E. HALLER

Idanemiskeskkonna mõju põllukultuuride saagile

E. HALLER

IDANEMISKESKKONNA MÕJU PÕLLUKULTUURIDE SAAGILE

A-30259

E. HALLER

IDANEMISKESKKONNA MÕJU PÕLLUKULTUURIDE SAAGILE

KIRJASTUS «VALGUS» • TALLINN 1969

631
H 11

Kaane kujundanud T. Aru

Rohke katsematerjali alusel näidatakse, et idanemiskeskkonna tingimused (mulla reaktsioon, temperatuur, vee-, õhu- ja toiterežiim) avaldavad suurt mõju põllukultuuride (lutsern, mesikas, suviteraviljad, hübriidkaalikas) saagikuse kujunemisele.

Idandites ja taimedes esinevate biokeemiliste protsesside ning anatoomiliste muutuste abil, sõltuvalt idanemiskeskkonna erinevustest, tõestatakse, et taimede potentsiaalne saagivõime kujuneb välja juba idanemisfaasis. Lõpuks analüüsitakse praegu rakendatavat tootmistehnoloogiat, näidatakse selle puudusi ja antakse näpunäiteid selle täiustamiseks.

Teos on mõeldud agronoomidele, agronoomiateaduskonna üliõpilastele, brigadiridele ja teistele põllumajandusspetsialistidele ning kõigile põllumajandusega seotud üldbioloogilistest küsimustest huvitatuile.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
75590

4—3—4
65—69

EESSÕNA

Põllumajandusliku toodangu suurenemise ja omahinna alanemise alus on taimekasvatusest saadava saagi pidev suurendamine. Eesti NSV-s on teraviljade keskmine saagikus viimastel aastatel ulatunud üle 20 tsentneri hektari kohta. Samal ajal on eesrindlikud majandid suutnud keskmise teraviljasaagi tõsta 40 tsentneri lähedale ja isegi üle selle. Rekord-teraviljasaagid on ulatunud isegi 75 tsentnerini hektari kohta; niisuguseid saake ei juletud varem lootagi. Kõik see näitab, et keskmisi saake on võimalik meilgi tublisti tõsta. Keskmise teraviljasaagi tõstmine näiteks 35 tsentnerini hektari kohta nõuab, et paljudes majandites peaks saama pidevalt 50—60-tsentnerist ja suuremaidki hektarisaake. Nii kõrgete saakide saamine nõuab aga senisest palju suuremat täpsust kultuuride viljelemiseks rakendatavas agrotehnikas, et rahuldada täiuslikumalt kultuuride bioloogilisi nõudlusi erinevates kasvufaasides. Selleks tuleb omakorda süvendada taimebioloogiasse puutuvaid teoreetilisi teadmisi. Kui käesolev trükitöö suudaks selleks mõningal määral kaasa aidata, on ta oma ülesande täitnud.

Töö lõpus vaadeldakse kriitilise pilguga, kuivõrd praegu rakendatav agrotehnika on kooskõlas tööst tulenevate teoreetiliste seisukohtadega ja milline peaks põhimõtteliselt olema saagi tootmiseks rakendatav tehnoloogia, mis pakuks peale enamsaakide ka senisest märksa suuremaid saagi omahinna alandamise võimalusi.

Töö on mõeldud kasutamiseks laiale lugejaskonnale (agronoomidele, agronoomiateaduskonna üliõpilastele õppevahendina, taimekasvatuse alal töötavatele teaduslikele töötajatele ja aspirantidele, mõningal määral ka brigadiridele ning põllumajandustehnikumide õpilastele), sellepärast on püütud sisu edasi anda populaarteaduslikus vormis.

Töö on eksperimentaalne ja vastava katsematerjali kogumisest on otseselt osa võtnud Eesti Põllumajanduse Akadeemia maaviljeluse kateedri ja Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi põllunduse osakonna kollektiiv.

Töös kasutatud illustreerivat materjali aitasid fotografeerida vanemõpetaja N. Russi (joon. 10, 11) ja K. Kalamees (joon. 1, 12—18, 30—33, 35, 38, 43—45, 49—69).

Metoodilist ja materiaalset abi osutas RNH määramisel Tartu Riikliku Ülikooli Meditsiinilise Teadusliku Keemia-Kesklaboratooriumi teaduslik töötaja M. Kool.

