,2	1,2	1,0	—
Plantago lanceolata	1,3	1,7	0,8	0,3	0,7	1,3	0,5	1,1	2,0	0,7	0,5	2,6
Potentilla erecta	1,1	0,8	0,8	0,2	1,1	1,7	0,6	0,5	0,5	0,2	0,1	—
Primula farinosa	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prunella vulgaris	0,2	—	—	—	0,1	2,1	1,4	1,2	—	—	—	0,3
Ranunculus acer	2,3	1,8	1,5	1,8	2,3	3,1	1,2	1,6	1,4	2,0	2,7	6,3
R. auricomus	1,7	0,8	1,6	2,0	0.7	0,5	0,7	0,8	0,8	0,2	0,1	0,2
Rumex acetosa	3.6	1,3	1,4	0,8	0,3	1,4	0,6	1,6	—	1,0	0,3	1,9
Scorzonera humilis	0.8	1,3	0,8	1,4	2,6	2.7	0,8	0,8	1,5	3,7	2,0	1,0
Другие виды разнотравья	3,6	2,6	5,2	2,8	3,3	3,9	5,6	3,2	3,8	1,4	5,0	15,5
Разнотравье	36,3	24,9	28,7	28,1	38,8	37,4	30,9	30,7	30,8	21,1	27,3	52,4

Таблица 3. **Влияние фосфорных, калийных и азотных удобрений на изменение ботанического состава травостоя суходольного луга** (асс. *Sesleria coerulea — Primula farinosa*) **за период с 1955 по 1966 год (без удобрений; в процентах по весу)**

Виды	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Dactylis glomerata	4,0	7,7	4,2	8,6	7,9	5,6	5,7	6,3	8,6	8,5	8,0	—
Festuca pratensis	8,3	14,3	4,1	7,8	9,7	5,1	6,7	5,6	6,2	4,3	3,0	—
Phleum pratense	1,7	3,2	1,8	3,2	8,2	7,2	6,6	5,0	14,3	4,5	3,8	4,5
Ценные верховые злаки	14,0	25,2	10,1	19,6	25,8	17,9	19,0	16,9	29,1	17,3	14,8	4,5
Deschampsia caespitosa	2,1	2,2	0,3	1,2	2,0	3,5	3,4	3,8	0,5	2,0	1,4	—
Festuca arundinacea	3,0	2,3	1,4	2,6	6,7	11,6	16,7	10,7	12,5	10,0	11,6	1,4
Helictotrichon pubescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Molinia coerulea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные верховые злаки	5,1	4,5	1,7	3,8	8,7	15,1	20,1	14,5	13,0	12,0	13,0	1,4
Festuca rubra	6,8	6,7	2,6	8,2	16,7	12,6	5,3	4,2	3,2	6,3	5,0	5,1
Poa angustifolia и *P. pratensis*	1,3	1,7	1,3	2,8	2,0	4,3	6,2	3,1	3,0	2,0	0,9	5,2
P. trivialis	—	—	1,2	1,7	2,7	6,7	7,2	5,2	4,1	2,7	3,0	13,7
Ценные низовые злаки	8,1	8,4	5,1	12,7	21,4	23,6	18,7	12,5	10,3	11,0	8.9	24,0
Agrostis sp. sp.	11,2	6,8	3,1	7,2	4,6	7.6	7,8	4,6	3,0	6,2	4,7	4,0
Anthoxanthum odoratum	5,4	4,3	1,3	1,2	2,1	1,7	1,4	1,7	1,5	3,0	2,3	10,4
Briza media	2,0	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca ovina	0,8	0,8	—	0,8	—	—	0,6	—	—	—	—	—
Sesleria coerulea	12,0	5,4	0,8	1,1	1,3	1,9	1,4	—	—	0,1	—	—
Sieglingia decumbens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные низовые злаки	31,4	18,2	5,2	10,3	8,0	11,2	11,2	6,3	4,5	9,3	7,0	14,4
Всего злаковых	58,6	56,3	22,1	46,4	63,9	67,8	69,0	50,2	56,9	49,6	43,7	44,3
Carex capillaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. flacca	1,7	1,3	1,2	0,4	0,9	1,2	0,7	0,9	0,3	—	0,1	—
C. pallescens	1,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,4	—	0,3	—	—	—	—
C. panicea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. pulicaris	0,4	—	0,1	—	—	—	—	—	—	0,3	0,1	—
Luzula multiflora	3,2	1,7	1,5	0,5	1,2	1,6	0,7	1,2	0,3	0,3	0,2	—
Осоки и житниковые	—	5,8	8,6	4,4	2,4	—	—	1,2	2,0	7,3	9,0	3,2
Lathyrus pratensis	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lotus corniculatus	0,4	6,6	10,2	5,8	4,2	4,3	2,6	5,4	8,4	5,1	5,0	0,3
Trifolium pratense	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	1,8	0,1
T. repens	—	9,6	15,2	6,7	2,7	4,7	6,1	6,7	7,0	8,3	14,5	3,5
Vicia cracca	0,8	22,0	34,0	16,9	9,3	9,0	8,7	13,3	17,4	21,5	30,3	7,1
Бобовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Achillea millefolium	2,7	1,2	—	2,3	3,2	3,7	0,6	2,2	2,0	1,8	2,7	0,5
Alchemilla vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anemone nemorosa	—	—	—	0,4	—	—	—	—	1,5	0,7	0,3	—
Angelica silvestris	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	0,1	—	—
Campanula glomerata	1,7	1,4	—	3,4	2,2	—	2,9	1,7	2,0	1,3	1,0	—
Centaurea jacea	1,9	—	2,1	1,0	1,5	2,3	1,4	0,5	2,0	2,3	0,1	0,3
Cerastium caespitosum	5,7	3,7	2,7	2,7	1,1	4,7	1,5	2,8	—	0,1	2,7	6,8
Crepis paludosa	4,8	1,6	6,1	5,8	6,0	—	3,1	5,2	4,5	6,0	8,0	19,7
Filipendula ulmaria	2,1	1,2	3,4	1,2	1,4	2,3	1,3	3,0	—	2,3	2,0	3,0
Galium boreale	1,2	0,8	2,3	—	0,7	—	1,2	0,8	2,0	1,0	0,2	—
G. uliginosum	1,2	0,6	—	0,7	—	—	—	1,0	0,4	2,3	1,1	1,2
Geum rivale	1,4	—	3,6	1,8	—	—	0,4	3,9	1,2	0,1	0,3	1,1
Hypericum maculatum	1,3	0,7	—	2,3	1,3	1,7	1,0	0,8	0,5	1,2	1,4	—
Leucanthemum vulgare	0,8	0,8	1,5	0,7	0,9	0,2	0,7	0,7	1,3	0,4	0,6	0,4
Plantago lanceolata	—	—	1,2	1,9	0,7	—	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	—
Potentilla erecta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Primula farinosa	—	—	2,0	0,7	—	0,8	—	—	—	0,1	—	—
Prunella vulgaris	2,8	1,8	3,6	2,4	3,6	2,3	0,7	4,4	1,8	2,7	2,0	1,5
Ranunculus acer	1,9	0,3	2,3	1,9	—	—	0,5	1,1	1,1	0,6	0,3	2,0
R. auricomus	3,2	2,2	1,7	0,6	0,5	0,6	0,7	1,1	—	1,3	0,2	1,3
Rumex acetosa	1,1	1,4	1,2	0,8	0,7	2,3	0,6	0,3	0,8	1,0	1,1	0,4
Scorzonera humilis	3,6	2,3	8,7	5,6	1,5	0,7	4,5	5,6	3,9	3,1	1,7	10,4
Другие виды разнотравья	37,4	20,0	42,4	36,2	25,6	21,6	21,6	35,3	25,4	28,6	25,8	43,6
Разнотравье												

Таблица 4. **Влияние фосфорных и калийных удобрений и компоста на изменение ботанического состава травостоя суходольного луга** (асс. *Sesleria coerulea — Primula farinosa*) **за период с 1955 по 1966 год (без удобрений; в процентах по весу)**

Виды	1955	1956	1967	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Dactylis glomerata	3,2	2,8	2,1	3,4	6,5	4,9	7,2	5,4	9,7	5,8	3,8	1,5
Festuca pratensis	6,4	6,0	4,2	7,5	6,5	3,7	4,6	4,8	5,8	1,2	2,8	0,2
Phleum pratense	1,2	2,5	1,3	2,0	9,7	10,2	12,4	6,8	11,7	2,5	2,0	—
Ценные верховые злаки	10,8	11,3	7,6	12,9	22,7	18,8	24,2	17,0	27,2	9,5	8,6	1,7
Deschampsia caespitosa	1,2	1,8	—	1,8	2,6	4,3	3,4	1,6	—	1,2	1,3	—
Festuca arundinacea	2,0	1,7	—	4,3	4,3	12,6	17,8	10,1	14,3	14,1	13,6	9,1
Helictotrichon pubescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1
Molinia coerulea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные верховые злаки	3,2	3,5	—	6,1	6,9	16,9	21,2	11,7	14,3	15,3	14,9	9,2
Festuca rubra	5,2	4,6	2,8	10,8	15,3	12,3	3,2	3,8	2,8	3,9	9,5	6,0
Poa angustifolia и *P. pratensis*	1,0	2,3	1,1	1,8	3,6	2,7	3,2	2,7	1,7	1,5	0,6	5,0
P. trivialis	—	—	0,8	1,2	2,3	5,2	8,4	6,6	4,0	2,0	6,0	6,2
Ценные низовые злаки	6,2	6,9	4,7	13,8	21,2	20,2	14,8	13,1	8,5	7,4	16,1	17,2
Agrostis sp. sp.	6,8	4,4	2,7	5,4	5,2	5,7	6,2	4,6	5,0	4,4	4,3	2,1
Anthoxanthum odoratum	4,1	1,3	0,6	0,8	0,7	0,5	0,3	1,0	1,9	2,2	2,3	9,5
Briza media	1,4	0,6	—	—	—	—	0,2	—	—	0,2	0,2	—
Festuca ovina	1,3	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sesleria coerulea	14,7	6,7	0,4	0,7	1,5	2,4	1,8	—	—	—	0,1	—
Sieglingia decumbens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Малоценные верховые злаки	28,3	13,5	3,7	6,9	7,4	8,6	8,5	5,6	6,9	6,8	6,9	11,6
Всего злаковых	48,5	35,2	16,0	39,7	58,2	64,5	68,7	47,4	56,9	39,0	46,5	39,7
C. flava	0,7	1,0	0,4	0,3	1,1	0,6	0,6	0,7	0,3	0,2	—	0,2
C. panicea	1,6	0,2	—	—	—	0,2	0,4	—	—	—	—	—
C. pulicaris	—	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—
Luzula multiflora	0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Осоки и житниковые	3,0	1,2	0,4	0,3	1,1	0,8	1,2	0,7	0,3	0,2	—	0,2
Lathyrus pratensis	—	5,6	14,8	5,7	4,0	1,9	1,3	2,3	2,5	5,0	8,6	10,2
Lotus corniculatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trifolium pratense	0,7	14,2	28,4	10,0	9,3	6,6	3,4	8,0	10,0	10,9	5,5	1,3
T. repens	0,1	—	3,2	—	—	—	0,8	0,8	0,8	0,3	0,2	5,9
Vicia cracca	0,1	15,6	16,3	7,4	7,5	7,9	5,2	7,2	6,5	14,0	10,0	2,0
Бобовые	0,9	35,4	62,7	23,1	20,8	16,4	10,7	18,3	19,8	30,2	24,3	19,4
Achillea millefolium	—	1,0	0,2	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—
Alchemilla vulgaris	3,8	1,8	—	1,4	2,1	3,2	1,0	1,8	1,6	0,6	1,3	1,4
Anemone nemorosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—
Angelica silvestris	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	0,1	0,2	—
Campanula glomerata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2
Centaurea jacea	2,2	2,7	—	2,8	2,6	—	1,6	1,2	2,4	—	0,7	3,3
Cerastium caespitosum	3,3	—	0,8	1,5	1,7	2,0	0,8	—	—	0,1	0,1	0,4
Crepis paludosa	6,2	2,8	—	1,7	0,3	—	0,7	2,0	2,0	2,7	1,5	3,9
Filipendula ulmaria	4,6	1,8	4,1	7,0	4,3	3,2	4,4	4,5	4,0	7,0	7,7	10,7
Galium boreale	1,8	1,6	2,6	2,1	0,6	2,9	1,7	2,5	0,3	2,7	1,7	1,0
G. uliginosum	0,5	0,3	1,5	1,4	0,2	0,7	0,6	1,5	—	1,1	0,2	0,1
Geum rivale	2,7	—	—	1,6	—	—	—	2,5	—	0,8	1,0	1,0
Hypericum maculatum	2,0	1,0	1,7	—	—	—	—	3,4	1,7	—	1,8	2,6
Leucanthemum vulgare	5,2	3,1	0,2	1,6	2,9	1,9	1,9	2,0	0,7	3,0	2,5	—
Plantago lanceolata	1,5	0,3	1,0	0,8	0,2	—	—	0,9	1,4	0,3	0,3	2,1
Potentilla erecta	—	0,5	1,0	1,2	0,5	—	—	—	0,2	—	—	—
Primula farinosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prunella vulgaris	—	—	—	0,7	—	—	—	—	—	0,4	0,2	0,1
Ranunculus acer	2,7	2,4	1,7	1,3	1,4	1,7	1,0	2,5	1,7	2,5	2,3	2,9
R. auricomus	1,6	1,1	2,2	2,1	—	—	2,0	1,2	0,2	0,3	0,4	0,6
Rumex acetosa	4,0	2,8	1,3	1,7	0,2	0,7	—	0,7	—	0,8	0,4	1,6
Scorzonera humilis	0,6	0,8	—	1,8	0,5	0,9	1,2	0,9	1,2	1,4	1,3	0,5
Другие виды разнотравья	4,9	4,2	2,6	6,2	2,4	1,1	2,5	6,0	3,6	6,7	5,4	8,3
Разнотравье	47,6	28,2	36,9	18,3	19,9	20,9	19,4	33,6	23,0	30,6	29,2	40,7

числе 3000—4000 побегов *Festuca rubra*. Одновременно на удобренных опытных делянках заметно уменьшилось число бобовых как более светолюбивых растений и степень покрытия ими.

Уменьшение содержания бобовых привело к значительному снижению количества фиксированного ими азота воздуха, что в свою очередь сказалось на ботаническом составе травостоя.

Начиная с седьмого года опыта в травостое удобренных опытных делянок стала уменьшаться доля *Festuca rubra*, что было обусловлено большой густотой травостоя, поражением различными болезнями и разложением плотной дернины.

На восьмой-десятый год на опытных делянках, на которых применялись фосфорные, калийные и азотные удобрения, и несколько медленнее на делянках с теми же удобрениями, кроме азотных, распространились в значительном количестве верховые злаки *(Dactylis glomerata, Festuca pratensis, F. arundinacea)*, в результате чего общая численность побегов в травостое снова снизилась до 5000—7000 на 1 *кв. м*. Наряду с верховыми злаками наблюдалось также некоторое увеличение бобовых трав, которые достигли максимума на 10—11-й год.

Начиная с двенадцатого года во всех опытах можно было вновь отметить уменьшение удельного веса верховых злаковых и бобовых трав и одновременное увеличение содержания низовых злаковых трав, особенно *Festuca rubra, Poa trivialis*.

Из доминировавших в естественном травостое малоценных злаковых трав уже в первый год опыта значительно уменьшилась доля *Sesleria coerulea* и *Festuca ovina*. По мере формирования густого низовозлакового травостоя, количество этих видов резко уменьшалось, и на двенадцатый год опыта они почти полностью выпали из травостоя.

Доля *Antoxanthum odoratum* уменьшилась в ходе формирования густого злакового травостоя, но в последний год опыта опять увеличилась. Сравнительно устойчивыми на удобренных опытных делянках оказались виды *Agrostis*, хотя последних здесь стало меньше, чем на неудобренных делянках.

Содержание осок в естественном травостое уменьшилось уже с первого года проведения опыта. Некоторые более требовательные к условиям питания виды осок *(Carex pallescens, C. panicea)* продолжают встречаться и на удобренных опытных участках, но их участие в травостое невелико.

Разнотравья под влиянием удобрений стало значительно меньше уже в первый год опыта, причем в урожае тех опытных делянок, на которых применялись фосфорные и калийные удобрения, его во все годы было больше, чем на делянках, где вносились, кроме упомянутых, и азотные удобрения. Наиболее

быстро в первые годы уменьшалось количество *Scorzonera humilis* и *Leucanthemum vulgare*. Внесение удобрений обусловило некоторое увеличение доли *Filipendula ulmaria* и *Ranunculus acer*. Участие других видов уменьшалось по море увеличения густоты травостоя.

Моховой покров естественного луга реагировал на удобрение быстрее, чем травы. При закладке опыта (1955 г.) степень покрытия мхами на естественных лугах составляла 50—70%; начиная с четвертого года (1958) на делянках, где вносились фосфорные и калийные удобрения, она сократилась до 10—15%, а местами была еще меньше; на делянках, где, помимо фосфорных и калийных, применялись также азотные удобрения, она не превышала 5%; при внесении органических удобрений мхи почти полностью исчезали.

Результаты проведенных нами исследований влияния поверхностного удобрения на естественные сенокосные луга показали, что изменения, происходящие при этом в видовом составе первоначально даже весьма различных растительных сообществ, приводят к формированию сходных по видовому составу и структуре фитоценозов.

В процессе формирования травостоев культурного типа при удобрении естественных лугов на протяжении всех одиннадцати лет опыта (1955—1966 гг.) можно выделить следующие этапы: 1) в первые годы после внесения удобрения увеличивалась густота травостоя вследствие улучшения условий почвенного питания трав, при этом значительную долю в травостое составляли бобовые; 2) в дальнейшем густота травостоя возрастала и доминирующими становились низовые злаки, преимущественно *Festuca rubra*, что сопровождалось выпадением ряда низкорослых видов злаков, разнотравья и уменьшением количества бобовых; 3) происходило уменьшение количества низовых злаковых и увеличение доли верховых злаковых и бобовых трав; 4) количество верховых злаковых и бобовых трав уменьшалось, а низовых увеличивалось, причем среди последних наряду с *Festuca rubra* встречались *Poa trivialis* и *Anthoxanthum odoratum*.

Распространенные на естественных лугах психромезофильные виды в результате удобрения заменяются мезофильными видами, к которым относятся все ценные травы. В культурных фитоценозах, сформировавшихся под влиянием удобрений, увеличилось также количество гидромезофильных видов. Характер изменения травостоя при этом в значительной мере зависит от исходного видового состава естественного травостоя и особенно от наличия в нем и обилия видов, способных эффективно использовать более высокое плодородие почвы, от интенсивности удобрения и других условий среды (влажность почвы,

Таблица 5. **Формирование урожая на суходольных лугах с различным ботаническим составом травостоя в зависимости от удобрения (1955— 1966 гг.)**

Год	Вариант удобрения	асс. *Sesleria coerulea — Carex montana*			асс. *Scorzonera humilis — Carex pallescens*			асс. *Sesleria coerulea — Primula farinosa*		
		Сухое вещество		Прибавка урожая, ц/га	Сухое вещество		Прибавка урожая, ц/га	Сухое вещество		Прибавка урожая, ц/га
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%	
1955*	О	—	—	—	212±1,24	100,0	—	11,7±1,12	100,0	—
	РК	—	—	—	26,8±2,38	126,4	5,6	17,9±1,10	153,0	6,2
	NPK	—	—	—	32,6±1,32	153,8	11,4	23,3±1,12	172,6	11,6
	РКk**	—	—	—	28,6±1,46	134,9	7,4	20,2±0,63	199,1	8,5
1956*	О	8,4±0,64	100,0	—	16,1±0,81	100,0	—	12,0±0,91	100,0	—
	РК	11,3±0,73	134,5	2,9	28,4±1,32	176,4	12,3	26,3±0,95	219,2	14,3
	NPK	19,2±1,43	228,6	10,8	29,7±2,12	184,5	13,6	33,7±0,99	280,8	21,7
	РКk	—	—	—	33,6±1,43	208,7	17,5	34,6±1,81	288,3	22,6
1957	О	8,7±0,72	100,0	—	22,0±1,02	100,0	—	16,9±1,00	100,0	—
	РК	17,2±0,85	197,0	8,5	45,4±1,56	206,4	23,4	38,9±1,82	230,2	22,0
	NPK	23,7±1,12	272,4	15,0	53,4±2,50	242,7	31,4	43,5±2,24	257,4	26,6
	РКk	—	—	—	56,8±2,03	258,2	34,8	39,8±2,13	235,5	22,9
1958	О	9,4±0,62	100,0	—	15,0±0,71	100,0	—	16,6±0,90	100,0	—
	РК	21,1±0,95	224,5	11,7	34,3±2,62	228,7	19,3	31,4±1,19	189,2	14,8
	NPK	33,2±1,61	353,2	23,8	40,4±2,14	269,3	25,4	43,0±2,51	259,0	26,4
	РКk	—	—	—	39,8±1,55	265,3	24,8	34,3±1,70	206,6	17,7
1959*	О	5,3±0,22	100,0	—	12,2±0,62	100,0	—	13,5±0,95	100,0	—
	РК	15,2±1,04	286,8	9,9	29,4±1,51	241,0	17,2	28,3±1,35	209,6	14,8
	NPK	19,8±1,49	373,6	14,5	34,9±1,99	286,1	22,7	31,9±1,58	236,3	18,4
	РКk	—	—	—	35,2±1,55	288,5	23,0	30,1±2,07	223,0	16,6
1960	О	7,1±0,31	100,0	—	16,2±1,05	100,0	—	13,8±0,84	100,0	—
	РК	16,2±1,24	228,2	9,1	29,6±1,35	182,7	13,4	23,9±1,40	173,2	10,1
	NPK	25,1±1,45	353,5	18,0	40,4±1,85	246,9	23,8	27,6±1,48	200,0	13,8
	РКk	—	—	—	31,0±1,75	191,4	15,3	24,8±1,03	183,1	11,4
1961	РК	19,7±1,19	252,6	11,9	28,0±2,32	156,3	10,3	29,0±1,98	216,4	15,6
	NPK	26,8±1,88	343,6	19,0	33,7±1,22	184,2	15,4	28,8±1,39	214,9	15,4
	РКk	—	—	—	29,5±1,91	161,2	11,2			
1962*	О	11,9±0,48	100,0	—	19,2±1,11	100,0	—	14,9±1,04	100,0	—
	РК	26,7±1,56	224,4	14,8	35,4±0,79	184,4	16,2	23,0±2,21	154,4	8,1
	NPK	34,1±2,60	286,6	22,2	41,4±1,15	215,6	22,2	26,9±2,14	180,5	12,0
	РКk	—	—	—	45,4±1,71	236,5	26,2	26,0±1,80	174,5	11,1
1963	О	10,3±0,71	100,0	—	16,9±0,93	100,0	—	12,6±0,43	100,0	—
	РК	33,9±1,79	329,1	23,6	35,9±2,21	212,4	19,0	30,1±1,79	238,9	17,5
	NPK	38,5±2,07	373,8	28,2	43,8±1,93	259,2	26,9	37,8±2,22	300,0	25,2
	РКk	—	—	—	42,5±2,29	251,5	25,6	33,9±1,59	269,0	21,3
1964	О	7,2±0,67	100,0	—	16,7±0,37	100,0	—	16,4±0,18	100,0	—
	РК	18,6±0,92	258,3	11,4	36,2±1,96	216,8	19,5	35,4±1,75	215,9	19,0
	NPK	22,7±0,56	315,3	15,5	43,8±1,50	262,3	27,1	41,2±1,68	251,2	24,8
	РКk	—	—	—	40,4±1,61	241,9	23,7	38,9±1,54	237,2	22,5
1965*	О	11,3±0,73	100,0	—	21,1±0,87	100,0	—	18,7±0,54	100,0	—
	РК	36,2±3,20	320,4	24,9	50,5±1,49	239,3	29,4	44,9±1,34	240,1	26,2
	NPK	42,0±1,52	371,7	30,7	53,6±1,62	254,0	32,5	46,5±2,39	249,7	28,0
	РКk	—	—	—	58,2±2,11	275,8	37,1	50,0±1,10	267,4	31,3
1966	О	15,5±0,92	100,0	—	20,8±0,81	100,0	—	21,5±0,37	100,0	—
	РК	38,4±2,46	247,7	22,9	38,9±1,10	187,0	18,1	47,3±1,40	220,0	25,8
	NPK	51,8±3,46	334,2	36,3	42,7±1,59	205,3	21,9	50,0±2,05	232,6	28,5
	РКk	—	—		45,4±2,01	218,3	24,6	52,5±1,14	244,2	31,0
В среднем за 1955— 1966 гг.	О	9,4±0,19	100,0		18,0±0,29	100,0	—	15,2±0,23	100,0	—
	РК	23,1±0,49	245,7	13,7	35,0±0,52	194,4	17,0	31,0±0,44	203,9	15,8
	NPK	30,6±0,57	325,5	21,2	40,8±0,52	226,7	22,8	36,2±0,56	238,2	21,0
	РКk	—	—		40,5±0,52	225,0	22,5	34,7±0,46	228,3	19,5

* В варианте с РК дополнительно внесено компоста: в 1955 г. — 10, в 1956 г. — 10, в 1959 г. — 20, в 1962 г. — 20 и в 1965 г. — 20 т.

** РКк = РК + компост.

Урожай сена в различных вариантах поверхностного улучшения естественного сенокоса (показательный совхоз «Карья»).

освещение и т. д.), а также от распространения болезней и вредителей растений.

Урожайность на делянках естественных суходольных сенокосов, оставленных без удобрения, колебалась по годам очень резко, причем амплитуда колебаний находилась в зависимости от видового состава растительного сообщества, естественного плодородия почвы и погодных условий. За период опыта здесь было получено при разных ассоциациях от 9,4 до 18,0 *ц* сухого вещества с 1 *га*. Эффективность фосфорных и калийных удобрений на естественных сенокосах была относительно высокой. При внесении $P_{54}K_{60}$ *кг* на 1 га прибавка урожая в среднем за опытный период составила 13,7—17,0 *ц* сухого вещества с гектара. Следовательно, на каждый внесенный килограмм P_2O_5 + + K_2O была получена прибавка 12,1—14,8 *кг* сухого вещества. Если по фону фосфорных и калийных удобрений ($P_{54}K_{60}$ *кг* на 1 *га*) вносили дополнительно и азотное удобрение (N_{34}), то средняя прибавка урожая под влиянием его составляла 5,2—7,5 *ц* сухого вещества с 1 *га*, т. е. 15,3—22,0 *кг* сухого вещества на каждый использованный килограмм азота. Внесение компоста по фону фосфорных и калийных удобрений (80 *т* компоста на 1 *га* за опытный период) обусловило среднюю прибавку

урожая сухого вещества 3,7—5,5 *ц* с 1 *га*, т. е. на каждую тонну компоста 55,2—83,8 *кг* сухого вещества (табл. 5).

Урожай на удобренных делянках в течение опытного периода значительно колебался. Так, при внесении фосфорных и калийных удобрений на суходольном сенокосе (ассоциация *(Sesleria coerulea — Primula farinosa)* в первый год опыта было получено 17,9, на третий год — 38,9, на пятый — 28,3, на восьмой — 23,0 и на одиннадцатый — 44,9 *ц* сухого вещества с 1 *га*.

Колебания урожайности обычно связывают с непосредственным влиянием метеорологических условий. За опытный период нами также были отмечены заметные колебания погодных условий, которые, однако, не всегда совпадали с изменениями урожаев трав на удобренных опытных делянках. Например, в 1961 году, благоприятном для роста трав, эффективность удобрений оказалась более низкой по сравнению с бедным осадками 1959 годом.

Следовательно, на урожайность сенокоса наряду с метеорологическими условиями оказывало большое влияние изменение ботанического состава травостоя. Как показывают приведенные выше данные, в первые три года в травостое возросло количество бобовых, которые достигли в урожае удобренных делянок 19,9—62,7%. В результате увеличения численности бобовых заметно повысился также урожай. В связи с уменьшением количества бобовых начиная с четвертого года опыта и формированием густого травостоя прибавка урожая за счет удобрений уменьшилась. Позднее при увеличении доли верховых злаковых и бобовых трав урожай снова увеличился.

Внесение небольших доз азотных удобрений (N_{34}) совместно с фосфорными и калийными не оказало влияния на динамику урожая, так как небольшая доза минерального азота не могла покрыть потребность злаковых трав в азоте и предотвратить снижение уровня урожая, вызванное уменьшением доли бобовых.

Следовательно, при внесении умеренных норм минеральных удобрений, особенно азотных, какие были в нашем опыте, в условиях сенокосного использования лугов нельзя избежать больших колебаний в количестве бобовых и вместе с тем в урожаях. Необходимо, однако, подчеркнуть, что урожайность удобренного суходольного сенокоса в среднем за опытный период была в 1,9—3,3 раза выше, чем неудобренного, что указывает на целесообразность применения удобрений на естественных сенокосах многих колхозов и совхозов Эстонии.

Эстонский научно-исследовательский институт земледелия и мелиорации

Adojaan, A. 1951. Rohkem rõhku rohumaade pealtparandamisele. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 7.

Harpe, E. 1932. Rohumaade väetamisest laudasõnniku ja kompostiga. Niit ja Karjamaa IV. Tallinn.

Kasebier, A. 1932. Kunstväetised, laudasõnnik ja kompost niidul. Niit ja Karjamaa IV. Tallinn.

Krall, H., Pork, K. 1963. Pealtväetamise mõjust looduslike heinamaade liigilisele koostisele. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 20.

Liiv, J. 1960. Looduslike aruheinamaade heintaimiku botaanilise koostise ja saagikuse kujunemine nende pealtparandamisel. Rohumaaviljelus II. Tallinn.

Liiv, J., Krall, H., Pork, K. 1965. Rohukamarate liigilise koostise ja saagikuse kujunemine looduslike heinamaade väetamisel. Rohumaaviljelus IV. Tallinn.

Odum, E. 1963. Ecology. New-York.

Saarsoo, J. 1935. Kultuurniidu asutamisest ilma ümberkünnita — purustatud kamarale heinaseemnete külvi ja väetamise teel. Niit ja Karjamaa IV. Tallinn.

Tamm, K. 1935. Minu tähelepanekuid karjasöödapindalade soetamise ja karja suvise söötmise alalt. Niit ja Karjamaa VII. Tallinn.

Toomre, R. 1953. Kultuurikarjamaade rajamine looduslike rohumaade pealtparandamisega. Agrotehnika, söödatootmise ja loomade söötmise küsimusi. Tallinn.

Toomre, R. 1954. Kultuurrohumaade rajamine kiirendatud korras. Tallinn.

ВЫВЕДЕНИЕ ЗИМОСТОЙКИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В ЭСТОНСКОЙ ССР

А. СИЙМОН

Суровая зима 1939/40 года, когда морозы доходили до —41°, уничтожила в Эстонии бóльшую часть плодовых садов. Даже наиболее зимостойкой плодовой культуры — яблони погибло 68% деревьев. Катастрофа в плодоводстве была настолько серьезной, что у местных плодоводов возникло сомнение в целесообразности закладки новых садов.

Массовой гибели плодовых деревьев, однако, могло бы не произойти, если бы в двадцатых и тридцатых годах в Эстонии не получили широкого распространения сорта, происходящие из Западной Европы и Америки, не приспособленные к более суровому местному климату и местным почвам. В ту же зиму гибель испытанных старых местных эстонских и русских сортов не превышала 4—6%.

В 1946 году, когда встал вопрос о восстановлении плодоводства в республике, на первом заседании Помологического совета при Министерстве сельского хозяйства Эстонской ССР было решено выявить и глубоко изучить сорта народной селекции, чтобы заменить лучшими из них, хотя бы частично, зарубежные слабозимостойкие сорта.

Ниже в статье дан обзор основных итогов проведенной после Отечественной войны работы по селекции яблони — важнейшей в Эстонии плодовой культуры. Вначале характеризуются лучшие сорта народной селекции, которые после обстоятельного изучения были включены в стандартный сортимент республики, затем приводится описание выведенных автором сортов, часть которых уже вошла в число стандартов.

В 1948 году отдел плодоводства Института растениеводства Академии наук Эстонской ССР (теперь Эстонский научно-исследовательский институт земледелия и мелиорации) приступил к регистрации, сбору и изучению наиболее ценных зимостойких сортов и сеянцев плодовых культур народной селекции. В течение ряда лет организовывались экспедиции в разные районы республики и при помощи местного населения, главным образом садоводов-любителей, выявлялись имеющиеся в садах оригинальные деревья, не получившие в 1939/40 году сильных повреждений, с плодами хорошего качества. Эта работа по сбору лучших сортов народной селекции продолжается и в настоящее время.

От обнаруженных при обследовании садов ценных форм берут черенки, которые прививают в небольшом количестве в питомнике экспериментальной базы Полли в южной Эстонии. Саженцы для изучения высаживают из питомника в сад сортов народной селекции. В этом единственном в своем роде саду сконцентрировано более тысячи форм плодовых культур — яблони, груши, сливы, вишни и черешни. Яблони имеется здесь 705 различных форм. Изучается биология собранных форм, проводится оценка их плодов по вкусу, химическому составу и технологическим свойствам.

Богатство форм, собранных в саду народной селекции, отражает историю плодоводства Эстонии, трудолюбие народа и передаваемую из поколения в поколение любовь к природе.

При сборе сортов (форм) народной селекции оказалось возможным в ряде случаев определить, какими методами они были получены. Народных селекционеров можно по методу селекции разделить на три группы. В первую группу следует включить тех, кто занимался селекцией целеустремленно, со знанием дела и сознательно подбирал для скрещивания родительские пары, учитывая их зимостойкость и вкус. В данную группу входят люди весьма различных профессий, например учителя Александр Курвитс из Тарту, Яан Раэда из-под Таллина и Хендрик Хээринг из Ряпина, садоводы Альфред Курм из Килинги-Нымме и Отто Крамер из Таллина, рыбак Юри Кяги из Лихула, моряк Михкель Кольк с острова Муху, крестьянин Йохан Теллисаар из Пилиствере, ученый Юлиус Аамисепп из Йыгева.

Успех работы селекционеров второй группы в значительной мере зависел от случая. Они высевали семена лучших плодов, отбирали сеянцы с культурными признаками и выращивали их до появления первых плодов. Затем сеянец прививали на подвой дикой яблони и высаживали в сад. Нередко

все сеянцы выращивались до плодоношения и уже по качеству плодов выделялись более ценные формы, которые использовались для прививок.

Селекционеры третьей группы, особенно на островах и западном побережье Эстонии, пользовались еще следующим способом, при котором удача также была делом случая. В своих индивидуальных садах они выращивали сеянцы, полученные из семян сортов культурных плодовых деревьев, а также случайно обнаруженные сеянцы с культурными признаками.

Наличие большого количества сортов народной селекции в Эстонской ССР, особенно на островах и западном побережье, объясняется тем, что здесь среди населения было много моряков, которые привозили из дальних стран различные плоды и семена и пробовали их выращивать.

На основе проводившегося в течение ряда лет изучения форм яблони народной селекции выделено несколько очень ценных. Они начинают играть важную роль в стандартном сортименте. Особенно следует отметить три лучших зимних сорта. На первое место следует поставить сорт Пайде талиыун (Пайдеское зимнее). Исходное дерево этого сорта произрастало в г. Пайде, в одном из старых садов. Кто вырастил это дерево, установить не удалось. То, что дерево является местным оригинальным сортом, доказывается отсутствием его описания в старых книгах по помологии. Впервые в литературе этот сорт был упомянут в 1899 году, причем отмечалось, что по вкусу и лежкости с ним не может сравниться ни один из выращиваемых в Эстонии зимних сортов яблок. Плод Пайде талиыун от небольшой до средней величины, слегка несимметричной округлой формы, со слабо заметными ребрами. Чашечка полузакрытая или закрытая. Блюдце широкое, низкое. Сердечко небольшое, семенные камеры закрытые. Кожица зеленовато-желтая, покрытая штриховатым румянцем. Плодоножка сравнительно длинная, деревянистая, часто расположена под некоторым углом, воронка мелкая и широкая. Мякоть белая, мелкозернистая, виннокислая, приятного вкуса, содержит в соке 13,7% сухого вещества; содержание воды в плоде — 85,3%; кислот — 0,7%, сахаров — 10,2%, аскорбиновой кислоты — 11,3 мг/%. Ценное зимнее яблоко. Плоды созревают в ноябре и в хороших условиях хранятся до лета. Дерево сравнительно сильнорослое, крона округлая. Листья средней величины, продолговато-овальные, блестяще-зеленые, с глубокими тупыми зубчиками по краям. Дерево очень зимостойкое, устойчивое против рака и других грибных болезней. Лучше развивается на более мощных почвах. На сухих маломощных почвах северной Эстонии приживается хуже и плодоносит плохо. Сорт самостерилен. Лучшими опылителями служат Тартуское розовое, Антоновка

и Лифляндский золотой ренет. В последние годы сорт получил распространение и в других союзных республиках. В Латвийской ССР он включен в стандартный сортимент.

Вторым сортом, включенным в стандартный сортимент Эстонской ССР, является Пыльтсамаа талиыун (Пыльтсамааское зимнее). Оригинатора этого сорта установить не удалось. Распространение его пока ограничено, оно происходило в основном через плодовые питомники Эстонского республиканского совета потребительских обществ.

Плод средней величины или крупный, округло-конической, довольно непостоянной формы, со слабозаметными плоскими ребрами. Чашечка закрытая, блюдце глубокое. Кожица гладкая, тонкая, с зеленовато-желтой основной окраской, покрытая с солнечной стороны нежным румянцем с единичными красными штрихами. Сердечко средней величины, расположено высоко. Семенные камеры полуоткрытые или открытые. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, сочная, очень приятная на вкус, кисло-сладкая. В соке содержится 12,2% сухого вещества; содержание воды — 86,0%, кислот — 0,6%, сахаров — 9,7%, аскорбиновой кислоты — 8,4 *мг%*. Пыльтсамаа талиыун относится к высокоценным зимним десертным сортам. Созревает в конце октября, сохраняется до конца февраля.

Дерево отличается сравнительно сильным ростом. Крона его сначала имеет ветви, направленные кверху, позднее раскидистая. Вполне зимостойкое. В холодную зиму 1955/56 года, когда температура упала до —41°, цветочные почки не пострадали и сорт дал в 1956 году богатый урожай. Сорт мало восприимчив к болезням и вредителям. Лучше развивается на более глубоких средних почвах. Отличается хорошей урожайностью; лучшими сортами-опылителями являются Тартуское розовое, Пайде талиыун и Антоновка.

Третий зимний сорт народной селекции, включенный в стандартный сортимент Эстонской ССР, — Теллисааре ыун (Теллисаарское). Сорт был обнаружен лишь в 1948 году. По имеющимся данным, он выращен в центральной Эстонии на хуторе Теллисааре вблизи Пилиствере из семени культурной яблони, привезенного из Польши. Плод средней величины; средний вес — 120 *г*. Продольный диаметр плода в среднем 5,8 *см*, поперечный — 6,7 *см*. Основная окраска зеленовато-желтая, со слабым румянцем с солнечной стороны. На плодах заметной ребристости не наблюдается. Чашечка открытая, чашелистики короткие, широкие, блюдце широкое, плоское и гладкое. Плодоножка средней длины, тонкая, деревянистая, коричневато-красная, находится в узкой воронке средней глубины. Кожица гладкая, блестящая, тонкая; под ней по всей поверхности плода заметны небольшие темно-коричневые точки. Кожица покрыта

слабым восковым налетом. Сердечко небольшой или средней величины, расположено высоко. Семенные камеры полуоткрытые или открытые, семена яйцевидные, коричневые. Мякоть тонкозернистая, плотная, зеленовато-белая, сочная, на вкус очень приятная, кисло-сладкая. В соке содержится 12,1% сухого вещества, содержание воды в плоде — 88%, кислот — 1,11%, сахаров — 8,1%, аскорбиновой кислоты — 16,1 *мг%*. Плод созревает в ноябре и сохраняется до мая. Высокоценное столовое яблоко.

Дерево отличается сильным ростом и имеет округлую крону. Однолетние побеги красновато-коричневые, покрыты очень слабым опушением. Редко расположенные подкожные точки имеют небольшие размеры и продолговатую форму. Листья средней величины, яйцевидные, светло-зеленые. Черешок листа средней длины, интенсивной красной окраски. Дерево весьма зимостойкое, даже в суровую зиму 1965/66 года при температуре —41° цветочные почки от мороза не погибли. Лучшими сортами-опылителями являются Тартуское розовое и Антоновка.

ВЫВЕДЕНИЕ НОВЫХ СОРТОВ

Целью селекции яблони, проводимой с 1946 года отделом плодоводства Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации в Полли, является выведение зимостойких, скороплодных, устойчивых против грибных болезней сортов с хорошими по вкусу и транспортабельными плодами. Больше всего обращается внимание на получение высококачественных десертных ранних летних и зимних сортов, отличающихся хорошей лежкостью. Кроме того, важной задачей считается выведение высокоурожайных промышленных сортов.

На первом этапе работы из семян, полученных от лучших зимостойких сортов при свободном их опылении, были выращены сеянцы. Из них в трехлетнем возрасте отобрали сеянцы с культурными признаками и пересадили в селекционный питомник на расстоянии 4×2 *м* друг от друга, где они росли до начала плодоношения. Из этих сеянцев лучшие по качеству плодов привили на подвои Аниса и высадили привитые саженцы в конкурсный питомник сеянцев на расстоянии 8×6 *м*, где детально изучались их качества.

В данном питомнике выделилось несколько ценных сортов. Так, из семян от свободного опыления Антоновки получены сорта Айа илу и Вахур, а от Суйслепского — высококачественные сорта Кийр и Койт, обладающие большей устойчивостью против болезней и вредителей, чем материнский сорт.

Айа илу (Краса сада). Материнский сорт — Антоновка. Плод очень крупный (250—300 *г*) тупоконической формы, с

едва заметными ребрами. Кожица средней толщины, у зрелого плода совершенно желтая, у единичных плодов со слабым румянцем. Подкожные точки зеленые, хорошо заметные. Блюдце средней глубины, сравнительно широкое, со слабоволнистой поверхностью. Тычинки расположены на средней высоте. Чашечка полуоткрытая, чашелистики широкие, плодоножка средней длины и толщины, деревянистая, коричневато-зеленая. В сравнительно глубокой воронке средней ширины заметен ржавый налет. Сердечко средней величины, расположено сравнительно высоко. Семенные камеры закрытые или полуоткрытые, семена средней величины, яйцевидные. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, сочная, кисло-сладкая, со слабым ароматом.

Химический состав плода: содержание сухого вещества в соке — 12,5%, содержание воды в плодах — 90,0%, кислот — 0,7%, сахаров — 8,9%, аскорбиновой кислоты — 16,9*мг*%. Плоды созревают в сентябре и сохраняются до ноября. Ценный промышленный сорт, особенно хорош для приготовления компота. Дерево средней силы роста, образует почти округлую крону. Однолетние побеги темно-коричневые, со слабым опушением. Листья блестящие, яйцевидные, по краю тупозазубренные. Черешки листьев лиловато-коричневые. Цветки крупные, белые, лепестки по краю розоватые. Крупные цветки придают дереву весьма декоративный вид. У цветков наблюдается протерогиния. Сорт вполне зимостоек. Холодные зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов ни в малейшей степени не повредили деревьев. Сорт сравнительно слабо восприимчив к грибным болезням. Начинает плодоносить рано, плодоносит обильно. Лучшими сортами-опылителями являются Боровинка, Осенее полосатое и Пярнуский голубок. Сорт Айа илу включен в перспективную группу стандартного сортимента Эстонской ССР.

Кийр — сеянец сорта Суйслепское. Плоды средней величины (90—120 *г*), тупоконической формы. Кожица блестящая, основная окраска желтовато-белая, в качестве покровной окраски на освещенной солнцем стороне наблюдается слабый лучеобразный румянец. Подкожные точки зеленые, редкие. Блюдце мелкое, с бугристой поверхностью. Тычинки — в среднем положении. Чашечка средней ширины, неглубокая. Плодоножка длинная, тонкая, деревянистая, светло-коричневая. Воронка средней глубины и ширины, с ржавым налетом. Сердечко средней величины, расположено высоко. Семенные камеры закрытые, семена средней величины, светло-коричневые, каплеобразной формы. Мякоть розовато-белая, средней плотности, кисло-сладкая, пряная, с приятным ароматом. Химический состав: сухого вещества в соке — 10,6%, воды — 85,0%, кислот —

0,5%, сахаров — 9,3%, аскорбиновой кислоты — 10,9 *мг%*. Плоды созревают в сентябре и хранятся до октября. Очень ценное десертное яблоко.

Дерево в молодом возрасте слаборослое, но затем усиливает рост. Однолетние побеги темно-коричневые, со слабым опушением, с редкими пятнами. Листья средней величины, гладкие, продолговато-яйцевидные, с мелкопильчатыми краями и длинным черешком. Цветки белые, с лиловатыми жилками. У цветков наблюдается протерогиния. Время цветения — среднее. Зимостойкость высокая, суровые зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов не причинили деревьям никакого вреда. К болезням маловосприимчив. Начинает рано плодоносить и плодоносит ежегодно. К почвенным условиям нетребователен. Лучшими сортами-опылителями являются Лифляндский золотой ренет, Осеннее полосатое и Пярнуский голубок.

Койт. Получен от свободного опыления сорта Суйслепское. Плоды средней величины (90—120 *г*), тупоконической формы. Кожица средней толщины, блестящая, с беловато-желтой основной окраской; плод покрыт розовым пятнистым румянцем. Зеленоватые подкожные точки ясно заметны. Блюдце средней ширины и глубины, с бугристой поверхностью. Тычинки в среднем положении. Чашечка небольшая, чашелистики маленькие, узкие, закрытые. Плодоножка средняя или длинная, средней толщины, деревянистая, зеленовато-коричневая. Сердечко средних размеров, расположено высоко; семенные камеры открытые, семена средней величины, коричневые, яйцевидные. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, сочная, пряная, кисло-сладкая. Химический состав: сухого вещества в соке — 14,0%, содержание воды — 82,6%, кислот — 0,7%, сахаров — 10,3%, аскорбиновой кислоты — 11,8 *мг%*. Плод созревает в конце сентября и сохраняется до февраля. Высокоценный десертный сорт.

Дерево отличается сравнительно сильным ростом и кроной с направленными кверху ветвями. Однолетние побеги коричневатые, а двух- и трехлетние покрыты на всем протяжении хорошо заметными белыми точками. Побеги имеют слабое серое опушение. Листья средней величины, яйцевидные, с зубчатыми краями, поверхность листа слабоморщинистая. Черешок сравнительно длинный, зеленоватый, только на конце слабо лиловато-красный. Сорт устойчив против болезней. Цветки белые с розоватым оттенком. Время цветения — среднее. Дерево вполне зимостойко.

Кроме этих трех сортов, включенных в число перспективных сортов стандартного сортимента Эстонской ССР и переданных в госсортоиспытание, следует отметить еще два перспективных сорта, полученных от свободного опыления — Эле-

гию и Вахур, которые также включены в опыты по госсортоиспытанию.

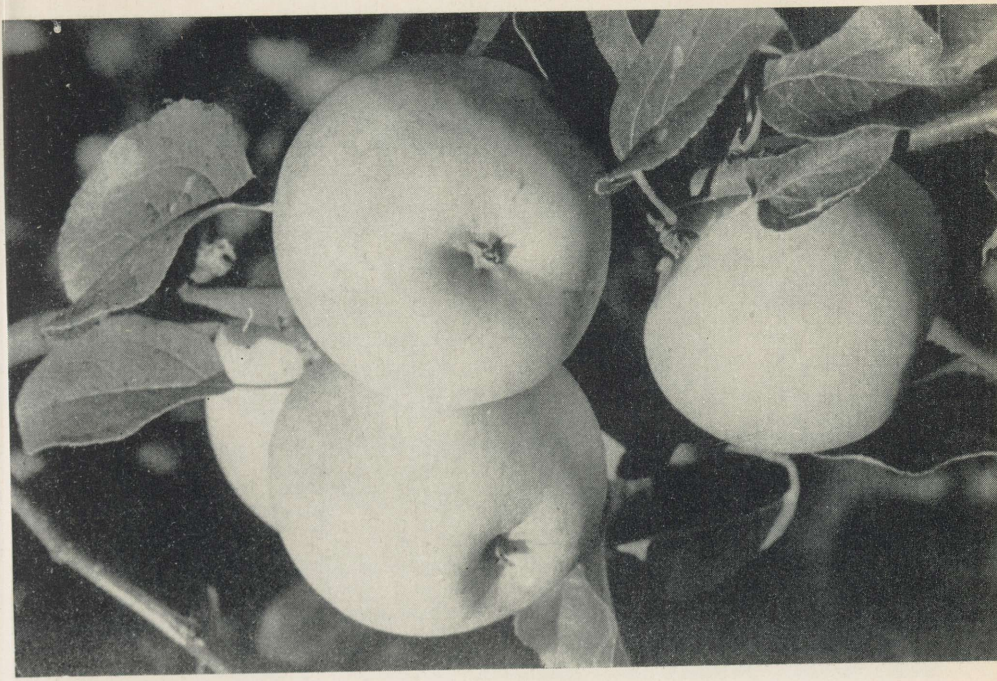
Элегия отобрана в 1947 году из сеянцев, полученных от свободного опыления сорта Пярнуский голубок. Плод средней величины, сходный по форме с Синапом. Основная окраска зрелого плода желтая, на освещенной солнцем стороне наблюдается слабый румянец. Мякоть почти белая, средней плотности, сочная, пряная, сладко-кислая. Химический состав: сухого вещества в соке — 11,2%, воды — 84,3%, кислот — 0,5%, сахаров — 10,3%, аскорбиновой кислоты — 8,6 *мг%*. Плоды созревают в конце сентября или в начале октября и сохраняются до февраля. Высококачественное десертное яблоко. Дерево среднерослое с почти шаровидной кроной. Сорт сравнительно зимостоек, в суровые зимы повреждается незначительно. Передан в госсортоиспытание.

Вахур отобран в 1947 году из сеянцев, полученных при свободном опылении сорта Антоновка.

Плод средней величины (150 *г*), тупоконической формы, с заметными ребрами. Основная окраска зрелого плода желтая, покровная — с розоватым румянцем. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, очень сочная, кисло-сладкая. Химический состав: сухого вещества в соке — 11,6%, содержание воды — 85,1%, кислот — 0,8%, сахаров — 9,9%, аскорбиновой кислоты — 10,7 *мг%*. Плоды созревают в первой половине октября и хранятся до декабря. Ценное десертное яблоко с высокими вкусовыми качествами. Дерево обладает сильным ростом, округлой кроной, время цветения — среднее. Сорт вполне зимостоек, после холодной зимы 1965/66 года плодоносил обильно. Дерево начинает плодоносить рано и ежегодно дает обильный урожай. Передан в госсортоиспытание.

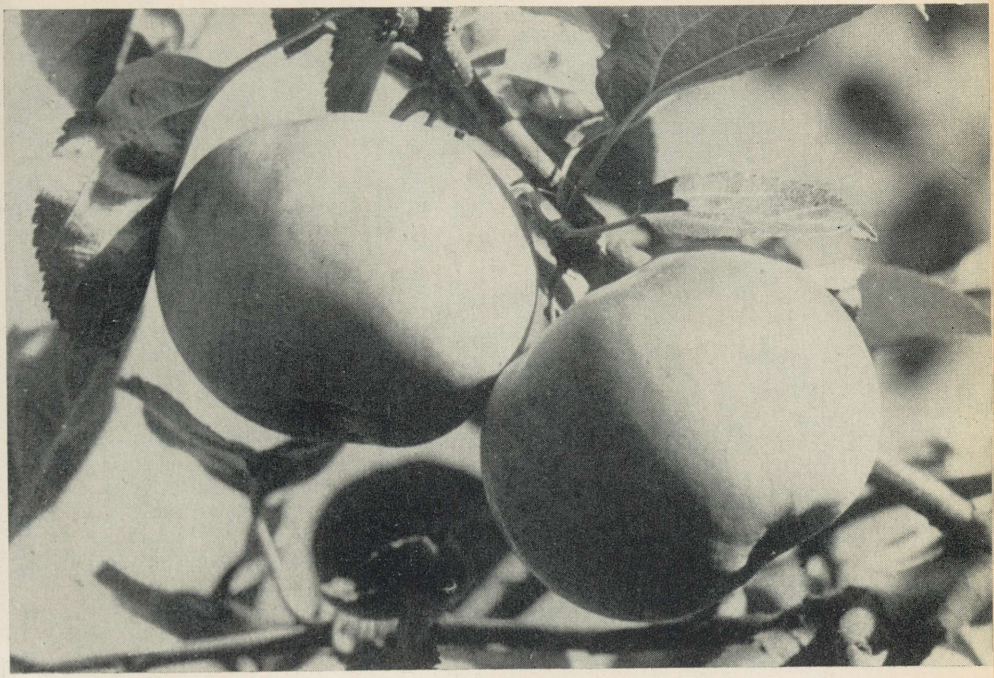
Результаты исследовательской работы позволяют прийти к заключению, что из сеянцев, выращенных из семян от свободного опыления лучших зимостойких с высокими вкусовыми качествами сортов, можно получать весьма ценные сорта, даже превосходящие по качеству исходные. Для успешной работы этим методом следует выращивать большое количество сеянцев и проводить из них строгий отбор по культурным признакам. В общем же количество высокоценных сеянцев, полученных с помощью этого метода, небольшое. По-видимому, это связано с тем, что семена при свободном опылении культурных сортов завязываются в основном от опыления пыльцой произрастающих поблизости полудиких форм, которая более жизнеспособна и достигает яйцеклетки быстрее, чем пыльца ценных культурных сортов.

Хотя путем посева семян от свободного опыления лучших сортов достигнуты некоторые результаты, этот метод все же



Айа илу.

Сидруниколлане талиьун.



Мээлис.

Тальвенаудинг.

недостаточно надежен, так как отцовский сорт остается неизвестным. Поэтому в Полли для выведения новых сортов широко проводилась гибридизация сортов весьма различного происхождения, свойства которых предварительно были детально изучены.

Местные эстонские сорта скрещивали с западноевропейскими и американскими, русские сорта — с сортами, полученными из Западной Европы и Америки. Сорта западноевропейские скрещивали с американскими и с сортами И. В. Мичурина.

Гибридные сеянцы в третий вегетационный период подвергались строгой селекции по культурным признакам. Гибриды с наиболее хорошо выраженными культурными признаками высаживали на расстоянии 4×6 *м* в питомник гибридных сеянцев, где они находились до начала плодоношения. Гибриды, имеющие ценные плоды, размножали, прививая их на подвой Аниса, и высаживали в конкурсный сад, где в течение ряда лет ведется изучение их хозяйственно-биологических свойств. Лучшие по комплексу признаков гибриды передаются в госсортоиспытание.

В связи с тем, что основной задачей селекции было получение зимостойких сортов, в качестве материнского сорта большей частью брали какой-либо хороший зимостойкий в условиях Эстонии сорт, а в качестве отцовского — сорт, выделяющийся по качеству плодов, хотя бы и не вполне зимостойкий.

Девять новых сортов, полученных методом гибридизации, без повреждений выжили в суровые зимы (1955/56, 1962/63, 1965/66 гг.) и в последующий вегетационный период обильно плодоносили. Это следующие сорта.

Зимние: Полли каунитар, Тальвенаудинг, Сидрунколлане талиыун, Мээлис, Майму, Вээнус, Ку́ма.

Осенние: Лембиту, Сюгисдесертыун, Кая.

Полли каунитар (Поллиская красавица). Материнский сорт — Антоновка, отцовский — Окерё. Плод средний или крупный (120 *г*), конический, с заметными ребрами. Кожица блестящая, беловато-желтая, покровная окраска отсутствует. Подкожные желтые точки хорошо заметны. Блюдце мелкое и сравнительно небольшое, трубка чашечки узкая, средней глубины. Тычинки находятся в нижнем или среднем положении. Чашечка закрытая, чашелистики небольшие, зеленые. Плодоножка в общем средней длины, тонкая, коричневатая. Воронка довольно глубокая, средней ширины; в ней заметен лучеобразный ржавый налет. Сердечко имеет форму луковицы, небольшое, в верхнем положении, семенные камеры открытые или полуоткрытые, семена небольшие или средние, темно-коричневые, каплевидные. Мякоть желтовато-белая, средней плот-

ности, сочная, приятного кисло-сладкого пряного вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 14,4%, содержание воды — 83,8%, кислот — 0,7%, сахаров — 11,3%, аскорбиновой кислоты — 6,7 *мг%*. Плоды созревают в начале октября и хранятся до марта-апреля. Высокоценное десертное яблоко с хорошими вкусовыми качествами.

Дерево отличается сильным ростом, в молодом возрасте образует пирамидальную крону, которая позднее становится несколько раскидистой. Однолетние побеги темно-коричневые, с единичными мелкими светлыми точками. Листья крупные, с зазубренными краями, гладкие, продолговатые, со сравнительно густой сетью жилок. Дерево вполне зимостойко. В дождливые вегетационные периоды поражается паршой и нуждается в соответствующих опрыскиваниях. Начинает плодоносить сравнительно рано. Лучшие сорта-опылители — Лифляндское луковичное, Пайдеское зимнее и Антоновка. В суровые зимы 1952/53, 1962/63 и 1965/66 годов деревья сорта Полли каунитар совершенно не пострадали.

Тальвенаудинг. Получен от опыления сорта Окерё пыльцой сорта Осеннее полосатое. Плоды сравнительно крупные (100—120 *г*), конической формы, с хорошо сформировавшимися ребрами. Кожица средней толщины, с сильным восковым налетом. Основная беловато-желтая окраска покрыта темным румянцем с прожилками. Подкожные точки беловато-зеленые, хорошо заметные. Блюдце средней глубины или глубокое с сильноскладчатой поверхностью. Трубка чашечки короткая, средней ширины, тычинки в среднем положении, чашечка закрытая, чашелистики длинные. Плодоножка средней длины и толщины, деревянистая, светло-коричневая. Воронка сравнительно глубокая, средней ширины, покрыта ржавчиной. Сердечко средних размеров, в среднем или высоком положении, семенные камеры открытые, семена средней величины, круглые, коричневатые. Мякоть желтовато-белая, сравнительно плотная, сочная, кисло-сладкая, приятного пряного вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,9%, содержание воды — 86,2%, кислот — 0,7%, сахаров — 9,7%, аскорбиновой кислоты — 9,5 *мг%*. Плоды созревают в первой половине октября и хранятся до апреля. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево средней силы роста, образует почти шаровидную крону. Однолетние побеги коричневатые, со слабым опушением. Подкожные точки беловатые, немногочисленные. Листья овальные, со слабым блеском, слегка морщинистые, края их мелкозазубренные. Черешки листьев длиной около 1,5 см, зеленовато-лиловые, с серым опушением. Окраска листьев зеленая или темно-зеленая. Цветки белые, края лепестков лиловатые. Чашелистики отогнуты. Время цветения среднее.

У цветков наблюдается протерогиния. Дерево вполне зимостойко. Холодные зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов нисколько не повредили его. Болезнеустойчивость сорта хорошая. Дерево начинает рано плодоносить, первые плоды часто появляются уже в питомнике. Плодоносит очень обильно, поэтому рекомендуется выращивать его в условиях хорошей агротехники. Лучшие сорта-опылители — Антоновка, Лифляндское луковичное и Пайдеское зимнее.

Сидрунколлане талиыун (Лимонно-желтое зимнее). Материнский сорт — Антоновка, отцовский — Окерё. Плод средней величины, у молодых деревьев средний или крупный (110—130 г), продолговато-конической формы, через весь плод проходят заметные ребра. Кожица блестящая, средней толщины, лимонно-желтая, в общем без покровной окраски и лишь в годы с солнечным летом на отдельных плодах с солнечной стороны появляется слабый румянец. Подкожные точки зеленоватые и хорошо различимые. Блюдце мелкое, средней ширины, с бугристой поверхностью. Чашечная трубка сравнительно широкая, средней глубины, тычинки в среднем или высоком положении. Чашечка средней величины, полуоткрытая или закрытая. Плодоножка средней длины, тонкая, деревянистая, коричневато-зеленая. Воронка узковатая, средней глубины, покрыта слабой ржавчиной. Сердечко средней величины, в среднем положении, семенные камеры полуоткрытые или открытые, семена каплевидной формы, коричневые. Мякоть беловато-зеленая, сравнительно плотная, сочная, кисло-сладкая, очень приятного пряного вкуса и хорошего аромата. Плоды созревают в конце сентября — начале октября, сохраняются до апреля. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,2%, содержание воды — 88,0%, кислот — 0,9%, сахаров — 8,2%, аскорбиновой кислоты — 8,6 *мг%*. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево сильнорослое. Скелетные сучья расположены редко, крона стоячая. Однолетние побеги темно-коричневые, с сильным опушением. Листья средней величины, яйцевидные, блестящие. Края листьев мелкозазубренные. Черешки листьев средней длины, лиловато-коричневые. Цветки крупные, белые, со слабым розоватым оттенком. Время цветения среднераннее. Сорт вполне зимостойкий, высокоурожайный, скороплодный, устойчивый против болезней и вредителей. Лучшими сортами-опылителями являются Антоновка и Лифляндское луковичное.

Мээлис. Материнский сорт Боровинка, отцовский — Грушовка таллинская. Плод средний или крупный (120—150 *г*), тупоконической формы. Кожица блестящая, средней толщины, основная окраска зеленовато-желтая, с солнечной стороны с сильным румянцем. Подкожные точки зеленые, ясно разли-

чимые. Блюдце средней глубины, широкое, с бугристой поверхностью. Чашечная трубка средней глубины, широкая. Тычинки в верхнем положении. Чашечка закрытая или полуоткрытая, чашелистики широкие и короткие. Плодоножка разной длины, средней толщины, деревянистая, коричневато-зеленая. Воронка глубокая. Сердечко небольшое, в верхнем положении. Семенные камеры закрытые. Семена средней величины, коричневые, продолговатые, имеют форму висячей капли. Мякоть зеленовато-белая, средней плотности, сочная, кисло-сладкая, со слабым ароматом. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,4%, содержание воды — 85,5%, кислот — 0,5%, сахаров — 17,7%, аскорбиновой кислоты — 12,9 *мг%*. Плоды созревают в конце сентября или в первой половине октября и сохраняются до марта. Ценный промышленный и десертный сорт.

Дерево сильнорослое, образует раскидистую крону. Однолетние побеги темно-коричневые, покрыты зеленоватым опушением. Листья крупные, сердцевидные, с морщинистой поверхностью, с зубчатыми краями, темно-зеленые, с длинным черешком и частой сетью жилок. Цветки белые, слегка розоватые. У цветков наблюдается протерогиния. Относится к сортам со средним сроком цветения. Деревья сорта совершенно зимостойкие, даже суровые зимы 1955/56, 1962/63, 1965/66 годов не причинили им повреждений. В изобилующие осадками вегетационные периоды нуждается в систематической борьбе с грибными болезнями. Плодоносит сравнительно рано и сильно. Следует рекомендовать для выращивания на мощных почвах. Лучшие опылители — Лифляндское луковичное, Пайдеское зимнее и Антоновка.

Сюгисдесертыун (Осеннее десертное). Получен от опыления Антоновки пыльцой Тартуского розового (Уэлси). Плоды средней величины, на молодых деревьях крупные (160 *г*), тупоконической формы, с едва заметными ребрами. Кожица средней толщины, блестящая, основная окраска светло-желтая, с солнечной стороны покрыта сильным розовым румянцем. Подкожные точки зеленоватые, хорошо различимые. Блюдце средней ширины, со слегка бугристой поверхностью, чашечка средней величины, закрытая, чашелистики средней величины. Чашечная трубка сравнительно глубокая и широкая. Положение тычинок низкое или среднее. Плодоножка средней длины и толщины, деревянистая, коричневато-зеленая. Воронка средней ширины, сравнительно глубокая, покрыта ржавчиной. Сердечко маленькое, в среднем или высоком положении, семенные камеры закрытые или полуоткрытые. Семена крупные, светло-коричневые, капле- или яйцевидной формы. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, сочная, сладко-кислая,

приятного пряного вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 13,2%, содержание воды — 85,6%, кислот — 0,7%, сахаров — 10,5%, аскорбиновой кислоты — 10,7 *мг%*. Плоды созревают в конце сентября и сохраняются до декабря. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево сильнорослое, образует широкую крону. Однолетние побеги коричневые или светло-коричневые, со слабым опушением, покрытые сравнительно многочисленными светлыми точками. Листья крупные, овальные, толстые, с морщинистой поверхностью и зазубренными краями. Черешки листьев лиловато-коричневые или зеленые, сеть жилок частая, слегка лиловатой окраски. Цветки белые, лепестки снизу лиловато-красные. У цветков наблюдается протерогиния. Относится к сортам со средним сроком цветения. Дерево вполне зимостойко. Суровые зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов не причинили ему никакого вреда. Сорт не восприимчив к болезням и вредителям. Плодоносить начинает очень рано, единичные плоды появляются уже в питомнике. Плодоносит очень обильно и ежегодно. Малотребователен к почве. Лучшие сорта-опылители — Лифляндский золотой ренет, Осеннее полосатое и Пярнуский голубок.

Лембиту. Материнский сорт Лифляндский золотой ренет, отцовский — Тартуское розовое. Плод крупный (до 200 *г*), тупоконической формы, как будто вытянут, с заметными ребрами, один бок немного ниже. Кожица блестящая, основная окраска — беловато-желтая, с освещенной солнцем стороны покрыта нежным румянцем, на котором проступают одиночные красные полосы. Зрелый плод покрыт хорошо заметными желтыми точками. Плоды красивые. Блюдце средней глубины и средней или большой ширины; чашечная трубка средней ширины и средней глубины или низкая. Тычинки расположены низко. Чашечка закрытая или полуоткрытая, с маленькими зелеными чашелистиками. Плодоножка средняя или длинная (длина плодоножки варьирует), деревянистая, средней толщины, коричневато-зеленая. На плодоножке часто встречается утолщение, подобное утолщению у Лифляндского золотого ренета. Воронка бугристая, средней глубины и ширины, с лучеобразным слоем ржавчины. Сердечко небольшое, в верхнем положении, семенные камеры у мелких плодов закрытые, у более крупных — часто полуоткрытые. Семена средней величины, имеют форму висячей капли, темно-коричневые. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, кисло-сладкая, приятная на вкус. Химический состав: сухого вещества в соке — 13,6%, содержание воды — 87,0%, кислот — 0,7%, сахаров — 10,9%, аскорбиновой кислоты — 12,9 *мг%*. Плоды созревают в сентябре и сохраняются до ноября. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево среднерослое, крона округлая. Однолетние побеги темно-коричневые, покрытые заметным опушением и мелкими белыми круглыми точками. Листья яйцевидные, с зазубренными краями, сравнительно гладкие, с редкой сетью жилок, светлой окраски. Относится к сортам со средним сроком цветения. Дерево вполне зимостойкое и болезнеустойчивое. Начинает плодоносить рано и дает обильные урожаи.

Кая. Получен от опыления Лифляндского золотого ренета пыльцой Суйслепского. Плоды средней величины (100—130 *г*), продолговатые, имеют форму Синапа, с заметными ребрами по всему плоду. Кожица блестящая, с беловато-желтой основной окраской. Покровная окраска отсутствует. Подкожные точки зеленоватые, хорошо заметные. Плод красивый. Блюдце средней ширины и глубины, чашечная трубка тоже средней ширины и сравнительно глубокая. Тычинки в среднем или высоком положении. Чашечка закрытая, чашелистики длинные. Плодоножка средней длины и толщины, деревянистая, коричневато-зеленая. Воронка средней глубины и ширины, покрыта слабой ржавчиной. Сердечко средней величины, в среднем положении, семенные камеры открытые. Семена средней величины, яйцевидные, темно-коричневые. Мякоть желтовато-белая, рыхлая, сочная, кисло-сладкая, приятного пряного вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 13,3%, содержание воды — 83,9%, кислот — 0,8%, сахаров — 10,0%, аскорбиновой кислоты — 10,3 *мг%*. Плоды созревают в сентябре и сохраняются до середины октября. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево среднерослое, преимущественно с округлой кроной. Однолетние побеги коричневые, с отдельными продолговатыми точками и очень слабым опушением. Листья яйцевидные, с зазубренными краями, гладкие, с густой сетью жилок. Срок цветения средний. Дерево вполне зимостойкое. В суровые зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов повреждений не наблюдалось. Паршой не поражается. Начинает плодоносить рано и плодоносит обильно. Лучшие сорта-опылители — Сяфстахольм, Боровинка и Айа илу.

Майму. Материнский сорт — Осеннее полосатое, отцовский — Тартуское розовое (Уэлси). Скрещивание было произведено в 1947 году. Плод средней величины или крупный (средний вес 151 *г*), конический, с едва заметными плоскими ребрами. Основная окраска беловато-желтая, покровная — в виде покрытого штрихами румянца. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, очень приятного сладко-кислого вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,4%, содержание воды — 86,4%, кислот — 0,7%, сахаров — 8,9%, аскорбиновой кислоты — 7,0 *мг%*. Плоды созревают в сентябре и сохраняются до конца марта. Высокоценное десертное яблоко.

Дерево отличается сильным ростом, в молодом возрасте крона стоячая, позднее раскидистая. Относится к сортам со средним сроком цветения. Сорт вполне зимостоек. Суровые зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов перенес без повреждений. Сорт болезнеустойчив. Начинает плодоносить рано, периодичности в плодоношении не наблюдается. Сорт передан в госсортоиспытание.

Вээнус. Мать — Осеннее полосатое, отец — Лифляндский золотой ренет. Скрещивание было проведено в 1947 году. Плоды средней величины (средний вес 135 *г*), тупоконической формы. Основная окраска желтовато-белая, покровная — слабая лилово-красная. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, сочная, очень приятного слабокислого вкуса. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,4%, содержание воды — 86,7%, кислот — 0,6%, сахаров — 12,6%, аскорбиновой кислоты — 8,6*мг*%. Плоды созревают в октябре и сохраняются до февраля. Ценное десертное яблоко.

Дерево среднерослое, преимущественно с округлой кроной. Сорт вполне зимостоек, в суровые зимы 1955/56, 1962/63 и 1965/66 годов повреждений деревьев не наблюдалось. К грибным болезням не восприимчив. Дерево начинает плодоносить рано, урожайно. Сорт находится в госсортоиспытании.

Ку́ма. Материнский сорт — Осеннее полосатое, отцовский — Кортланд. Плод средней величины (средний вес 130 *г*), тупоконической формы, без заметных ребер. Основная окраска зрелого плода беловато-желтая. Покровная окраска — интенсивный розоватый румянец. Мякоть желтовато-белая, средней плотности, очень сочная, на вкус приятная, кисло-сладкая, слегка пряная. Химический состав: сухого вещества в соке — 12,4%, воды — 89,2%, кислот — 0,7%, сахаров — 14,5%, аскорбиновой кислоты — 5,2 *мг*%. Плоды созревают в октябре и сохраняются до февраля. Ценное десертное яблоко

Дерево среднерослое, в зрелом возрасте крона раскидистая. Зимостойкое, к болезням маловосприимчиво.

На основании полученных при селекции результатов можно дать оценку исходным сортам по способности передавать свои свойства потомству. В многочисленных комбинациях скрещиваний выделились два материнских сорта, дающих очень зимостойкое потомство, часто с высококачественными плодами. Одним из этих сортов является Антоновка, другим — Осеннее полосатое. От скрещивания с этими сортами получено большинство сортов, описание которых было приведено выше. Кроме того, от этих матерей имеются перспективные сорта, пока не получившие наименований.

Очень перспективные ценные гибридные сорта получены

при использовании Антоновки в качестве материнского и Окерё в качестве отцовского сортов, причем Антоновка передает зимостойкость, а Окерё — высокие десертные качества. Гибриды этой комбинации скрещивания имеют беловато-желтую или желтовато-белую основную окраску, тогда как покровная окраска или отсутствует, или проявляется в весьма слабой степени. Ценные гибриды получаются также от скрещивания Осеннего полосатого с Кортланд. Одним из них является Ку́ма. От Осеннего полосатого гибриды наследуют зимостойкость, а от Кортланда — красную покровную окраску и снежно-белую мякоть. Вообще Кортланд в качестве отцовского сорта дает при скрещивании с многими сортами очень красивые плоды, обычно с совершенно белой мякотью.

Зимние сорта дают потомство, созревающее более поздно. Иногда поздние сорта получаются от скрещивания летних и осенних сортов. Так, поздний зимний сорт Мээлис получен от осеннего и летнего сортов.

В Полли наряду с гибридизацией используется метод клоновой селекции. Выделен новый клон сорта Осеннее полосатое, значительно более ценный, чем исходный сорт. Кроме того, выявлена красноплодная, более урожайная и красивая форма сорта Окерё.

В последние два года велась также работа по выведению полиплоидных сортов. Для этого применяются облучение рентгеновыми лучами и воздействие химическими мутагенами. Проводится также цитогенетическое изучение новых сортов.

Можно быть уверенным, что обновленный стандартный сортимент яблони, имеющийся теперь в республике, в котором представлены, кроме старых, испытанных в течение многих десятилетий сортов, лучшие сорта народной селекции и высококачественные новые сорта, полученные эстонскими учеными и плодоводами, более надежно гарантирует плодоводство республики от катастрофических опустошений, производимых суровыми зимами.

Эстонский научно-исследовательский институт земледелия и мелиорации

ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЭСТОНСКОЙ ССР ПО МАТЕРИАЛАМ ПЕРВОГО ТУРА МАССОВЫХ АНАЛИЗОВ

Э. РАУДВЯЛИ

Лаборатория по определению потребности почв в удобрениях, созданная в Эстонском научно-исследовательском институте земледелия и мелиорации в 1957—1958 годах [теперь Эстонская республиканская (зональная) агрохимическая лаборатория], в 1964 году закончила первый тур агрохимических исследований почв культурных угодий (пашни, культурных лугов и культурных пастбищ) колхозов, совхозов и других хозяйств Эстонии. За семь лет лабораторией установлено содержание легкорастворимых соединений фосфора и калия и определена реакция в 475 тыс. почвенных образцов, при этом выполнено около 1 млн. 700 тыс. анализов (Раудвяли, 1962, 1965).

По результатам проведенных лабораторией анализов специалисты почвенного отдела Института «Эстсельхозпроект», а по материалам 1964 года почвоведы Республиканской агрохимической лаборатории составили для всех хозяйств республики картограммы потребности почв в удобрениях и известковании, а агрохимики Института земледелия и мелиорации обеспечили хозяйства инструкциями по использованию картограмм с целью установления рациональных норм фосфорных и калийных удобрений, а для кислых почв — также необходимых доз известковых материалов. Инструкции эти были составлены на основе сопоставления эффективности фосфорных и калийных удобрений в полевых опытах, проводившихся на разных почвах в 54 пунктах на территории Эстонии, с результатами лабораторных анализов.

По данным агрохимических анализов для всех административных районов республики, а в пределах районов для всех хозяйств были составлены таблицы, показывающие, какой

процент от всех изученных почв составляют почвы с различным содержанием фосфора и калия и с разной реакцией. Пользуясь такими таблицами, можно более целесообразно распределять фонды удобрений между районами, а в пределах районов — между отдельными хозяйствами.

Полученные при анализах данные позволяют также составить агрохимическую характеристику почв культурных угодий по выделенным на территории Эстонии А. Лиллема (Лиллема, 1955; Lillemaa, 1958) природным почвенным районам и подрайонам (рис. 1).

Общая характеристика содержания легкорастворимых соединений фосфора и калия в пахотных почвах Эстонской ССР и потребности почв в удобрениях этими элементами по отдельным административным и природным почвенным районам была дана несколько лет тому назад К. Таранди (Таранди, 1956; Tarandi, 1956).

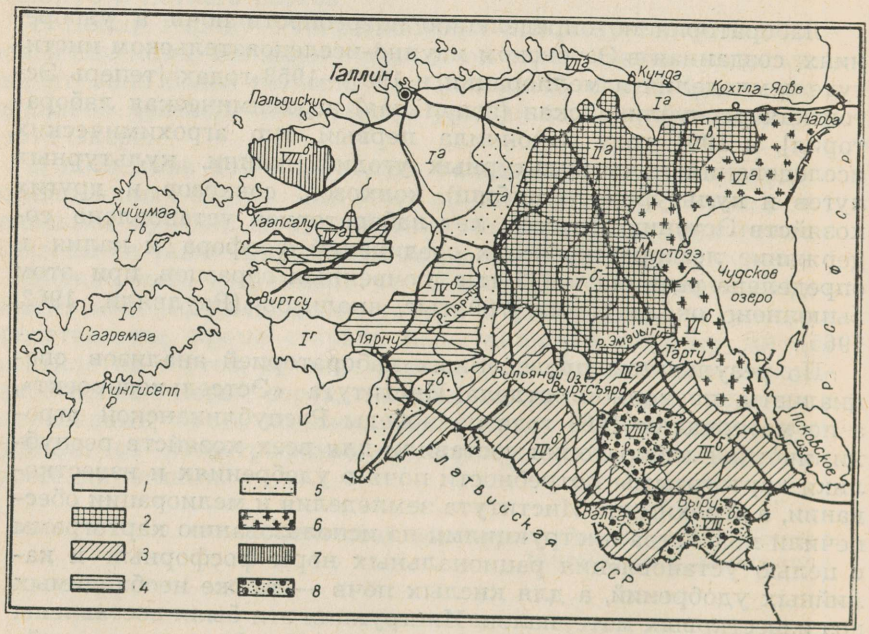


Рис. 1. Почвенные районы и подрайоны Эстонской ССР по А. Лиллема.

1 — дерново-карбонатные типичные (рихковые) и заболоченные почвы (северная и северо-западная Эстония и острова); 2 — дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы (средняя Эстония); 3 — дерново-подзолистые почвы (южная Эстония); 4 — дерново-глеевые и пойменные (наносные) почвы (западная Эстония); 5 — подзолистые, дерново-подзолисто-глеевые и болотные почвы (Среднеэстонская депрессия); 6 — подзолистые, подзолисто-болотные и болотные почвы (приозерье Чудское); 7 — каменистые подзолистые почвы (морских побережий); 8 — дерново-подзолистые эродированные почвы (холмистых морен). I—VIII — почвенные районы; а, б, в, г — подрайоны.

К. Таранди охарактеризовал почвы по данным анализов 15 тыс. образцов. В настоящее время на основании значительно большего количества анализов можно дать более детальную характеристику свойств почв. Следует отметить, что данные анализов первого тура позволяют в значительной мере охарактеризовать естественные агрохимические свойства почв республики, еще не измененные обильными дозами удобрений. В годы войны и в течение длительного времени после ее окончания преобладающая часть полевых почв Эстонии не получала такого количества органических и минеральных удобрений, которое перекрывало бы вынос основных элементов минерального питания с урожаем. Минеральные удобрения в более значительных количествах хозяйств начали вносить лишь незадолго до того, как стали выполняться массовые агрохимические анализы.

Поскольку количество вносимых в почву удобрений непрерывно возрастает, при следующих турах агрохимических анализов уже труднее будет установить зависимость агрохимических свойств от особенностей почвообразующей породы, климата и естественного почвообразовательного процесса. Целесообразно поэтому опубликовать детальные данные, характеризующие агрохимические свойства почв всех почвенных районов и подрайонов во время первого цикла анализов, чтобы иметь возможность через несколько лет сравнить с ними результаты анализов последующих туров и установить, насколько быстро и в каком направлении происходят изменения в свойствах почв.

В табл. 1 и 2 приведены данные о распространении в почвенных районах и подрайонах Эстонии почв культурных угодий (пашни, культурных лугов и культурных пастбищ) с различным содержанием лактатнорастворимых P_2O_5 и K_2O. Распространение почв с различной потребностью в фосфорных и калийных удобрениях показано в табл. 3 и 4, при этом в обеих таблицах почвы разделены на пять групп в зависимости от степени их потребности в этих удобрениях. В табл. 5, кроме характеристики распространения почв с различной кислотностью, указан процент почв, нуждающихся в известковании.

В таблицах распространение почв с тем или иным содержанием P_2O_5 и K_2O характеризуется процентом образцов соответствующих почв от общего количества анализированных в данном почвенном районе или подрайоне образцов (проб). Вместе с тем цифры таблиц отражают и соотношение площадей почв с различными агрохимическими свойствами, так как на всех культурных угодьях пробы брались более или менее равномерно — одна проба приблизительно на 2 *га*.