Hindamatut abi osutas Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mikrobioloogia laboratooriumi sektori juhataja bioloogiakandidaat V. Lasting ja keemia-kesklaboratooriumi juhataja farmaatsiakandidaat H. Michelson.

Biokeemilisteks uurimisteks vajalikku aparatuuri lubasid lahkelt kasutada ja andsid vajalikke instruktsioone ka Tartu Riikliku Ülikooli taimefüsioloogia ja biokeemia ning farmakognoosia kateedri kollektiivid.

Kõikidele neile ja siin mainimata abilistele avaldab autor siirast tänu.

Ettepanekutest ja puudustest töös palub autor teatada aadressil: EPA, maaviljeluse kateeder, Tartu.

Tartu, november, 1968. a.

E. Haller

SISUKORD

Eessõna 5

Sissejuhatus 10

I. Idanemisfaasis valitseva mulla reaktsiooni mõju 15

A. Idanemisfaasi soodsa mulla reaktsiooni mõju taime hilisemale kasvule keskmiselt kuni väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel . . . 22

1. Valge mesikas keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel 22
   a) Taimkatte tiheduse kujunemise dünaamika 23
   b) Saak 30
   c) Saagi kvaliteet 41
2. Valge mesikas väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel . . 43
   a) Taimkatte tiheduse ja juurestiku kujunemise dünaamika . . . 44
   b) Saak 53
   c) Saagi kvaliteet 67
3. Lutsern keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel . 67
   a) Taimkatte tiheduse kujunemise dünaamika 69
   b) Saak 69
   c) Saagi kvaliteet 80
4. Lutsern väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel 81
   a) Taimkatte tiheduse ja juurekava kujunemise dünaamika . . . 82
   b) Saak 84
   c) Saagi kvaliteet 102
5. Oder keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal . . . 107

B. Idanemisfaasi ebasoodsa mullareaktsiooni mõju kultuuri hilisemale kasvule ja arengule nõrgalt happelisel kamar-leetmullal kasvades 108

Kokkuvõte 113

II. Idanemisaegse mulla temperatuurirežiimi mõju 115

1. Suvinisu 117

Kokkuvõte 125

III. Idanemisaegse mulla vee- ja õhurežiimi mõju 127
1. Suvinisu 129
2. Oder 137
3. Kaer 145
4. Kaudne katsematerjal ja tootmiskogemused 145
a) Suviteraviljade külviajakatsete tulemuste analüüs idanemisaegse mulla vee- ja õhurežiimi erinevuse alusel 146
b) Erinevate aastate teraviljasaakide kõikumiste seos idanemisaegse vee- ja õhurežiimiga 149
Kokkuvõte 152

IV. Idanemisaegse mulla toiterežiimi mõju 154
1. Suvinisu 160
2. Oder 162
3. Hübriidkaalikas 167
Kokkuvõte 170

V. Idanemiskeskkonna mõju põllukultuuride mõningatele füsioloogilis-biokeemilistele protsessidele 171
1. Idanemiskeskkonna mõju valge mesika rakkude ja kudede füüsikalis-keemilistele omadustele ja mõningatele füsioloogilis-biokeemilistele protsessidele 172
a) Isoelektriline täpp ja pH 172
b) Hapendus-taanduspotentsiaal 177
c) Mõningate fermentide aktiivsusest 182
d) Hingamise intensiivsus 192
e) Ribonukleiinhappe sisaldusest 197
f) Vabade aminohapete sisaldusest 202
2. Idanemisaegse väliskeskkonna mõju odra idandite rakkude ja kudede füüsikalis-keemilistele omadustele 207
a) Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra iduvarre rakkude Eh-, rH_2-, pH- ja IET-le 207
b) Idanemisaegse toiterežiimi mõju odra iduvarre rakkude Eh-, rH_2- ja pH-le 209
Kokkuvõte 211

VI. Idanemiskeskkonna mõju taimede sünteesivõime kujunemisele . . . 215
1. Väliskeskkonna mõju rakkude ja nende organoidide ehitusele . . 215
a) Rakkude ja kudede sünteesivõime kujunemine tsütoloogilis-biokeemilisest seisukohast 216
b) Keskkonnatingimuste mõju mitokondrite ehitusele ja tegevusele 220
2. Idanemiskeskkonna mõju taime tulevaste sünteesiorganite ja määrava tähtsusega tsentrumite arengule 226
a) Juurte süsteem 226
b) Maapealsed organid 231
c) Teraviljade maa-alune varrelüli ja selle kiudsoonte kimbud . . 235
Kokkuvõte 245