Таблица 1. **Распространение в Эстонии почв культурных угодий с различным содержанием лактатнорастворимой P_2O_5**

Почвенные районы и подрайоны		Содержание лактатнорастворимой P_2O_5 (*мг*%)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Процент почвенных образцов с соответствующим									
I. Северная Эстония	а	7,4	15,1	14,1	10,1	9,0	6,9	6,0	4,4	3,0	2,7
	б	5,2	10,0	11,4	9,8	9,7	7,8	7,5	6,4	4,2	3,6
	в	4,1	10,0	14,0	11,8	11,1	8,9	8,8	6,3	5,0	3,8
	г	17,7	21,4	17,0	11,5	8,4	6,1	4,2	2,7	2,5	1,2
	В среднем	7,6	14,9	14,2	10,2	9,1	7,0	6,1	4,5	3,1	2,7
II. Средняя Эстония	а	15,9	21,3	17,0	10,1	7,9	5,4	4,2	3,3	2,1	1,9
	б	24,5	23,2	15,1	8,5	6,7	4,8	3,7	2,5	1,5	1,5
	в	14,3	22,1	15,2	8,0	6,0	4,7	4,8	3,0	2,0	2,0
	В среднем	20,8	22,4	15,9	9,0	7,1	5,0	3,9	2,8	1,8	1,7
III. Южная Эстония	а	22,3	21,7	14,9	9,1	6,6	4,9	3,9	3,0	2,1	1,8
	б	31,6	25,9	14,9	7,7	5,9	3,7	2,5	1,7	1,0	0,9
	В среднем	28,3	24,3	14,9	8,1	6,2	4,2	3,0	2,2	1,4	1,3
IV. Западная Эстония	а	13,8	24,9	17,6	10,2	8,1	5,2	3,8	2,8	1,9	1,6
	б	21,6	23,7	19,6	10,8	7,5	4,6	3,2	2,2	1,3	1,4
	В среднем	17,0	24,5	18,4	10,4	7,9	5,0	3,6	2,5	1,7	1,5
V. Среднеэстонская депрессия	а	17,1	23,0	17,1	9,6	8,1	5,8	4,7	3,2	1,7	1,7
	б	15,8	25,2	20,2	11,8	8,4	5,0	3,6	2,6	1,3	1,5
	В среднем	16,7	23,7	17,8	10,2	8,2	5,6	4,4	3,1	1,6	1,6
VI. Приозерье Чудское	а	29,8	28,2	15,2	8,0	5,1	3,3	2,2	1,5	1,0	0,8
	б	35,9	27,4	12,7	6,4	4,3	2,9	2,3	1,6	1,2	0,9
	В среднем	32,8	27,8	14,1	7,1	5,0	3,0	2,3	1,5	1,1	0,9
VII. Северное побережье	а	1,5	3,0	4,8	4,5	5,0	3,4	3,7	3,4	2,8	2,9
	б	3,3	10,8	14,9	13,2	11,5	8,4	7,7	5,8	4,4	3,8
	В среднем	2,1	5,7	8,3	7,5	7,3	5,1	5,1	4,2	3,4	3,2
VIII. Юго-восточная Эстония	а	27,7	21,8	16,0	7,9	6,4	4,5	3,5	2,6	1,8	1,4
	б	38,6	21,0	12,7	6,3	5,3	3,9	3,4	2,2	1,3	1,1
	В среднем	30,2	21,5	15,3	7,7	6,1	4,3	3,5	2,5	1,7	1,3
В среднем по республике		19,1	20,8	15,1	9,0	7,3	5,3	4,3	3,1	2,1	1,8

11—14	13—12	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—35	36—40	>40
содержанием фосфора от общего количества изученных проб												
3,8	2,6	2,2	1,7	1,3	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	1,1	1,1	3,7
6,0	4,1	3,6	2,5	1,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,4	0,8	0,6	1,4
5,3	3,3	2,4	1,8	1,0	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
1,8	1,5	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,4
3,9	2,6	2,2	1,7	1,3	0,9	0,8	0,8	0,7	0,5	1,0	1,0	3,2
2,6	1,8	1,4	1,1	0,7	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,8
1,9	1,3	1,0	0,7	0,6	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,7
3,1	2,4	2,3	1,8	1,4	1,0	0,5	0,6	0,7	0,5	0,8	0,6	2,4
2,2	1,6	1,2	0,9	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8
2,5	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,9
1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
1,7	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5
2,2	1,6	1,0	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,6	0,2	1,6
1,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	—	—	0,1	0,2
1,8	1,3	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	1,0
2,3	1,3	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,5
1,3	0,8	0,9	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	—	0,1	0,2	0,3
2,0	1,2	1,0	0,8	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4
1,2	0,8	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
1,1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
5,5	4,6	4,7	4,9	3,9	2,7	2,2	2,6	2,6	1,8	4,5	4,0	21,0
4,1	2,7	2,8	1,6	1,0	1,2	0,3	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,7
5,0	4,0	3,9	3,8	2,9	2,2	1,5	1,9	1,9	1,2	3,1	2,7	14,0
1,7	1,1	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,5
1,3	0,7	0,7	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	—	—	0,1	0,1	0,1
1,6	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4
2,5	1,7	1,4	1,0	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5	1,8

Таблица 2. **Распространение в Эстонии почв культурных угодий с раз**

личным содержанием лактатнорастворимой K_2O

Почвенные районы и подрайоны		Содержание лактатнорастворимой K_2O в *мг* %									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Процент почвенных образцов с соответствующим									
I. Северная Эстония	а	2,2	3,2	4,8	5,4	6,2	6,6	7,1	6,8	5,5	6,2
	б	2,0	2,1	2,6	2,9	3,2	3,9	3,3	4,7	4,2	5,4
	в	2,0	7,6	10,5	9,4	7,8	8,3	5,7	5,3	3,7	4,2
	г	3,3	19,4	6,1	6,8	5,7	5,5	8,3	5,5	6,0	3,9
	В среднем	2,2	4,0	5,0	5,5	6,2	6,5	6,9	6,7	5,5	6,0
II. Средняя Эстония	а	1,7	4,3	6,5	9,2	10,2	10,4	10,4	8,4	6,6	6,4
	б	2,3	4,8	7,9	9,6	9,1	9,8	9,4	8,2	6,7	5,7
	в	1,1	3,1	4,0	4,9	5,6	7,9	7,4	6,6	6,7	6,2
	В среднем	2,0	4,5	7,2	9,2	9,3	9,9	9,6	8,2	6,7	6,0
III. Южная Эстония	а	3,2	4,3	6,5	8,2	8,0	9,1	8,5	7,8	6,3	6,2
	б	3,0	5,8	8,0	9,4	8,8	8,9	8,5	7,7	6,1	5,8
	В среднем	3,0	5,2	7,6	9,0	8,5	9,0	8,5	7,7	6,2	5,9
IV. Западная Эстония	а	1,7	5,0	7,6	8,2	7,5	7,4	7,1	6,7	5,7	5,2
	б	7,0	7,9	9,0	8,3	7,8	7,2	6,9	5,6	4,7	4,8
	В среднем	3,9	6,0	8,1	8,2	7,7	7,4	7,0	6,3	5,3	5,0
V. Среднеэстонская депрессия	а	2,4	5,5	7,7	9,0	9,9	9,0	9,4	7,6	5,7	5,7
	б	5,6	7,9	9,6	9,6	9,5	8,4	9,2	6,9	4,8	5,1
	В среднем	3,2	6,1	8,2	9,2	9,8	8,8	9,3	7,5	5,5	5,5
VI. Приозерье Чудское	а	2,7	4,2	5,0	5,8	5,9	7,1	7,7	7,6	6,9	6,7
	б	3,6	8,8	10,5	11,3	10,4	10,5	8,4	6,9	5,3	4,7
	В среднем	3,1	6,5	7,8	8,6	8,2	8,8	8,1	7,2	6,1	5,7
VII. Северное побережье	а	4,1	4,5	6,2	6,7	7,2	6,1	6,1	5,0	4,0	5,4
	б	1,4	3,3	5,1	6,9	6,1	6,9	6,9	7,4	5,9	6,3
	В среднем	3,2	4,0	5,9	6,8	6,8	6,4	6,4	5,8	4,6	5,7
VIII. Юго-восточная Эстония	а	3,3	5,5	6,0	8,7	9,4	9,7	9,8	8,5	6,6	6,1
	б	1,9	5,1	5,5	7,2	8,9	10,8	14,6	8,9	6,5	5,9
	В среднем	2,9	5,5	5,9	8,3	9,3	10,0	11,0	8,6	6,5	6,0
В среднем по республике		2,6	4,9	6,7	7,9	8,1	8,4	8,4	7,4	6,0	6,0

11—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—35	36—40	>40
содержанием калия от общего количества изученных проб												
10,7	8,7	6,6	5,0	3,8	2,9	2,0	1,5	1,1	0,9	1,1	0,6	1,1
9,5	9,5	8,3	8,7	7,2	6,0	4,0	3,1	2,6	2,1	2,1	1,2	1,4
7,0	6,3	4,4	3,5	3,0	2,5	2,2	1,5	1,2	0,8	1,5	0,8	0,8
7,0	5,4	4,7	2,6	2,3	1,8	1,0	1,1	0,6	0,7	1,0	0,2	1,1
10,4	8,5	6,5	5,0	3,8	2,9	2,0	1,6	1,1	0,9	1,1	0,6	1,1
8,9	5,7	3,8	2,3	1,7	1,1	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3
8,8	5,8	3,6	2,6	1,7	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4
11,5	9,0	7,3	5,1	4,0	2,9	2,3	1,2	1,2	0,8	0,7	0,7	0,3
9,0	6,0	3,8	2,6	1,8	1,2	0,8	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4
9,5	6,4	4,4	3,3	2,4	1,5	1,1	0,7	0,6	0,5	0,6	0,3	0,6
9,1	6,3	4,0	2,8	1,8	1,3	0,8	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3
9,3	6,3	4,1	3,0	2,0	1,4	0,9	0,6	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4
8,6	7,3	5,0	3,8	3,2	2,3	1,9	1,5	1,3	1,0	0,8	0,5	0,7
7,7	5,3	4,1	3,4	2,6	1,9	1,6	1,1	1,0	0,6	0,8	0,3	0,8
8,2	6,5	4,6	3,7	3,0	2,1	1,8	1,3	1,2	0,8	0,8	0,4	0,7
8,6	5,8	3,9	2,9	1,9	1,4	1,0	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,4
6,8	5,4	3,0	2,5	1,5	1,0	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,6
8,1	5,7	3,7	2,8	1,8	1,3	0,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,4
11,1	9,1	6,3	4,3	3,4	1,9	1,3	0,7	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4
7,3	4,3	2,7	1,8	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
9,2	6,7	4,5	3,0	2,2	1,4	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
8,9	6,5	5,7	5,1	4,1	3,0	1,8	2,1	1,3	1,4	1,7	1,2	1,9
10,9	8,7	7,1	5,6	3,6	3,0	1,5	0,8	0,8	0,8	0,3	0,1	0,6
9,6	7,3	6,1	5,3	3,9	3,0	1,7	1,6	1,1	1,2	1,2	0,9	1,5
9,4	5,7	3,7	2,2	1,4	1,1	0,7	0,6	0,3	0,3	0,4	0,1	0,5
9,2	5,2	3,8	2,1	1,2	0,6	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6
9,3	5,6	3,7	2,2	1,3	1,0	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6
9,4	6,8	4,8	3,5	2,5	1,8	1,2	0,9	0,7	0,5	0,6	0,3	0,6

Таблица 3. **Распространение в Эстонии почв культурных угодий с различной потребностью в фосфорных удобрениях**

Почвенные районы и подрайоны		Степень потребности в фосфорных удобрениях и содержание P_2O_5 (*мг*%)				
		очень высокая ⩽ 3	высокая 4—7	средняя 8—14	низкая 15—28	очень низкая или отсутствует >28
		Процент почв с различной потребностью в фосфорных удобрениях				
I. Северная Эстония	а	36,6	32,0	16,5	8,5	6,4
	б	26,6	34,8	24,3	11,1	3,2
	в	28,1	40,6	23,7	6,6	1,0
	г	56,1	30,2	9,7	3,2	0,8
	В среднем	36,7	32,4	16,8	8,4	5,7
II. Средняя Эстония	а	54,2	27,6	11,7	4,8	1,7
	б	62,8	23,7	8,7	3,4	1,4
	в	51,6	23,5	12,5	8,3	4,3
	В среднем	59,1	25,0	10,1	4,2	1,6
III. Южная Эстония	а	58,9	24,5	10,9	4,0	1,7
	б	72,4	19,8	5,4	1,8	0,6
	В среднем	67,4	21,5	7,6	2,6	0,9
IV. Западная Эстония	а	56,3	27,3	10,1	3,8	2,5
	б	64,9	26,1	7,0	1,7	0,3
	В среднем	59,9	26,9	8,8	2,8	1,6
V. Среднеэстонская депрессия	а	57,2	28,2	10,2	3,5	0,9
	б	61,0	28,7	7,5	2,3	0,5
	В среднем	58,2	28,4	9,5	3,1	0,8
VI. Приозерье Чудское	а	73,6	18,5	5,3	1,6	0,9
	б	76,0	15,9	5,5	1,7	0,9
	В среднем	74,7	17,5	5,3	1,7	0,9
VII. Северное побережье	а	9,3	16,6	19,2	23,6	31,3
	б	29,0	40,8	20,8	7,9	1,5
	В среднем	16,1	25,0	19,8	18,1	21,0
VIII. Юго-Восточная Эстония	а	65,5	22,3	8,6	2,5	1,1
	б	72,3	18,9	6,6	1,9	0,3
	В среднем	67,0	21,6	8,1	2,4	0,9
В среднем по республике		55,0	25,9	11,2	4,9	3,0

Таблица 4. **Распространение в Эстонии почв культурных угодий с различной потребностью в калийных удобрениях**

Почвенные районы и подрайоны		Степень потребности в калийных удобрениях и содержание K_2O (*мг*%)				
		очень высокая ⩽5	высокая 6—10	средняя 11—20	низкая 21—40	очень низкая или отсутствует >40
		Процент почв с различной потребностью в калийных удобрениях				
I. Северная Эстония	а	21,8	32,2	34,8	9,1	1,1
	б	12,8	21,5	43,2	21,1	1,4
	в	37,3	27,2	24,2	10,5	0,8
	г	41,3	29,2	22,0	6,4	1,1
	В среднем	22,9	31,6	34,2	10,2	1,1
II. Средняя Эстония	а	31,9	42,2	22,4	3,2	0,3
	б	33,7	39,8	22,5	3,6	0,4
	в	18,7	34,3	36,9	9,8	0,3
	В среднем	32,2	40,4	23,2	3,8	0,4
III. Южная Эстония	а	30,2	37,9	26,0	5,3	0,6
	б	35,0	37,0	24,0	3,7	0,3
	В среднем	33,3	37,3	24,7	4,3	0,4
IV. Западная Эстония	а	30,0	32,1	27,9	9,3	0,7
	б	39,6	29,2	23,1	7,3	0,8
	В среднем	33,9	31,0	26,0	8,4	0,7
V. Среднеэстонская депрессия	а	34,5	37,4	23,1	4,6	0,4
	б	42,2	34,4	19,2	3,6	0,6
	В среднем	36,5	36,6	22,1	4,4	0,4
VI. Приозерье Чудское	а	23,6	36,0	34,2	5,8	0,4
	б	44,6	35,8	17,1	2,3	0,2
	В среднем	34,2	35,9	25,6	4,0	0,3
VII. Северное побережье	а	28,7	26,6	30,3	12,5	1,9
	б	22,8	33,4	35,9	7,3	0,6
	В среднем	26,7	28,9	32,2	10,7	1,5
VIII. Юго-восточная Эстония	а	32,9	40,7	22,4	3,5	0,5
	б	28,6	46,7	21,5	2,6	0,6
	В среднем	31,9	42,1	22,1	3,3	0,6
В среднем по республике		30,2	36,2	27,0	6,0	0,6

Таблица 5. **Распространение в Эстонии почв культурных угодий с различной кислотностью**

Почвенные районы и подрайоны		Группы по кислотности и pH				
		очень кислые < 4,5	кислые 4,5—5,5	слабо-кислые 5,6—6,5	нейтральные > 6,5	Нуждаются в известковании, % pH < 5,5
		Процент почв с различной кислотностью				
I. Северная Эстония	а	1,7	14,9	27,8	55,6	16,6
	б	0,3	7,4	17,4	74,9	7,7
	в	4,6	24,9	24,4	46,6	29,5
	г	1,4	14,2	30,6	53,8	15,6
В среднем		1,8	15,0	27,3	55,8	16,8
II. Средняя Эстония	а	1,0	10,3	33,9	54,8	11,3
	б	2,8	23,7	47,0	27,5	26,5
	в	1,0	23,4	40,6	35,0	24,4
В среднем		1,8	18,8	41,9	37,5	20,6
III. Южная Эстония	а	6,3	39,0	37,2	17,5	45,3
	б	27,8	55,1	16,1	5,0	78,9
В среднем		19,8	46,5	24,0	9,7	66,3
IV. Западная Эстония	а	3,0	28,6	31,0	37,4	31,6
	б	25,0	34,0	23,5	17,5	59,0
В среднем		11,8	30,7	28,0	29,5	42,5
V. Среднеэстонская депрессия	а	2,1	24,7	45,9	27,3	26,8
	б	9,6	47,6	32,4	10,4	57,2
В среднем		4,0	30,7	42,5	22,8	34,7
VI. Приозерье Чудское	а	9,3	56,5	26,5	7,7	65,8
	б	24,3	62,0	11,0	2,1	86,3
В среднем		16,5	59,5	19,1	4,9	76,0
VII. Северное побережье	а	4,5	26,2	33,0	36,3	30,7
	б	0,3	3,9	11,9	83,5	4,2
В среднем		2,9	18,5	25,8	52,8	21,4
VIII. Юго-восточная Эстония	а	10,9	38,0	24,8	26,3	48,9
	б	11,6	57,7	22,2	8,5	69,3
В среднем		11,1	42,8	24,2	21,9	63,9
В среднем по республике		8,1	29,1	30,2	32,6	37,2

I район — северная и северо-западная Эстония и острова. Преобладают дерново-карбонатные типичные (рихковые) и заболоченные почвы, образовавшиеся на сильнощебенчатой карбонатной рихковой морене. В пониженных местах, где морена покрыта аллювиальными отложениями, в условиях повышенного увлажнения почвы заболочены.

Сравнение содержания фосфора в почвах подрайонов этого района со средними данными по району и по республике показывает, что больше всего этого элемента содержится в почвах подрайона Iа. Процент почв с содержанием растворимой P_2O_5 более 40 *мг%* здесь почти в два раза выше, а с содержанием 1 *мг%* и меньше — почти в три раза ниже, чем в среднем по республике. Больше всего распространены в подрайоне Iа, а также в подрайонах Iб и Iв почвы с содержанием 2—3 *мг%* P_2O_5, в то время как в подрайоне Iг имеется большой процент наиболее бедных фосфором почв, с P_2O_5 до 1 *мг%*. Повышенное содержание фосфора в некоторой части почв подрайона Iа связано с залежами фосфорита на севере Эстонии, распространенными на большой площади близко от поверхности земли. Наличие богатых фосфором почв вдоль северного побережья республики было установлено уже раньше (Таранди, 1956). Почвы эти, как показали полевые опыты, не нуждаются в фосфорных удобрениях. Обясняется это тем, что фосфор оболовых (эстонских) фосфоритов в течение веков, несмотря на карбонатность среды, переходил в некоторой мере из нерастворимых форм в усвояемые для растений соединения, которые в поверхностных слоях накопились в значительном количестве.

Несмотря на то, что в I районе имеется довольно много почв с повышенным содержанием фосфора, 36,7% здешних почв требует внесения больших доз фосфорных удобрений (табл. 3).

Почвы, на которых можно в течение длительного времени получать хорошие урожаи без внесения фосфорных удобрений (по табл. 3 почвы с низкой и очень низкой потребностью в P_2O_5), составляют в районе 14,1%.

Валовые запасы K_2O в почвах I района более значительны, чем запасы P_2O_5. В связи с этим содержание растворимой K_2O здесь выше среднего по республике, хотя в то же время между отдельными подрайонами наблюдаются значительные различия. Подрайон Iб по сравнению с другими, особенно с подрайоном Iг, характеризуется более высоким содержанием в почве K_2O.

В районе отмечается более высокое содержание K_2O в дерново-карбонатных почвах на повышенных участках. Причины

этого еще не выяснены, но можно предполагать, что калий при наличии легкопроницаемой рыхлой подстилающей породы в случае пересыхания почвы выносится в поверхностные горизонты восходящими токами грунтовых вод.

Кислых почв здесь немного — 16,8%, из них только 1,8% сильнокислых, требующих известкования. Больше всего кислых почв в подрайоне Iв и меньше всего — в подрайоне Iб.

Следует отметить, что для известкования кислых почв, образовавшихся на карбонатной морене, требуются меньшие дозы известковых материалов, чем для почв с такой же кислотностью, но развитых на бескарбонатной морене.

II район — средняя Эстония. Преобладают дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы. Подстилающая почвообразующая порода — завалуненная карбонатная морена. Водный режим большинства почв благоприятный. Из данных табл. 1 видно, что по содержанию в почве P_2O_5 между подрайонами нет больших различий, а среднее содержание ее в почвах района близко к среднему по республике.

Почв с высокой потребностью в фосфорных удобрениях здесь на 4,1% больше, а почв с высоким содержанием P_2O_5, не нуждающихся в фосфорных удобрениях, вдвое меньше, чем в среднем по республике, и в три с лишним раза меньше, чем в I районе.

Процент почв с высокой, средней и низкой потребностью в удобрении фосфором здесь приблизительно такой же, как и средний по республике.

В связи с меньшей карбонатностью подстилающих пород по сравнению с I почвенным районом почвы здесь более бедны калием. Только в почвах подрайона IIв отмечается несколько повышенное содержание калия. Потребность в калийных удобрениях в районе, за исключением подрайона IIв, выше средней республиканской.

По реакции почвы района благоприятны для всех сельскохозяйственных культур. Слабокислые почвы и почвы с pH выше 5,5 составляют 79,4%. Нуждается в известковании 20,6% почв, из них только 1,8% сильнокислых.

III район — южная Эстония. Район дерново-подзолистых почв. Почвообразующая порода — красновато-бурая завалуненная морена, сильно выщелоченная в верхних горизонтах. В связи с этим в районе преобладают подзолистые и оподзоленные почвы с кислой реакцией. Вследствие сильного оподзоливания почвы бедны не только щелочными (Na, K), но и щелочноземельными (Ca, Mg) элементами.

Так как в почвообразующей породе содержание фосфора очень незначительно, то в почвенном профиле накопилось мало фосфорных соединений. Кислая среда, малое содержание пита-

тельных элементов и гумуса делают эти почвы в их естественном состоянии малоблагоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур. 28,3% изученных почв района содержат не более 1 *мг*% P_2O_5, а в подрайоне IIIб таких почв даже 31,6%. Очень много почв с содержанием P_2O_5 не выше 2 *мг*%: в подрайоне IIIа их 44%, в подрайоне IIIб — 57,5%. В целом по району почв с очень низким содержанием P_2O_5 (табл. 3) имеется 67,4%, на 12,4% больше, чем в среднем по республике. Можно отметить, что содержание P_2O_5, равное 3 *мг*%, является границей, ниже которой фосфор находится в первом минимуме и действие фосфорных удобрений особенно эффективно.

Почв с потребностью в фосфорных удобрениях ниже средней, содержащих P_2O_5 не более 7 *мг*%, в районе имеется 88,9%, а в подрайоне IIIб — даже 92,2%.

Данные, характеризующие содержание K_2O в почвах района, мало отличаются от средних данных по республике. Особенных различий в этом отношении не наблюдается и между подрайонами. 33,3% почв района нуждаются в повышенных дозах калийных удобрений, а общее количество почв с потребностью в калийных удобрениях ниже средней достигает 70,6%.

Большая часть почв (66,3%) имеет очень кислую и кислую реакцию (pH ниже 5,6), а в подрайоне IIIб процент таких почв доходит даже до 78,9. Сильнокислых почв в районе — 19,8%, в IIIб подрайоне — 27,8%.

В последние годы в результате известковании на значительной площади создалась более благоприятная среда для роста культур, чувствительных к повышенной кислотности.

IV район — западная Эстония. Наиболее распространены в этом районе дерново-глеевые и пойменные (наносные) почвы. Почвообразующие породы — аллювиальные мелкие пески, супеси и тяжелые суглинки. Вследствие слабой аэрации почвы здесь нередко оглеенные. Почвообразующие породы содержат мало кальция, поэтому довольно широко распространены кислые почвы. 42,5% почв нуждается в известковании, из них 11,8% с pH ниже 4,5. Больше всего кислых почв в подрайоне IVб.

Содержание легкорастворимой P_2O_5 в дерново-слабоподзолистых, дерново-глеевых и пойменных почвах очень низкое В районе имеется 86,8% почв с содержанием P_2O_5 ниже 7 *мг*%, сильно нуждающихся в фосфорных удобрениях. В подрайоне IVб процент таких почв достигает 91,0.

Содержание K_2O в почвах района также очень низкое. Свыше 60% почв содержит калия не более 10 *мг*% и нуждается в калийных удобрениях.

V район — среднеэстонская депрессия. Почвообразующими породами в этом районе являются главным образом аллювиальные пески и глины и преимущественно супесчаная морена с переменным содержанием кальция. Преобладают почвы, легкие по механическому составу и поэтому подверженные сильному выщелачиванию и оподзоливанию. Питательных элементов мало как в почвообразующих породах, так и в почве.

58,2% почв района содержит лактатнорастворимых соединений P_2O_5 менее 3 *мг%*, а в южной части депрессии в подрайоне Vб таких почв несколько больше — 61%. Следовательно, очень бедных почв, сильно нуждающихся в фосфорных удобрениях, здесь больше, чем в среднем по республике. Однако процент почв с содержанием P_2O_5 до 1 *мг%* немного меньше среднего по республике.

86,6% почв района имеет высокую и очень высокую потребность в фосфорных удобрениях и только 3,9% в настоящее время обеспечено фосфором.

Содержание усвояемой растениями K_2O в почвах района ниже, чем в среднем по республике. Почти половина почв (45,3%) содержит K_2O от 3 до 7 *мг%*, а 73,1% — до 10 *мг%*. Почв со средним содержанием калия (11—20 *мг%*) — 22,1%, но из них больше половины (13,8%) содержит K_2O не более 14 *мг%*.

В связи с тем, что в подрайоне Va почвообразующие породы в некоторой мере карбонатные, 73,2% почв имеет здесь слабокислую или нейтральную реакцию, в подрайоне же Vб, где кальция в грунтах меньше, преобладают кислые и слабокислые почвы. Сильнокислых почв в районе относительно немного — 4,0%.

VI район — приозерье Чудское. Распространены преимущественно подзолистые, подзолисто-болотные и болотные почвы. Почвообразующие породы: водно-ледниковые пески с различным механическим составом, пылеватые супеси, древнеозерные сортированные пески и местами моренные суглинки, иногда карбонатные. Преобладают почвы легкого механического состава.

По содержанию P_2O_5 почвы этого района самые бедные: 60,0% почв содержит легкорастворимой P_2O_5 не более 2 *мг%* и 74,7% почв — не более 3 *мг%*. Почвы с содержанием P_2O_5 ниже среднего ($\leqslant 7$ *мг%*) составляют в общем 92,2% (!). Со средним содержанием P_2O_5 имеется 5,3% почв, с высоким (15 *мг%* и выше) — только 2,6%, т. е. в три раза меньше, чем в среднем по республике.

K_2O в почвах района вследствие их сильной выщелоченности также немного. 70,1% почв характеризуется сильной и очень сильной потребностью в калийных удобрениях.

Преобладающая часть почв (76,0%) нуждается в известко-

вании. В подрайоне VIб процент почв, требующих известкования, наиболее высокий по республике — 86,3, из них сильнокислых 24,3.

VII район — северное морское побережье. Наиболее распространены каменистые слабоподзолистые почвы, много также заболоченных и болотных почв. Почвы района развились на каменистой алюмосиликатной морене, на морских песках и на выходящих местами на поверхность кембрийских песчаниках и глинах. Значительная часть почв района характеризуется повышенным содержанием P_2O_5. Особенно много богатых фосфором почв в подрайоне VIIа.

21% изученных почв района содержит растворимой P_2O_5 более 28 *мг%*, а в подрайоне VIIа таких почв даже 31,3%. На ближайшие годы эти почвы обеспечены фосфором. 39,1% почв района не нуждается в фосфорных удобрениях. В подрайоне VIIа без фосфорных удобрений длительное время может оставаться более половины почв — 54,9%.

Богатство фосфором почв этого района, так же как и почв подрайона Iа, обусловлено близким залеганием к земной поверхности залежей фосфорита. Ледник затронул их, перемешал в морене с другими породами и занес к югу, в пределы I района, а местами, очевидно, и дальше.

Сильно отличаются почвы VII района и по содержанию K_2O. Богатых калием почв здесь значительно больше, чем в других почвенных районах. Это объясняется высоким содержанием калия в кембрийских глинах, на которых развита значительная часть почв, и в морской и грунтовых водах. Особенно много калия в почвах подрайона VIIа. Здесь 14,4% почв содержит легкорастворимого K_2O не менее 20 *мг%*, а 1,9% почв — не менее 40 *мг%*. В среднем по республике почв с таким высоким содержанием K_2O в 2,5—3 раза меньше.

52,8% почв района имеет нейтральную реакцию. В подрайоне VIIа нейтральных почв больше всего — 83,5%. В районе имеется, однако, и некоторое количество (21,4%) кислых почв, требующих известкования, но сильнокислых — немного, всего лишь 2,9%.

VIII район — юго-восточная Эстония. Район моренных холмов. Преобладают малогумусные, дерново-подзолистые эродированные и дерново-намытые почвы. Почвообразующими породами являются завалуненные супеси и суглинки различной степени карбонатности.

Почвы района очень бедны фосфором: 67% почв содержит растворимой P_2O_5 не более 3 *мг%*. В подрайоне VIIIб таких почв даже 72,3%. Очень высок процент почв с содержанием P_2O_5 не выше 1 *мг%* — 30,2. Почв, богатых P_2O_5 ($\geqslant$15 *мг%*), очень мало — 3,3%, в то время как в среднем по республике

их имеется 7,9%. Более богаты фосфором в этом районе только намытые почвы, расположенные в нижних частях и у оснований склонов.

K_2O в почвах района также меньше, чем в среднем по республике. 75,3% почв сильно и очень сильно нуждается в калийных удобрениях.

Эродированные почвы в основном кислые, но не очень. Сильнокислых почв только 11,1%. Это объясняется тем, что карбонатность почвообразующей породы препятствует сильному снижению pH. Все же более половины (53,9%) почв района нуждается в известковании. В подрайоне VIIIб, где морена менее карбонатная, таких почв больше — 69,3%.

Рассмотрим теперь распространение почв с различным содержанием усвояемых форм P_2O_5 и K_2O и с различной кислотностью в целом по республике.

Почвы Эстонии следует в общем охарактеризовать как бедные фосфором. Больше половины почв (55%) содержит P_2O_5 не более 3 *мг%*. В этих почвах фосфор находится в первом минимуме. В 25,9% почв P_2O_5 содержится от 4 до 7 *мг%*. Это тоже почвы с высокой потребностью в фосфорных удобрениях. Среднее по республике содержание в почве лактатнорастворимой P_2O_5 низкое — 5,52 *мг%*. Несмотря на преобладание бедных фосфором почв и низкое среднее его содержание, в Эстонии площади под культурными угодьями с почвами, содержащими не менее 15 *мг%* растворимой P_2O_5, составляют несколько десятков тысяч гектаров. Это в основном дерново-карбонатные и дерново-слабоподзолистые почвы, распространенные вдоль побережья Финского залива, вблизи залежей фосфоритов. Наряду с этим во всех почвенных районах имеется небольшой процент почв с высоким содержанием P_2O_5. Богатство этих почв фосфором (и калием) в большинстве случаев не связано с какими-либо локальными особыми природными условиями. Это в основном почвы прифермских и бывших приусадебных участков, где в течение длительного времени, иногда на протяжении нескольких десятилетий, вносилось большое количество навоза, а местами и минеральных удобрений.

По сравнению с фосфором обеспеченность почв Эстонии лактатнорастворимой K_2O можно считать довольно высокой. Среднее содержание K_2O в почве составляет 9,56 *мг%*, т. е. почти в 1,7 раза больше среднего содержания P_2O_5.

Территории с повышенным вследствие природных условий содержанием K_2O имеются локально во всех почвенных районах, но больше всего их в районах с преобладанием дерново-карбонатных почв. Бедные калием почвы распространены

главным образом в южной Эстонии, где преобладают подзолистые почвы.

В целом по республике почв с низким содержанием K_2O (не более 5 *мг%*), которые сильно отзываются на калийные удобрения, имеется 30,2%. Обеспечить более или менее удовлетворительное питание растений калием в течение 1—2 лет может 36,2% почв. Без применения калийных удобрений могут давать хорошие урожаи на протяжении длительного времени, в некоторых случаях до 10 лет и дольше, 33,6% почв, имеющих достаточные запасы калия.

Реакция почв, как известно, зависит прежде всего от свойств почвообразующей породы. Эта зависимость очень четко проявляется на территории Эстонии: кислые почвы развиты главным образом на девонских песках и глинах, карбонатные — на известняках и богатой кальцием морене.

По данным О. Халлика (Hallik, 1965), 40,0% почв респуб-

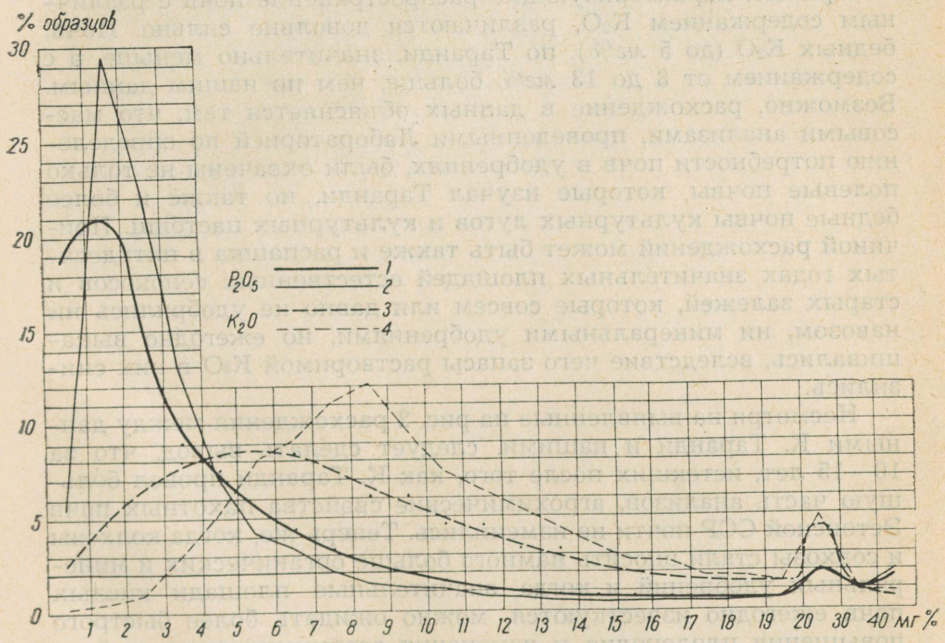


Рис. 2. Распространение в Эстонии почв культурных угодий (пашни, культурных лугов и культурных пастбищ) с различным содержанием лакататнорастворимых P_2O_5 и K_2O.

1 и 3 — по результатам анализов Лаборатории по определению потребности почв в удобрениях за 1958—1964 гг.; 2 и 4 — по данным К. Таранди за 1945—1965 гг.

лики имеет pH ниже 5,6 и требует известкования. По нашим данным (табл. 5), таких почв немного меньше — 37,2%. Учитывая, что часть почв, после того как их изучал О. Халлик, была произвесткована, можно сказать, что произведенные ими расчеты оказались весьма точными.

Интересно сравнить наши данные, характеризующие агрохимические свойства почв, с данными, полученными в свое время К. Таранди (1956).

На рис. 2 изображены кривые, характеризующие распространение почв с разным содержанием лактатнорастворимых соединений P_2O_5 и K_2O под культурными угодьями по нашим данным и пахотных почв по анализам Таранди. Как видно из рисунка, кривые, составленные К. Таранди по анализам 1945—1955 годов и кривые, вычерченные по нашим данным за 1958—1964 годы, очень сходны. Наблюдается лишь некоторое расхождение в начале кривых: по Таранди процент почв с содержанием P_2O_5 до 4 *мг%* выше, а с содержанием от 6 до 10 *мг%* немного ниже, чем по нашим анализам.

Кривые, характеризующие распространение почв с различным содержанием K_2O, различаются довольно сильно. Почв, бедных K_2O (до 5 *мг%*), по Таранди, значительно меньше, а с содержанием от 8 до 13 *мг%* больше, чем по нашим данным. Возможно, расхождение в данных объясняется тем, что массовыми анализами, проведенными Лабораторией по определению потребности почв в удобрениях, были охвачены не только полевые почвы, которые изучал Таранди, но также и более бедные почвы культурных лугов и культурных пастбищ. Причиной расхождений может быть также и распашка в пятидесятых годах значительных площадей естественных сенокосов и старых залежей, которые совсем или давно не удобрялись ни навозом, ни минеральными удобрениями, но ежегодно выкашивались, вследствие чего запасы растворимой K_2O в них снизились.

Несмотря на выявленные на рис. 2 расхождения между данными К. Таранди и нашими, следует сделать вывод, что за 10—15 лет, истекших после того, как К. Таранди провел бóльшую часть анализов, агрохимические свойства пахотных почв Эстонской ССР почти не изменились. Теперь же, когда колхозы и совхозы стали вносить намного больше органических и минеральных удобрений и когда значительные площади кислых почв ежегодно известкуются, можно ожидать более быстрого повышения плодородия и изменения агрохимических свойств почв, находящихся под пашней и другими интенсивно используемыми угодьями.

Эстонский научно-исследовательский институт земледелия и мелиорации

Лиллема А. И. 1955. Почвы и почвенные районы Эстонской ССР. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Таллин.

Раудвяли Э. И. 1962. Опыт рациональной организации работы Агрохимической лаборатории по определению потребности почв в удобрениях, Сб. научн. тр. Эст. с.-х. акад., № 24. Тарту.

Раудвяли Э. И. 1965. Организация работ Эстонской республиканской (зональной) агрохимической лаборатории для экспресс-анализа почв. Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, т. X, № 4. М.

Таранди К. Т. 1956. О содержании легкорастворимых соединений фосфора и калия в пахотном горизонте полевых почв Эстонской ССР. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Тарту.

Hallik, O. 1965. Happeliste muldade lupjamine Eesti NSV-s. Tallinn.

Lillemaa, A. 1958. Eesti NSV mullastik. Tallinn.

Tarandi, K. 1956. Kergestilahustuvate fosfori- ja kaaliumiühendite sisaldusest Eesti NSV põllumuldade künnikihis. Dissertatsioon. Tartu.

К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ВИРУСОВ В СВЕТЕ НОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ВИРУСОЛОГИИ

Б. НУРМИСТЕ

С открытием на рубеже XIX и XX столетий фитопатогенных вирусов, положившим основу новой биологической дисциплине — вирусологии, возник спорный вопрос о том, являются ли эти мельчайшие возбудители болезней микроорганизмами или же своеобразно построенными высокомолекулярными органическими соединениями, т. е. существа они или вещества. Уже у основоположника вирусологии русского ботаника Д. И. Ивановского возникали по этому вопросу противоречивые мысли (что представляет собой инфекционное начало — больную протоплазму или бактерию?). И хотя Ивановский в своих замечательных трудах (1892, 1902) пришел к заключению, что возбудителем мозаичной болезни табака является мельчайшая бактерия, в этом, по-видимому, больше сказалось влияние Пастера — непоколебимого авторитета того времени, чем личное убеждение его самого. Пастеровское положение, согласно которому все инфекционные заболевания связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов, не смогла поколебать и оригинальная точка зрения современника Ивановского голландского бактериолога М. Бейеринка, видевшего в возбудителе болезни табака принципиально новое явление — так называемое растворимое живое заразное начало («virus vivant fluide»). Представление о фитопатогенном вирусе, как о мельчайшем организме, продолжало доминировать и после того, как американскому химику В. Стенли в 1935 году удалось изолировать вирус мозаики табака в виде чистого нуклеопротеидного препарата, сохраняющего инфекционность, несмотря на многократную его перекристаллизацию. Такому «микробиологическому» пониманию природы вируса в некоторой степени способствовало изобретение в 1939 году электронного микроскопа, который по-

зволял обнаруживать в зараженных растениях наличие палочковидных, нитевидных и шаровидных образований, по внешнему виду похожих на различные бактериальные клетки. Это сходство в форме является причиной того, что исследователи забывали (а иногда и сейчас забывают) об огромных различиях в размерах бактерий и примитивных вирусов. Только благодаря значительному повышению разрешающей способности электронного микроскопа, когда появилась возможность рассматривать структуры вирусных частиц, стало очевидным, что вирусы растений не тождественны организмам в укоренившемся классическом понимании этого слова.

Бурное развитие биохимии, прежде всего методические и технические ее достижения, значительно способствовали выяснению сущности и особенностей фитопатогенного вируса. Работами биохимиков Френкеля-Конрата, Гирера и Шрамма начинается в вирусологии период, когда выясняются формы существования вируса, а также строение и функции его основных компонентов — белка и нуклеиновой кислоты. Однако огромный фактический материал, накопившийся в этой области за последние 10—12 лет, еще далеко не полностью обобщен. Причиной этого, безусловно, являются своеобразие фактов и невозможность при истолковании их обойтись старыми понятиями, что мешает многим вирусологам, получившим классическое биологическое образование, правильно ориентироваться в этих вопросах. «Привычное» микробиологическое представление о фитопатогенном вирусе во многом не укладывается в представления биохимиков. Микробиологическая и биохимическая точки зрения настолько отличаются друг от друга, что их объединение навряд ли может быть плодотворным.

Против представления о фитопатогенном вирусе, как о мельчайшем паразитирующем организме, говорит и опыт, накопленный практикой сельского хозяйства, который показывает, что существующие в настоящее время меры борьбы малоэффективны и что растительные вирусы продолжают прогрессивно распространяться (Nurmiste, 1966). Не касаясь подробностей, обратим внимание лишь на тот факт, что «арсенал» современной защиты растений содержит весьма эффективные методы и средства борьбы против большинства фитопатогенных грибов и бактерий. Система же аналогичных мер в борьбе с «наимельчайшими микроорганизмами» оказалась малоэффективной. Можно без преувеличения утверждать, что ущерб, причиняемый растениеводству вирусами, продолжает возрастать, при этом он усугубляется агротехническими мероприятиями, способствующими повышению урожайности. Уже эти факты заставляют сомневаться в том, достаточны ли классические фитопатологические понятия об очаге инфекции, распростране-

нии болезни и цикле развития патогена для практических выводов по борьбе с вирусными заболеваниями.

В результате биохимических исследований составилось следующее представление о фитопатогенном вирусе.* Наиболее доступной для наблюдений формой существования этого вируса является видимый в электронный микроскоп вирион. Вирион трудно отождествить с микроорганизмом прежде всего потому, что он с точки зрения биологического обмена веществ является безводным. Кристаллоподобный вирион уже с начала его формирования практически выключается из обмена веществ клетки. Он может существовать только в инертном состоянии. По-видимому, исключена даже возможность проникновения фитопатогенного вируса в виде вириона через плазмодесмы из одной клетки в другую. Для этого необходим его распад на основные составные компоненты — белок и нуклеиновую кислоту (Sverak, 1960; Venekamp, 1965). Другой, еще более веской причиной, не позволяющей отождествлять вирион с микроорганизмом, является иной способ его размножения. Если под биологическим размножением подразумевать единство двух противоположных процессов — репликационного синтеза и деления, то вирион не обладает способностью к биологическому размножению. Количество вирионов в клетке возрастает только лишь в результате соединения вирусного белка и вирусной нуклеиновой кислоты. Очевидно, это соединение вирусных компонентов более сходно с физико-химическим процессом, протекание которого в плазме становится возможным при определенной их концентрации. Вирион можно рассматривать как инфекционное начало, содержащее генетическую вирусную информацию в нуклеиновокислотном компоненте. Инфекционная способность вириона тесно связана с его покровным белком. С одной стороны, структура покровного белка обусловливает способность вириона избирательно адсорбироваться на ротовых частях членистоногого-переносчика (способность, которая может быть утрачена при изменении свойств покровного белка). С другой стороны, от свойств покровного белка зависит характерный для данного вируса конкретный круг организмов-хозяев. Наконец, покровный белок вириона является компонентом, от которого зависят антигенность вируса и его серологическая определяемость.

Вирион (инфекционный вирус) является безусловно удобным объектом при изучении распространения вирусного заболевания и поэтому ему уделяется большое внимание начиная со времени его открытия. Если же исходить из проявления ин-

* Подразумеваются в первую очередь более детально изученные возбудители мозаик, типичным представителем которых является вирус мозаики табака.

фекции у зараженного растения и конкретной вредоносности, то главное внимание следовало бы обратить не на вирион, а на активное состояние вируса (вегетативный вирус), когда раздельно (как во времени, так и в пространстве) осуществляются процессы синтеза основных компонентов вируса — белка и нуклеиновой кислоты (РНК). Как известно, синтез белка может происходить только в рибосомах клетки. Относительно синтеза вирусной РНК пока еще нет полной ясности. Спорными являются как локализация, так и характер процесса. Особого внимания заслуживает точка зрения, согласно которой РНК фитопатогенного вируса синтезируется в клеточном ядре (Gierer, 1960; Reddi, 1964a, b; Hooker, 1964; Hirai, Hirai, 1964; Bald, 1964).

Исходя из раздельности синтеза вирусных компонентов, можно полагать, что новообразование их далеко не всегда протекает координированно. Поскольку начало и конец процессов синтеза не всегда совпадают, часто продуцируется в избытке один или другой компонент, в результате чего возникает количественное несоответствие между ними. Такое представление отвечает действительности, так как все больше и больше накапливается данных о так называемом дефектном вирусе, у которого не весь вирусный материал включается в вирион. В большинстве случаев эти данные говорят об избытке РНК, о «непокрытости» ее. В одних случаях это явление временное (Sänger, Brandenburg, 1961; Brandenburg, 1962; Cadman, 1962), а в других оно всегда свойственно данной вирусной форме (Siegel, Zaitlin, Sehgal, 1962; Нурмисте, 1966). Можно предполагать, что в последнем случае в вирусной РНК вообще отсутствует информация для синтеза белка, а при временных нарушениях координации эта информация заблокирована каким-то компонентом плазмы. Если быть логичным, то следовало бы называть дефектными и те вирусы, у которых подавлено продуцирование РНК, а в избытке производится белок. В этом случае наличие «пустых» неинфекционных вирионов, по всей вероятности, зависит больше от своеобразного блокирующего действия плазмы на РНК вируса и меньше от характера информации в ней.

Таким образом, дизъюнктивный синтез вируса в его активном (вегетативном) состоянии, проявляющемся в вышеуказанных явлениях дефектности, по существу представляет собой лишь репликативную фазу биологического размножения, что само по себе является достаточно убедительным доводом для того, чтобы воздержаться от легкомысленного отождествления фитопатогенного вируса с организмом. На современном уровне знаний многое говорит о том, что в зараженной клетке синтез вируса происходит так же, как и синтез макромолекулярных видоспецифических структур в незараженной клетке (Hofferek,

Wolfgang, 1965; Агол, 1966). Поэтому мы вправе рассматривать фитопатогенный вирус как субклеточную структуру, как часть клеточной плазмы, которая отличается от соответствующих видоспецифических частей лишь содержанием информации. Точнее: фитопатогенный, или так называемый минимальный, вирус является неспецифичной для вида организма хозяина макромолекулярной структурой плазмы, информация которой во многих случаях начинает доминировать над информацией видоспецифических структур. Исходя из этой точки зрения, разработка теоретических основ борьбы с вирусами должна быть направлена на выявление молекулярного механизма доминирования вирусной («чужой» по отношению к виду) информации.

Изложенный выше взгляд на фитопатогенный вирус облегчает расшифровку генетических взаимоотношений вирусов и явлений приспособления вирусов, наблюдаемых при изменении характера синтеза биополимеров организма (Нурмисте, 1962, 1966). Наконец, такой подход соответствовал бы некоторым особенностям реакции зараженного организма. Для примера можно указать, что при определенных состояниях растений инфекция мозаичного вируса остается скрытой и признаки заболевания внешне не проявляются. Более того, в тех же условиях нередко растения вообще не удается заразить вирусом. Обычно невосприимчивость и бессимптомное протекание инфекции коррелируют с низкой активностью физиологических процессов и с подавленным ростом, т. е. с состоянием растения, способствующим вторжению и размножению подавляющего большинства паразитирующих микробов.

Распространено мнение, что характерная для фитопатогенного вируса латентная инфекция обусловлена медленным синтезом вируса и его низкой концентрацией. Однако можно привести немало фактического материала в доказательство того, что степень вредоносности не определяется концентрацией вируса. Например, такие хорошо изученные возбудители мозаик, как вирус мозаики табака и *X*-вирус картофеля, достигают высокой концентрации почти во всех восприимчивых видах растений. При этом их инфекция редко вызывает тяжелые заболевания. И наоборот: инфекции вирусов *У* и *А* у картофеля почти всегда сопровождаются сильными повреждениями. Однако концентрация этих вирусов оказывается настолько низкой, что серологическая идентификация их затруднена. Своеобразие отношений между вирусом и организмом наиболее образно проявляется в том замечательном факте, что подкормкой зараженных растений определенными веществами можно добиться затухания и исчезновения признаков заболевания, причем одновременно может повыситься активность синтеза вируса и кон-

центрация вирионов (Hofferek, Wolfgang, 1965). Из этого вытекает, что при вирусной инфекции болезнь представляет собой вторичное или даже третичное явление, весьма косвенное последствие синтеза вируса. Несмотря на то, что физиологические процессы, приводящие к болезненным явлениям, еще не достаточно изучены, все же можно уже сказать, что основная причина болезни, по-видимому, кроется в расстройстве координации ферментных систем, что в свою очередь обусловлено ложной, не свойственной организму информацией вирусной РНК (Nurmiste, 1966 b).

Лишь в свете изложенного выше можно без особой аргументации убедиться в том, что фитопатогенный минимальный вирус и микроорганизм имеют только то общее, что одна из форм существования вируса — вирион и микроорганизм могут переноситься от зараженного организма к незараженному согласно пастеровскому принципу. Факт же существования вегетативного вируса и его совершенно своеобразное отношение к зараженному организму обусловливает ряд явлений, не поддающихся объяснению на основе представлений классической микробиологии. К этим явлениям в первую очередь относится исключительная изменчивость минимального вируса. При желании можно различать его «малые» и «большие» модификации. К «малым» модификациям относятся так называемые штаммы, которые свойственны почти всем формам фитопатогенных вирусов. «Большие» модификации представляются в виде вирусных мутантов или рекомбинантов, у которых наблюдаются более значительные сдвиги в информационном коде нуклеиновой кислоты. Несмотря на то, что рекомбинация информационного кода в вегетативном состоянии вируса изучена в основном у бактериофагов, она, очевидно, свойственна также и другим вирусам, в том числе и фитопатогенным. В настоящее время явление рекомбинации наиболее удовлетворительно объясняется фрагментацией вирусной нуклеиновой кислоты и раздельным синтезом отдельных фрагментов. Это теоретически является предпосылкой к возможной перегруппировке нуклеотидов в нуклеиновокислотной цепочке нового «поколения» вируса (Kozinski, Kozinski, Shannon, 1963; Roller, 1964; Агол, 1966; Нурмисте, 1966; Nurmiste, 1966a). Можно полагать, что из многочисленных возможных перегруппировок реализуются лишь те рекомбинации, у которых имеются предпосылки для целостного включения нуклеиновой кислоты и приспособления к данному характеру синтеза биополимеров организма. Возможности реализации, таким образом, лимитируются определенными «правилами игры», вследствие чего изменчивость вируса имеет свои пределы.

По нашему мнению, явление рекомбинации фитопатоген-

ного вируса лучше всего проявляется в том факте, что определенные вирусы мозаики, как правило, находятся в растениях по два и по три вместе, т. е. образуют смешанные инфекции. Этот с точки зрения практики существенный факт (поскольку он связан с болезнями и потерями урожая) статистически не всегда может быть объяснен случайной инфекцией (Нурмисте, 1964; Тамм, 1965). Еще более убедительным фактическим материалом являются данные специальных исследований, показывающие, что рекомбинация информационного кода и образование смешанной инфекции происходят не на основе любых мозаичных вирусов, а связаны с определенными их формами (Нурмисте, 1958, 1960, 1962). Имеется также основание предполагать, что эти факты отражают генетическую взаимосвязь мозаичных вирусов. В зависимости от того, насколько часто происходит рекомбинация, вирусы можно подразделить на лабильные и стабильные, т. е. на более чувствительные и менее чувствительные к некоторым индукционным факторам.

Было бы, конечно, ошибочным рассматривать все смешанные инфекции мозаичных вирусов как результат рекомбинации вирусной РНК и отрицать инфекцию в обычном понимании. Инфекционный характер вирусного заболевания, когда происходит передача вириона от зараженного растения здоровому, в принципе является неопровержимым фактом. Вопрос состоит в том, что именно доминирует в данных конкретных условиях — индукция или инфекция. Под «конкретными условиями» следует прежде всего подразумевать климатические условия, а также вид культивируемого растения, уровень агротехники и т. д. Приобретенный в Эстонской ССР опыт говорит о том, что при используемом в настоящее время сортименте картофеля смешанные инфекции мозаичных вирусов ($M+S$, $M+X$, $M+S+X$) являются главным образом следствием индукции, а обычная инфекция приносит ощутимый вред лишь в отдельные годы и в ограниченных масштабах.

В связи с этим не следует забывать о резком расхождении мнений сторонников теорий экологического и вирусного вырождения картофеля в недалеком прошлом. Первые категорически отрицали инфекционный характер явления и участие в нем каких-либо вирусов. Вторые же были склонны сводить все явления к распространению инфекционного начала (вириона). Можно полагать, что многие спорные случаи, якобы подтверждающие правильность «экологической теории», в действительности были вызваны смешанными инфекциями в результате индукционного действия.

Тесная связь нуклеиновокислотного компонента вегетативного вируса с соответствующими компонентами протопласта, очевидно, является предпосылкой к еще более глубокому био-

логическому контакту между вирусом и организмом. Такой контакт, при котором происходит присоединение вируса к геному организма, как известно, хорошо изучен на примере бактериофагов. О существовании у фитопатогенного вируса латентной формы (провируса), присоединенной к геному растения, пока еще нет прямых доказательств. Но о такой возможности, по-видимому, опять-таки говорит статистический материал наблюдений и широкий опыт практики. Массовое распространение мозаичных вирусов на сеянцах первого года в процессе селекции картофеля статистически не объясняется случайными инфекциями извне, а обусловлено компонентами скрещивания (Tamm, 1965; Nurmiste, Tamm, 1966). Особого внимания заслуживает тот факт, что свойственная некоторым родительским сортам высокая степень зараженности их потомства — сеянцев не определяется тем, в качестве какого компонента скрещивания применяются сорта — отцовского или материнского. Весьма вероятно также, что отсутствие успехов в борьбе с вирусами при семеноводстве некоторых сортов картофеля, которые, несмотря на полную изоляцию с начальных этапов селекции, не удается сохранить свободными от вирусов, связано с постепенной активизацией латентного вируса, всегда присущего этим сортам. Бесспорно, можно сомневаться в том, оправдано ли проведение аналогии между бактериофагом и возбудителем мозаики, поскольку первый является относительно сложно организованным ДНК-вирусом, а второй — минимальным РНК-вирусом. Можно было бы полагать, что у мозаичного вируса отсутствуют такие возможности контакта с геномом организма, какие имеются у бактериофага. Следует, однако, иметь в виду, что провирус мозаичного вируса, возможно, является особой формой ДНК. Правдоподобность этого тем более вероятна, что РНК мозаичного вируса, как уже было отмечено выше, по-видимому, синтезируется в ядре растительной клетки. Несмотря на безуспешные попытки найти в ядре растения, зараженного вирусом мозаики табака, ДНК-фракцию, комплементарную к вирусной РНК (Reddi, 1963), вопрос этот далеко еще нельзя считать решенным. Можно сомневаться в том, что тип инфекции вируса мозаики табака, проявляющийся всегда в ясно выраженном заболевании, является подходящим фоном для выявления провируса. По нашему мнению, как вирус мозаики табака, так и Х-вирус картофеля относятся к вирусам, названным выше «стабильными», для которых характерны редкие явления дефективности и рекомбинации и у которых встречаются лишь «малые» модификации. По-видимому, в подобных исследованиях целесообразнее пользоваться «лабильными» вирусами, например вирусом мозаики огурца, вирусами *М* и *У* картофеля и некоторыми другими. К сожалению, использова-

нию этих вирусов в биохимических исследованиях препятствует их относительно низкая концентрация в протопласте растения и трудность изоляции в виде чистых препаратов. Что касается типа инфекции, применяемого в качестве фона при поисках латентного вируса, то кажется, что для этой цели наиболее подходит так называемое состояние «aquired immunity»*, часто встречающееся на табаке при инфекциях вирусом мозаики огурца и У-вирусом картофеля. Весьма вероятно, что состояние «aquired immunity по существу аналогично лизогенности бактериальной клетки при ее заражении бактериофагом. Выявление присоединенной к геному латентной ДНК-формы и фитопатогенного РНК-вируса имеет некоторую перспективу уже лишь по той причине, что ее удалось установить у одного канцерогенного РНК-вируса (Temin, 1964).

После всего сказанного выше о трех формах минимального фитопатогенного вируса — вирионе, активном вирусе и существующем, по всей вероятности, латентном вирусе — естественно может возникнуть предположение, что эти формы существования являются этапами развития своеобразного микроорганизма, а чередование этапов — более или менее автономным ритмом его развития. Данное на первый взгляд весьма вероятное предположение имеет один существенный недостаток: этапы развития этого своеобразного микроорганизма не лимитированы временем; они могут длиться до тех пор, пока существенно не изменятся свойства протопласта, синтезирующего вирус. Так, например, определенными условиями роста растения можно по желанию задержать образование вирионов у некоторых мозаичных вирусов. Известно также, что без индукционного действия на лизогенные бактериальные клетки латентное (провирусное) состояние бактериального вируса может длиться практически неограниченное время. Иными словами, чередование «этапов развития» вируса, в том числе и минимального вируса, не вызвано свойственными ему внутренними закономерностями развития, а определяется физиологическим фоном (образом синтеза биополимеров) организма и подчинено механизму регуляции организма. Таким образом, отсутствие саморегуляции у минимального вируса уже само по себе показывает, что вирус следует отнести к субклеточному уровню, к уровню макромолекулярных структур. Принимать минимальный вирус за микроорганизм, по существу, означает отождествлять макромолекулярную структуру протопласта (будь

* Состояние «aquired immunity» («приобретенного иммунитета») характеризуется бессимптомностью или чрезвычайно слабым проявлением инфекции у растения, резко реагирующего непосредственно после заражения; подобное «выздоровевшее» растение не восприимчиво при повторном заражении этим вирусом.

она видоспецифическая или вирусная) с самим организмом, т. е. часть с целым. Различие в уровнях, к которым относятся организм и вирус, не позволяет применять к ним одни и те же термины и понятия. Или вернее: установившиеся для организмов термины и понятия применимы к вирусам лишь с некоторыми оговорками. Можно привести в качестве примера понятие «инфекция». Для фитопатогенного микроорганизма (гриба, бактерии, лучистого гриба и т. п.) это понятие имеет лишь одно определенное значение: передача инфекционного начала от больного здоровому, восприимчивому растению. Для фитопатогенного вируса, например возбудителя мозаики, это понятие еще не исчерпывается передачей вириона от зараженного организма незараженному. Понятие «инфекция» в этом случае с полным правом должно быть распространено также и на образование смешанной инфекции в связи с рекомбинацией вирусной РНК. Поскольку этот процесс осуществляется внутри организма, под влиянием его регулирующего действия, то его следовало бы рассматривать как аутоинфекцию. Наконец, следовало бы называть инфекцией также передачу латентного вируса, присоединенного к геному, от родительских форм генеративному потомству («наследственная инфекция»). Таким образом, понятие «инфекция» применительно к вирусам — значительно более емкое. Аналогичные различия в содержании могут быть показаны и для понятий «инкубация», «латентность», «паразитизм» и т. д.

Не касаясь подробностей проблемы классификации вирусов, следует лишь отметить, что неудачи в этой области зависят отчасти также от игнорирования различий между вирусом и микробом, представляющих собой жизненные явления весьма различного уровня. Оперируя понятиями «вид» и «род» при классификации вирусов, исследователи обычно забывают, что эти понятия исторически сложились для отражения иерархических отношений между организмами и совершенно неприменимы для вирусов. Представляется целесообразным при классификации вирусов исходить из тех же принципов, на которых могла бы основываться классификация видоспецифических субклеточных структур организмов.

Представление о фитопатогенном вирусе как о макромолекулярной структуре протопласта имеет большое значение для разрешения ряда практических вопросов. Остановимся на более важном из них — на вопросе установления вирусной инфекции и идентификации вирусов. Так как инфекция часто не проявляется явно, а у бессимптомно зараженного растения продуктивность обычно все же снижается, то точные методы определения вирусов бесспорно имеют большое практическое значение. Исходя из нашей точки зрения, попытаемся внести не-

которую ясность в вопрос, отвечают ли широко применяемые методы идентификации — серологический, электронно-микроскопический и индикаторный — предъявляемым к ним требованиям.

Серологический метод определения, как известно, основывается на антигенных свойствах вируса. В качестве антигена в расчет должен быть принят в первую очередь протеиновый компонент вируса, независимо от того, существует ли он в форме инфекционного начала, вириона (объединение белка с нуклеиновой кислотой), или же в виде покровного белка без нуклеиновой кислоты («пустые оболочки»). Кроме покровного белка вириона, показателями вирусной инфекции теоретически могли бы быть все измененные в результате инфекции конституционные и образующиеся новые белки-ферменты, если им свойственна антигенная индивидуальность.

Учитывая наш опыт при работе с дефектными (нуклеиновокислотными) формами *М*-вируса картофеля (неопубликованные данные), можно сказать, что указанная выше фракция веществ при обычных методах преципитации и аглютинации, по-видимому, не имеет значения в качестве антигена. В некоторых случаях, например при вирусе мозаики огурца,* невозможно получить антисыворотку на обильно синтезируемый покровный белок вириона по той причине, что антиген уже в условиях физиологического раствора (т. е. в крови животного) денатурируется. Однако получению антисыворотки, а еще в большей мере — серологической реакции может препятствовать и низкая концентрация антигена, всегда или временами свойственная данному вирусу. Очень важным обстоятельством, часто определяющим низкую эффективность серологического метода, является невозможность учесть при современных способах получения антисывороток в качестве антигена вирусную РНК, поскольку она представляет собой биополимер, чрезвычайно неустойчивый к определенным ферментам (рибонуклеазам). В действительности это означает, что не могут быть выявлены все те инфекции, при которых вирус временно или постоянно является дефектным (нуклеиновокислотным, безбелковым). Невозможно также серологическое определение скрытого, присоединенного к геному вируса, поскольку он предположительно является нуклеиновокислотным.

Из всего сказанного можно заключить лишь одно: серологический метод определения фитопатогенных вирусов не может претендовать на универсальность. Это подтверждается практическим опытом на примере так называемых вирусов желтухи,

* Под таким названием в настоящей статье имеется в виду вирусная форма со сферическим вирионом, широко распространенная в растительном мире.

не поддающихся серологическому определению современными методами. Однако, как мы уже видели, метод может отказать и при мозаичных вирусах, которые считаются хорошими антигенами. Осознать это, значит правильно оценить многочисленные неудачи в семеноводческой работе с вегетативно размножаемыми культурами (например, с картофелем). Не только лишь в массовом распространении инфекционного начала и в нераскрытых путях распространения вируса следовало бы искать причину того факта, что, несмотря на тщательное и непрерывное удаление зараженных особей и клонов, не удается освободить некоторые сорта от вирусов. Скорее всего эту причину следует усматривать в том, что серодиагностика пока еще не выявляет все формы существования мозаичного вируса. Этим мы отнюдь не хотим сказать, что отбор на основе серодиагностики бесплоден. В настоящее время серодиагностика все же является единственным методом, широкое применение которого в семеноводстве позволяет поддерживать общую среднюю концентрацию мозаичного вируса на таком уровне, при котором она еще заметно не сказывается на урожае. Но следует иметь в виду, что в тех случаях, когда необходим точный ответ на вопрос «заражено или нет?», вряд ли целесообразно всецело доверять данным серодиагностики. Это относится не только к научно-исследовательской работе, но и к практике сельского хозяйства, в первую очередь к селекции растений. С точки зрения селекции на вирусоустойчивость существующие методы серодиагностики вирусов не могут считаться удовлетворительными, необходимо разработать новые методы, позволяющие устанавливать наличие фитопатогенного вируса также в его нуклеиновокислотном (безбелковом) состоянии. Так как метод получения антител по отношению к ДНК уже разработан (Plescia, Braun, Palczuk, 1964), можно не сомневаться, что удастся приготовить и антисыворотки также к РНК дефектных фитопатогенных вирусов. Решение этой задачи зависит не столько от сохранения специфической структуры РНК в ходе приготовления антисыворотки, сколько от получения вирусной РНК в чистом виде, т. е. от того, удастся ли отделить растительную и вирусную нуклеиновые кислоты друг от друга.

Что касается электронной микроскопии и ее огромного значения в качестве дополнительного метода при биохимических исследованиях вирусов, то этот аспект вопроса в настоящей статье не рассматривается. Нас интересует в данном случае лишь значение электронной микроскопии для диагностики вирусных болезней растений, т. е. насколько надежно можно идентифицировать вирусы по картине, видимой в поле электронного микроскопа. Необходимо сразу же отметить, что в этом

отношении метод электронной микроскопии не превосходит серологический метод. Как и последний, он не выявляет активную и латентную (скрытую) формы существования вируса, а лишь регистрирует вирионы (вирусные частицы) или вирионоподобные белковые образования (белковые чехлы вирионов, не содержащие нуклеиновой кислоты). Но при низкой концентрации вирионов рассматриваемый метод может не зарегистрировать даже их. Как серологическими, так и электронно-оптическими методами до сих пор не удалось выявить в растении типичные вирусы желтухи. При сравнении этих методов мы имеем в виду преимущественно электронные микроскопы средней разрешающей способности (приборы 2-го класса), которые могли бы широко применяться в целях диагностики вирусных заболеваний.

Приборы с высокой разрешающей способностью, позволяющие выявлять в препаратах нити вирусной РНК, лишенной белковой оболочки (и, следовательно, пригодные для регистрации дефектного вируса мозаики), не могут ввиду сложной и трудоемкой предварительной обработки препаратов использоваться при исследованиях массового материала. Из сказанного следует, что электронная микроскопия является в смысле диагностики вспомогательным средством. Регистрируя наличие вирионов в препаратах, выявляя их морфологию и размеры, она подтверждает и подчас уточняет и ускоряет диагноз. Но, как правило, данные электронной микроскопии сами по себе недостаточны для окончательного диагноза. Вместе с тем этот метод при использовании приборов высокой разрешающей способности имеет большое значение для решения теоретических вопросов вирусологии, так как позволяет выявить тонкое строение вирионов и морфологические аспекты взаимоотношений вируса с зараженной клеткой.

Третий метод определения фитопатогенных вирусов — применение индикаторных растений — заслуживает несомненно более детального рассмотрения, чем это возможно в рамках настоящей статьи. Для оценки данного метода мы должны здесь ограничиться лишь указанием самых основных его свойств. Индикаторный метод, как известно, основывается на специфической восприимчивости к искусственному заражению конкретными формами или определенной комбинацией (смесью) форм и на проявляемых при этом характерных особенностях реакции.

Говоря о реакции растения-индикатора, необходимо различать местные признаки, появляющиеся на месте инокуляции, и общие (системные), обусловленные заражением растения в целом. К местным (локальным) некрозам, возникающим на инокулированном листе индикаторного растения, нужен иной

подход, чем к мозаике и деформации листьев верхушки зараженного растения, так как эти явления существенно различны по своей физиологической основе (Diener, 1963; Yamaguchi, Takahashi, 1965). Для определения вируса местная реакция менее ценна, так как обладает несомненно меньшей чувствительностью. Но большим ее преимуществом нужно признать быстроту появлений местных симптомов и возможность определения относительной концентрации некоторых вирусов по количеству локальных некрозов. Несомненно поэтому, что применительно к определенным вирусам реакция индикатора в виде локальных некрозов может успешно использоваться на практике. Особенно ценен индикаторный метод при определении вирусов, не поддающихся серодиагностике (например, при определении вируса мозаики огурца по реакции индикатора *Chenopodium amaranticolor).*

Одним из наиболее существенных недостатков метода локальных некрозов является его ограниченная применимость: лишь единичные вирусы-возбудители мозаики при определенной концентрации доступны определению этим методом. В этом отношении описанный метод равноценен серологическому.

Другую реакцию индикаторного растения на заражение — системную инфекцию для определения вируса можно несомненно считать наиболее чувствительной. Если при этом исходить из возможности применения для заражения индикатора, помимо механической инокуляции, насекомых-переносчиков вирусов и паразитических растений (повилики, *Cuscuta sp.*), то метод учета симптомов системной инфекции можно считать наиболее универсальным. Он позволяет определять как вирусы мозаики, так и вирусы-возбудители желтухи. Последнее имеет принципиальное значение, так как в растениях, больных желтухой, как известно, не обнаружены вирионы возбудителей заболевания. Поэтому высказано предположение, что эти вирусы в растительном протопласте существуют лишь в нуклеиновокислотном состоянии (Brandenburg, 1962).

Изучая различные пути заражения, не следует исключать и передачу безбелкового вируса мозаики при механической инокуляции, что подтверждается также нашими данными (Нурмисте, 1966). Это предположение подтверждают и многочисленные наблюдения, согласно которым системная реакция индикатора выявляет вирусы мозаики, не обнаруживаемые серологическими методами. Нет оснований думать, что во всех этих случаях противоречие в результатах анализа обусловлено различиями в чувствительности методов по отношению к концентрации вирионов.

Несмотря на высокую чувствительность, метод системной инфекции индикаторного растения не может стать универсаль-

ным методом идентификации фитопатогенных вирусов из-за его трудоемкости. Большой расход времени, рабочей площади, а также необходимость изоляции растений во избежание случайного заражения — это еще не самые существенные недостатки метода. Целесообразность применения метода и достоверность результатов определяются возможностью обеспечения индикаторным растениям оптимальных условий в соответствии с их видовыми особенностями. При большом количестве и разнообразии видов индикаторов выполнение этого условия требует, помимо технической оснащенности, еще и основательного опыта, в связи с чем рассматриваемый метод пока применяется исключительно в научно-исследовательской работе. С этой точки зрения метод и рассматривается ниже.

В первую очередь необходимо указать, что растение-индикатор в нашем представлении не является просто биологическим реактивом (подобно химическим реактивам-индикаторам), по реакции которого идентифицируется вирус. Его следует рассматривать как организм, синтезирующий определяемый вирус. Это значит, что в практике применения данного метода необходимо учитывать, что в формировании симптомов принимают участие две разные цепи биохимических реакций. Одна из этих цепей обусловливает изменения в физиологии индикаторного растения, другая может вызвать изменения в структуре вирусной РНК и, следовательно, в различных свойствах вируса.

О такой возможности свидетельствует изменение так называемого антигенного спектра вируса в соответствии с видом растения, в котором вирус культивируется (Нурмисте, 1968). Ввиду того что влияние организма-растения на вирус может проявляться лишь в виде симптомов на самом растении, возникает вопрос: в какой степени в реакции данного индикатора проявляется первичное воздействие (вызванное инокулированным вирусом) и в какой — вторичное (вызванное новыми свойствами вируса, индуцированными индикатором). Или, выражаясь в более общей форме: в какой мере индикаторный метод является методом идентификации и в какой — методом индукции.

Как видно, очень многое в применении данного метода зависит от интерпретации получаемых результатов. При правильной интерпретации могут быть выявлены интересные закономерности механизма модификации некоторых вирусов. Неправильная интерпретация реакции индикатора может дискредитировать метод. Наглядным примером подобной ошибки является случай, когда в индикаторе происходит рекомбинация вирусной РНК и образовавшийся рекомбинант отличается от исходной формы вируса по своим свойствам настолько, что его при-

нимают за самостоятельную форму. В таком случае индикаторным методом может быть идентифицирован вирус, которого в исходном материале не было и который образовался под воздействием индикатора. В некоторых случаях подобных ошибок можно избежать, применяя наряду с индикаторным и другие методы определения вирусов — серологический и электронно-микроскопический; однако, как уже указывалось выше, их возможности также ограничены.

В реакции индикатора, бесспорно, невозможно полностью отделить первичное от вторичного, так как организм, синтезирующий вирус, неизбежно оказывает какое-то индукционное действие. Однако при некотором дополнении метода системной инфекции индикатора несомненно можно добиться того, чтобы случайная индукция осталась на уровне «малых» (обратимых) модификаций. Возникновения случайных рекомбинаций или «больших» (необратимых) модификаций в ходе определения вирусов, дающих основание для неправильных выводов, можно, по-видимому, избежать строгой стандартизацией метода.

При применении индикаторного метода обычно наиболее существенным считается обеспечение растений оптимальной влажностью и питательными веществами. Оптимизации же условий освещения и температуры уделяется значительно меньше внимания, если судить об этом по описательной части соответствующих методик. В то же время известно, что под влиянием условий освещения и температуры может значительно измениться синтез биополимеров в растении, что, в свою очередь, может привести к усилению индукционного действия организма на синтезируемый им вирус. Отсюда следует, что метод, основывающийся на реакции системно зараженного индикатора, требует по возможности регуляции всех важнейших факторов роста и развития растений. Другими словами, индикаторный метод является точным и достоверным лишь в строго контролируемых условиях климатических установок — фитотронов. Работая в таких условиях, можно не только исключать случайное возникновение рекомбинаций, но даже вызывать их по желанию путем регулирования влияния основных факторов роста и развития индикаторного растения. Это позволит целенаправленно изучать вирусные модификации. Перспективы, открывающиеся в связи с использованием фитотронов для изучения фитопатогенного вируса, трудно переоценить.

Овладение направленной индукцией должно способствовать успешному выявлению латентного вируса, присоединенного к геному зараженного организма, а также установлению условий активации этого вируса. Вместе с тем в более определенной форме выявились бы возможные условия рекомбинации вирусной РНК и генетические взаимоотношения вирусов.

С другой стороны, стандартизация условий роста и развития индикаторного растения и умелое использование индукции позволили бы приступить к биохимическому изучению различных сдвигов в физиологических процессах у растения, зараженного вирусом.

Таким образом, если исходить из того, что активный (вегетативный) вирус в растении выполняет функции макромолекулярной плазматической структуры, то для правильного понимания взаимоотношений вируса и организма недостаточно лишь изучение «макромолекулярной морфологии» вируса. Методы, применяющиеся для изучения вируса, необходимо, повидимому, в дальнейшем использовать и при изучении организма, синтезирующего вирус.

Можно ожидать, что глубокое понимание биохимической основы взаимоотношений вируса и растения позволит приступить к разработке более эффективной системы методов борьбы с вирусными заболеваниями растений.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

Агол В. И. 1966. Взаимодействие вируса и клетки. Биосинтез вирусов. В кн.: Молекулярные основы биологии вирусов. М., Изд-во «Наука».
Ивановский Д. 1892. О двух болезнях табака. Сельское хозяйство и лесоводство, № 2.
Ивановский Д. 1902. Мозаичная болезнь табака. Варшава.
Нурмисте Б. Х. 1958. Оценка методов борьбы с вырождением картофеля. Материалы конференции по вопросам семеноводства картофеля. М., Изд-во МСХ СССР.
Нурмисте Б. Х. 1960. Некоторые данные о новом вирусе, изолированном из сеянцев картофеля. Тр. Ин-та эксперим. биологии АН ЭССР, I.
Нурмисте Б. Х. 1962. Мозаичные вирусы в свете новых результатов исследований. Тр. Ин-та эксперим. биологии АН ЭССР, II.
Нурмисте Б. Х. 1964. Видовой состав вирусов, поражающих картофель в Эстонской ССР. Сборник трудов IV Всесоюзного совещания по вирусным болезням растений. М.
Нурмисте Б. Х. 1966. Генетические взаимоотношения между некоторыми вирусами, поражающими пасленовые. Сборник трудов V Всесоюзного совещания по вирусным болезням растений. Киев.
Тамм П. В. 1965. О путях инфекции сеянцев картофеля мозаичными вирусами. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 14, № 2.
Bald, J. G. 1967. Cytological evidence for the production of plant virus ribonucleic acid in the nucleus. Virology, vol. 22, p. 377.
Brandenburg, E. 1962a. Untersuchungen über das Blattrollvirus der Kartoffel. I. Mechanische Übertragung u. chemischer Nachweis des Blattrollvirus mit Diphenylamin im Blattsaft. Phytophatol. Z., Bd. 43, H. 4.
Brandenburg, E. 1962b. Über das Auftreten von freier Ribonucleinsaure

(RNS) bei dem Mauche oder Tabak-Rattle-Virus (TRV). Phythopathol. Z., Bd. 44, p. 258.
Cadman, C. H. 1962. Evidence for assotiation of tabacco rattle virus nucleic acid with a cell component. Nature, No. 193, p. 49.
Diener, D. O. 1963. Physiology of virus-infected plants. Ann. Rev. Phytophathology, I, p. 197.
Gierer, A. 1960. Ribonucleic acid as genetic material of viruses. Microbiol. genetics, Cambridge Univ. Press, 248.
Hirai, T., Hirai, A. 1964. Tobacco mosaic virus: cytological evidence of the synthesis in the nucleus. Science, 145, p. 589.
Hofferek, H., Wolfgang, H. 1965. Untersuchungen über Stoffwechselveränderungen in virusinfizierten Pflanzen. Biochemische Probleme der kranken Pflanze. Symp. Vorträge. Aschersleben.
Hooker, W. J. 1964. Cytological aspects of virus multiplication — potato virus x. In: Host-parasite relations in plant pathology (Symposion materials of the Hungarian Acad. of Sci.). Budapest.
Kozinski, A. W., Kozinski, P. B., Shannon, P. 1963. Replicative fragmentation of T_4 phage Inhibition by chloramphenicol. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., vol. 50, No. 4, p, 746.
Nurmiste, B. 1966 a. Taimeviiruste uuemaid käsitusi ja neile rajanevaid tõrjeprobleeme. ENSV TA Toimet. Biol. Seeria, kd. 15, nr. 3.
Nurmiste, B. 1966b. Viiruste bioloogilis-biokeemilisest loomusest ja füsioloogilisest toimest. Kogumik: Kartulikasvatuse päevaprobleeme. Tallinn.
Nurmiste, B., Tamm, P. 1966. Kartuli sordiaretus ja viiruslik kidumine. Kogumik: Kartulikasvatuse päevaprobleeme. Tallinn.
Plescia, O., Braun, W., Palczuk, N. 1964. Production of antibodies to denaturated deoxyribonucleic acid (DNA). Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., vol. 52, p. 279.
Reddi, K. K. 1963. Studies on the formation of tobacco mosaic virus ribonucleic acids I. Nonparticipation of deoxyribonucleic acid. Biochim. et Biophys. Acta, vol. 72, p. 33.
Reddi, K. K. 1964a. Studies on the formation of tobacco mosaic virus ribonucleic acid. V. Presence of tobacco mosaic virus in the nucleus of the host cell. Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A., vol. 52, p. 397.
Reddi, K. K. 1964b. Biochemical approach to the study of hostvirus relationship. In: Host-parasite relations in plant pathology (Symposion materials of the Hungarian Acad. of Sci.). Budapest.
Roller, A. 1964. Replication and transfer of the DNA of phage T_4. J. Mol. Biol,. vol. 9, p. 260.
Siegel, Zaitlin, Sehgal. 1962. The isolation of defective tobacco mosaic virus strains. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., vol. 48, p. 1845.
Sverak, L. 1960. Radioactive Indikatoren in der Erforschung phytopathogener Viren. Atompraxis, No. 6, p. 43.
Sänger, H. L., Brandenburg, E. 1961. Über die Gewinnung von infektiosem Press-Saft aus «Wintertyp» Pflanzen des Tabak-Rattle-Virus durch Phenolextraction. Naturwissenschaften, Bd. 48, S. 391.
Tamm, P. 1965. Kidumisnähud ja viirushaigused kartuliaretuse protsessis Jõgeva Sordiaretusjaamas. Kand. dissertatsioon. Tallinn.
Temin, H. M. 1964. Homology between RNA from Rous sarcoma virus and DNA of Rous sarcoma virusinfected cells. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., vol. 52, p. 323.
Venekamp, J. H. 1965. Über die Biosynthese von Tabak-Mosaic-Virus. Biochemische Probleme der kranken Pflanze. Symp. Vorträge. Aschersleben.
Yamaguchi, A., Takahashi, T. 1965. The effect of systemic virus infection on the respiration of leaves. Biohemische Probleme der kranken Pflanze. Symp. Vorträge, Aschersleben.

ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОНОВ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ОБРАБОТКИ ЭТИЛЕНИМИНОМ НА ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

Т. ОРАВ, И. ОРАВ

Исследования по радиационной генетике в Институте экспериментальной биологии Академии наук Эстонской ССР были начаты по инициативе академика И. Г. Эйхфельда в 1957 году. Была поставлена задача изучить возможности повышения эффективности радиационной селекции путем сокращения физиологического повреждения облученного поколения и удельной частоты вредных в селекционном отношении мутаций. Предполагалось, что этого можно достигнуть выращиванием облученного поколения в определенных условиях среды.

Ко времени, когда начались наши исследования, появился уже ряд работ, указывающих на ограниченность известной теории мишени в ее классическом виде, согласно которой попадание кванта энергии в хромосому действует по закону «все или ничего» и неизбежно ведет к появлению мутаций или к разрывам хромосом (Дубинин, 1961, с. 159). Однако уже Д. Ли (1963), давший классическое изложение принципов теории мишени, писал: «Многие действия излучений на живой организм не могут быть интерпретированы на основании теории мишени... Если эффект, наблюдаемый в некоторой клеточной структуре, вызван изменением химического состава среды в результате ионизации жидких компонентов клетки, теория мишени также не может быть полезной. Совершенно ясно, что большое количество возможных типов действия излучений лежит вне сферы теории мишеней и некоторые авторы (например, Скотт, 1937) ставили вообще под сомнение существование таких эффектов излучений, которые можно было бы вполне удовлетворительно интерпретировать на основе этой теории» (с. 59).

Одним из первых шагов по созданию физиологической теории мутагенеза была предложенная М. Е. Лобашевым (1947)

паранекротическая гипотеза мутационного процесса, согласно которой образование мутации происходит не в фазе повреждения клетки, а «в фазе восстановления — процесса нетождественной репарации субстанционных изменений» (с. 25). Паранекротическая гипотеза была видвинута в основном в результате работ по модифицированию эффекта облучения температурным воздействием, проведенных в лаборатории М. Е. Лобашева на дрозофиле. М. Е. Лобашев и М. Т. Павловец (цит. по Ватти, 1961) подвергали самцов после облучения длительному (до 24 суток) воздействию низкой температурой (+15°) и получили резкое увеличение частоты мутаций и транслокаций. В основе паранекротической гипотезы лежит идея о протяженности процессов мутагенеза во времени, высказанная в той или иной форме также Ш. Ауэрбах (Auerbach, 1951), К. Свэнсоном (1956) и другими. Более детально теория мутагенеза была разработана Свэнсоном (1956). По Свэнсону, облучение может вызвать как истинные, первичные разрывы, так и потенциальные. Потенциальными разрывами он называет «поражение или места более слабых повреждений, способных в зависимости от тех или иных внутриклеточных условий как восстанавливаться, так и приводить к появлению полных разрывов» (с. 412). Близкие к Свэнсону взгляды высказали несколько позднее Н. В. Лучник и Л. С. Царапкин (1959).

Физиологическая концепция мутационного процесса нашла подтверждение во многих работах. К. В. Ватти (1961) применяла дополнительное температурное воздействие через час после облучения сперматогониев дрозофилы и обнаружила, что оно приводит к значительному увеличению частоты летальных мутаций по сравнению с суммой изменений, возникающих при действии температуры и рентгенооблучения порознь. На «домутационные повреждения» у парамеции и возможность их восстановления ингибиторами метаболизма указывает Р. Кимбал (Kimball a. o., 1961). П. А. Порядкова (1960) утверждает, что даже такой внешний фактор, как содержание воды в покоящихся семенах, не влияет на число клеток с первичными повреждениями, а действует только на степень восстановления первичных повреждений. Результаты опытов В. В. Хвостовой и Л. В. Невзгодиной (1962), в которых использовались сорта гороха с различной радиочувствительностью, приводят к выводу, что у более чувствительного сорта потенциальные повреждения хромосом чаще переходят в истинные разрывы под влиянием биохимических особенностей клеточной среды.

Подробный обзор более ранних работ, в которых рассматриваются факторы, влияющие на генетический эффект ионизирующих излучений, составлен Б. Н. Сидоровым и В. В. Хвостовой (1960). Указанные авторы подчеркивают теоретическое и

практическое значение вопроса. По их мнению, полученные в этих работах данные дают возможность понять механизмы первичного действия излучений на клетки, а также «установить оптимальные условия для получения максимального числа мутаций при наименьшем повреждающем действии излучений, что имеет большое значение в радиационной селекции» (с. 176).

Точка зрения указанных авторов нашла подтверждение в работах Р. Найлана и его сотрудников (Nilan a. o., 1962) по изменению соотношения генетического и физиологического эффектов радиации, а также в исследованиях В. В. Хвостовой и К. А. Эльшуни (1965, 1966). Суть использованного этими авторами приема проста: облучение воздушно-сухих семян проводится в углекислом льду при —78°, затем семена замачиваются в течение одной минуты в воде при 60°, после этого в течение полутора часов в бескислородной дистиллированной воде при 32—35°. Указанный прием в несколько раз сокращает физиологическое повреждение и повышает выживаемость растений; количество наследственных изменений при этом остается прежним. Таким образом, в несколько раз повышается генетическая эффективность мутагена. Разработке этого метода способствовали также предшествовавшие исследования Р. Кальдекотта, показавшие, что температурные условия играют весьма значительную роль в формировании мутаций. Например, в его опытах (Caldecott, Smith, 1952) хранение облученных рентгеновыми лучами семян ячменя при высокой температуре привело к снижению частоты хромосомных аберраций в клетках кончика корней и к увеличению частоты мутаций в проростках X_2.

Работы по изучению действия различных условий выращивания растений из облученных семян одновременно с нами были начаты чл.-корр. АН СССР Н. И. Нуждиным с сотрудниками (Нуждин и др., 1965а, б; Шангин-Березовский, 1965), а также С. И. Янушкевичем (1962). В опытах указанных авторов семена яровых сортов ячменя высевались в различных географических точках. Потомство от выращенных в разных климатических условиях растений M_1 в следующем поколении показало специфические отклонения в спектре мутаций. Например, по данным Янушкевича, который проводил опыты в 11 пунктах, в потомстве выращенных в Хабаровске растений M_1 было значительно больше хлорофильных изменений, чем в материале из других местностей, притом среди них наблюдалось много (25% от общего количества мутаций) редких в других местностях изменений типа *tigrina*.

В наших опытах, проведенных в 1957—1961 годах, изучалось в основном влияние на радиационное повреждение условий питания растений (Орав, 1960, 1962, 1966; Орав и др., 1967;

Orav, 1965). Результаты опытов, проведенных на нескольких сортах ярового ячменя и пшеницы, показали, что различия в агрофоне (один вариант опыта выращивался на плодородной почве с применением органических и минеральных удобрений, другой — на неудобренной) оказывают существенное влияние на количественную изменчивость и развитие растений в M_2, а также M_3 (все растения дальнейших поколений, начиная с M_2, выращивались в поле в одинаковых условиях).

Наряду с определением различий в средних величинах количественных показателей был проведен и анализ мутационной изменчивости в M_2—M_4. Были отмечены различия в количестве полустерильных и стерильных форм и жизнеспособных мутаций вплоть до четвертого (последнего изученного) поколения. В количестве и спектре хлорофильных нарушений существенных различий обнаружено не было.