VII. Tööst tulenevad praktilised järeldused ja ettepanekud saagikuse tõstmiseks ja saaduste omahinna alandamiseks 247
1. Kõrge saagi saamiseks vajalikud eeldused 247
2. Saagi tootmiseks rakendatava tehnoloogia põhilised puudused . . 248
3. Milline peaks olema teoreetilistele nõuetele vastav saagitootmise tehnoloogia põhimõtteliselt? 251
4. Milliseks peaks kujunema tuleviku maaviljelus üldjoontes? . . . 253
5. Mida annab kirjeldatud tootmistehnoloogiliste põhimõtete ellurakendamine? 254
6. Kuidas rakendada maaviljelusliku tootmise ratsionaliseerimise põhimõtteid kiiremini praktikasse? 254
Kokkuvõte 255
Üldkokkuvõte 255
Kirjandus 261

SISSEJUHATUS

Maaviljelus (sõna kõige laiemas mõttes) on tootmisala, kus produtseeritakse otseselt või kaudselt inimese eksisteerimiseks ja tegevuseks kõige vajalikumat — energiat tema igapäevase tööduna. Maaviljelus on seega põhitootmisala, mille tasemest sõltub inimese tegevus ka kõikidel teistel aladel.

Kasvatatavate kultuuride saagikuse tõstmine ja saaduste omahinna alandamine on äärmiselt suure rahvamajandusliku tähtsusega ülesanne, millele korduvalt on juhitud tähelepanu NLKP kongressidel ja Keskkomitee pleenumitel.

Saagikuse tõstmine on võimalik ainult kompleksabinõude rakendamisel. Selleks on kõigepealt vaja tootja tahet, mis omakorda sõltub majanduslikust huvitatusest, teiseks — majanduslikke ressursse ja kolmandaks — teadmisi.

Kui tootjal puudub huvi saakide suurendamiseks, on vähe kasu tehtud investeeringutest ja teadmisedki ei kanna kuigi suurt vilja. Seepärast taotleb NLKP märtsipleenum (1965) tootjate materiaalse huvitatuse tõstmist.

Kui tootmise majanduslik baas on nõrk, ei suudeta rakendada tootmistehnoloogiat nii nagu peaks. Loomulikult jääb siis kasutamata ka teaduse suur abi.

Kui aga tootmises puudub vastav teaduslik alus või see on vildak, muutuvad majanduslikud investeeringud vähetasuvaks ja tootjate töö ei ole tulemusrikas.

Käesoleva töö eesmärgiks on anda omapoolne osa nende teadmiste alusmüüri, millest sõltub põllukultuuride saagikus.

Saagikus ehk saagitase, mille all mõeldakse pinnaühikult koristatud saaki, sõltub mullastik-klimaatilistest, agrotehnilistest ja bioloogilistest teguritest.

Kõige sagedamini tuuakse madalate saakide põhjuseks ebasoodsat ilmastikku. Stiihilises maaviljeluses, nagu seda näitas V. R. Viljams (1950) Tškalovi oblasti Buzuluki rajooni saakide kohta (1866—1932), on ilmastikul, eriti sademete hulgal määratu tähtsus saagikusele. Üksikutel aastatel varieerusid nisusaagid 0,5—100 puuda piires tiinu kohta (ca 0,1—15,0 ts/ha). Saakide kõikumine oli seega 200-kordne.

Sademetevaestes piirkondades on saakide stabiliseerimise ja tõstmise tõhusaks abinõuks niisutussüsteemide rakendamine. Kuid nagu eespool mainitud, pole saagi kõikumised tingitud ainuüksi sademete vähesusest.

Ka Eestis on aastaid, kus sademeid on olnud vegetatsiooniperioodil väga vähe, kuid saakides sajakordseid vahesid siiski ei ilmne. Võtame näiteks 1963. aasta, mis oli Eestis üks sademetevaesemaid. Eesti Põllumajanduse Akadeemia Eerika õppe-katsemajandis oli nimetatud aastal ühes meie katses külvist kuni koristamiseni sademeid ainult 49,3 (!) mm. Ometi saadi ilma täiendava niisutamiseta hektarilt 16,3 ts otra (puhastatud ja kuivatatud viljana).