Начиная с 1963 года проводится детальный анализ пострадиационного влияния отдельных компонентов комплекса факторов, объединяемых обычно понятием «агрофон». В первых сериях опытов изучалось действие сроков посева и режимов увлажнения (опыты 1963 года). Результаты опытов позволили сделать следующие выводы (Orav, 1965):

1) частота мутирования (количество хлорофильных мутаций в M_2 и M_3 при дозе 8 *кр* гамма-лучей ^{60}Co) в значительной степени ($P>0{,}95$) зависит от срока посева;

2) количество типов (по классификации Хензеля — Orav, 1962) хлорофильных мутаций, или по общепринятому термину — спектр этих мутаций, в опыте зависит от срока посева и влажности почвы. При оптимальных условиях (содержание влаги в почве 70% от полной влагоемкости и ранний срок посева) мутаций оказалось значительно больше и их спектр был самым широким.

В настоящей статье излагаются результаты опытов, заложенных в 1964—1966 годах. Основная цель серий опытов 1964 и 1965 годов заключалась в изучении действия различного азотного питания растений M_1 на мутационную изменчивость в следующих поколениях. M_1 выращивали в вегетационных сосудах, в которые помещалось 9,5 кг почвы (или смеси почвы с песком). В сосуде оставляли по 20 выживших растений. Следующие поколения выращивались в полевых условиях. Посев производился целыми, необмолоченными колосьями, по одному колосу из каждой семьи M_1. Кроме того, зимой в оранжерее пращивали в ящиках до 4-го листа по 4—6 колосьев от каждой опытной и 3—4 колоса от каждой контрольной семьи для определения числа хлорофильных мутаций.

Опыты проводили с двумя сортами двурядного ярового ячменя: с Харьковским 306 и недавно районированным в Эсто-

нии сортом Домен норвежской селекции, исключительно устойчивым к полеганию и высокоурожайным. Таким образом, в опыте имелась возможность учитывать сортовую специфичность проявляемых разными генотипами пострадиационных эффектов.

Цель опытов 1966 года состояла в выяснении возможности модифицирования радиационного эффекта путем намачивания семян после облучения в этиленимине слабой концентрации (0,01% р-р в течение четырех часов). Все поколения выращивали в полевых условиях. В ящиках определяли хлорофильные нарушения во всех колосьях M_1, за исключением первого колоса контрольных растений, двух первых колосьев, облученных в дозе 6 *кр*, и трех колосьев — в дозе 8 *кр*, которые высевались в поле. В настоящей статье изложены предварительные данные о хлорофильных нарушениях в M_2.

ОПЫТЫ 1964 ГОДА

Количество хлорофильных нарушений и их типов, по Хензелю, в семьях M_2—M_4 приведено в табл. 1. Условные обозначения следующие: высокий фон азота (В) — смесь дерново-карбонатной почвы с песком в отношении 2:1, удобренной из расчета 0,492 *г* $Ca(NO_3)_2$, 0,136 *г* $KHPO_4$, 0,075 *г* KCl на 1 *кг* почвы; низкий фон азота (Н) — удобрение теми же количествами фосфорных и калийных удобрений без азота.

Из табл. 1 видно, что уровень изменчивости хлорофильных нарушений у сорта Харьковский 306, как правило, несколько выше, чем у Домена. Исключением является вариант с низким азотным фоном и обильным поливом.

Для установления значения отдельных факторов в формировании наследственной изменчивости после облучения был проведен дисперсионный анализ (табл. 2).

Как видно из табл. 2, наибольшее влияние на формирование пострадиационной изменчивости оказал азотный фон и несколько меньшее — сортовая специфичность. Из интеракций между факторами наиболее значительным было взаимодействие между режимами увлажнения и сортовой специфичностью. Значимость факторов оценивалась с помощью критерия F. Критические значения $F^1/_3$ для уровня 0,20 равнялись 2,7, для уровня 0,05 — 10,1. Таким образом, значимыми на уровне $P > 0{,}80$ являются только влияние азотного удобрения и взаимодействие между влажностью и сортовой специфичностью.

В табл. 3 приведены полученные при аналогичном дисперсионном анализе данные об изменчивости количества типов хлорофильных мутаций в том же опыте.

Таблица 1. **Частота хлорофильных мутаций в потомстве растений M_1, выращенных на различных азотных фонах**

Сорт	Фон азота	Влажность почвы, %	Облученные растения (8 кр)				Необлученные растения			
			Количество		Частота мутирования, %	Количество типов мутаций	Количество		Частота мутирования, %	Количество типов мутаций
			изученных семей	семей с мутациями			изученных семей	семей с мутациями		
Домен	В	70	290	16	5,5	5	170	0	0,0	0
	В	40	225	11	4,9	4	125	1	0,8	1
	Н	70	180	9	5,0	2	145	0	0,0	0
	Н	40	170	6	3,5	3	115	0	0,0	0
			865	42	4,9	—	555	1	0,2	—
Харьковский 306	В	70	306	20	6,5	4	170	1	0,6	1
	В	40	245	16	6,5	3	130	0	0,0	0
	Н	70	285	10	3,5	4	135	1	0,7	1
	Н	40	245	15	6,1	3	110	0	0,0	0
			1081	61	5,6	—	545	2	0,4	—

Таблица 2. **Влияние азотного удобрения, режима влажности в M_1 и сортовой специфичности на частоту мутирования в M_2—M_4**

Фактор, вызывающий изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/3}$
Суммарная изменчивость	1044	7	
Азотный фон	351	1	4,35
Влажность	3	1	0,04
Сортовая специфичность	171	1	2,12
Влажность/сорта	277	1	3,43
Остаточная изменчивость	242	3	$F_{0,20} = 2,7$

Таблица 3. **Влияние азотного удобрения, режима влажности в M_1 и сортовой специфичности на количество типов мутаций в M_2—M_4**

Фактор, вызывающий изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/3}$
Суммарная изменчивость	6,0	7	
Азотный фон	2,0	1	4,0
Влажность	0,5	1	1,0
Сортовая специфичность	0,0	1	0,0
Сорта/азотный фон	2,0	1	4,0
Остаточная изменчивость	1,5	3	$F_{0,20} = 2,7$

В этом случае наибольшее значение ($P > 0,80$) имеют азотный фон и взаимодействие между азотным фоном и сортовой специфичностью. Следует отметить отсутствие влияния генотипа (сортовой специфики) на спектр мутаций. В серии опытов 1964 года влияние влажности на спектр мутаций, отмеченное в опытах 1963 года (Orav, 1965), не оказалось значимым.

ОПЫТЫ 1965 ГОДА

В серии опытов, заложенных в 1965 году, не было вариантов с различной влажностью почвы, что дало возможность значительно увеличить число семей для оценки действия азотного питания. Результаты подсчета мутаций (поколения M_2—M_3) приведены в табл. 4, а дисперсионный анализ данных о частоте мутирования — в табл. 5.

В данном опыте ни азотный фон, ни сортовая специфичность не влияют в сколько-нибудь значительной степени на частоту мутирования, которая определяется в основном облучением. Однако здесь значительно выше табличной $F_{0,20}$ интеракция сортов с азотным фоном. Хотя эти факторы, взятые

Таблица 4. **Частота хлорофильных мутаций и их типов в M_2—M_3 в опытах 1965 года**

Сорт	Азотный фон	Облученные растения (доза 8 *кр*)			Необлученные растения		
		Количество изученных семей	Частота мутирования, %	Количество типов мутаций	Количество изученных семей	Частота мутирования, %	Количество типов мутаций
Домен . .	В	400	12,0	11	294	0,7	1
	Н	419	8,8	6	156	0,0	0
Харьковский 306 . . .	В	731	9,3	7	270	0,4	1
	Н	180	10,0	4	144	1,4	1

Таблица 5. **Влияние азотного удобрения и сортовой специфичности на частоту мутирования в M_2—M_3**

Фактор, вызывающий изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/3}$
Суммарная изменчивость	18 370	7	
Азотный фон	61	1	0,7
Облучение	17 673	1	205,5
Сортовая специфичность	3	1	0,0
Сорта/азотный фон	391	1	4,5
Остаточная изменчивость	258	3	$F_{0,20} = 2,7$
			$F_{0,01} = 34,1$

Таблица 6. **Влияние азотного удобрения и сортовой специфичности на количество типов мутаций в M_2—M_3**

Фактор, вызывающий изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/3}$
Суммарная изменчивость	104,9	7	
Облучение	78,2	1	782,0
Азотный фон	10,2	1	102,0
Сортовая специфичность	3,2	1	32,0
Сорта/облучение	13,0	1	130,0
Остаточная изменчивость	0,3	3	$F_{0,01} = 34,1$

отдельно, и не играют существенной роли, но во взаимодействии с азотным фоном они все же в значительной мере определяют реакцию сортов на облучение.

В определении спектра мутаций значительную роль играют

все три основных фактора (табл. 6). Существенным является и взаимодействие между облучением и генотипом — сортовой реакцией. Из табл. 4 видно, что спектр мутаций шире на высоком фоне азота, а из изученных сортов — у Домена.

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ЭТИЛЕНИМИНА ОПЫТЫ 1966 ГОДА

В проведенных нами опытах с различными вариантами агрофона, водного режима, сроков посева и азотного питания, результаты которых изложены выше, изучалось пострадиационное модифицирующее действие «обычных» факторов внешней среды, которые всегда влияют на рост и развитие растения. Изучение этих факторов может дать много интересного для теории и практики, поскольку позволяет установить оптимальные режимы выращивания растений M_1 для достижения максимальной изменчивости или, вернее, максимального выхода перспективных в селекционном отношении форм почти без дополнительных затрат. Однако, ограничиваясь лишь «естественными» факторами, нельзя достигнуть главного — резкого увеличения частоты мутирования. Важно отыскать более эффективные модифицирующие факторы. В качестве таковых большой интерес представляют химические мутагены. Многие исследователи использовали для этой цели колхицин (обзор этих работ см.: Алиханян и др., 1957; Валева, 1964; Мацумура, 1961). В последние годы чаще всего применяют этиленимин (Валева, 1957; Шангин-Березовский, 1965; Суйкова, 1966). Мы в своих исследованиях также пользовались этиленимином. Опыты заложены в 1966 году совместно с Г. Н. Шангиным-Березовским.

Данные по физиологическому эффекту в M_1 опубликованы в работе Т. А. Орава, Г. Н. Шангина-Березовского и И. С. Орав (1967).

Результаты опытов показывают, что физиологические эффекты от дополнительной обработки этиленимином (в концентрации 0,01, в течение четырех часов) могут иметь различный характер. Авторы выделяют три типа действия этиленимина:

1) «чистые» эффекты этиленимина, проявляющиеся во всех вариантах вне зависимости от происхождения семян и облучения; например, бóльшая высота и более длинный колос обработанных растений, хотя степень проявления первого из них зависит от происхождения семян;

2) усиление повреждающего действия радиации; типичный пример — изменение отношения длины колоса к его ширине, особенно значительное при дозе 8 *кр;*

3) модификация действия облучения в зависимости от биологических особенностей подопытных семян растений, происходящих из районов с различными климатическими условиями; например изменение длины вегетационного периода, отмеченное у растений, выращенных из облученных и обработанных этиленимином семян московского происхождения, и отсутствовавшее в аналогичном эстонском варианте.

В настоящей статье изложены результаты анализа хлорофильных нарушений в M_2 в поле весной 1967 года. Дозы облучения гамма-лучами ^{60}Co — 6 и 8 *кр*. Для получения большего объема материала опыт проводился только с сортом Харьковский 306. Общее количество хлорофильных нарушений и их типов в полевых условиях приведено в табл. 7.

Результаты дисперсионного анализа, проведенного на основании данных табл. 7 (см. табл. 8), указывают, как и следовало ожидать, на исключительно высокую эффективность обоих мутагенов — облучения и этиленимина. Интеракция между

Таблица 7. **Частота хлорофильных нарушений и количество их типов в M_2 (M_1 выращено в 1966 г.)**

Место происхождения исходных семян	Доза облучения, *кр*	Обработка этиленимином			Без обработки		
		Количество изученных семей	Частота мутирования, %	Количество типов мутаций	Количество изученных семей	Частота мутирования, %	Количество типов мутаций
Эстония	Необл.	518	2,32	3	543	0,18	1
	6	1021	6,76	4	664	5,77	6
	8	665	6,62	5	905	4,75	4
Москва	Необл.	288	0,69	2	378	0,00	0
	6	573	5,58	4	426	4,23	2
	8	651	7,68	6	478	3,97	4

Таблица 8. **Зависимость мутационной изменчивости в M_2 от факторов воздействия и происхождения семян M_1**

Факторы, вызывающие изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/7}$
Суммарная изменчивость . . .	7895	11	
Дозы облучения	6376	2	54,3
Обработка этиленимином . . .	954	1	16,3
Происхождение семян	154	1	2,6
Остаточная изменчивость . . .	411	7	$F_{0,05} = 5,59$

Таблица 9. **Анализ влияния величины дозы, обработки этиленимином и происхождения семян M_1 на частоту возникновения хлорофильных нарушений в M_2**

Факторы, вызывающие изменчивость	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	$F_{1/3}$
Суммарная изменчивость . . .	1199	7	
Обработка этиленимином . . .	780	1	10,9
Дозы облучения	6	1	0,1
Происхождение семян	78	1	1,1
Этиленимин/дозы	121	1	1,7
Остаточная изменчивость . . .	214	3	$F_{0,05} = 10,1$

облучением и обработкой малозначима ($P < 0,80$). Это свидетельствует о том, что в данном случае основной генетический эффект этиленимина состоит в его самостоятельном мутагенном воздействии и сравнительно слабо проявляется в модификации действия облучения. Однако при анализе были учтены и необлученные контрольные варианты, только с воздействием этиленимина. Поэтому для выяснения интеракций необходим анализ изменчивости без фактора «облученные — необлученные», с учетом лишь фактора «доза» (6 и 8 *кр*). Результаты этого анализа приведены в табл. 9.

В табл. 9 заслуживает внимания отсутствие различий в изменчивости, вызываемых разными дозами (см. также табл. 7). Вероятной причиной такого, на первый взгляд странного обстоятельства является значительно бóльшая гибель физиологически менее жизнеспособных мутировавших растений M_1, облученных дозой 8 *кр*. Это лишний раз доказывает правоту радиобиологов, рекомендующих облучать растения в селекционных целях дозами, значительно меньшими, чем критические. Из табл. 9 также видно, что основным модифицирующим фактором является этиленимин, происхождение же семян в качестве модификатора лучевого эффекта не имеет существенного значения. В этом случае генетический эффект отличается от физиологического действия облучения в M_1, как отмечалось уже выше, по некоторым показателям (длина вегетационного периода), действие облучения зависело в весьма большой степени от происхождения семян (подробнее см. Т. Орав, Шангин-Березовский, И. Орав, 1967).

ОБСУЖДЕНИЕ

В одной из наших предыдущих работ, в которой подводились итоги опытов с модифицированием действия гамма-облучения различными сроками посева облученных семян и усло-

виями обеспеченности влагой на ранних этапах развития (Orav, 1965), был поднят вопрос о продолжительности пострадиационных процессов в связи с возможностью управления ими, или вопрос о том, в течение какого срока изменения потенциальные переходят в изменения «истинные», окончательно сформировавшиеся. Следует оговориться, что в некоторой мере процессы мутагенеза можно направлять и после этого перехода, так как продолжается действие соматического отбора и элиминирования повреждений, на интенсивность и направление которых условия выращивания несомненно оказывают воздействие.

В известной схеме З. Бака и П. Александера (1963, с. 11) формирование радиационных нарушений делится на ряд этапов. В результате первичных физических и химических процессов — поглощения энергии в ходе облучения и образования ионизированных и возбужденных молекул — формируются изменения на молекулярном уровне. Длительность этих процессов — не более тысячной доли секунды. Молекулярные изменения развиваются и усиливаются (или, наоборот, происходит восстановление) в ходе обменных процессов, которые приводят к окончательному формированию наследственных и ненаследственных повреждений. Время, в течение которого, по Баку и Александеру, происходит развитие и формирование поражения, может длиться от минут до часов. Более поздний этап — это реализация наследственных изменений, переход структурных нарушений в видимые.

Выдвинутый нами на основе изучения модифицирования мутационного процесса тезис о существовании длительного периода физиологического восстановления, в течение которого происходит не только отбор и элиминирование «готовых» изменений, но и дальнейшие функциональные и структурные изменения, зависящие от внешних условий и физиологического состояния организма, хорошо согласуется с работами физиологов и биохимиков, в частности с результатами исследований чл.-корр. АН СССР А. М. Кузина и его сотрудников. В составленной А. М. Кузиным схеме роли обменных процессов в задержке и репарации радиационного поражения клетки (1965, с. 14) представлено известное нам пока лишь в общих чертах физиологическое содержание поздних пострадиационных процессов, в частности процессов, могущих привести к длительному «сохранению» радиационной интоксикации — от коротко- и длительноживущих свободных радикалов с участием кислорода (роль аэробных и анаэробных условий!) через значимые метаболиты (ортофенолы, ненасыщенные жирные кислоты и др.) к токсическим продуктам — ортохинонам, перекисям и т. п.

Некоторые данные о продолжительности радиационных сдвигов в физиологических реакциях получил Н. Ф. Батыгин (1962). Он облучал вегетирующие растения дозами до 1 *кр*. Через 15 минут после облучения уменьшилась вязкость протоплазмы, однако через час она резко повысилась. После значительных колебаний показатель вязкости вернулся к норме, причем наибольшие колебания отмечались в течение первых 5—6 часов. Аналогичные явления наблюдались и в ряде биохимических показателей, например в динамике содержания сахаров, аскорбиновой кислоты и белкового азота, а также в активности дыхания. Не следует, однако, забывать, что относительное восстановление — это еще не возвращение к норме. Об этом свидетельствует хотя бы нередко наблюдаемая в радиобиологических опытах длительная задержка ростовых процессов, которая у ячменя может продолжаться до колошения (Т. Орав, 1960).

Попытку классификации пострадиационных процессов в связи с влиянием на эти процессы условий аэрации во время хранения облученных семян предпринял Ф. Бэттхер (Böttcher, 1966). Работа его имеет большое значение для правильного понимания инициальных процессов в облученных семенах. Он облучал семена ячменя в воздухе или в атмосфере азота, затем замачивал одну партию семян сразу, другую — через 24 часа и третью — через 28 суток; причем хранение и замачивание семян производилось или в воздухе, или в азоте. В результате было показано, что инициальные процессы можно разделить на ряд классов: 1) не зависимые от присутствия O_2 инициальные реакции, протекающие во время облучения; 2) кратковременные пострадиационные реакции, не зависимые от O_2; 3) продолжительные не зависимые от O_2 процессы; 4) зависимые от O_2 инициальные реакции во время облучения; 5) зависимые от O_2 кратковременные процессы; 6) зависимые от O_2 продолжительные процессы и 7) зависимые от O_2 «остаточные» реакции, еще более продолжительные.

Приведенные в настоящей статье материалы и результаты наших предыдущих опытов (Орав, 1962, 1966; Orav, 1962, 1965) позволяют в известной мере связать в единый комплекс данные биохимиков и физиологов-радиобиологов и известные факты относительно поздних процессов мутагенеза. Отсюда намечается приближение к пониманию практической стороны вопроса — выяснению возможностей направления и модифицирования мутагенеза. В качестве генетического критерия нами пока использовались хлорофильные нарушения. В упомянутой выше работе Бэттхер показал, что классы продолжительных процессов (3 и 6), как зависимые от присутствия O_2, так и независимые, не играют существенной роли в формиро-

вании хлорофильных мутаций, хотя эти классы, вместе взятые, в его опытах дали 16% от торможения роста сеянцев и 22% хромосомных аберраций.

Если такой вывод Ф. Бэттхера подтвердится и на нашем материале, то влияние азотного агрофона, сроков посева и водного режима на хлорофильные нарушения должно быть отнесено к классу «остаточных» продолжительных реакций, которые и в опытах Бэттхера играли весьма существенную роль в формировании окончательного эффекта, вызывая 37% от торможения роста, 26% хромосомных нарушений и 19% хлорофильных мутаций. Бэттхер предполагает, что основой продолжительных реакций могут быть длительноживущие свободные радикалы. Учитывая результаты проведенных в лаборатории А. М. Кузина исследований, следует предполагать, что определенную роль могут играть и значимые метаболиты, и токсические продукты, действие которых зависит от внутриклеточных биохимических реакций и физиологических процессов.

На основании результатов описанных в настоящей статье опытов можно прийти к следующим выводам:

1. Действие азотного фона на спектр, а в опыте 1964 года также и на частоту хлорофильных мутаций подтверждает высказанную нами ранее мысль о том, что на поздней стадии развития радиационного повреждения происходит не только реализация готовых субмикроскопических повреждений, но и дальнейшие процессы формирования самого повреждения в ходе обменных реакций. И на этом этапе повреждения также в определенной мере обратимы и направляемы в зависимости от условий выращивания.

2. Географическое происхождение семян одного и того же генотипа не влияет на хлорофильные нарушения, несмотря на то, что оно оказывало определенное влияние на физиологический эффект радиационного поражения.

Приведенные в настоящей статье данные по совместному действию этиленимина и облучения не дают основания для уверенных выводов относительно того, чем вызваны происшедшие изменения — модифицирующим влиянием этиленимина или самостоятельным его мутагенным действием. Для более четких выводов нужны дополнительные исследования с учетом всех типов мутаций.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Алиханян С. И., Гольдат С. Ю., Тетерятник А. Ф. 1957. Мутагенный эффект комбинированного действия этиленимина и ультрафиолетовых лучей на актиномицеты. Докл. АН СССР, т. 115, № 5.

Бак З., Александер П. 1963. Основы радиобиологии. М.

Батыгин Н. Ф. 1962. О действии ионизирующей радиации на растение. Сб. трудов по агрономической физике, т. 10.

Валева С. А. 1964. Цитогенетический анализ совместного действия химических мутагенов и облучения на семена ячменя. Радиобиология, т. 4, № 3.

Ватти К. В. 1961. Исследования последействия х-лучей на мутационный процесс. Исследования по генетике, I. Л.

Дубинин Н. П. 1961. Проблемы радиационной генетики. М.

Кузин А. М. 1965. Современные проблемы радиобиологии. В сб.: Ионизирующие излучения в биологии. Рига.

Ли Д. Е. 1963. Действие радиации на живые клетки. М.

Лобашев М. Е. 1947. Физиологическая (паранекротическая) гипотеза мутационного процесса. Вестн. Ленингр. гос. ун-та, № 8.

Лобашев М. Е., Павловец М. Т. Цит. по Ватти, 1961.

Лучник Н. В., Царапкин Л. С. 1959. Об обратимости цитогенетических лучевых повреждений. Докл. АН СССР, т. 124, № 1.

Мацумура С. 1961. Исследования по искусственному вызыванию мутаций. Икусютаку дзасси, т. 11, № 2.

Нуждин Н. И., Пастушенко-Стрелец Н. А., Шангин-Березовский Г. Н. 1965а. Влияние экологических условий выращивания и физиологического состояния семян (степени зрелости) на радиочувствительность, частоту и характер наследственных изменений у гамма-облученного ячменя. В сб.: Действие ионизирующих излучений на растительный и животный организмы. М.

Нуждин Н. И., Пастушенко-Стрелец Н. А., Шангин-Березовский Г. Н. 1965б. Влияние экологических условий выращивания и физиологического состояния семян на частоту и характер хлорофильных мутаций у ячменя при гамма-облучении. В сб.: Экспериментальный мутагенез животных, растений и микроорганизмов, 2. М.

Орав Т. А. 1960. Влияние гамма-лучей Co^{60} на рост и развитие некоторых злаковых. Тр. Ин-та экспериментальной биологии АН ЭССР, I. Таллин.

Орав Т. А. 1962. Индуцированные гамма-облучением наследственные изменения у ячменя и их зависимость от условий выращивания. Тр. Ин-та экспериментальной биологии АН ЭССР, 2. Таллин.

Орав Т. А. 1966. О влиянии внешних условий на поздний этап процессов мутагенеза. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, 185.

Орав Т. А., Пегельман С. Х., Орав И. С., Вахер Ю. И. 1965. Действие гамма-облучения на организмы. Таллин.

Орав Т. А., Шангин-Березовский Г. Н., Орав И. С. 1967. Действие низких концентраций этиленимина на физиологический эффект радиации при гамма-облучении семян различного происхождения. Изв. АН ЭССР. Биология, № 4.

Порядкова П. А. 1960. Первичные лучевые поражения и их восстановление в покоящихся семенах различной влажности. Докл. АН СССР, т. 134, № 3.

Свэнсон К. 1956. Влияние напряжения кислорода на образование разрывов хромосом под действием ионизирующих излучений. В сб.: Вопросы радиобиологии. М.

Сидоров Б. Н., Хвостова В. В. 1960. Факторы, влияющие на генетический

эффект ионизирующих излучений. Итоги наук. Биологические науки, т. 3.
Суйкова Л. А. 1966. Действие новых химических мутагенов и гамма-лучей на твердую, мягкую пшеницу и ячмень. Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Таллин.
Хвостова В. В., Невзгодина Л. В. 1962. Причины радиочувствительности растений. В сб.: Радиационная генетика. М.
Хвостова В. В., Эльшуни К. А. 1965. Частичное снятие повреждающего эффекта излучений в семенах ячменя. Радиобиология, т. 5, № 1.
Хвостова В. В., Эльшуни К. А. 1966. Влияние частичного снятия повреждающего эффекта излучений на частоту хлорофильных мутаций у ячменя. Генетика, т. 6.
Шангин-Березовский Г. Н. 1965. Действие этиленимина на развитие и изменчивость облученного быстрыми нейтронами ячменя при посеве его в различных экологических условиях. В сб.: Действие ионизирующих излучений на растительный и животный организмы. М.
Янушкевич С. И. 1962. Влияние условий выращивания на хлорофильные мутации в потомстве облученного ячменя. Агробиология, № 4.
Auerbach, C. 1951. Problems in chemical mutagenesis. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., vol. 16, p. 199—213.
Bötther, F. 1966. Praemutational mechanisms in various genetic effects of 200-KV-x-rays. Mechanism of mutation. Proc. Symp. in Prague, p. 21—26.
Caldecott, R., Smith, L. 1952. The influence of heat treatments on injury and cytogenetic effects of X-rays on barley. Genetics, vol. 37, p. 136—157.
Kimball, R., Gaither, N., Perdue, S. 1961. Metabolic repair of premutational damage in Paramaecium. Int. J. Rad. Biol., vol. 3, p. 133—147.
McElroy, W. D., Swanson, C. P. 1951. Цит. по Ватти, 1961.
Nilan, R., Konzak, C., Harle, J., Heiner, R. 1962. Interrelation of oxygen, water and temperature in the production of radiation-induced effects in plants. Sdbd. Strahlentherapie, vol. 51, p. 171—182.
Orav, T. 1962. Väliskeskkonna mõjust mutatsiooniprotsessidele. ENSV TA Toimet. Biol. seeria, kd. 11.
Orav, T. 1965. Väliskeskkonna mõjust mutageneesi hilisele etapile. ENSV TA Toimet. Biol. seeria, kd. 14.

ИЗМЕНЕНИЯ У ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗНИКШИЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ

О. ПРИЙЛИНН

В настоящее время одной из центральных проблем генетики является изучение мутационной изменчивости и изыскание путей получения целенаправленных наследственных изменений у организмов. Теперь уже почти все генетики признают, что качество мутаций зависит от качества воздействующего фактора. В связи с тем, что имеются возможности влиять на процесс мутирования, в последние годы значительно расширились исследования по выяснению специфики действия различных мутагенных факторов, а также влияния условий внешней и внутренней среды на возникновение мутаций (Шкварников, 1965; Хвостова, 1966).

В Институте экспериментальной биологии АН Эстонской ССР в последние годы изучается эффективность новых химических мутагенных веществ, синтезированных в лаборатории химического мутагенеза Института химической физики АН СССР под руководством И. А. Рапопорта. Сотрудниками этой лаборатории установлено, что эти вещества по эффективности в несколько раз превосходят ионизирующие излучения. Поэтому они получили название «супермутагены» (Рапопорт, 1966).

Первые результаты наших опытов по изучению действия супермутагенов N-нитрозоэтилмочевины (НЭМ) и N-нитрозометилмочевины (НММ) на яровую пшеницу сорта Норрэна в первом поколении были нами доложены на симпозиуме по химическому мутагенезу в феврале 1967 года в Москве (Прийлинн, 1968). В настоящем сообщении приведены данные, характеризующие изменчивость M_2 и M_3 в этих опытах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Используемый для опытов сорт мягкой яровой пшеницы Норрэна относится к разновидности *lutescens*. Воздушно-сухие семена этого сорта намачивали в течение 24 часов при комнатной температуре в растворах НЭМ и НММ по методике, рекомендуемой лабораторией химического мутагенеза растений Института химической физики АН СССР. Были использованы две дозы каждого из мутагенов: НЭМ в концентрациях 1:4000 и 1:8000 и НММ в концентрациях 1:10 000 и 1:16 000. Раствора мутагена брали в 10 раз больше веса семян. После обработки семена отмывались водопроводной водой в течение 30 минут и затем высевались в поле. Посев обработанных семян проводился в 1965 и 1966 годах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Угнетающего действия мутагенов на полевую всхожесть семян не было обнаружено. Под воздействием НЭМ и НММ было отмечено некоторое торможение ростовых процессов и отставание в развитии растений. После обработки более высокой дозой мутагенов (особенно НММ) возрастал процент отмирания растений в вегетационный период.

В M_1 отмечены разнообразные морфологические изменения колосьев.

В опыте 1965 года измененных колосьев в M_1 имелось около 5%, при этом больше всего отклонений от исходного фенотипа получено под воздействием НЭМ в концентрации 1:4000. Из 105 семей измененных форм M_1, высеянных в 1966 году, у 85 семей M_2, т. е. у 80,9%, установлены изменения. Из общего числа 5542 колосьев были выделены 424 колоса (7,6%) с нетипичным фенотипом. Часть колосьев наследовала в M_2 изменения, возникшие в M_1 (компактные и плотные колосья, колосья с деформированными, а также с неравномерно расположенными колосками). Многие измененные в M_1 колосья утрачивали в M_2 признак, по которому они были отобраны. Одновременно в M_2 появились новые изменения, не встречавшиеся у этих семей в предыдущем поколении (остистые, полуостистые, рыхлые и другие колосья). Данные об основных изменениях приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Более обширный материал по M_2 получен в 1966 году от неизмененных растений M_1. Было проанализировано более 6000 семей и 120 000 колосьев. Наибольшая морфологическая изменчивость обнаружена у растений под воздействием НММ при повышенной концентрации — 12,8% семей с измененными колосьями. При более низкой концентрации того же мутагена измененных семей было 4,4%. Появление изменений под воздей-

Таблица 1. **Изменения в M_2, выращенном из семян от измененных колосьев M_1**

Варианты опыта		Общее число проанализированных колосьев	Измененные колосья		Число различных измененных колосьев							
			Число	%	Компактные и плотные	Остистые и полуостистые	Стерильные и полустерильные	С деформированными колосками	С неравномерным расположением колосков	Крупные	Рыхлые	Прочие
НЭМ	1:4000	3175	182	5,7	13	5	20	23	30	65	23	3
	1:8000	553	108	19,5	5	6	19	0	18	45	12	3
НММ	1:10 000	848	109	12,9	0	7	44	5	15	34	4	0
	1:16 000	966	25	2,6	0	0	5	0	1	18	1	0

Рис. 1. Изменения в M_2 от измененных колосьев M_1.

1 — короткий компактный колос; 2 — полуостистый колос; 3 — компактный длинный расширяющийся к верхушке колос; 4 — полустерильный колос; 5 — колос с деформированными колосками; 6 — колос с неравномерно расположенными колосками; 7 — крупный колос; 8 — рыхлый колос; 9 — контроль.

ствием НЭМ было почти одинаковым при обеих концентрациях: при высокой дозе — 6,7% и при низкой — 6,9% (табл. 2).

В результате анализа, проведенного для выявления отклонений фенотипа от исходной формы, выделено 39 остистых и 294 полуостистых, 42 плотных и 65 рыхлых колосьев. Имеются и колосья с деформированными колосками (90) и с неравномерно расположенными (111). Выделено большое количество круп-

Таблица 2. **Изменения в M_2, выращенном из семян от неизмененных колосьев M_1**

Мутаген	Концентрация	Число изученных семей	Семей с измененными колосьями	
			Число	%
НЭМ . .	1:4000	1374	92	6,7
	1:8000	1380	95	6,9
НММ . .	1:10 000	1071	137	12,8
	1:16 000	1614	71	4,4
Контроль	—	955	15	1,6

Таблица 3. **Количество различных измененных колосьев в M_2**

Варианты опыта		Общее число проанализированных колосьев	Измененные колосья		Число различных измененных колосьев											
			Число	%	Плотные	Остистые	Полуостистые	Стерильные	Полустерильные	С деформированными колосками	С неравномерным расположением колосков	Рыхлые	Скрученные	Красные	Крупные	Прочие
НЭМ	1:4000	24 080	415	1,7	10	30	70	7	90	27	34	25	2	4	111	5
	1:8000	25 904	263	1,0	8	9	56	16	56	23	19	9	2	6	59	0
НММ	1:10 000	19 323	408	2,1	14	0	132	34	46	26	42	21	6	5	82	0
	1:16 000	31 893	176	0,6	10	0	36	11	40	9	15	10	3	0	42	0
Контроль	—	18 903	47	0,3	0	0	0	12	20	5	1	0	2	0	7	0

Рис. 2. Изменения в M_2 от неизмененных колосьев M_1.

1 — плотный колос; 2 — остистый колос; 3 — полуостистый колос; 4 — стерильный колос; 5 — полустерильный колос; 6 — контроль; 7 — колос с деформированными колосками; 8 — колос с неравномерно расположенными колосками; 9 — рыхлый колос; 10 — скрученный колос; 11 — красный колос; 12 — крупный колос.

ных колосьев (301), а также 80 стерильных и 252 полустерильных колоса (табл. 3, рис. 2).

Следует отметить, что наряду с наследственными изменениями — мутациями — среди разнообразных выделенных изменений встречается определенное количество модификаций, вызванных физиологическими причинами. К числу их можно отнести скрученные и крупные колосья, а также колосья с измененным расположением колосков и некоторые другие. Конечно, трудно отделить физиологические изменения от микромутаций, например по величине колосьев. Мутации могут быть

выявлены только в следующих поколениях. Для проверки наследования всех указанных изменений в 1967 году проведен посев M_3.

Предварительная проверка наследуемости изменений в M_3, проведенная в поле перед уборкой, показала, что признак остистости является стойко наследственным; все семьи, имевшие в M_2 остистые колосья, сохраняют остистость и в M_3. Многие полуостистые в M_2 формы дали в M_3 остистые колосья. Иная картина наблюдалась при наследовании плотно- и рыхлоколосости. Часть семей сохраняла в M_3 соответствующие формы а у другой части указанные признаки не наследовались. Во многих семьях происходил возврат к исходному типу или они расщеплялись, давая различные другие формы.

Наблюдения над M_3 показывают также, что при химическом мутагенезе изменения могут проявляться не только в первых двух поколениях, но и в M_3. Так, у ряда семей, оставшихся неизмененными в M_1 и M_2, в M_3 появились отдельные остистые, компактные и другие колосья.

В опыте 1966 года особенно много изменений в M_1 (у 27,2% колосьев) наблюдалось после воздействия более высокой дозой НММ. На втором месте по количеству измененных колосьев был вариант с высокой дозой НЭМ — 16,4% и на третьем — вариант с малой дозой НММ — 10,6% (табл. 4).

Процент изменений во всех этих трех вариантах следует считать очень высоким.

Среди измененных колосьев встречались остистые и полуостистые, с деформированными колосками и с нетипичным расположением колосков, а тажке плотные, раздвоенные и некоторые другие. В практическом отношении представляют интерес плотные колосья, имеющие большое число зерен в колосе и наивысший абсолютный вес зерна. Растения с плотным колосом выделяются также повышенной устойчивостью к полеганию. Поэтому данному типу изменчивости уделяется особое внимание.

Таблица 4. **Появление изменений в M_1 под воздействием химических мутагенов**

Варианты опыта		Число проанализированных растений	Число измененных колосьев	Процент растений с измененными колосьями
НЭМ	1:4000	5490	898	16,4
	1:8000	5772	150	2,6
НММ	1:10 000	3707	1004	27,2
	1:16 000	5510	583	10,6
Контроль . .		6446	0	0

Рис. 3. Второе поколение мутаций, возникших в M_1.
1 — остистый колос; 2 — плотный колос; 3 — короткий компактный колос; 4 — контроль.

Проверка наследуемости изменений, возникших в M_1, при предварительном просмотре в поле перед уборкой в 1967 году показала, что из посеянных 653 плотных колосьев в M_2 получено 124 семьи, имеющие различное количество плотных колосьев. Кроме плотных, в M_2 имелись и колосья с другими признаками. Например, в 18 семьях часть колосьев была остистой. Имелись также колосья с измененным расположением колосков.

Из 160 остистых и полуостистых колосьев M_1 в M_2 получено 39 семей с остистыми и 39 — с полуостистыми колосьями. Среди этих двух групп семей отмечено 10 семей с плотноколосыми формами. От 16 раздвоенных колосьев M_1 в M_2 не получено ни одной семьи с этим признаком.

Из неизмененных в M_1 колосьев в M_2 появились семьи с плотными, остистыми, полуостистыми и другими колосьями. Таких семей имеется относительно немного.

Следует отметить, что соотношение отдельных изменений, полученных при воздействии двумя использованными мутагенами, было различным. Например, остистые колосья появлялись преимущественно при действии НЭМ, а раздвоенные ко-

лосья — исключительно при высокой концентрации НЭМ (в M_1). Как уже указывалось, признак остистости является наследственным, а раздвоенность колоса не наследуется.

Обычно исследователи считают, что индуцированные мутации являются рецессивными и проявляются только начиная с M_2. Однако в последние годы получены результаты, указывающие на возможность возникновения под воздействием супермутагенов в M_1 доминантных морфологических мутаций. Так, по данным Н. Н. Зоз (Зоз, 1964), НЭМ и НММ вызвали у различных сортов пшеницы до 15% доминантных морфологических мутаций, появляющихся в первый год после воздействия. Возникновение доминантных мутаций в M_1 установлено также у гороха (Шарма, Рапопорт, 1965).

В наших опытах, как было показано выше, в M_1 появились морфологически измененные растения, которые полностью сохраняли измененные признаки в M_2 (рис. 3). Очевидно, эти изменения представляли собой доминантные мутации. Преобладающая же часть однотипных измененных растений M_1 не наследовала в M_2 признаков, по которым они были отобраны.

ВЫВОДЫ

1. Под воздействием химических мутагенов N-нитрозоэтилмочевины и N-нитрозометилмочевины у яровой пшеницы сорта Норрэна получены разнообразные морфологические изменения, в их числе большой процент мутаций. Среди этих мутаций интересны в практическом отношении в качестве исходного селекционного материала, например, мутации с плотным и крупным колосом, а также с прочной соломиной.

2. Представляет интерес появление доминантных морфологических мутаций не только во втором и третьем поколениях, но уже в первом поколении, т. е. в год воздействия супермутагенами. Такими мутациями являются остистые, а также плотные колосья.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

Шкварников П. К. 1965. Использование радиации в селекции растений (Современное состояние и перспективы). В сб.: Радиация и селекция растений. М., Атомиздат.

Хвостова В. В. 1966. Сравнительный анализ мутагенного действия ионизирующих излучений и химических мутагенов на высшие растения. В сб.: Экспериментальный мутагенез у сельскохозяйственных растений и его использование в селекции. М., Изд-во «Наука».

Рапопорт И. А. 1966. Особенности и механизм действия супермутагенов. В сб.: Супермутагены. М., Изд-во «Наука».

Прийлинн О. Я. 1968. Действие супермутагенов N-нитрозоэтилмочевины и N-нитрозометилмочевины на яровую пшеницу в M_1. Тр. Всесоюз. совещания по химическому мутагенезу. М., Изд-во «Наука».

Зоз Н. Н. 1964. Об использовании химических соединений в селекции растений. Агрохимия, № 7.

Шарма Б., Рапопорт И. А. 1965. Частота доминантных мутаций, возникших под влиянием мутагенов в M_1. Докл. ТСХА, № 102.

О РЕГУЛЯЦИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АССИМИЛЯЦИИ CO_2 УСЛОВИЯМИ ОСВЕЩЕНИЯ

О. КЭЭРБЕРГ, Э. ВЯРК, Х. КЭЭРБЕРГ, Т. ПЯРНИК

Восстановление ассимилируемого при фотосинтезе углекислого газа до органических веществ является сложным процессом, состоящим из многих последовательно и параллельно проходящих ферментативных реакций. Фотосинтетический аппарат растений представляет собой открытую систему, которая осуществляет непрерывный обмен веществ и энергии с окружающей средой. Состояние этой системы зависит от ее внутренних параметров и условий внешней среды. Изменение внешних условий вызывает переход системы в новое состояние, которое устанавливается в соответствии с ее внутренними механизмами регуляции. При переходе фотосинтетического аппарата в новое состояние изменяются скорости отдельных реакций, связанных с ассимиляцией CO_2, вследствие чего изменяются состав и соотношение продуктов фотосинтеза. Изучение этих изменений имеет большое значение для раскрытия внутренних механизмов регуляции фотосинтетического аппарата растений, знание которых необходимо при разработке теоретических основ управления процессом фотосинтеза.

Среди внешних условий, от которых зависит состояние и направленность работы фотосинтетического аппарата, важную роль играет освещение. Изучение влияния световых условий, в частности спектрального состава радиации, на качественный состав продуктов фотосинтеза было начато в лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений АН СССР под руководством проф. А. А. Ничипоровича. В дальнейшем исследованием этого вопроса стал заниматься и ряд зарубежных лабораторий. Проведенные исследования, обстоятельный обзор которых сделан в монографии Н. П. Воскресенской (1965), показали, что условия освещения оказывают существенное влияние на

состав и соотношение продуктов фотосинтетической ассимиляции CO_2. Вместе с тем материалы этих исследований дали основание для важного вывода о том, что в реакциях фотосинтеза свет выполняет, кроме энергетической, также и регуляторную функцию. Изменение условий освещения вызывает изменение некоторых внутренних параметров фотосинтетического аппарата, в результате чего изменяются пути ассимиляции CO_2 или их соотношение.

В настоящее время физико-химические основы регуляторного действия света еще не выяснены. Внутренние механизмы регуляции, лежащие в основе ответных реакций фотосинтетического аппарата на изменения режима освещения, пигментные системы, участвующие в этой регуляции, и пр. требуют углубленного исследования. Задача разработки этих вопросов была поставлена перед группой биохимии фотосинтеза, созданной в секторе физиологии и биохимии растений Института экспериментальной биологии АН Эстонской ССР. Тематика группы составляет часть проводимых в научных учреждениях Эстонии комплексных исследований по проблеме «Фотосинтез».

На первом этапе исследований основное внимание было обращено на изучение фотосинтетической ассимиляции CO_2 в зависимости от интенсивности падающей радиации. В настоящей статье приводится краткий обзор этих работ и полученные результаты интерпретируются на основе современных представлений о механизме фотосинтеза.

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ АССИМИЛЯЦИИ $^{14}CO_2$ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ РАДИАЦИИ

Зависимость скорости фотосинтетической ассимиляции углекислого газа от интенсивности падающей радиации обычно изображается так называемой световой кривой фотосинтеза. Эта кривая, как показано для различных фотосинтезирующих организмов, при низких интенсивностях радиации имеет линейный участок с бóльшим или меньшим наклоном. По мере достижения насыщающих интенсивностей радиации кривая постепенно переходит в плато, то есть в прямую, параллельную оси абцисс. Параметры световой кривой определяются различными внутренними и внешними факторами (Рабинович, 1953). К внутренним факторам относится возраст организма, способность адаптироваться к условиям освещения, концентрация пигментов, скорость протекания темновых реакций фотосинтеза и пр. Основные внешние факторы — концентрация углекислого газа, температура и влажность. Изменяя условия эксперимента и объект исследования, можно получать световые кривые,

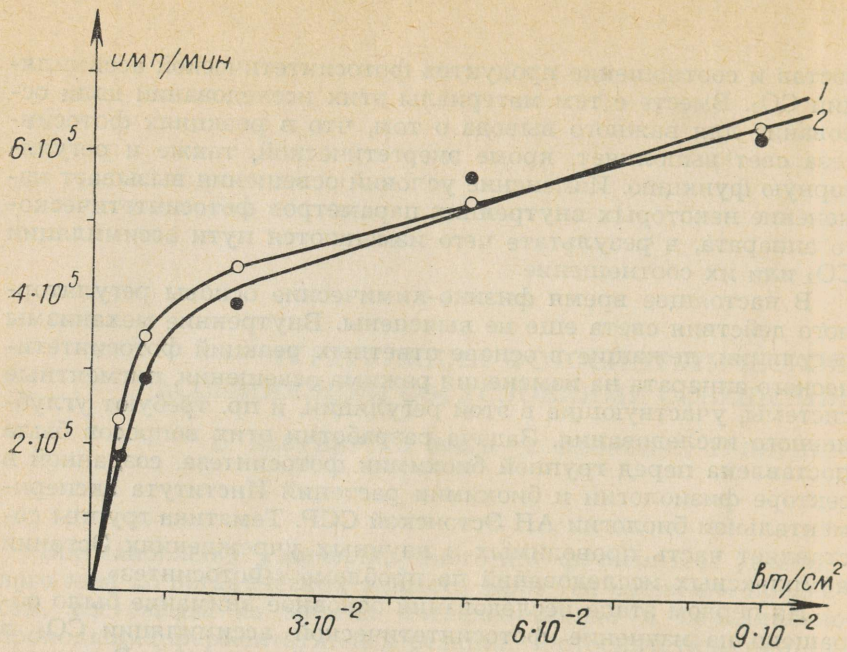


Рис. 1. Световые кривые скорости поглощения $^{14}CO_2$ дисками из листьев фасоли, выращенной на солнечном свету (*1*) и под люминесцентными лампами (*2*).

Условия опыта: продолжительность экспозиции — 1 мин.; концентрация CO_2 — 0,029% температура — 25,5°; число дисков, экспонированных при каждой интенсивности радиации, — 5.

различающиеся между собой по наклону линейного участка, характеру перехода в плато и по высоте плато.

Чтобы получить исходные данные для биохимических исследований, мы определяли световые кривые фотосинтетической ассимиляции $^{14}CO_2$ у фасоли. В опытах использовали диски из первых после семядолей листьев 14-дневных растений. После того как при соответствующей интенсивности освещения устанавливалось стационарное состояние фотосинтеза, диски экспонировали в камере с $^{14}CO_2$ при постоянной температуре (Пярник, Кээрберг, 1966). Концентрация углекислого газа в камере составляла 0,03—0,04%. Для освещения применялась прожекторная лампа с оптической системой, обеспечивающей высокие интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР) в экспозиционной камере. Инфракрасную радиацию снимали 5-сантиметровым слоем однопроцентного раствора медного купороса в дистиллированной воде. По окончании экспозиции листья фиксировали и определяли их радиоактивность.

Опыты с растениями, выращенными как на солнечном

свету, так и под люминесцентными лампами, показали, что насыщение фотосинтеза у фасоли не достигается даже при мощных световых потоках. Оказалось, что у дисков из листьев фасоли световая кривая по форме отличается от световых кривых, обычно приводимых в литературе. Как видно из рис. 1, при увеличении интенсивности радиации световая кривая приближается не к плато, а к прямой, наклон которой больше нуля. Такое линейное увеличение скорости ассимиляции $^{14}CO_2$ продолжается до интенсивности ФАР $9 \cdot 10^{-2}$ *вт/см*^{2}, во много раз превышающей интенсивности радиации, при которых обычно растут растения. Наклон второго прямолинейного участка световой кривой относительно невелик: его угловой коэффициент составляет лишь 5—8% от углового коэффициента первоначального линейного участка. Поэтому для доказательства существования этого наклона необходимо провести измерения в достаточно широком диапазоне интенсивностей радиации. Выбор диапазона зависит от точности применяемого метода определения скорости поглощения $^{14}CO_2$.

По нашему мнению, линейное повышение скорости ассимиляции $^{14}CO_2$, наблюдаемое при высоких интенсивностях радиации, можно объяснить следующим образом. Как известно, при естественной концентрации CO_2 (около 0,03%) и высокой интенсивности радиации фотосинтез лимитируется в основном диффузией углекислого газа из внешней среды в хлоропласты. Так как наши опыты были проведены при ненасыщающих концентрациях CO_2, то следует обратить внимание в первую очередь на те факторы, которые могут влиять на скорость диффузии.

Некоторые авторы считают, что скорость диффузии может зависеть от света, уменьшающего как устьичное (Gaastra, 1962), так и мезофильное сопротивление (Bierhuizen, Slatyer, 1964). Уокер (Walker, 1962, цит. по Bierhuizen, Slatyer) установил, что в присутствии ионов кальция и бикарбоната пропускная способность мембран клеток хары повышается с увеличением интенсивности радиации. Спектр действия этого явления был похож на спектр действия фотосинтеза.

Другой фактор, влияющий на скорость диффузии, — температура. Нами была измерена температура внешней поверхности листа в зависимости от поглощенной радиации. Оказалось, что она повышается с увеличением поглощенной радиации (рис. 2). А это, в свою очередь, может привести к ускорению диффузии CO_2 из внешней среды в хлоропласты. Результаты, полученные П. Куйпером (Kuiper, 1965), показывают, что проницаемость клеточных мембран зависит от температуры, которая оказывает существенное влияние на скорость ассимиляции CO_2, если фотосинтез лимитируется диффузией углекислого газа.

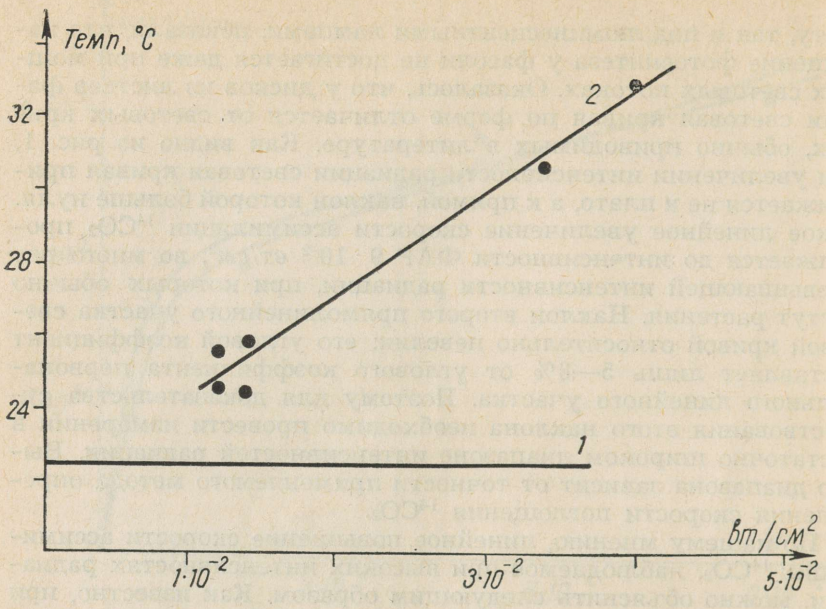


Рис. 2. Температура внешней поверхности неосвещенной стороны листа фасоли в зависимости от поглощенной радиации.
1 — комнатная температура; 2 — температура листа.

На основе сказанного можно предположить, что наблюдавшееся нами линейное повышение скорости ассимиляции $^{14}CO_2$ при высоких интенсивностях радиации обусловлено ускорением диффузии углекислого газа под действием двух факторов: увеличения интенсивности радиации и зависящей от нее температуры листа.

ЗАВИСИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ^{14}C В ПРОДУКТАХ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АССИМИЛЯЦИИ $^{14}CO_2$ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ РАДИАЦИИ

В настоящее время известно, что изменение интенсивности радиации влияет не только на скорость, но и на состав и соотношение продуктов фотосинтетической ассимиляции CO_2. В работах по изучению действия интенсивности радиации на продукты фотосинтеза применялись два различных метода. Первый из них состоит в том, что растения выращиваются при разных интенсивностях радиации и затем в них определяется содержание (Knipmeyer a. o., 1962; Horváth, Szász, 1965) или радиоактивность (Тарчевский и др., 1961, 1962) соединений, об-

разовавшихся при фотосинтезе. Цель этих работ заключается в выяснении изменений, происходящих в функциях фотосинтетического аппарата в результате его адаптации к различным условиям освещения. При втором методе растения выращивают в одинаковых условиях и затем в кратковременных опытах с использованием меченого углекислого газа по радиоактивности отдельных соединений изучают ответные реакции фотосинтетического аппарата на быстрые изменения интенсивности радиации. Такой подход дает информацию главным образом о регуляторных механизмах фотосинтеза. В работах М. Шампиньи (Champigny, 1956), А. Моиза (1959), К. Нишида (Nishida, 1962) и А. А. Ничипоровича и др. (1963) показано, что изменение интенсивности падающей радиации вызывает существенные изменения в распределении ^{14}C среди различных продуктов фотосинтеза. При увеличении интенсивности радиации повышается относительная скорость включения ^{14}C в сахара и соответственно уменьшается относительная радиоактивность некоторых аминокислот и органических кислот, в частности образующихся в результате реакции β-карбоксилирования.

Упомянутые выше исследователи проводили опыты при повышенных концентрациях CO_2 и относительно низких интенсивностях радиации, соответствующих восходящей части и началу плато световой кривой, т. е. в условиях, при которых фотосинтез лимитировался в основном интенсивностью радиации. Что касается высоких интенсивностей радиации, когда фотосинтез лимитируется другими факторами (скорость диффузии CO_2, активность ферментов), то зависимость состава и соотношения продуктов фотосинтеза от интенсивности радиации изучена мало. Имеются, однако, все основания предполагать, что при различных лимитирующих факторах эта зависимость может проявляться по-разному.

Мы исследовали действие интенсивности падающей радиации на распределение метки в продуктах фотосинтетической ассимиляции $^{14}CO_2$ отдельно в области низких и высоких интенсивностей радиации, соответствующих различным участкам световой кривой. Опыты проводились при низких (близких к естественным) и высоких (насыщающих) концентрациях CO_2. Объектом в опытах была фасоль, выращенная на почве под люминесцентным лампами. Диски из первых после семядолей листьев экспонировали в атмосфере с $^{14}CO_2$ при определенных условиях интенсивности радиации, концентрации углекислого газа и температуры в камере. До экспозиции диски освещались в течение 5 минут вне камеры для установления стационарного состояния фотосинтеза. После экспозиции материал фиксировали кипящим 80%-ным этанолом. Меченные во время экспозиции соединения экстрагировали последовательно 80%-ным и

Таблица 1. **Распределение ^{14}C в продуктах фотосинтетической ассимиляции $^{14}CO_2$ листьями фасоли при низких интенсивностях радиации (в процентах от общей радиоактивности материала)**

Соединения	Опыт 1		Опыт 2	
	Интенсивность радиации, *вт/см²*			
	$0{,}27 \cdot 10^{-2}$	$0{,}52 \cdot 10^{-2}$	$0{,}24 \cdot 10^{-2}$	$0{,}46 \cdot 10^{-2}$
Растворимые в этаноле	79,0(±1,0)	74,8(±1,3)	88,7	86,2
В том числе:				
фосфорные эфиры . .	40,3(±1,1)	35,9(±0,2)	49,9	42,1
сахароза	13,8(±0,6)	13,2(±1,3)	5,9	15,5
мальтоза	2,00(±0,17)	1,80(±0,07)	0,51	0,59
глюкоза	0,46(±0,04)	0,60(±0,11)	0,99	0,96
фруктоза	0,30(±0,01)	0,35(±0,11)	0,76	0,79
аланин	1,57(±0,11)	2,06(±0,22)	2,35	3,26
серин	1,99(±0,00)	2,39(±0,05)	} 1,01	} 0,90
глицин	0,45(±0,01)	0,50(±0,01)		
аспарагиновая кислота	0,72(±0,09)	0,42(±0,07)	0,37	0,19
глютаминовая „	0,04(±0,01)	0,07(±0,01)	—	—
глицериновая „	5,00(±0,13)	4,54(±0,35)	9,22	7,64
яблочная „	1,24(±0,01)	0,86(±0,12)	0,76	0,58
лимонная „	0,91(±0,02)	0,82(±0,02)	0,59	0,49
гликолевая „	0,14(±0,01)	0,14(±0,01)	0,10	0,08
Не растворимые в этаноле	21,0(±1,0)	25,2(±1,3)	11,3	13,8
Общая радиоактивность материала, тыс. *имп/мин.*	457,8(±2,9)	688,9(±12,6)	2306,5	3534,5

подкисленным (соляной кислотой доводили pH до 2,0) 96%-ным этанолом. Нейтральные и подкисленные экстракты высушивали отдельно (до полного удаления следов кислоты), и сухие остатки растворяли в небольшом количестве дистиллированной воды. Полученные растворы сливали вместе и содержащиеся в них вещества разделяли с помощью двухмерной хроматографии на бумаге. При этом использовали следующие смеси растворителей: в первом направлении — этанол—аммиак—вода (80:4:16 по объему), во втором направлении — *н*-бутанол—уксусная кислота—вода (74:19:50). Локализацию радиоактивных пятен на хроматограммах устанавливали с помощью радиоавтографии. После этого меченые соединения элюировали из хроматограмм и определяли их радиоактивность.

В табл. 1 представлены результаты опытов, проведенных при низких интенсивностях радиации, соответствующих восхо-

дящей части световой кривой ассимиляции CO_2. В опыте 1 концентрация CO_2 составляла 0,035%, температура 24°, распределение метки определено для каждой интенсивности радиации в двух повторностях, по 6 дисков в каждой. В опыте 2 концентрация CO_2 была более высокой — 1,5%, температура 21,5°, число дисков, экспонированных при каждой интенсивности радиации, — 6. Продолжительность экспозиций — 3 мин.

При низких концентрациях углекислого газа (опыт 1) повышение интенсивности радиации приводило к некоторому увеличению относительной радиоактивности соединений, не растворимых в этаноле. Соответственно уменьшалось относительное содержание ^{14}C во фракции растворимых соединений. Это обусловлено главным образом уменьшением относительной радиоактивности фосфорных эфиров и глицериновой кислоты, а также яблочной, лимонной и аспарагиновой кислот. В то же время метка в аланине не уменьшается, а даже несколько увеличивается. Относительные радиоактивности остальных соединений, в частности сахарозы, остаются в пределах ошибки опыта постоянными.

Аналогичные изменения в распределении метки наблюдаются также при повышенных концентрациях углекислого газа (опыт 2). Исключение составляет лишь сахароза, относительная радиоактивность которой с увеличением интенсивности радиации от $0{,}24 \cdot 10^{-2}$ до $0{,}46 \cdot 10^{-2}$ вт/см^2 повышается почти в три раза.

В табл. 2 приводятся данные, характеризующие распределение метки при высоких интенсивностях радиации, соответствующих второму линейному участку световой кривой фотосинтеза. Опыты 1 и 2 проводили при низкой (0,04%), а опыт 3 — при высокой (1,5%) концентрации CO_2. Продолжительность экспозиции в опыте 1 — 1 мин., в опытах 2 и 3 — 3 мин. Температура в камере во время экспозиции в опытах 1 и 2 была 27°, в 3-м опыте 21,5°. При каждой интенсивности радиации экспонировали по 6 дисков.

Как видно из таблицы, общее количество ^{14}C, фиксированного листьями во время экспозиции, возрастало с увеличением интенсивности радиации. Это хорошо согласуется с результатами, приведенными нами выше при описании формы световой кривой фотосинтеза у листьев фасоли. Интенсивности радиации, соответствующие второму линейному участку световой кривой, будем в дальнейшем изложении условно называть насыщающими интенсивностями радиации.

Что касается распределения метки в продуктах ассимиляции $^{14}CO_2$, то основные изменения, наблюдаемые в области насыщающих интенсивностей радиации, сводятся к следующему. Во всех опытах, данные которых приведены в табл. 2, увели-

Таблица 2. **Распределение ^{14}C в продуктах фотосинтетической ассимиляции $^{14}CO_2$ листьями фасоли при высоких интенсивностях радиации (в процентах от общей радиоактивности материала)**

Соединения	Опыт 1		Опыт 2		Опыт 3	
	Интенсивность радиации, *вт/см²*					
	$1{,}47 \cdot 10^{-2}$	$5{,}10 \cdot 10^{-2}$	$1{,}47 \cdot 10^{-2}$	$5{,}10 \cdot 10^{-2}$	$1{,}93 \cdot 10^{-2}$	$3{,}86 \cdot 10^{-2}$
Растворимые в этаноле	84,3	82,7	68,1	69,6	84,3	86,9
В том числе:						
фосфорные эфиры . . .	43,3	37,5	22,1	18,0	44,2	31,5
сахароза	4,14	9,91	17,8	25,2	9,76	25,5
мальтоза	0,99	0,91	0,87	0,88	0,97	0,53
глюкоза	0,39	0,41	0,28	0,19	0,70	0,60
фруктоза	0,30	0,26	0,18	0,17	0,53	0,43
аланин	1,24	1,62	2,38	2,01	6,64	6,77
серин	3,15	5,00	4,61	5,30	} 1,31	} 1,32
глицин	0,94	1,31	1,32	1,80		
аспарагиновая кислота . .	1,02	1,15	1,06	0,94	0,20	0,23
глютаминовая кислота . .	0,10	0,14	0,22	0,29	—	—
глицериновая кислота . .	7,74	8,40	5,27	6,39	7,08	6,34
яблочная кислота	0,34	0,37	0,44	0,40	0,46	0,50
лимонная кислота . . .	0,43	0,44	0,55	0,43	—	—
гликолевая кислота . . .	0,35	0,54	0,33	0,38	0,06	0,10
Не растворимые в этаноле	15,7	17,3	31,9	30,4	15,7	13,1
Общая радиоактивность материала (в тыс. *имп/мин*)	792,9	987,9	2273,9	3142,6	5160,5	6754,6

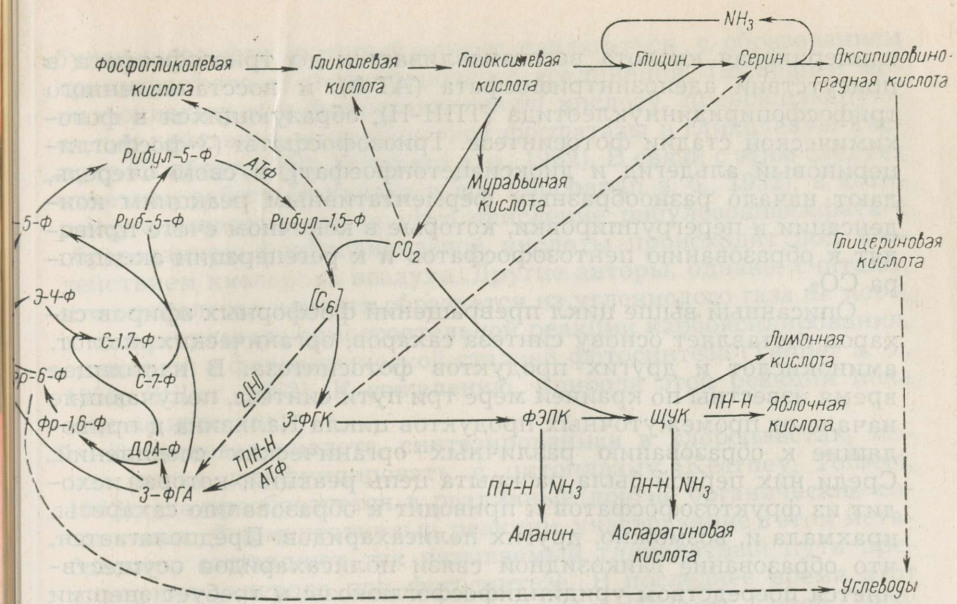


Рис. 3. Путь углерода при фотосинтезе.

К-5-ф — ксилулозо-5-фосфат; Риб-5-ф — рибозо-5-фосфат; Рибул-5-ф — рибулозо-5-фосфат; Рибул-1,5-ф — рибулозо-1,5-дифосфат; ДОА-Ф — диоксиацетонфосфат; Фр-1,6-ф — фруктозо-1,6-дифосфат: Фр-6-Ф — фруктозо-6-фосфат; С-1,7-ф — седогептулозо-1,7-дифосфат; С-7-ф — седогептулозо-7-фосфат; Э-4-ф — эритрозо-4-фосфат; 3-ФГК — 3-фосфоглицериновая кислота; 3-ФГА — 3-фосфоглицериновый альдегид; ФЭПК — фосфоэнолпировиноградная кислота; ЩУК — щавелевоуксусная кислота; АТФ — аденозинтрифосфат; ТПН-Н — востановленный трифосфопиридиннуклеотид; ПН-Н — восстановленный пиридиннуклеотид.

чение интенсивности радиации вызывало уменьшение относительной радиоактивности фосфорных эфиров. В то же время резко повышалась доля радиоактивности, обнаруженной в сахарозе, что при низких концентрациях углекислого газа (в опытах 1 и 2) сопровождалось значительным увеличением относительных радиоактивностей гликолевой кислоты, глицина и серина.

При интерпретации приведенных выше результатов следует исходить из современных представлений о химизме восстановления углекислого газа. Согласно схеме, разработанной М. Кальвином и его сотрудниками (Бассем, Кальвин, 1962), основным акцептором CO_2 при фотосинтезе является рибулозо-1,5-дифосфат (см. рис. 3). В результате карбоксилирования рибулозодифосфата образуется нестабильное шестиуглеродное соединение, которое в дальнейшем распадается на две молекулы фосфоглицериновой кислоты или на одну молекулу фосфоглицериновой кислоты и одну молекулу триозофосфата. Фосфо-

глицериновая кислота восстанавливается до триозофосфата в присутствии аденозинтрифосфата (АТФ) и восстановленного трифосфопиридиннуклеотида (ТПН-Н), образующихся в фотохимической стадии фотосинтеза. Триозофосфаты (3-фосфоглицериновый альдегид и диоксиацетонфосфат), в свою очередь, дают начало разнообразным ферментативным реакциям конденсации и перегруппировки, которые в конечном счете приводят к образованию пентозофосфатов и к регенерации акцептора CO_2.

Описанный выше цикл превращений фосфорных эфиров сахаров составляет основу синтеза сахаров, органических кислот, аминокислот и других продуктов фотосинтеза. В настоящее время известны по крайней мере три пути синтеза, получающие начало от промежуточных продуктов цикла Кальвина и приводящие к образованию различных органических соединений. Среди них первой была раскрыта цепь реакций, которая исходит из фруктозофосфатов и приводит к образованию сахарозы, крахмала и, возможно, других полисахаридов. Предполагается, что образование гликозидной связи полисахаридов осуществляется посредством уридиндифосфоглюкозы и требует энергии макроэргических связей АТФ (Кальвин, 1957).

Ряд органических и аминокислот образуется из фосфоглицериновой кислоты. Последняя может легко превращаться в фосфоэнолпировиноградную кислоту, которая, в свою очередь, является предшественником аланина. Образование аланина происходит или через реакцию прямого восстановительного аминирования (Smith a. o., 1961; Gingras a. o., 1963), либо путем переаминирования (Saltman a. o., 1957). С другой стороны, фосфоэнолпировиноградная кислота может служить акцептором CO_2 в реакции так называемого β-карбоксилирования. В результате этой реакции образуются кислоты щавелевоуксусная и яблочная (в присутствии восстановленного пиридиннуклеотида) (Vennesland a. o., 1949; Benson a. o., 1952). Щавелевоуксусная кислота, в свою очередь, является предшественником лимонной и аспарагиновой кислот.

Важное место среди продуктов фотосинтеза занимает гликолевая кислота. В опытах с различными фотосинтезирующими организмами показано, что метка включается в гликолевую кислоту уже при кратковременных экспозициях в среде с $^{14}CO_2$ (Benson, Calvin, 1950; Calvin a. o., 1951; Allen a. o., 1955; Rabson a. o., 1962). Однако механизм фотосинтетического образования этого соединения в настоящее время еще не выяснен окончательно. Часть авторов стоит на той точке зрения, что гликолевая кислота, как и ряд других органических кислот, образуется из промежуточных продуктов цикла восстановления CO_2. Предшественником гликолевой кислоты считают ри-

булозодифосфат, который может разлагаться с образованием триозофосфата и двухуглеродного соединения. Последнее может окисляться в фосфогликолевую кислоту, превращающуюся под действием специфической фосфатазы в гликолевую кислоту (Толберт, 1962; Pritchard a. o., 1962). В связи с этим следует отметить работу Буханана и др., (Buchanan a. o., 1952), в которой указывается, что *in vitro* окисление рибулозодифосфата с образованием фосфогликолевой кислоты происходит под воздействием кислорода воздуха. Другие авторы, однако, считают, что гликолевая кислота образуется из углекислого газа *de novo*, т. е. в результате самостоятельной реакции карбоксилирования, связанной с фотохимической стадией фотосинтеза (Tanner a. o., 1960; Stiller, 1962). К сожалению, природа этой реакции пока еще не известна.

Гликолевая кислота, синтезированная в хлоропластах, может легко диффундировать в цитоплазму (Kearney, Tolbert, 1962), где преобразуется в различные другие органические соединения. Ферментативные реакции, участвующие в этом метаболизме, составляют так называемый гликолатный путь превращения углерода при фотосинтезе. В последнее время этот путь исследовался многими авторами (Tolbert, Cohen, 1953; Zelitch, Ochoa, 1953; Wang, Waygood, 1962; Rabson a. o., 1962; Miflin a. o., 1966). В результате выяснилось следующее. Под действием оксидазы гликолевой кислоты, простетической группой которой является флавинмононуклеотид, гликолевая кислота окисляется в глиоксилевую кислоту. Последняя может разлагаться до муравьиной кислоты и CO_2 или превращаться в глицин. Образование глицина из глиоксилевой кислоты катализуется серин-глиоксалат-трансаминазой. Глицин, в свою очередь, легко превращается в серин, так как равновесие реакции глицин⇄серин в растениях сдвинуто в сторону образования серина. При этом к углеродному скелету глицина присоединяется оксиметильная группа в виде «активного формальдегида», образующегося из α-углерода глиоксилевой кислоты или глицина. Дезаминирование серина приводит к образованию оксипировиноградной кислоты и затем — глицериновой кислоты. Эти трехуглеродные соединения являются исходными веществами для альтернативного пути синтеза углеводов, происходящего, по-видимому, по пути обратного гликолиза.

Таким образом, механизм восстановления CO_2 до разных органических соединений представляет собой сложную систему разнообразных ферментативных реакций. На основе полученных нами данных можно сделать некоторые предположения о функционировании этой системы при радиации различной интенсивности.

Как указывалось выше, увеличение интенсивности радиа-

ции в пределах, соответствующих восходящей части световой кривой фотосинтеза, приводит к уменьшению относительных радиоактивностей яблочной, лимонной и аспарагиновой кислот. Такие же результаты получены К. Нишида (Nishida, 1962) у листьев риса. Так как синтез указанных кислот происходит путем β-карбоксилирования (см. рис. 3), то можно предполагать, что с увеличением интенсивности радиации относительная скорость этой реакции уменьшается. Это может быть вызвано либо уменьшением концентрации исходных веществ — CO_2 и фосфоэнолпирувата, либо ограниченной активностью фермента — фосфопируваткарбоксилазы, участвующей в данной реакции. Что касается углекислого газа, то, как известно, его концентрация не лимитирует реакции карбоксилирования при низких интенсивностях радиации. Иначе обстоит дело с фосфоэнолпируватом. Из литературы известно, что относительные радиоактивности фосфоглицериновой и фосфоэнолпировиноградной кислот уменьшаются с увеличением интенсивности радиации (Calvin a. o., 1951). Однако в наших опытах синтез рассматриваемых амино- и органических кислот, по-видимому, все же не лимитируется количеством фосфоэнолпировиноградной кислоты. Такой вывод основывается на том, что с увеличением интенсивности радиации синтез аланина, предшественником которого является также фосфоэнолпировиноградная кислота, не замедляется, а, наоборот, даже несколько ускоряется. Наиболее вероятной причиной уменьшения относительной скорости β-карбоксилирования в наших опытах следует считать ограниченную активность фосфопируваткарбоксилазы. По-видимому, максимальная активность этого фермента (наблюдаемая при избыточных концентрациях субстрата) в листьях фасоли значительно меньше активности рибулозодифосфаткарбоксилазы. На это указывает и тот факт, что суммарная радиоактивность яблочной, лимонной и аспарагиновой кислот даже при слабой освещенности не превышает 3% общей радиоактивности материала. Примерно такое же удельное значение ($C_3 + C_1$) карбоксилирования получено в работе Дж. Бассема и М. Кальвина (1962) с хлореллой.

Следует отметить, что у тех культур, у которых фосфопируваткарбоксилаза обладает большей активностью, чем у фасоли, уменьшение относительной радиоактивности амино- и органических кислот может быть обусловлено другими причинами. В таких случаях лимитирующей может оказаться именно величина обменного фонда фосфоэнолпировиноградной кислоты. Возможно, что этим объясняется и уменьшение относительной радиоактивности аланина, наблюдавшееся при увеличении интенсивности радиации в работах М. Шампиньи (Champigny, 1956) с *Bryophyllum* и К. Нишида (Nishida, 1962) с листьями риса.

Что касается сахарозы, то наши результаты, полученные при повышенных концентрациях углекислого газа, согласуются с литературными данными (Nishida, 1962; Ничипорович и др., 1963). Ускорение синтеза сахарозы при повышении интенсивности радиации может быть обусловлено увеличением фонда «излишней энергии», необходимой для этого синтеза (Ничипорович и др., 1963). Кроме того, возможно, что при повышенных концентрациях углекислого газа увеличение интенсивности радиации приводит к накоплению фруктозофосфатов — предшественников сахарозы в восстановительном цикле CO_2. Если предполагать, что из фруктозофосфатов образуются и нерастворимые полисахариды, то этими же причинами можно объяснить увеличение относительной радиоактивности нерастворимого остатка. В работе М. Шампиньи (Champigny, 1956) указывается, что с увеличением интенсивности радиации повышается доля полисахаридов в нерастворимом остатке.

Иная зависимость относительной радиоактивности сахарозы от интенсивности радиации наблюдается при низких концентрациях CO_2. Относительная скорость включения ^{14}C в сахарозу остается постоянной в пределах интенсивностей радиации, соответствующих восходящей части световой кривой, и начинает возрастать лишь после достижения насыщающих интенсивностей радиации. Интересно отметить, что аналогично изменяются относительные радиоактивности гликолевой кислоты, глицина и серина — промежуточных продуктов гликолатного пути. Этот факт наводит на мысль, что при низких концентрациях CO_2 синтез сахарозы осуществляется преимущественно по гликолатному пути. В этом отношении наши результаты согласуются с данными ряда авторов (Wilson, Calvin, 1955; Pritchard и др., 1962; Тарчевский и др., 1962), свидетельствующими об относительно большом значении гликолатного пути при низких концентрациях CO_2 и насыщающих интенсивностях радиации, т. е. в условиях, когда фотосинтез лимитируется диффузией углекислого газа. Если же фотосинтез лимитируется другими факторами, что отмечалось при повышенных концентрациях CO_2 и низких интенсивностях радиации, то усиления гликолатного пути не наблюдается. Эти результаты подтверждают предположение, согласно которому гликолевая кислота образуется на базе рибулозодифосфата. При лимитировании фотосинтеза диффузией CO_2 повышение интенсивности радиации приводит, вероятно, к накоплению рибулозодифосфата, что способствует образованию гликолевой кислоты и обусловливает ускорение реакций гликолатного пути.

Проведенные нами опыты показывают, что при изменении интенсивности радиации изменяется соотношение скоростей различных путей синтеза, начинающихся от промежуточных

продуктов восстановительного цикла CO_2 и приводящих к образованию в листе различных органических веществ. Можно высказать следующие предположения относительно механизма такого регуляторного действия интенсивности радиации.

Во-первых, опыты позволяют заключить, что при высокой интенсивности радиации начинают доминировать процессы, требующие для своего осуществления световой энергии и обладающие большей скоростью темновых ферментативных реакций. При избытке субстрата и энергии скорость синтеза определяется максимальной скоростью наиболее медленной реакции. Предел скорости такой «лимитирующей» реакции достигается не одновременно со световым насыщением ассимиляции CO_2. Например, в наших опытах с фасолью скорость реакции β-карбоксилирования перестала возрастать уже при относительно низких интенсивностях радиации, при которых насыщение ассимиляции CO_2 еще не было достигнуто. В то же время относительная скорость синтеза углеводов возрастала и при интенсивностях радиации, превышающих интенсивность, достаточную для насыщения ассимиляции CO_2. Следовательно, при той или иной интенсивности радиации соотношение различных путей синтеза может определяться степенью насыщения участвующих в них ферментативных реакций.

Во-вторых, из опытов можно сделать вывод, что интенсивность радиации определяет величину и соотношение обменных фондов промежуточных продуктов восстановительного цикла CO_2, являющихся исходными веществами в рассматриваемых путях синтеза. Такой механизм регуляции доминирует, по-видимому, в тех случаях, когда скорости синтетических процессов не лимитируются емкостью ферментативных систем.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

Бассем Дж. А., Кальвин М. 1962. Путь CO_2 в фотосинтезирующем растении. Труды V Международного биохимического конгресса. Симпозиум VI, «Механизм фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР.

Воскресенская Н. П. 1965. Фотосинтез и спектральный состав света. М., Изд-во «Наука».

Кальвин М. 1957. Углеродный цикл при фотосинтезе. В сб.: Современные проблемы биохимии. М., Изд-во иностр. лит.

Моиз А. 1959. Некоторые аспекты фотосинтеза в связи с метаболизмом органических кислот и аминокислот. Физиол. раст., т. 6, № 3.

Ничипорович А. А., Слободская Г. А., Карпушкин Л. Т. 1963. Об образовании углеводов в процессе фотосинтеза при разных интенсивностях света. Физиол. раст., т. 10, № 4.

Пярник Т., Кээрберг О. 1966. Усовершенствованная камера для кратковременных экспозиций листьев в атмосфере радиоактивного углекислого газа. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 15, № 1.

Рабинович Е. 1953. Фотосинтез, т. 2. М., Изд-во иностр. лит.

Тарчевский И. А., Вдовина А. И., Гайнутдинова Н. А. 1961. Образование продуктов фотосинтеза у теневыносливых растений под пологом леса и на лесосеке. Бот. журн., т. 46, № 9.

Тарчевский И. А., Курмаева С. А., Вдовина А. И. 1962. Изменение направленности фотосинтеза у растений, пересаженных под полог леса. Бот. журн., т. 47, № 9.

Толберт Н. 1962. Выделение гликолевой кислоты хлоропластами. В сб.: Структура и функция фотосинтетического аппарата. М., Изд-во иностр. лит.

Allen, M. B., Arnon, D. I., Capindale, J. B., Whatley, F. B., Durham, L. J. 1955. Photosynthesis by isolated chloroplasts. III. Evidence for complete photosynthesis. J. Am. Chem. Soc., vol. 77, No. 15, p. 4149.

Benson, A. A., Calvin, M. 1950. The path of carbon in photosynthesis. VII. Respiration and photosynthesis. J. Exp. Bot., vol. 1, No. 1, p. 63—68.

Benson, A. A., Kawauchi, S., Hayes, P., Calvin, M. 1952. The path of carbon in photosynthesis. XVI. Kinetic relationships of the intermediates in steady state photosynthesis. J. Am. Chem. Soc., vol. 74, No. 18, p. 4477.

Bierhuizen, J. F., Slatyer, R. O. 1964. Photosynthesis of cotton leaves under a range of environmental conditions in relation to internal and external diffusive resistances. Austral. J. Biol. Sci., vol. 17, No. 2, p. 348—359.

Buchanan, J. G., Bassham, J. A., Benson, A. A., Bradley, D. F., Calvin, M., Daus, L. L., Goodman, M., Hayes, P. M., Lynch, V. H., Norris, L. T., Wilson, A. T. 1952. The path of carbon in photosynthesis. XVII. Phosphorus compounds as intermediates in photosynthesis. A Symposium on Phosphorus Metabolism, vol. 2. Johns Hopkins Press, Baltimore.

Calvin, M., Bassham, J. A., Benson, A. A., Lynch, V. H., Quellet, C., Schou, L., Stepka, W., Tolbert, N. E. 1951. Carbon dioxide assimilation in plants. Symp. Soc. Exp. Biol., vol. 5, p. 284—305:

Champigny, M. 1956. L'incorporation de $^{14}CO_2$ dans les aminoacides des feuilles de *Bryophyllum Daigremontianum* Berger en photosynthese. Compt. Rend. Acad. Sci., t. 243, n° 1, p. 83.

Gaastra, P. 1962. Photosynthesis of leaves and field crop. Netherl. J. Agric. Sci., vol. 10, No. 5, p. 311—324.

Gingras, G., Goldsby, R. A., Calvin, M. 1963. Carbon dioxide metabolism in hydrogen-adapted *Scenedesmus*. Arch. Biochem. Biophys., vol. 100, No. 2, p. 178.

Horváth, I., Szász, K. 1965. Effect of light intensity on the metabolic pathways in photosynthesis. Nature, vol. 207, No. 4996, p. 546—547.

Kearney, P. C., Tolbert, N. E. 1962. Appearance of glycolate and related products of photosynthesis outside of chloroplasts. Arch. Biochem. Biophys., vol. 98, No. 1, p. 164—171.

Knipmeyer, J. W., Hageman, R. H., Earley, E. B., Seif, R. D. 1962. Effect of light intensity on certain metabolites of the corn plant (*Zea mays* L.). Crop Sci., vol. 2, No. 1, p. 1—5.

Kuiper, P. J. C. 1965. Temperature dependence of photosynthesis of bean plants as affected by decenylsuccinic acid. Plant Physiol., vol. 40, No. 5, p. 915—918.

Miflin, B. J., Marker, A. F. H., Whittingham, C. P. 1966. The metabolism of glycine and glycolate by pea leaves in relation to photosynthesis. Biochim. Biophys. Acta, vol. 120, p. 266—273.

Nishida, K. 1962. Effects of internal and external factors on photosynthetic $^{14}CO_2$ fixation in general and on formation of ^{14}C-maltose in Acer leaf in particular. Physiologia Plantarum, vol. 15, p. 47—58.

Pritchard, G. G., Griffin, W. J., Whittingham, C. P. 1962. The effect of carbon dioxide concentration, light intensity and isonicotinyl hydrazide on the photosynthetic production of glycolic acid by *Chlorella*. J. Exp. Bot., vol. 13, No. 38, p. 176—184.

Rabson, R., Tolbert, N. E., Kearney, P. C. 1962. Formation on serine and glyceric acid by the glycolate pathway. Arch. Biochem. Biophys., vol. 98, No. 1, p. 154—163.

Saltman, P., Lynch, V. H., Kunitake, G. M., Stitt, C., Spolter, H. 1957. The dark fixation of CO_2 by succulent leaves: metabolic changes subsequent to initial fixation. Plant Physiol., vol. 32, No. 3, p. 197—200.

Smith, D. C., Bassham, J. A., Kirk, M. 1961. Dynamics of the photosynthesis of carbon compounds. II. Amino acid synthesis. Biochim. Biophys. Acta, vol. 48, No. 2, p. 299—313.

Stiller, M. 1962. The path of carbon in photosynthesis. Annual Review of Plant Physiology, vol. 13, p. 151—170.

Tanner, H. A., Brown, T. E., Eyster, C., Treharne, R. W. 1960. The photosynthetic function of manganese and chloride. Ohio J. Sci., vol. 60, No. 4, p. 231—234.

Tolbert, N. E., Cohen, M. S. 1953. Products formed from glycolic acid in plants. J. Biol. Chem., vol. 204, p. 649—654.

Vennesland, B., Gollub, M. C., Speck, J. F. 1949. The β-carboxylases of plants. I. Some properties of oxaloacetic carboxylase and its quantitative assay. J. Biol. Chem., vol. 178, No. 1, p. 301.

Wang, D., Waygood, E. R. 1962. Carbon metabolism of C^{14}-labeled amino acids in wheat leaves. I. A pathway of glyoxylate-serine metabolism. Plant Physiol., vol. 37, p. 826.

Wilson, A. T., Calvin, M. 1955. The photosynthetic cycle. CO_2 dependent transients. J. Am. Chem. Soc., vol. 77, p. 5948—5957.

Zelitch, I., Ochoa, S. 1953. Oxidation and reduction of glycolic and glyoxylic acids in plants. J. Biol. Chem., vol. 201, No. 2, p. 707.

LÕUNAPOOLSE PÄRITOLUGA VILJAPUUDE JA MARJAPÕÕSASTE AKLIMATISEERIMINE EESTIS

K. KASK

Akadeemik J. Eichfeldi huvi köitis Eesti NSV Teaduste Akadeemias tööle asumise algusest peale lõunapoolse päritoluga viljapuude aklimatiseerimine. Ta püüdis leida sobivaid meetodeid taimede vastupidavuse suurendamiseks ebasoodsates välistingimustes. Esimesed katsed rajas J. Eichfeld aastail 1951—1952 viinapuu, aprikoosipuu ja persikupuuga. Peamiselt huvitas teda mitmesuguste temperatuurirežiimide mõju seemnetele ja noorte seemikute kasvatamine lühipäevatingimustes. Et katses kasutatud seemnematerjal oli pärit liiga lõunapoolsetest piirkondadest (Kesk-Aasia, Krimm), siis oli taimede hävimisprotsent väga suur (Kask, 1959). Katseid korrati 1955. aastal, kusjuures uue liigina lisandus maguskirsipuu. 1957. aastal alustas J. Eichfeldi juhendamisel eksperimente käesolevate ridade autor, kes võttis aklimatiseerimiskatsetesse mõned uued perspektiivi pakkuvad viljapuu- ja marjapõõsaliigid, nagu must aroonia, viltjas kirsipuu ja kaukaasia ploomipuu.

Järgnevalt on esitatud lühikokkuvõte läbiviidud katsete tulemustest.

TAIMEDE ARENGU ALGFAASIDES TOIMINUD MÕJUTUSTE JÄRELMÕJU UURIMINE ONTOGENEESI HILISEMATEL PERIOODIDEL ILMSIKSTULEVATE MUUTUSTE SEISUKOHALT

Alljärgnevalt käsitletakse seemnete mõjutamist vahelduvate temperatuuridega ja seemikute kasvatamist esimesel eluaastal lühipäevatingimustes. Neid küsimusi, eriti seemnete mõjutamist, on kogu maailmas seni ainult põgusalt puudutatud (kirjandus vt. Kask, 1967a). Põhjalikumalt on uuritud ainult temperatuuride mõju idanevusele. Meie uurimiste eesmärgiks oli kindlaks teha,

milliseid muutusi võib oodata taimede kasvus, talvekindluses, viljade valmimisajas ja mõnedes biokeemilistes näitajates (uuriti polüfenoolsete ühendite ja suhkrute sisalduse dünaamikat) ning kas tekkivad muutused on taanduva või püsiva iseloomuga.

Seemnete mõjutamise katsetesse oli võetud viis viljapuuliiki: suhteliselt hea talvekindlusega hariliku ploomipuu (*Prunus domestica* L.) sort «Roheline renklood» — kohalik seemnematerjal; rahuldava talvekindlusega viltja kirsipuu [*Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall.] 3 vormi — seemned saadud Kaug-Idast ja Kiievist; enamasti üsna talveõrna hariliku aprikoosipuu (*Armeniaca vulgaris* Lam.) 9 sorti ja vormi — seeme pärines Kiievist, Mitšurinskist, Rossošist (Voroneži obl.), Krasnodari kraist, Moldaaviast ja kohapealsest paljundusest; väga talveõrna hariliku persikupuu (*Persica vulgaris* Mill.) 2 sorti — Kiievi päritoluga; aedõunapuu (*Malus domestica* Borkh.) 2 talveõrna lõunamaist sorti — seemned saadud Sotši-lähedastest majanditest. Seemneid mõjutati kogu stratifitseerimisperioodi vältel ja ka veel idujuure ilmumise faasis 10 päeva kaupa vaheldumisi positiivsete (4—8°) ja negatiivsete (kuni —3°) temperatuuridega. Mõjutamine oli võrdlemisi pikaajaline: olenevalt liigi ja sordi iseärasustest paarist kuust kuni 4—5 kuuni. Kontrollseemned stratifitseeriti positiivses temperatuuris (4—8°).

Seemnete pikaajaline mõjutamine vahelduvate temperatuuridega põhjustas esimesel eluaastal seemikute üldise kasvupidurduse: idanemine aeglustus, tärkamisprotsent vähenes, taimed jäid kontrolliga võrreldes tunduvalt madalamaks, moodustasid vähem kõrvalharusid, oksad jäid lühemaks, tüvi peenemaks. Edaspidiste uurimiste tulemusena selgus, et kasvupidurdus on ajutise iseloomuga nähtus. Järgnevatel aastatel kompenseeris esialgse mahajäämuse katsetaimede mõnevõrra intensiivsem kasv, mistõttu erinevused katse- ja kontrolltaimede vahel tasandusid harilikult kolmandal-neljandal aastal (Kacк, 1964a). Biokeemilised uurimised näitasid, et seemikute kohanemisreaktsioonides väliskeskkonna ebasoodsate tingimuste suhtes olid toimunud olulised nihked, kusjuures taandumisnähtusi ei täheldatud. Olulised erinevused variantide vahel ilmnesid kõige selgemalt just äärmiselt ebasoodsates tingimustes. Kui pehmetel talvedel 1960/61 ja 1961/62 olid erinevused katse- ja kontrolltaimede polüfenoolide ja suhkrute sisalduses väga väikesed, siis väga karmil 1962/63. a. talvel ilmnesid statistiliselt olulised vahed, mis eriti reljeefselt tulid esile viimaste talvepakaste ajal — märtsikuu keskel. Kõikidel uuritud liikidel ja sortidel oli katsevariandi taimede okstes sel ajal suhkrute sisaldus suurem, polüfenoolide summaarne ja seotud fraktsiooni sisaldus aga oli kogu talve jooksul väiksem kui kontrolltaimedes. 1962. aastal kui viimase saja aasta ühel kõige ebasoodsama vegetatsiooniperioodiga aastal tehti kindlaks analoo-

gilised muutused polüfenoolide sisalduses ka lehtedes (Каск, 1964б). Mis puutub mõjutatud seemnetest kasvatatud taimede talvekindlusesse, siis selgus, et kindlasuunalist muutust kontrolliga võrreldes ei esinenud. Üheaastaste seemikute hävimisprotsent talvitumisel oli katsevariandis suurem, 3—5 aasta vanuseid seemikuid hävis aga karmil 1962/63. a. talvel kummaski variandis enam-vähem võrdselt. Säilinud taimede vaatlus näitas, et kahjustusteta talvitunud taimede protsent oli katsevariandis suurem. Selline tulemus viitas asjaolule, et katsetaimede varieeruvuse amplituud talvekindluse suhtes oli suurenenud nii ühes kui ka teises suunas. Et seemnete mõjutamise tagajärjel suurenes seemikute fenotüübiliste tunnuste varieerumine ka muude näitajate osas, see selgus üheaastaste taimede kasvu andmete variatsioonikoefitsientide võrdlemisel (Каск, 1964б).

Eespool märkisime, et katsetes kasutatud seemnematerjal pärines väga erinevatest geograafilistest punktidest. Katsetulemused näitasid, et eri liikide ja sortide vastusreaktsioon ühesugusele mõjutamisele oli samasuunaline ega sõltunud seemne geograafilisest päritolust. Küll aga võis täheldada korrelatsiooni olemasolu seemnete mõjutamise kestuse ja esimesel eluaastal tekkiva kasvupidurduse suuruse vahel: mida kauem seemneid mõjutati, seda suurem oli mahajäämus seemikute kasvus.

Vaatlusi taimede viljakandeeas tehti viltja kirsipuu 3 vormi ja aprikoosipuu 3 sordi seemikutega. Kolme kuni nelja aasta vaatlusandmed näitasid, et kõikide sortide ja vormide seemikute viljade keskmine valmimisaeg nihkus kontrolliga võrreldes varavalmivuse suunas. Näiteks 1965. a. oli see nihkumine viltjal kirsipuul keskmiselt kuni 3,6, aprikoosipuu «Bairak» seemikutel koguni 6 päeva. Tuleb rõhutada, et muutusi viljade valmimisajas peab käsitlema kui statistilist seaduspärasust, s. o. ainult aritmeetilise keskmise näitaja nihkumisena. Mitte kõik seemikud ei muutunud varavalmivamaks: osa seemikute viljade valmimisaeg jäi niisama hiliseks kui kontrollvariandi kõige hilisematel seemikutel. Viljade valmimisajas ilmnes kontrolliga võrreldes — samuti kui talvitumise ja kasvu näitajate puhul — taimede varieeruvuse suurenemine (Kask, 1967a).

Et ka looduslikes tingimustes seemnetele toimiv temperatuurirežiim võib mõjutada seemikute edasist kasvu ja biokeemiliste protsesside intensiivsust, seda näitasid seemnete sügiskülvikatsed. Kui looduslik temperatuurirežiim oli lähedane kunstlikult loodud tingimustele, siis olid ka tekkinud muutused samalaadsed (Каск, 1964б).

Seemnete mõjutamine vahelduvate temperatuuridega võib järelikult põhjustada oluliste nihete tekkimise seemikute mitmesugustes fenotüübilistes tunnustes. ENSV TA Eksperimentaalbioloogia Instituudis läbiviidud katsed võimaldasid selgitada mõju-

Musta aroonia viljad.

efekti iseloomu seemnete pikaajalise mõjutamise korral. Taimede ontogeneesi jooksul avalduvad muutused esinesid seejuures enamasti statistiliselt kindlasuunalise nihkena, mille põhjuseks oli seemikute kvantitatiivsete tunnuste varieeruvuse amplituudi suurenemine harilikult ühes suunas. Viljapuude selektsiooni seisukohalt, eriti seoses lõunapoolsete liikide aklimatiseerimisega, on taimede varieeruvuse suurenemisel oluline tähtsus, sest see loob paremad võimalused väljapaistvamate omadustega seemikute avastamiseks. Et uuritud meetod võib aklimatiseerimise ja selektsiooni praktikas osutuda kasulikuks, seda näitavad Eksperimentaalbioloogia Instituudis aretatud väga varajase viljade valmimisajaga ja suhteliselt hea talvekindlusega aprikoosipuuvorm «Harku varajane» (Kask, 1966a) ning viltja kirsipuu seemikute hulgast valitud paremad vormid.

Päevapikkuse mõju aprikoosi- ja persikupuu seemikute kasvule ja talvitumisele uuriti kummagi liigi kahe sordi juures, mille seemned saadi Kiievist. Lühendatud (12-tunnilise) päevapikkuse tingimustes kasvatati seemikuid esimesel eluaastal kas kogu vegetatsiooniperioodi jooksul või ainult vegetatsiooniperioodi esimesel

või teisel poolel. Teisest eluaastast alates kasvatati kõiki seemikuid loodusliku päeva tingimustes.

12-tunniline päevapikkus seemikute esimesel eluaastal avaldas taimede talvekindluse kujunemisele kindlasuunalist mõju. Nii esimesel talvitumisel kui ka karmil 1962/63. a. talvel, millal persikupuu seemikud olid kolme- ja aprikoosipuu seemikud neljaaastased, kahjustusid kõige vähem selle katsevariandi taimed, kus 12-tunnilise päevapikkuse režiim loodi suve teisel poolel. Esimese eluaasta kogu vegetatsiooniperioodil lühipäevatingimustes kasvanud taimed osutusid seevastu aga tunduvalt talveõrnemateks kui kontrolltaimed (Кацк, 1965). Järelikult võib päeva lühendamine esimese eluaasta teisel poolel osutuda puittaimede aklimatiseerimise praktikas kasulikuks võtteks, mis soodustab uute ebasoodsate tingimuste suhtes eriti tundlike noorte taimede paremat talvitumist ja aitab edasisteks katseteks säilitada suuremat hulka taimi kui see oleks võimalik ainuüksi loodusliku päevapikkuse tingimustes.

UUTE LIIKIDE INTRODUKTSIOON JA MAJANDUSLIKULT PERSPEKTIIVSETE VORMIDE VALIK

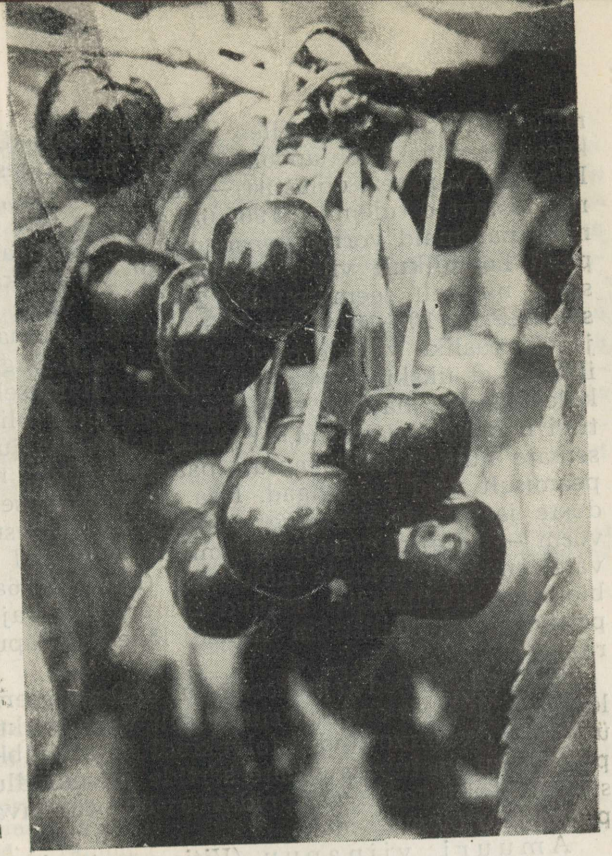
Uute viljapuu- ja marjapõõsaliikide introduktsiooni ja selektsiooni alal läbiviidud katsetes on kõige perspektiivsemaks osutunud must aroonia [*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott]. Eksperimentaalbioloogia Instituudis 1958. a. alates tehtud katsetes kasutati Altai katsejaamast ja Leningradi oblasti Lesnoje sovhoosist saadud algmaterjali, millest kohapeal selekteeriti viljarikkamad ja vastupidavamad vormid ning paljundati neid seemnete külvi teel. Selle materjaliga rajati aastatel 1963—1966 istandused Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Aianduse Valitsuse Lahmuse aiandussovhoosis (1000 põõsast) ja Tartu konservitehase juures (3200 põõsast), väiksemaid istandusi ka Harku-Järve aiandussovhoosis, Polli katsebaasis jm. Palju istikuid müüdi Eesti Aianduse ja Mesinduse Seltsi liikmetele. Kokku on Eksperimentaalbioloogia Instituut välja andnud üle 15 000 musta aroonia taime. Musta aroonia kasvatamise propageerimine andis tõuke mitmete istanduste rajamiseks vabariigis. Nii rajas musta aroonia istandusi Jõgeva Metsamajanduse Tehnikumis bioloogiakandidaat A. Ilves 1962.—1965. a. (ca 1 ha) ja Tõrva aiandussovhoosis agronoom K. Birk Altai kraist tellitud istutusmaterjaliga 1964. a. (2000 põõsast). Istandusi rajati ka Tallinna Rohelise Vööndi Metsamajandis (Keila-Joa). Peamised põhjused, miks must aroonia võitis laialdase tähelepanu, on järgmised.

Marjad on väärtuslik tooraine keediste (eriti maitsev segus õunte, rabarbri ja musta sõstraga), mahla ja veini valmistamiseks. Mustjaspunase värvusega mahla lisatakse ka heledatele puuviljamahladele ja veinidele. Talvel toorelt tarvitamiseks säilitatakse

marju külmutatult. Väga tähelepanuväärne on marjade suur P-vitamiini sisaldus, mistõttu nende vastu tuntakse huvi vitamiinitööstuses ja meditsiinis (katsed hüpertooniatõve, mao- ja sooltehaiguste ning kiiritustõve ravimiseks). C-vitamiini sisaldus on tagasihoidlikum (meie andmetel 23—50 mg%), happesisaldus 0,4—1,2% (sidrunhappele arvutatult), kuna suhkruid on 7—10,5%. Must aroonia ei kannata haiguste all, küll aga rüüstavad teda linnud. Põõsad on enamasti hea talvekindlusega (1965/66. a. karmil talvel ilmnesid siiski mitmetes istandustes — eriti tugevasti Keila-Joal — esimesed tõsisemad kahjustused). Viljakandeiga saabub harilikult kolmandal-neljandal aastal peale istanduse rajamist ja saagikus on üldiselt hea (Altai krai ning Leningradi oblasti andmetel 50—100 ts/ha). Marju on kerge koristada ja nad taluvad hästi transportimist. Eestis rajatud musta aroonia istandused jõuavad peatselt viljakandeikka ning juba lähemas tulevikus on võimalik saada objektiivset hinnangut selle uue marjakultuuri edaspidise perspektiivi kohta. Selektsiooni alal on peamiseks ülesandeks viljarikaste ja parema maitsega vormide valik, kusjuures tähelepanu tuleb osutada ka nende talvekindlusele (Kask, 1966 b).

Lootustandvaid tulemusi on Eksperimentaalbioloogia Instituudis saadud maguskirsipuu (*Cerasus avium* L.) selektsiooni alal. Algmaterjalina kasutas J. Eichfeld Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi Pavlovski katsejaamast 1955. a. saadud sordi «Leningradi must» seemet. Üleskasvatatud seemikute hulgas on mitu vilja väärtuse, varavalmivuse ja viljakuse poolest tähelepanuväärset vormi, mis on rahuldava kuni hea talvekindlusega (Kask, 1967b). Praegu katsetatakse nendega Saaremaal (sealses puuviljanduse katsepunktis ja Karja sovhoosis), kavas on esialgseteks vaatlusteks istutada paremaid vorme ka mandrile.

Üheks tähelepanu pälvivaks kirsipuuliigiks näib kujunevat viltjas kirsipuu, mida kultiveeritakse Kaug-Idas, Hiinas jm. Eksperimentaalbioloogia Instituudis on tehtud selle liigiga katseid alates 1960. aastast. Seeme saadi Kaug-Idast ja Kiievist. Uuriti 500 seemikut, üle 1000 taime müüdi samal ajal aiandushuvilistele. Viltjas kirsipuu on madala kasvuga (sõstrapõõsasuurune), mistõttu tema harimine, lõikamine ja saagi koristamine on lihtne. Ta on ka väga põuakindel liik. Meie katsete põhjal näib ta olevat eriti perspektiivne Põhja- ja Lääne-Eesti õhukestel paealadel ning loodetavasti ka kogu Eesti liivamaadel. Liigniiskuse suhtes on liik aga väga tundlik. Seniste vaatluste põhjal pole viltjas kirsipuu kannatanud lindude rüüste all ega pole märgatud tal ka haigusi. Kahjuritest on mõnel aastal esinenud lehetäisid. Viltja kirsipuu seemikute hulgast on selekteeritud hulk rahuldava kuni hea talvekindlusega viljarikkaid rahuldava viljaväärtusega vorme (Kask, 1967b). Mahlarikkad viljad on hea



Maguskirsipuu seemik nr. 728.

tööstustooraine keediste ja mahla valmistamiseks. Paremaid vorme hakati Eksperimentaalbioloogia Instituudis vegetatiivselt paljundama ja neid uuritakse viljapuuna kasvatamise eesmärgil. Viltja kirsipuu perspektiivsuse kindlakstegemist tuleb pidada esimeseks sammuks selle kultuuri viljelemise teel. Edaspidi tuleks Kaug-Ida sortide introduktsiooni ja selektsiooni laiendada, luua suurem seemikute istandus Põhja-Eesti paealadel ja aretada meie oludele kõigiti kohased sordid.

Aprikoosipuu aklimatiseerimise katseid tehti Eestis juba enne Teist maailmasõda (Kask, 1961a), kuid äärmiselt karmil 1939/40. a. talvel puud hävisid. Praegu on mitmel pool vabariigis üksikuid 15—20 aasta vanuseid puid, mis karmidel talvedel suuremal või vähemal määral kahjustuvad. Saaki annavad need puud harva. Ka Eesti NSV Teaduste Akadeemia asutustes viiekümnendate aastate algul tehtud katsed ebaõnnestusid suurel

määral (Kask, 1959). Alles hilisemad katsed, kus kasutati aprikoosikasvatuse põhjapoolsematest punktidest — Mitšurinskist, Kiievist, Voroneži oblastist — saadud seemet, andsid kohati päris rõõmustavaid tulemusi. 1962/63. a. karm talv ei kahjustanud mitmeid paremaid vorme peaaegu üldse. Soodsatel aastatel kandsid puud korralikult vilja, erakordselt viljarikkal 1964. aastal aga saadi mitmelt seemikpuult 22—25 kg vilja puu kohta. Esialgu selekteeriti 10—15 vormi, mis paistsid silma hea talvekindluse ja väärtuslike viljade poolest. 1965/66. a. väga karmi talve järel ilmnes, et ükski neist ei ole siiski küllaldaselt talvekindel. Kõikidel puudel hävisid õiepungad, paljudel olid ka põhioksad ja tüvi niivõrd vigastatud, et puud tuli välja juurida. Perspektiivsemate hulgast säilis ainult paar seemikut, millel olid hävinud peamiselt vaid õiepungad. Hea vastupidavuse, heade vilja omaduste ja viljade varajase valmimisaja poolest paistis silma üks vorm — «Harku varajane», mis oli aretatud seemneid vaheldumate temperatuuridega mõjutades (Kask, 1966a). Eksperimentaalbioloogia Instituudist saadud materjaliga rajas aprikoosipuuaia pensionär E. Kiilström Loksa lähedal Tapurla külas (Harju rajoon).

Senised katsed aprikoosipuu aklimatiseerimiseks Eestis on lõppkokkuvõttes andnud suhteliselt vähe praktilisi tulemusi. Kui üksikute valikvormide talvekindlus küünibki üsna lähedale ploomipuu vastupidavamate sortide talvekindlusele, siis aprikoosipuu õiepungade vastupidavus on tunduvalt madalam kui ploomipuu õiepungadel.

Amuuri viinapuu (*Vitis amurensis* Rupr.) aklimatiseerimise katsetes selekteeriti mõned vormid, mis on küllaldase talvekindlusega, hästi viljakandvad ja suhteliselt varavalmivad. Marjad on neil väikesed. Need vormid pakuvad huvi ainult kui edaspidise aretustöö lähtematerjal. Dekoratiivsete ronitaimedena on väljavalitud vormid aga perspektiivsed ja nad anti paljundamiseks üle puukoolidele (Kask, 1960, 1961c). Eksperimentaalbioloogia Instituudis katseid viinapuuga ei jätkata.

Mitmete teiste taimeliikidega tehtud katsed on olnud enamasti lühemaajalised ja väiksema mahuga (Kask, 1961b). Nimetame siinkohal vaid mõnda nendest. Kaukaasia ploomipuul (*Prunus vachuschtii* Bregadze) E. Kiilströmi aias Loksa lähedal Tapurla külas tehtud vaatlused tõotasid sellele kultuurile esialgu head perspektiivi (Kask, 1966c). Kuid 1965/66. a. karm talv näitas, et kaukaasia ploomipuu pole oluliselt talvekindlam kui teised ploomisordid. Katsetes südajalehise aktiinidiaga [*Actinidia kolomikta* (Rupr.) Maxim.] saadi mõned viljakandvad seemikud, mis on meile teadaolevail andmeil Eestis ainsad taolised. Isegi paaril persikupuu seemikul valmisid 1964. ja 1965. a. üksikud viljad. Üldiselt on persikupuu aga niivõrd

talveõrn, et tema kasvatamiseks ilma talvekatteta pole meil nähtavasti perspektiive. Uuriti ka näsalise ebaküdoonia [*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.] sobivust viljapuukultuurina ning leiti, et ta viljad on heaks tööstustooraineks. Tõsiseks takistuseks kultuuri viljelemisel on aga tema agrotehnikast tulenevad raskused (eriti umbrohutõrje).

Kokku võttes võib märkida, et Eesti NSV Teaduste Akadeemia Eksperimentaalbioloogia Instituudis lõunapoolsete viljapuude ja marjapõõsaste aklimatiseerimiseks tehtud katsetega on saavutatud juba teatavat edu mõnede uute liikide (must aroonia) kultuurtaimena kasutuselevõtmisel. Kui Eesti puuviljandust õnnestub rikastada kasvõi ainult ühe-kahe liigiga, võib tehtud tööd lugeda kordaläinuks.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut

KIRJANDUS

Kask, K. 1959. Aprikooside aklimatiseerimise katsetest Eesti NSV-s. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria, kd. 8, nr. 1.
Kask, K. 1960. Amuuri viinapuu (*Vitis amurensis* Rupr.) ja tema hübriidide aklimatiseerimise katsete tulemusi. Eksperimentaalbioloogia Instituudi uurimused I. Tallinn.
Kask, K. 1961a. Aprikoosidest ja nende kasvatamise katsetest Eestis. Eesti Loodus, nr. 3.
Kask, K. 1961b. Eesti puuviljanduse uute liikidega rikastamise võimalusi. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 14.
Kask, K. 1961c. Dekoratiivsed viinapuud. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 19.
Kask, K. 1966a. Aprikoosipuu aklimatiseerimise tulemustest. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria, kd. 15, nr. 2.
Kask, K. 1966b. Kokkuvõte musta aroonia kasvatamise katsetest Eestis. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 14.
Kask, K. 1966c. Ühest perspektiivsest ploomipuuliigist. Eesti Loodus, nr. 1.
Kask, K. 1967a. Early fruit maturity of fruit tree seedlings as an afteraction of treating the seeds with alternate temperatures. ENSV TA Toimet., Bioloogia, kd. 16, nr. 4.
Kask, K. 1967b. Kirsipuude introduktsioonil on perspektiive. Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 3.
Каск К. 1964а. Влияние обработки семян переменными температурами на рост сеянцев древесных растений. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 13, № 2.
Каск К. 1964б. Последействие обработки семян переменными температурами на биохимические процессы в сеянцах древесных растений. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 13, № 4.
Каск К. 1965. Влияние длины дня на рост и зимовку сеянцев абрикоса и персика. Изв. АН ЭССР, сер. биол., т. 14, № 1.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ ЮЖНЫХ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В ЭСТОНИИ

К. КАСК

Резюме

Опыты по акклиматизации южных плодовых культур в Эстонии были начаты И. Г. Эйхфельдом в 1951 году. С 1957 года они проводятся в Институте экспериментальной биологии АН ЭССР автором под руководством И. Г. Эйхфельда.

Работы ведутся в двух направлениях:

1. Изучается последействие обработки семян переменными температурами в период стратификации и выращивания сеянцев в первом году жизни в условиях короткого дня. В течение нескольких лет ведутся наблюдения за ростом и развитием растений в опытах, изучается биохимический состав (содержание полифенольных соединений и сахаров в листьях и побегах) в связи с зимостойкостью. Опыты подтвердили перспективность длительной обработки семян переменными температурами для практики акклиматизации и селекции плодовых растений. Результаты опытов опубликованы (Каск. 1964а,б, 1965; Kask, 1967a).

2. Проводятся интродукция новых для Эстонии видов плодовых и ягодных растений и отбор перспективных для производства форм.

Опыты показали, что перспективным новым ягодным растением является черная арония [*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott]. В 1963—1966 годах сеянцами отобранных урожайных и зимостойких форм черной аронии заложены насаждения в некоторых совхозах и на Тартуском консервном заводе. Ягоды этой культуры являются ценным сырьем для изготовления варенья, соков и вина.

Заслуживают внимания также лучшие формы черешни (*Cerasus avium* L.) селекции института. Имеется несколько хорошо плодоносящих деревьев удовлетворительной или хорошей зимостойкости, с плодами высоких вкусовых качеств. Выделена форма, у которой плоды созревают исключительно рано (в конце июня или в начале июля). Указанные формы испытываются в различных районах республики.

Установлено также, что в Эстонии в качестве плодового кустарника перспективна войлочная вишня [*Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall.] Проводится селекция ее лучших форм.

В Институте выведены формы абрикоса, которые в отдельные годы дают урожай с дерева до 22—25 кг. Однако в суровые зимы большинство деревьев сильно повреждается или гибнет. Надежной акклиматизации абрикоса еще не достигнуто.

Показана перспективность японского хеномелеса [*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Linde.], как сырья для пищевой промышленности. Однако агротехника этой культуры еще не разработана.

Опыты с некоторыми другими растениями проводились в меньшем объеме. Выращенные формы амурского винограда (*Vitis amurensis* Rupr.) имеют главным образом лишь декоративное значение. На опытном участке института есть растения актинидии [*Actinidia kolomikta* (Rupr.) Maxim.]; это пока единственные плодоносящие экземпляры в Эстонии, но плодов на них бывает очень мало. В 1964 и 1965 годах в садах института плодоносило несколько сеянцев персика. Эта культура плохо переносит более суровые зимы; перспективных форм ее пока не выявлено.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

J. EICHFELD
DEKORATIIVTAIMEDE UURIJANA JA ARETAJANA

A. PUKK, M. MARGUS

Akadeemik J. Eichfeld on ise öelnud, et ta esimesed eredad muljed pärinevad Paide lähedalt Lombi metsatalust, kust muuhulgas jäid meelde õitsevad toomingad ja kullerkuppudest kollendav puisniit. Juba koolipõlves oli ta metsast ja põllult metsikuid taimi koju toonud ning neid aeda istutanud (Eichfeld, 1966). Nähtavasti siit saigi alguse J. Eichfeldi kiindumus loodusesse.

1923. a. suvel, pärast Petrogradi Agronoomia Instituudi lõpetamist, läks J. Eichfeld tööle Hibinõsse. Koola poolsaarel ei rajanud ta katseid mitte ainult tera- ja aedviljadega, vaid ka dekoratiivtaimedega. Olles hiljem Üleliidulise Taimekasvatuse Instituudi direktor, asutas ta Leningradi lähistel (Puškinis) sama instituudi dekoratiivaianduse osakonna.

DEKORATIIVTAIMEDE UURIMISE ORGANISEERIMISEST

Dekoratiivtaimede uurimist Eesti NSV Teaduste Akadeemias alustati 1946. a. Sellele pani aluse akadeemik J. Eichfeld, kes sai Bioloogia- ja Põllumajandusteaduste Osakonna akadeemiksekretäriks. 1946. aastal, veel enne akadeemia asutamist, külastas J. Eichfeld vabariigi puuviljandusalast katseasutust Pollis, kus viljeldi ka dekoratiivaiandust. J. Eichfeld saatis tollal Üleliidulisest Taimekasvatuse Instituudist Polli katseasutusele 18 sorti pojenge, mis sealses kollektsioonis puudusid. Selliseid saadetisi dekoratiivtaimede kollektsiooni täiendamiseks saabus hiljem korduvalt.

1952. a. loodi J. Eichfeldi initsiatiivil ENSV TA Taimekasvatuse Instituudi Eksperimentaalbaas dekoratiivaianduse alal. Selleks eraldati Tallinna äärelinnas Mooni ja Keemia tänava vahel maa-ala pindalaga 6 ha, kus paiknesid kasvuhooned. Eksperimen-

taalbaasi koondati dekoratiivtaimede kollektsioonid, et uurida nende taimede dekoratiivseid omadusi, kohanemist Eesti looduslike tingimustega ja paljundamist. Suur osa taimmaterjalist toodi Pollist, aga ka Leningradist (Üleliidulisest Taimekasvatuse Instituudist), Moskvast (NSVL TA Peabotaanikaaiast) ja Läti NSV-st (tookordsest Salaspilsi katsejaamast). Tehti ka selektsioonitööd uute sortide aretamiseks nelkide, mugulbegooniate, gladioolide, polüantrooside jt. dekoratiivtaimedega. Eksperimentaalbaasil oli suur osa dekoratiivaianduse arendamisel vabariigis (Группа декоративного садоводства..., 1954).

1956. a. asutati Eksperimentaalbaasis dekoratiivaianduse sektor (Eksperimentaalbaasist endast kasvas 1957. a. välja Eksperimentaalbioloogia Instituut). 1960. a. uuriti dekoratiivtaimi aga juba kahes sektoris, sest kutsuti ellu ka dendroloogia ja introduktsiooni sektor.

1957. a. tõstatas akadeemik J. Eichfeld küsimuse botaanikaaia asutamisest Tallinna. Selleks valiti välja sobiv maa-ala Pirita jõe kaunis ürgorus, kus kasvas juba looduslikult mitmekesine taimestik. Botaanikaaia asutamise initsiaatoreiks said dekoratiivaianduse ning dendroloogia ja introduktsiooni sektor. Tallinna Botaanikaaed kui instituudi õigustes iseseisev uurimisasutus asutati 1961. aastal, kusjuures asutuse loomiseks aitas igati kaasa tookordne Bioloogia- ja Meditsiiniteaduste Osakonna akadeemik-sekretär H. Haberman.

J. Eichfeldi aktiivsel osavõtul töötati juba 1958. aastaks välja Tallinna Botaanikaaia rajamise kava ja teadusliku uurimistöö ülesanded (Eichfeld, 1958; Эйхфельд, 1959). Tallinna Botaanikaaia peamiseks ülesandeks sai maastikuarhitektuuri probleemide ning haljastamiseks sobivate dekoratiivsete taimede introduktsiooni, aretamise ja agrotehnika kompleksne uurimine. Peale selle peeti vajalikuks 1) koguda kohaliku, Euroopa, Aasia ning Põhja-Ameerika floora esindajaid nende uurimiseks ja demonstreerimiseks ning luua tähtsamate kultuurtaimede sordikollektsioon; 2) uurida taimede aklimatiseerimise ja naturaliseerumise teoreetilisi ja praktilisi küsimusi; 3) selgitada taimede arengu aktiivse suunamise võimalusi; 4) koguda ja uurida uusi väärtuslikke ja meil vähe levinud taimeliike, -vorme ja -sorte haljasalade, metsa- ja põllumajanduse rikastamiseks.

Tallinna Botaanikaaias ongi tegelik uurimistöö kulgenud eeltoodud suundades. Aastatel 1961—1967 intensiivistus nelkide, mugulbegooniate, gladioolide, liiliate, tulpide, priimulate ja roosside aretamine. Sel alal töötas aktiivselt ka akadeemik J. Eichfeld oma vabal ajal ning teadusliku, teaduslik-organisatoorse, riikliku ja ühiskondliku töö kõrval.

Allpool veidi lähemalt J. Eichfeldi tööst dekoratiivtaimede uurimisel ja aretamisel.

Töötades Üleliidulises Taimekasvatuse Instituudis Leningradi lähedal, aretas akadeemik J. Eichfeld mitu väärtuslikku roosisorti. Lähtematerjalina kasutas ta Krimmis kasvavaid polüantroose, milledelt korjas vabatolmlemise tulemusena arenenud seemneid. J. Eichfeld on ise korduvalt rõhutanud, et ta on kasutanud lõunas optimaalsetes kasvutingimustes hästi valminud roosiseemneid. Valik tehti aga karmimates tingimustes (Leningradi ümbruses), kusjuures võeti arvesse looduslikku selektsiooni. Esimeste sortide lähtekomponendiks oli sort «Orleansrose». Saadud hübriidid osutusid ka Eesti NSV tingimustes võrdlemisi külmakindlaiks, leppisid nõrga talvekattega ja õitsesid rikkalikult.

Leningradi-perioodil aretas J. Eichfeld ja tõi Eesti NSV-sse järgmised paremad roosisordid (Марков, 1955; Pukk, 1958; Pukk, 1962; Pukk jt., 1964).

«K e v a d» (hübriid nr. 30, aretatud 1950). Polüantroos. Sordi «Orleansrose» seemik. Õied heleroosad, õrna kreemika varjundiga, väikesed kuni keskmised (õite läbimõõt 2—3 cm, mõnikord kuni 4,5 cm), pooltäidetud kuni täidetud, hästi lõhnavad, asetsevad suurte silinderjate kobaratena (pikkus 12—15 cm), milles on 30—40 õit koos. Võrsed on tugeva kasvuga (70—80 cm pikad), laiuvad ja lamanduvad, mistõttu katab hästi pinda (põõsa kõrgus 0,5—0,8 m). Talvekindlus on hea, vajab ainult kerget talvekatet. Õitsemise algus on hiline, kuid õitseb kuni külmadeni. Sobib esijoones kasvatamiseks peenraroosina, kuid ka üksiktaimedena ja rühmadena pargis. On muutunud Eesti NSV-s väga hinnatavaks sordiks, eriti levinud on ta Tartus. Väga kergesti paljundatav (pistikutega, võrsikutega, pookimisega). Haiguskindlus hea. V. Rumbergi uurimised näitavad, et jahukastesse ei ole ta peaaegu kunagi haigestunud. Tahmlaiksust ja roostehaigust ei ole enamasti esinenud.

«K o l h o o s i t a r» (hübriid nr. 6, aretatud 1950). Polüantroos. Sordi «Orleansrose» seemik. Õied karmiinpunased (rahvasuus vaarikavärvilised või veinpunased), säilitavad oma värvuse kuni äraõitsemiseni (ei pleegi), väikesed (õite läbimõõt umbes 3,5 cm), pooltäidetud, asetsevad suurtes sarikakujulistes, 15—20 õiest koosnevates õisikutes. Õitseb kaua — kuni esimeste külmadeni. Võrsed osalt lamanduvad (põõsa kõrgus umbes 0,5 m). Talvekindlus on hea. Sobib hästi peenra- ja äärisroosiks. Paljundamine on lihtne. Haiguskindlus väga hea. V. Rumbergi andmeil ei ole haigestunud jahukastesse, ebajahukastesse, tahmlaiksusesse ega roostehaigusesse.

Eelnimetatud kaks J. Eichfeldi aretatud roosisorti said esimestena üleliiduliselt tuntuks. Nad toodi ära kodumaiste dekoratiivtaimesortide nimekirjas (Марков, 1955).

«Mõrsjaroos» (hübriid nr. 4, aretatud 1950). Polüantroos. Sordi «Orleansrose» seemik. Õied heleroosad, keskelt veidi kollaka varjundiga, väikesed kuni keskmise suurusega, hästi täidetud. Õitseb pidevalt ja väga rikkalikult kuni hilissügiseni. Kasvult keskmise tugevusega ja laiuv. Talvekindlus on rahuldav või isegi hea, võib talvituda avamaal isegi talvekatteta. Kuulub kasutatavamate peenrarooside hulka, kuid sobib hästi ka lõike- ja potiroosiks. Üks hinnatavamaid roose Eesti NSV haljasaladele. Eriti rikkalikult õitseb sügisel. Ajatamisel on andnud üle 30 lõikeõie põõsa kohta (Pukk, 1961). Sobib hästi pruudikimpudeks.

«Mõrsjaroosi» paljundamine on väga kerge. Haiguskindlus hea. V. Rumbergi uurimised näitavad, et ta on enamasti jahukastekindel. Ainult 1966. a. oktoobris oli Tallinnas jahukastest väga kergelt nakatatud. Tahmlaiksust harilikult ei ole esinenud või siis on olnud kahjustatud ainult vähesel kuni keskmisel määral.

«Kobarroos» (hübriid nr. 11, aretatud 1950). Polüantroos. Sordi «Orleansrose» seemik. Õied karmiinroosad, võrdlemisi tumeda, huvitava värvusega; väikesed kuni keskmised, asuvad tihedates kobarates. Kasvult keskmine. Talvekindlus rahuldav. Kuulub peenrarooside hulka. Paljundamine kerge. Haiguskindlus võrdlemisi hea. V. Rumbergi andmeil ei ole temalt seni nimetamisväärselt jahukastet leitud. Ainult 1966. a. oktoobris oli kergelt nakatatud. Ebajahukastesse ja tahmlaiksusesse nakatumist pole senistel vaatlustel märgatud.

«Lumivalgeke» (hübriid nr. 18, aretatud 1950). Polüantroos. Sordi «Orleansrose» seemik. Õied puhasvalged, väikesed (läbimõõt 2—3 cm), tugevasti täidetud, asetsevad tihedates kobarates (keskmise suurusega kobarjais õisikuis), lõhnavad tugevasti. Õitsemise algus suhteliselt hiline, õitseb rikkalikult, pidevalt ja kaua (ka varjus). Kuival ajal hakkab mõnevõrra varem pudenema kui teised sordid. Kasvult tugev, võrsed painduvad alla, laiuvad ja lamanduvad, mistõttu katab hästi pinda (põõsa kõrgus 0,5—0,8 m). Poolväänroosi iseloomuga. Talvekindlus hea, vajab vaid kerget talvekatet. On püsinud 3—4 aastat isegi katmata. Võib kasvatada peenraroosina ja üksiktaimedena või isegi rühmadena aias ja pargis, lõikeõitena ta väga kaua ei püsi. Paljundamine väga kerge.

Haiguskindlus hea. V. Rumbergi uurimised on näidanud, et jahukaste, ebajahukaste, tahmlaiksuse ja roostehaiguse suhtes on ta alati olnud haiguskindel.

Juba varem on J. Eichfeld aretanud ka pargirooside rühma kuuluva sordi «Wasabland» («Wasagaming» × «Belle Bland»), hübriid nr. 28/II-2. See on täiesti külmakindel ja ei vaja talvekatet. Peale selle on ta aretanud kurdlehiste pargirooside (*Rosa rugosa* hübr.) hübriide, mida ta ENSV TA Eksperimentaalbaasis

kasvatas 3—4 numbrit (punaste ja roosade pooltäidisõitega). Akadeemik J. Eichfeldi aretatud paremad sordid ja hübriidid on Eesti NSV-s levinud ja nõutavateks muutunud.

Uuematest akadeemik J. Eichfeldi poolt aretatud roosidest tuleb kõigepealt nimetada hübriidi «Tallinn», hübriid nr. 1/12 (aretatud pärast 1960. aastat). Floribundroos. Sordi «Kordes Sondermeldung» järglane. Selle hübriidi seemikud kasvatati sordi «Kordes Sondermeldung» vabatolmlemisel Krimmis kasvanud seemneist. Õied on säravpunased, kroonlehed väljastpoolt türgipunased, seestpoolt signaalpunased, haruldaselt silmatorkava värvusega, suured, täidetud. Kasvult keskmine. Suhteliselt talvekindel. Sobiv haljastamiseks. On muutunud Eesti NSV-s juba nõutavaks. Kasvuhoones ajatamisel jääb õite suurus tagasihoidlikuks, kuigi õisi annab ta keskmiselt. Pistikutega paljundamine on veidi raskem kui teiste paremate floribundrooside puhul. Suhteliselt haiguskindel. V. Rumbergi uurimised on näidanud, et nimetatud hübriid jahukastesse tavaliselt ei haigestunud. Ainult 1966. a. oktoobris täheldati vähest jahukastekahjustust. Tahmlaiksust registreeriti kahel korral: 1965. a. oktoobris ja 1966. a. septembris. Roostehaigust tuli ette vaid 1966. a. septembris Tallinna Botaanikaaias, samal ajal kui Räpina Aiandustehnikumis oli hübriid täiesti terve. Ebajahukastet siiski mõnel määral esines.

Viimastel aastatel on J. Eichfeldil õnnestunud saada mitu perspektiivset hübriidseemikut, mida paljundatakse ja uuritakse. Käesoleval ajal on pideva vaatluse alla võetud 12 hübriidi.

Kõige perspektiivsemad roosihübriidid on nr-d 73/74 («Narva»), 73/46 («Mordvalanna»), 73/60 («Estonia») ja 76/7 («Noorus»). J. Eichfeld peab neist väljapaistvamaks hübriidi «Narva».

GLADIOOLIDE ARETAMISEST*

Gladioolide aretamisega hakkas akadeemik J. Eichfeld tegelema Leningradi lähistel alates 1945. aastast (Группа декоративного садоводства..., 1954). Sel ajal ei olnud NSV Liidu põhjapoolsetes piirkondades veel häid suureõielisi gladioole. Sordiaretuseks kasutas ta uuemaid Euroopa hübriidsorte (saadud väikeseõieliste *Gladiolus primulinus* ja *Gladiolus gandavensis* baasil). J. Eichfeld on kasutanud ka Riiast saadud sorte («Riia roosa» jt.).

ENSV TA Eksperimentaalbaasi tõi J. Eichfeld 1952. a. ligi 200 perspektiivset gladioolihübriidi (Võsamäe, 1960). Need olid aretatud enamasti 1948. ja 1949. a. Hübriidid olid ilusad, suureõielised, varaõitsevad, jõulise kasvuga, terved, ilmastiku- ja seisukindlad. Neid oli paljudes värvustes: valgeid, üleminevates too-

* Kasutatud E. Asveidi märkmeid, samuti H. Võsamäe ja A. Süvalepa andmeid.

nides — helekollasest tumekollaseni, heleroosast tumepunaseni, helelillakassinisest kuni tumelillani. Suureks uudiseks oli helelillakassinine gladioolihübriid, mis seni Eesti NSV-s puudus. Kaasatoodud hübriidide hulgast hakkas J. Eichfeld tegema koos oma kaastöötajatega (A. Süvalepa, H. Võsamäe ja E. Asveidiga) ranget valikut.

Parimate J. Eichfeldi poolt saadud gladioolihübriidide väärtus seisneb ka selles, et nad on alusmaterjaliks Eesti NSV kohalike väärtuslike hübriidide loomisel. Eesmärgiks on olnud saada varaseid, haiguskindlaid, puhtavärvilisi, ilusa õie ja õisiku kujuga hübriide. 1967. a. oli tänu pidevale valikule ENSV TA Tallinna Botaanikaaias 150 gladioolihübriidi, millest E. Asveidi andmeil osutus perspektiivsemaks 40.

Akadeemik J. Eichfeldi aretatud parimad gladioolihübriidid on säilitanud oma väärtuse haljastamisel ja mitmed neist on saanud lillenäitustel kõrge hinnangu.

Eriti võib esile tõsta järgmisi hübriide.

Hübriid nr. 180/1, «Kuldtäht» (aretatud 1950) («Elegia» × «Pelegrina»). Õied helekollased, neel veidi tumedam, kroonlehed tugevasti tagasi rullunud, õied väga ilusa kujuga ja suured (1963. a. oli keskmine läbimõõt 14,5 × 14,0 cm; 1966. a. — 13,5 × 14,0 cm). Õisik on enamasti ühekülgne, osalt kahekülgne, keskmise tihedusega kuni tihe, 17—20 õiega, millest samaaegselt on avatud 7—8. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 120—140 cm. Paljuneb hästi. Haiguskindlus hea.

Hübriid nr. 182/9, «Tanja» (aretatud 1950) («Polar Ice» × × «Золотая Россыпь»). Õied õrnroosad, väga puhta tooniga, neel valge, kroonlehed nõrgalt kroogitud ja tagasi rullunud, õied väga ilusa kujuga, suured (1963. a. — 13,0 × 11,5 cm; 1966. a. — 13,0 × 13,0 cm). Õisik on ühekülgne, tihe, 16—18 õiega, millest üheaegselt on avatud 6—7. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 110—120 cm. Paljuneb hästi. Haiguskindlus keskmine.

Hübriid nr. 140/7, «Ukraina» (aretatud 1949) («Agin» × «Red Emperor»). Õied oranžid, punaka varjundiga, säravalt ergad, neelus suur tumekollane laik, keskjooned on väga peened, tumekollased, õied keskmised (1963. a. — 12,5 × 13,0 cm; 1966. a. — 11,5 × 12,2 cm). Õisik on ühekülgne, alla keskmise tihedusega, 14—16 õiega, millest samaaegselt on avatud 5—7. Paljuneb hästi. Haiguskindlus hea. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 110—120 cm.

Hübriid nr. 183/6 (aretatud 1950) («Polar Ice» × «Pelegrina»). Õied roosad, tugevate valgete keskjoontega, neelus helepunane laik valgel taustal, kroonlehed kergelt tagasi rullunud, õied laialt avatud ja keskmise suurusega (1963. a. — 13,0 × 14,0 cm; 1966. a. — 12,0 × 10,5 cm). Õisik on ühekülgne, tihe, väga korrapärane, 19—21 õiega, millest samaaegselt on avatud 7—9. Varane.

Kasv hea, taime kõrgus 100—110 cm. Paljuneb väga hästi. Peaaegu kõik suured mugulad annavad kaks asendusmugulat. Haiguskindlus keskmine.

Hübriid nr. 94/IV (aretatud 1948) («Van Tienhoven» × «Picardy»). Õied helepunased, erga tooniga, väga peente lillakasroosade keskjoontega, neel valge, kaetud üleni peene tiheda roosakaspunase härmatisega, neelus on keskjoonel valge viirg. Õied laialt avatud ja suured (1963. a. — 15,5×16,0 cm; 1966. a. — 13,0× ×15,5 cm). Õisik on ühekülgne, korrapärane, tihe, 16—17 õiega, millest üheaegselt on avatud 5—7. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 115—120 cm. Paljuneb keskmiselt. Haiguskindlus keskmine.

Teistest nimeta hübriididest väärivad mainimist veel järgmised.

Hübriid nr. 138/III (aretatud 1949) («Impromptu» × «Cote d'Azur»). Õied heledad sinilillad, neelus punakaslilla hajuvate äärtega laik. Kroonlehtede äärtel on üksikud tumedamad lillad viirud, mis aga ei kahjusta puhast ilusat õite tooni. Õied ilusa kujuga ja suured (1965. a. — 16,5×16,0 cm; 1966. a. — 15,5× ×15,0 cm). Õisik on ühekülgne, keskmise tihedusega, 18—20 õiega, millest üheaegselt on avatud 6—8. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 140—150 cm. Paljuneb keskmiselt kuni hästi. Haiguskindlus hea.

Hübriid nr. 138/III$_5$ (aretatud 1949) («Impromptu» × «Cote d'Azur»). Õied heledad roosakaslillad, ääred tumedamad, keskosa valkjas, neelus sametine keskmise suurusega rombjas punakaslilla ere laik, keel tumelilla. Õied on suured (1965. a. — 16,0 × ×17,0 cm; 1966. a. — 13,5×15,5 cm). Õisik on kahekülgne, tihe, 15—16 õiega, millest samaaegselt on avatud 5. Keskvarane. Kasv hea, taime kõrgus 120—130 cm. Paljuneb keskmiselt. Haiguskindlus keskmine.

PRIIMULATE ARETAMISEST*

Priimulate aretamisega on akadeemik J. Eichfeld tegelnud juba pikemat aega. Ta on uusi avamaapriimulate hübriide saanud vabatolmlemisel *Primula juliae* Kuzn. (väga tuntud emataim), *Primula elatior* Mill., *Primula acaulis* Mill. jt. vahel. Eriti huvitavad on hübriidid, mis on saanud õite värvuse liigilt *Primula juliae*. Nad on sirelilillad ja mitmesuguse lillaka varjundiga. Palju hübriide on liikide *Primula elatior* ja *Primula acaulis* vahepealt. J. Eichfeld on kasutanud aretustööks ka hollandi sorte, samuti üksikuid sorte teistest Lääne-Euroopa maadest. Senise aretustöö tulemusena on ta saanud mitukümmend perspektiivset või lootustandvat talvekindlat suureõielist ja ilusavärvilist hübriidsee-

* Kasutatud ka A. Süvalepalt saadud andmeid.

mikut (roosad, sinakaslillad, kollased, oranžid, punased, tumepruunid jt.). 1964. a. hinnati suhteliselt perspektiivsemaiks 9 hübriidi (nr-d 101, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 132 ja 201), 1965. a. aga 22 hübriidi, mida on Eesti NSV-s juba ka levitatud istikutena haljastusorganisatsioonide, uurimisasutuste, koolide ja aiandusentusiastide kaudu. 1965. a. said J. Eichfeldi aretatud priimulahübriidid (mõned vabariigi dekoratiivaianduse spetsialistid hindavad neid tegelikult väärtuslike sortidena) Tallinnas lillenäitusel kõrge hinnangu. 1966. a. hindas J. Eichfeld ise väga karmi selekteerimise tulemusena perspektiivseiks 11 hübriidi, ülejäänuid vaid suhteliselt perspektiivseiks. 1967. a. hindas J. Eichfeldi aretatud hübriide spetsialistide komisjon, kes tunnistas perspektiivseteks vähemalt 19 hübriidi, millest enamikule oli aastail 1964—1967 pandud ka nimed.

Kõige perspektiivsemad on järgmised J. Eichfeldi aretatud priimulahübriidid (mõõtmed on esitatud tabelis):

1) nr. 111, nimeta:
granaatpunaste õitega, millel on suur tähtjas kollane silm; kroonlehed laiad, servas valkjate täppidega;

2) nr. 121, nimeta:
sirelivärvi, lillaka varjundiga õied;

3) nr. 123, «Mall»:
violettpurpursete (sirelililade) õitega, millel on tähtjas, heledama äärega kollane silm;

4) nr. 124, «Mari»:
violettpurpursete (sirelililade, eelmisest tumedamate) õitega, millel on tähtjas kollane silm, tunduvalt heledama valkja äärega;

5) nr. 129, «Irene»:
lillakaspurpursete õitega, millel on suur tähtjas kollane silm;

6) nr. 147, «Hämar»:
härjaverepunaste (pruunikaspunaste) õitega, millel on suur ümara kujuga kollane silm;

7) nr. 154, «Kardinal»:
doodžipurpursete õitega, millel on veidi tähte meenutav silm;

8) nr. 158, «Tsineraaria»:
doodžipurpursete õitega, millel on väike tumekollane silm; (hindamise ajal oli juba õitsemisperioodi lõpp);

9) nr. 161, «Roosi»:
magnooliapurpursete (vanaroosade) õitega, millel on suur tähtjas kollane silm;

10) nr. 188, «Genar»:
õlgkollaste, tumeda varjundiga õitega, millel on heledam tähtja kujuga silm;

11) nr. 190, «Helios»:
kroomkollaste õitega, millel on suur hajuva kujuga ookerkollane silm;

12) nr. 201, «Madli»:
magnooliapurpursete (roosade) õitega, mis on noorelt heledamad ja millel on väike kollane silm (kasvas kahjuks tuhaga üleväetatud mullal, mistõttu kasv jäi tagasihoidlikuks);

13) nr. 252, «Purpurvaip»:
daaliapurpursete õitega, millel on väike kollane silm (hindamise ajal oli peaaegu ära õitsenud), (*P. acaulis*'e järglane);

14) nr. 255, «Kai»:
doodžipurpursete (sirelilillade) õitega, millel on tähtja kujuga kollane silm;

15) nr. 314, «Särav»:
rubiinpunaste õitega, millel on selgelt tähtjas kollane silm;

16) nr. 322, «Tuli»:
kardinalpunaste õitega, millel on väike kollane silm;

17) nr. 401, «Kosmos»:
hüatsindisiniste õitega, millel on väike erekollane silm (*P. acaulis*'e järglane);

18) nr. 903, «Samet»:
doodžipurpursete õitega, millel on väike, peaaegu ümara kujuga tumekollane silm;

19) nr. 917, «Õrn»:
priimulakollaste õitega, millel on tumekollane silm, kroonlehed laiad.

Neist on kõige varasema õitsemisega hübriidid nr. 401 («Kosmos»), nr. 252 («Purpurvaip»), nr. 158 («Tsineraaria») ja nr. 903 («Samet»).

Kirjeldatud 19 hübriidi anti üle laialdaseks paljundamiseks. Kõige suuremat tähelepanu pälvisid nr. 123 («Mall»), nr. 190 («Helios»), nr. 314 («Särav») ja nr. 401 («Kosmos»).

Akadeemik J. Eichfeld on aretanud ka teisi dekoratiivtaimi. Ta on palju kaasa aidanud Eesti NSV lillede sortimendi rikastamisele, introdutseerides pojenge, flokse, sarvkannikesi, kukekannuseid jt.

J. Eichfeld on hulk aastaid olnud Tallinna Botaanikaaia uurimisprobleemi juhendaja. Peale selle on ta otseselt juhendanud mitmete praeguste Tallinna Botaanikaaia teaduslike töötajate tööd.

Palju kasulikke näpunäiteid on J. Eichfeldilt saanud Tallinna Botaanikaaia dekoratiivkultuuride sordiaretuse alal töötajad V. Veski, V. Jessinovskaja, A. Süvalepp ja teised. Viimased on kujunenud tunnustatud spetsialistideks omal alal, kes aitavad

Parimate priimulahübriidide mõõtmed

Hübriidi nr.	Hübriidi nimi	Kõrgus, cm	Läbimõõt, cm	Õievarte arv	Õite arv õisikus	Õie läbimõõt, cm
111	Nimeta	20	23	12	6	3,6
121	Nimeta	15	24	11	9	4,0
123	'Mall'	19	26	12	5	5,3
124	'Mari'	19	23	13	7	3,5
129	'Irene'	18	23	16	6	4,2
147	'Hämar'	26	28	14	11	3,3
154	'Kardinal'	22	30	18	11	4,1
158	'Tsineraaria'	24	21	9	6	3,6
161	'Roosi'	24	25	13	11	4,7
188	'Genar'	25	23	7	7	4,1
190	'Helios'	19	18	7	9	4,6
201	'Madli'	11	15	8	5	3,1
252	'Purpurvaip'	18	18	11	16	3,2
255	'Kai'	26	30	16	11	5,1
314	'Särav'	20	19	13	10	2,5
322	'Tuli'	18	21	10	8	2,2
401	'Kosmos'	14	16	15	15	3,4
903	'Samet'	25	24	12	10	3,0
917	'Õrn'	18	18	3	7	4,3

juba laiemal rindel edasi viia tööd, millele aluse pani J. Eichfeld. ENSV TA Tallinna Botaanikaaia maastikuarhitektuuri ja haljastuse sektoris loodi 1967. a. akadeemik J. Eichfeldi lähemaist kaastöötajaist lillekasvatuse töörühm.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Tallinna Botaanikaaed

KIRJANDUS

Dekoratiivaiandus. Rmt.: Kümme aastat Eesti NSV Teaduste Akadeemiat (1946—1956). 1956. Tallinn.

Eesti NSV TA Põllumajanduse Instituudi kollektiiv. 1950. Põllumajandusteaduse areng Nõukogude Eestis. Rmt.: Nõukogude teaduse arengust Eesti NSV-s. Tallinn.

Eichfeld, J. 1958. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tallinna Botaanikaaed. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria, kd. 7, nr. 1.

Eichfeld, J. (intervjuu). 1966. Rmt.: Meie sõbrad, meie tuttavad. Tallinn.

[*Margus, M.*] 1965. Maastikuarhitektuur ja haljastamine. Rmt.: Eesti NSV Teaduste Akadeemia aastail 1956—1964. Tallinn.

[*Margus, M., Paivel, A.* ja *Veski, V.*] 1965. Taimsete ressursside uurimine. Rmt.: Eesti NSV Teaduste Akadeemia aastail 1956—1964. Tallinn.

Pukk, A. 1958. Roosikasvatus. Tallinn.

Pukk, A. 1961. Eestis ajatamiseks sobivast lõikerooside sortimendist. ENSV TA Toimet., Biol. Seeria, kd. 10, nr. 1.
Pukk, A. 1962. Haljastamiseks sobiv pargirooside sortiment ja selle täiendamise perspektiivid Eestis. Tallinna Botaanikaaia uurimused I. Tallinn.
[*Pukk, A.* jt.] 1964. Haljastamiseks soovitatav rooside sortiment. Tallinn. (Rotaatorpaljundus, Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tallinna Botaanikaaia väljaanne).
Veski, V. 1962. Omajuursete ja poogitud rooside võrdluskatsetest. Tallinna Botaanikaaia uurimused I. Tallinn.
Veski, V. 1965. Haljastamiseks sobivaid uusi dekoratiivtaimede hübriide. Tartu. (Ettekanne Eesti NSV Aianduse ja Mesinduse Seltsi Tartu Osakonna teaduslikul sessioonil. Käsikiri ENSV TA Tallinna Botaanikaaia arhiivis.)
Võsamäe, H. 1960. Gladioolide aretustööst ja kasvatamisest. Rmt.: Praktilisi küsimusi aianduses ja mesinduses. Tartu.
Группа декоративного садоводства Института растениеводства АН ЭССР. 1954. Таллин.
Эйхфельд И. Г. 1959. Таллинский ботанический сад Академии наук Эстонской ССР. Бюлл. Гл. ботан. сада АН СССР, вып. 33.
Марков А. Г. 1955. Отечественные сорта декоративных растений. М.

И. Г. ЭЙХФЕЛЬД — ИССЛЕДОВАТЕЛЬ И СЕЛЕКЦИОНЕР ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

А. ПУКК, М. МАРГУС

Резюме

И. Г. Эйхфельд в течение многих лет в свободное от основной работы время занимался селекцией декоративных растений. В послевоенные годы он вывел в г. Пушкине под Ленинградом несколько ценных сортов полиантовых роз, характеризующихся хорошей зимостойкостью и ценными декоративными качествами. Сорта эти следующие: Весна — имеет мелкие или средние по величине светло-розовые цветы; Колхозница — с такими же по величине и тоже розовыми цветами, но с желтоватым оттенком; Гроздь — с небольшими цветами темно-карминовой окраски; Снежинка — с мелкими снежно-белыми цветами. Из новых сортов роз, выведенных И. Г. Эйхфельдом в Таллине, в первую очередь заслуживает внимания гибридный сорт Таллин, имеющий крупные компактные ярко-красные цветы.

В 1952 году И. Г. Эйхфельд привез в Эстонию 200 гибридов гладиолусов, полученных им в Пушкине. Из них выделились по окраске цветов и размножены в качестве новых сортов Золотая звезда — светло-желтый; Таня — нежно-розовый, Украина — оранжевый, гибрид 183/6 —

розовый, гибрид 94/IV — светло-красный, гибрид 138/III — светло-лиловый, гибрид $138/III_5$ — бледного розовато-лилового цвета.

В Таллине И. Г. Эйхфельд получил посредством гибридизации нескольких видов примул (главным образом *Primula juliae* Kuzn., *P. elatior* Mill., *P. acaulis* Mill.) несколько десятков хороших гибридных форм этой культуры. Из них особенно ценны следующие: № 123, Малл — имеет фиолетово-пурпурные цветы с звездообразной желтой серединой; № 190, Хелиос — с хромово-желтыми цветами; № 314, Блестящая — с рубиново-красными цветами и ярко-желтой серединой; № 401, Космос — с гиацинтово-синими цветами и небольшой желтой серединой.

И. Г. Эйхфельд организовал в Академии наук республики исследования по декоративному садоводству и непрерывно руководит ими. В 1952 году по его инициативе при бывшем Институте растениеводства АН Эстонской ССР была создана Таллинская экспериментальная база, где были сосредоточены работы по селекции декоративных растений. К 1956 году группа декоративного садоводства Экспериментальной базы численно возросла и на основе ее был создан сектор декоративных растений организованного в 1957 году Института экспериментальной биологии АН ЭССР. В 1961 году на базе этого сектора был организован Таллинский ботанический сад Академии наук Эстонской ССР. Сад был основан по инициативе И. Г. Эйхфельда и с самого начала работает под его непосредственным руководством. Для расширения в ближайшие годы работ по цветоводству в Ботаническом саду в 1967 году создана специальная рабочая группа.

Таллинский ботанический сад
Академии наук Эстонской ССР

СОДЕРЖАНИЕ

Жизненный путь, научная и организаторская деятельность Иогана Гансовича Эйхфельда 5
J. Eichfeldi elu ning teaduslik ja organisatoorne tegevus 25
75 Years since J. Eichfeld's Birth 42
И. Г. Хейль. Роль И. Г. Эйхфельда в развитии Академии наук Эстонской ССР 46
В. П. Дадыкин. Особенности физиологических процессов у растений Крайнего Севера 53
Н. И. Нуждин, Н. А. Пастушенко-Стрелец. Зависимость эффекта гамма-облучения семян от экологических условий выращивания растений 71
А. Я. Камераз. Мировая коллекция картофеля за Полярным кругом и ее использование в селекции 86
П. П. Гусев. Овощные культуры в Хибинах 108
В. М. Леман. Использование искусственного освещения при выращивании овощей на Крайнем Севере 127
В. И. Душечкин. Естественный отбор в посевах красного клевера 139
Р. Тоомре. Развитие научно-исследовательской работы в области культурных пастбищ и ее важнейшие достижения в Советской Эстонии 168
Я. Лийв. Преобразование растительных сообществ при удобрении суходольных лугов 182
А. Сиймон. Выведение зимостойких сортов яблони в Эстонской ССР 201
Э. Раудвяли. Характеристика агрохимических свойств почв Эстонской ССР по материалам первого тура массовых анализов 217
Б. Нурмисте. К вопросу идентификации фитопатогенных вирусов в свете новых представлений в вирусологии 236
Т. Орав, И. Орав. Действие различных фонов азотного питания и обработки этиленимином на генетический эффект гамма-облучения 254
О. Прийлинн. Изменения у яровой пшеницы, возникшие под воздействием химических мутагенов 270
О. Кээрберг, Э. Вярк, Х. Кээрберг, Т. Пярник. О регуляции фотосинтетической ассимиляции CO_2 условиями освещения 280
К. Kask. Lõunapoolse päritoluga viljapuude ja marjapõõsaste aklimatiseerimine Eestis 297
К. Каск. Акклиматизация южных плодовых деревьев и ягодных культур в Эстонии. *Резюме.* 306
A. Pukk, M. Margus, J. Eichfeld dekoratiivtaimede uurijana ja aretajana 308
А. Пукк, М. Маргус. И. Г. Эйхфельд — исследователь и селекционер декоративных растений. *Резюме.* 318

На пути к обновлению земли. Сборник статей, посвященный 75-летию И. Г. Эйхфельда. На русском, эстонском и английском языках. Оформление Д. Пааламяэ. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Редактор А. Скворцова. Художественный редактор А. Сяде. Технический редактор О. Муллари. Корректор Н. Круглова.

Сдано в набор 4 XI 1967. Подписано к печати 16 I 1968. Бумага 60×90/16. Печатных листов 20 + 0,69 (4 вклейки) + 0,94 (9 вкладок). Учетно-издательских листов 20,72. Тираж 1000 экз. МВ-01715. № заказа 3434. Типография «Пунане Тяхт», Таллин, ул. Пикк 54/58.

Цена 1.56.

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00253300 0

Руб. 1.56

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00253300 0

НА ПУТИ К ОБНОВЛЕНИЮ ЗЕМЛИ

УДК 631.525:634.1/7

Акклиматизация южных плодовых деревьев и ягодных культур в Эстонии. Каск К. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 297—307. (эст.; рез. русск.)

Проводили опыты по акклиматизации в Эстонии теплолюбивых плодовых культур и сортов — абрикоса, персика, войлочной вишни, южных сортов сливы и яблони. Изучали влияние на рост и развитие сеянцев обработки семян переменными температурами в период стратификации (в течение зимы прорастающие семена держали попеременно по 10 дней при положительной, 4—8°, и отрицательной, —1 —3°, т-ре), а также выращивания сеянцев в первый год жизни в условиях короткого дня. В течение нескольких лет у опытных и контрольных растений измеряли прирост, изучали биохимические св-ва (содержание полифенольных соединений и сахаров в листьях и в побегах зимой), зимостойкость, начало плодоношения и сроки созревания плодов. Опыты показали, что метод обработки семян переменными температурами может дать положительные результаты в практике селекции и акклиматизации плодовых растений.

Другими опытами установлена перспективность для Эстонии новой культуры — черной аронии (*Aronia melanocarpa*). Выделено несколько перс-

---

УДК. 635.9

И. Г. Эйхфельд — исследователь и селекционер декоративных растений. Пукк А., Маргус М. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 308—319 (эст.; рез. русск.)

Обзор деятельности И. Г. Эйхфельда в области селекции декоративных растений. Приводятся перечень и описание созданных им сортов роз, гладиолусов и примул. Табл. 1. Библ. 16.

УДК 521.15:612.014.46

Изменения у яровой пшеницы, возникшие под воздействием химических мутагенов. Прийлинн О. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 270—279.

Под воздействием химических мутагенов — нитрозоэтилмочевины и нитрозометилмочевины — у яровой пшеницы сорта Норрэна получены разнообразные морфологические изменения, многие из которых являются наследственными. Из полученных мутаций формы с плотным и крупным колосом, а также формы с прочной соломиной представляют интерес в практическом отношении в качестве исходного материала для селекции.

Отмечено появление некоторых морфологических мутантов (остистые и плотные колосья) уже в первом поколении, т. е. в год воздействия супермутагенами, что указывает на доминантный характер этих мутаций. Ин-т эксперим. биол. АН Эстонской ССР. Табл. 4, Рис. 3. Библ. 6.

УДК 581.132

О регуляции фотосинтетической ассимиляции CO_2 условиями освещения. Кээрберг О., Вярк Э., Кээрберг Х., Пярник Т. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 280—296.

Изучали скорость и соотношение продуктов фотосинтетической ассимиляции $^{14}CO_2$ у листьев фасоли в зависимости от интенсивности падающей радиации. Опыты проводились как при низких (0,3—0,04%), так и при повышенных (1,5%) конц-иях CO_2 Содержание ^{14}C в отдельных продуктах фотосинтеза определяли методами количественного радиохроматографического анализа. Установлено, что при постоянной т-ре среды световая кривая ассимиляции CO_2 в области высоких интенсивностей радиации приближается не к плато, а к прямой, наклон к-рой отличается от нуля. Предполагается, что такое линейное повышение скорости ассимиляции CO_2 обусловлено ускорением диффузии CO_2 под действием двух факторов — интенсивности радиации и зависящей от нее т-ры листа. Повышение интенсивности радиации в пределах, соответствующих первой восходящей части световой кривой, приводит к увеличению относительной радиоактивности не растворимых в этаноле соединений. При повышении конц-ии CO_2 увели-

УДК 576.858.8:635.21

К вопросу идентификации фитопатогенных вирусов в свете новых представлений в вирусологии. Нурмисте Б. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 236—253.

Характеризуются основные формы существования фитопатогенных вирусов — возбудителей мозаичных заболеваний. Согласно предлагаемому определению, вирусы являются неспецифичными для вида организма-хозяина макромолекулярными структурами плазмы. Содержащаяся в них информация доминирует над информацией видоспецифичных структур. Вирусные и конституционные части протопласта размножаются лишь путем репликативного синтеза. Исходя из этой точки зрения, обсуждаются возможности серологического, электронно-микроскопического и индикаторного методов идентификации мозаичных вирусов. Показано, что данные для идентификации, получаемые этими методами, в основном зависят от свойств вириона и его покровного белка. Обращается внимание на то обстоятельство, что растение-индикатор может оказать индукционное воздействие на синтезируемый вирус, в результате чего данные, на которых основывается определение, могут быть искажены. Индикаторный метод рекомендуется применять в строго регулируемых условиях роста и развития индикаторных растений. Ин-т эксперим. биол. АН Эстонской ССР. Библ. 34.

УДК 577.391:612.014.46

Действие различных фонов азотного питания и обработки этиленимином на генетический эффект облучения. Орав Т., Орав И. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 254—269.

Облученные гамма-лучами (доза 8 кр) семена сортов двурядного ярового ячменя Харьковский 306 и Домен высевались в вегетационные сосуды и выращивались при различных режимах азотного питания и полива (опыты 1964 и 1965 г.). Растения M_2—M_4 выращивались в одинаковых условиях — один колос из каждой семьи в полевых условиях и 6—8 колосьев в пикировочных ящиках, где определялись общее кол-во и типы хлорофильных мутаций. Азотный фон оказал действие как на частоту, так и на спектр мутаций в опыте 1964 г., в опыте 1965 г. — только на спектр мутаций. Влияние режимов увлажнения и сортовой специфичности было значительно меньше. В 1966 г. семена сорта Харьковский 306 облучали дозами 6 и 8 кр и обработали после этого в течение 4 часов этиленимином в конц-ии 0,01%. Данные по совместному действию ЭИ и облучения пока не дают основания для твердых выводов относительного того, чем вызваны происшедшие изменения — модифицирующим действием слабой его конц-ии или же его самостоятельным мутагенным действием. Ин-т эксперим. биол. АН Эстонской ССР. Табл. 9. Библ. 36.

УДК 634.11:631.52

Выведение зимостойких сортов яблони в Эстонской ССР. Сиймон А. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 201—216.

В суровую зиму 1939/40 г. в Эстонии погибло более половины плодовых насаждений. Селекция зимостойких, с высокими вкусовыми качествами сортов яблони была начата на экспериментальной базе «Полли» Эстонского научно-исслед. ин-та земледелия и мелиорации в 1946 г. Описывается 3 зимних сорта народной селекции, включенных в стандартный сортимент Эстонии: Пайдеское зимнее, Пыльтсамааское зимнее и Теллисаарское. Дается описание новых сортов. Методом посева семян от свободного опыления получены осенние сорта — Краса сада, Кийр, Вахур и зимние сорта Койт и Эллегия. Выведены гибридизацией зимние сорта — Поллиская красавица, Тальвенаудинг, Лимонно-желтое зимнее, Мээлис, Майму, Вээнус, Кума и осенние — Лембиту, Осеннее дессертное и Кая. Новые сорта переданы в госсортоиспытание, а некоторые из них уже включены в стандартный сортимент республики. Особенно ценными компонентами при гибридизации в качестве материнских растений являются сорта Антоновка и Осеннее полосатое. Рис. 4.

УДК 631.8:631.42

Характеристика агрохимических свойств почв Эстонской ССР по материалам первого тура массовых анализов. Раудвяли Э. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 217—235.

Лаборатория по определению потребности почв в удобрениях, созданная в 1957—1958 г. в Эстонском н.-и. ин-те земледелия и мелиорации, закончила в 1964 г. первый тур анализов всех почв культурных угодий (пашни, культурных лугов и пастбищ) Эстонии. Всего было проанализировано 475 тысяч почвенных образцов, у которых определяли реакцию и содержание растворимых P_2O_5 и K_2O. На основе результатов анализов дана по природным почвенным районам и по республике в целом характеристика распространения почв с разной реакцией и с различным содержанием фосфора и калия.

В Эстонии преобладают почвы, бедные фосфором. 55% почв содержит растворимой P_2O_5 не более 3 мг%, а 25,9% почв — от 4 до 7 мг%. Однако на севере, вдоль побережья Финского залива, в связи с близостью залежей фосфоритов, имеются значительные площади почв с содержанием растворимой P_2O_5 более 15% мг, которые не нуждаются в

УДК 635:581.132

Использование искусственного освещения при выращивании овощей на Крайнем Севере. Леман В. М. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 127—138.

Для решения проблемы снабжения населения свежей зеленью на Крайнем Севере было создано большое число тепличных комбинатов, но вегетационный период овощных культур в теплицах длится здесь только 3—4 месяца, т. к. в другое время им не хватает света. Уже более 30 лет на Крайнем Севере ведутся работы по выращиванию овощей с применением дополнительного искусственного освещения. В качестве источников света наиболее распространены люминисцентные лампы ЛД или ЛБ и лампы ДРЛ. Под люминисцентными лампами (450—500 вт·м²) можно выращивать салат, редис, салатную капусту и даже томаты (при 600—800 вт·м²). Применение гидропоники, обогащение воздуха теплиц углекислотой и использование местных скороспелых сортов северной репродукции помогают снизить затраты электроэнергии на выращивание овощей. Завоз овощей на Крайний Север не снимает проблему выращивания их на месте в течение круглого года. Имеются населенные пункты в труднодоступных местах, куда можно попадать только на самолетах. Кроме того, некоторые овощи плохо переносят транспортировку. Рис. 5. Библ. 23.

УДК 633.32:575.41

Естественный отбор в посевах красного клевера. Душечкин В. И. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 139—167.

С 1948 по 1964 г. на Кольском полуострове, на Северном Кавказе и в Эстонии проводили опыты с выращиванием в парных смесях разных по биологии форм красного клевера (*Trifolium pratense* L). Растения форм, сильнее реагирующих на сокращение длины дня и растущих вследствие этого медленнее, затенялись в смешанных травостоях быстрее растущими, были угнетены и погибали в большем количестве. На взаимоотношение форм в смеси оказывают влияние длина дня, сроки и способы посева, сроки скашивания, уровень плодородия почвы. На основании опытов сделаны выводы о том, что в посевах клевера при хорошей агротехнике происходит естественный отбор растений, не только приспособленных к местному климату, но также имеющих более длинные стебли. Вследствие такого отбора без какого-либо сознательного воздействия человека в процессе культуры создаются высокоурожайные сорта клевера. Табл. 2. Рис. 3. Библ. 11.

УДК 635.21:631.52

Мировая коллекция картофеля за Полярным кругом и ее использование в селекции. Камераз А. Я. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 86—107.

Работа по испытанию и выявлению сортов картофеля, пригодных для выращивания на Крайнем Севере, была начата на Полярной опытной станции ВИРа И. Г. Эйхфельдом и М. М. Хренниковой. Результаты испытания коллекции сортов показали, что при соблюдении правильной агротехники и подборе соответствующих сортов картофель может давать в условиях Крайнего Севера высокие, устойчивые урожаи. Но все же выделенные из коллекции сорта радикально не решали проблему сортимента картофеля для Крайнего Севера. Необходимо было создать новые сорта, более приспособленные к местным условиям. Была развернута широкая работа по внутри- и межвидовой гибридизации с использованием диких и культурных южноамериканских видов картофеля. В результате длительной работы коллективом специалистов опытной станции создано большое количество сортов, отличающихся урожайностью, раннеспелостью, повышенной крах-

---

УДК 635:631.52

Овощные культуры в Хибинах. Гусев П. П. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 108—126.

Опыт выращивания овощных культур в Хибинах в первые годы показал, что сорта отечественной и зарубежной селекции во многие годы в массе идут в стрелку, что резко снижает урожай. Для получения высоких, устойчивых урожаев овощей на Крайнем Севере необходимо было создать новые сорта, более приспособленные к местным условиям. С этой целью на Полярной опытной станции ВИРа в 1932 г. приступили к селекции овощных культур, которая велась в первые годы под руководством И. Г. Эйхфельда. Изложены кратко итоги селекции капусты, свеклы, моркови, брюквы, редьки, лука, томатов, огурцов и др. культур. Всего на Полярной оп. ст. выведено и улучшено 24 сорта овощных культур. Табл. 1. Рис. 3.

УДК 581.1:631

Особенности физиологических процессов у растений Крайнего Севера. Дадыкин В. П. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 53—70.

В процессе работы И. Г. Эйхфельда в Хибинах над разрешением проблемы земледелия Крайнего Севера было установлено много интересных фактов, касающихся поведения растений в местных условиях. Эти факты имеют научное значение. В условиях Крайнего Севера многие физиологические процессы у растений протекают иначе, чем в более южных районах. Изучению их были посвящены работы автора и ряда других исследователей. Было доказано, что теория т. н. «физиологической сухости» холодных северных почв несостоятельна, и растения Крайнего Севера приспособлены к поглощению воды при пониженных температурах. Установлено, что элементы минерального питания при низкой температуре поглощаются из почвы растениями неодинаково — наиболее затруднено при пониженной температуре поступление фосфора. На Крайнем Севере рекомендуется изменять соотношение основных элементов минерального питания в удобрениях, а также применять внекорневую подкормку. Неправильными оказались представления о том, что растения Крайнего Севера

УДК 575.24:577.391

Зависимость эффекта гамма-облучения семян от экологических условий выращивания растений. Нуждин Н. И., Пастушенко-Стрелец Н. А. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 71—85.

Семена ярового двурядного ячменя сортов Московский-121 и Немчиновский, выращенные в 1964 г. в Эстонии (побережье Финского залива), Хибинах, Теберде (Сев.-Зап. Кавказ на выс. 1300 м), Ленинабаде (Азербайджан. ССР, на выс. 400 м.), на Памире (выс. 2200 м) и в Москве весной 1965 г. облучили гамма-лучами в дозах 6, 9 и 12 кр и высеяли под Моской, а часть вариантов также в Эстонии и на Памире. Снижение всхожести после облучения было наибольшим у эстонской и наименьшим у хибинской репродукции. Особенно значительны были различия во всхожести между репродукциями после облучения дозой 12 кр. Аналогичная картина наблюдалась и по выживаемости. Облучение повторили в 1966 г., применив, кроме указанных, дозу 3 кр. Подсчитывали процент завязывания семян. Плодовитость эстонской репродукции оказалась пониженной по сравнению с другими репродукциями, при этом у сорта Немчиновский она снижалась даже при дозе 3 кр. Памирские условия, наоборот, оказывали

УДК 001 (47) (092)

Жизненный путь, научная и организаторская деятельность Иогана Гансовича Эйхфельда. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 5—45 (русск., эст., англ.)

Герой Социалистического Труда, заслуженный деятель науки Эстонской ССР, член-корр. АН СССР, академик АН ЭССР и ВАСХНИЛ И. Г. Эйхфельд является основоположником земледелия Крайнего Севера. В 1923 г. он основал Хибинский с.-х. пункт на Кольском полуострове, на базе которого затем была создана Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства. За 17 лет работы в Хибинах И. Г. Эйхфельдом и под его руководством специалистами станции разработаны агроприемы, эффективные в условиях Крайнего Севера, и выведено несколько десятков сортов разных культур. С 1940 до 1950 г. И. Г. Эйхфельд был директором Всесоюзного института растениеводства в Ленинграде. В тяжелых условиях блокады коллектив института сохранил ценную мировую коллекцию растений. При эвакуации института весной 1942 г. коллекция была вывезена в тыл, на Урал. По окончании войны И. Г. Эйхфельд затратил много сил на восстановление и налаживание работы института и его опытных станций. В 1946 г. И. Г. Эйхфельд вошел в первый состав действи-

---

УДК 001 (47) (092)

Роль И. Г. Эйхфельда в развитии Академии наук Эстонской ССР. Хейль И. Г. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 46—52.

Характеризуется деятельность Героя Социалистического Труда, заслуженного деятеля науки Эстонской ССР, лауреата Государственной премии, члена-корреспондента АН СССР, академика АН Эстонской ССР и ВАСХНИЛ И. Г. Эйхфельда на посту академика-секретаря Отделения биологических и с.-х. наук АН ЭССР с 1946 до 1950 г., а затем на посту президента АН ЭССР с 1950 г. до настоящего времени. Академия наук Эстонской ССР за годы руководства Эйхфельда превратилась в крупный научный центр, насчитывающий в своем составе 10 научно-иссл. ин-тов и др. научные учреждения, в которых ведутся важные исследования по многим направлениям науки. По некоторым разделам науки работы местных ученых получили широкое признание не только в СССР, но и за рубежом.

УДК 633.2/.3

Развитие научно-исследовательской работы в области культурных пастбищ и ее важнейшие достижения в Советской Эстонии. Тоомре Р. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 168—181.

Одно из центральных учреждений по работе с культурными пастбищами (к. п.) в республике — Эстонский н.-и. ин-т земледелия и мелиорации. Площадь к. п. на экспериментальных базах ин-та достигает 2900 га. На некоторых базах исследования по к. п. ведутся более 40 лет. Исследования по к. п. проводятся также в Эстонском научно-исслед. ин-те животноводства и ветеринарии и в Эстонской с.-х. академии. В республике в исследовательской работе по к. п. участвует около 20 научных сотрудников, в том числе 2 доктора и 9 кандидатов наук.

Из результатов исследований следует отметить: классификацию травостоев к. п. с оценкой агрономических свойств отдельных их типов; выяснение биологических процессов, протекающих в почвах лугов и к. п. и влияния их на урожаи и длительность жизни травостоев; установление рациональных доз удобрения и приемов использования к. п. В течение последних 10 лет по к. п. опубликованы 3 монографии, более 20 брошюр и большое число статей в периодических изданиях. Рис. 2. Библ. 6.

УДК 633.2/.3

Преобразование растительных сообществ при удобрении суходольных лугов. Лийв Я. В сб. «На пути к обновлению земли». К 75-летию И. Г. Эйхфельда. Таллин, «Валгус», 1968, 182—200.

В течение 12 лет изучали процессы формирования сенокосного травостоя при удобрении естественных лугов. Под влиянием удобрения Р и К количество бобовых сначала увеличилось, а затем снизилось и, достигнув на 7-й год минимума, начало снова возрастать. Второй максимум количества бобовых отмечен на 10—11-й годы. Также периодически изменялось по годам и содержание в травостое верховых и низовых злаков. Верховых злаков было больше при удобрении NPK. Содержание осок, разнотравья и особенно мхов под влиянием удобрения сильно снизилось. Урожайность луга в результате удобрения возросла в 2—2,5 раза. На каждый кг $P_2O_5 + K_2O$ получена прибавка урожая 12,1 — 14,9 кг сухого вещества. Средняя прибавка урожая от 1 кг N по фону РК составила 15,3 — 22,0 кг сухого вещества. Периодическое внесение через 2—3 года по 20 т компоста по фону РК обусловило в среднем за 12 лет прибавку урожая на 1 т компоста 3,7 — 5,5 ц с 1 га, или 55,2 — 83,8 кг сухого вещества. Эстонский н.-и. ин-т земледелия и мелиорации. Табл. 5. Рис. 1. Библ. 11.