On üldiselt teada, et Kagu-Eesti kuppelmaastikul on eriti põuakartlikud kuplite laed ja järsud nõlvad. 1967. aasta pikka põuaperioodi, juuni teisest poolest kuni augustikuu alguseni, oli viljadel eriti raske taluda.

Juuresolev foto (joon. 1), mis on tehtud ühelt niisuguselt kuplilt Võru rajooni kolhoosis «Oktoober» 3. augustil 1967. a., näitab, et isegi niisugustes tingimustes võib vili kasvada hästi ja tõotab anda kõrget saaki.[1] Selgub, et ilmastikutingimused, mis stiihilise maaviljeluse puhul on peamiseks saagi suuruse määrajaks (Vil-



Joonis 1. Oder põudakartval kuplil Võru rajoonis (kolh. «Oktoober») 1967. a. põuasel suvel (3. aug.) kõrgema ja madalama saagiga alalt.

[1] Bioloogiline saak paremal alal 35—40 ja kehvemal 10—12 ts/ha.

jams, 1950), ei ole seda teadlikult organiseeritud maaviljeluse korral (vähemalt meie oludes).

Saakide suured kõikumised aga võivad ilmneda isegi küllaldaste sademete korral, olgugi et muud kasvutingimused on olnud enamvähem ühesugused.

Võtame näiteks kaks enam-vähem ühesuguse sademetehulgaga aastat — 1942 ja 1943. Kaer külvati katsetes mõlemal aastal mullaharimise esimesel võimalusel tüüpilisele kamar-karbonaatmullale ühesuguse eelvilja, väetusrežiimi ja muu agrotehnikaga (Eesti Maaviljeluse Instituudi Kuusiku Katsebaasis). Kaera vegetatsiooniperioodil oli sademeid 1942. aastal 301,8 ja 1943. aastal 342,9 mm[1]; kaerasaak oli 1942. aastal 26,7 ja 1943. aastal 10,5 ts hektarilt. Seega oli saagivahe 2,5-kordne. Sealjuures oli sademeid kaera loomiseelsel perioodil ühe nädala kestel 1942. aastal 0,0 ja 1943. aastal 63,6 mm; sademetega päevi oli esimesel aastal 53 ja teisel 57. Efektiivsete temperatuuride (Aruksaar jt., 1964) summa oli 1942. aastal 1082 ja 1943. aastal 1001° C. Temperatuuri selline erinevus ei põhjusta nii suurt vahet saagis. Sama nähtus ilmneb Eesti keskmistes teraviljasaakides ka 1964. ja 1965. aastal. 1964. aasta keskmine teraviljasaak oli 16,3 ja 1965. aastal 21,8 ts/ha. Senise arvestamisviisi alusel aga olid ilmastikuolud 1965. aastal taimekasvuks vähem soodsad kui 1964. aastal. Millega seda seletada?

Kuna mullastiku, väetamise, harimis- ja hooldustöödega saavutatud kasvutingimused olid eespool võrreldud (1942—43) katsetes ühesugused ja 1965. a. kasvutingimused Eestis ei olnud paremad kui 1964. aastal, siis selgub, et vastuolusid saakides aastail 1942—1943 ja 1964—1965 pole võimalik seletada nende kasvutingimustega, mis valitsesid sel ajal, kui toimus taimede põhiline orgaanilise aine loomine — fotosüntees.

Ka mullastiku omadused ei ole teaduslikule alusele rajatud maaviljeluse korral enam saagi suuruse kujunemisele määrava tähtsusega teguriks. Seda näitavad meile eesrindlikud majandid ja eesrindliku põllumajandusega riigid. Näiteks on Taani kõikjal tuntud kõrgete saakidega põllumajandusliku maana. Sealne teraviljasaak oli 1956—1958. aastate keskmisena 34,62 ts hektarilt (О применении мин. удобр., 1963). Seejuures on teada, et valdavaks mullaerimiks Taanis on liivmuld (Гансен, 1962), mida peetakse madala viljakusega erimiks.

Harju rajooni mullad on üldiselt põuakartlikud ja neid on peetud väheviljakateks. Ometi on nimetatud rajoonis teraviljasaagid olnud viimastel aastatel kõige kõrgemad.

Kõrge maaviljeluskultuuriga maades ja majandites on seega peamiseks saake määravaks teguriks rakendatav agrotehnika — saagi saamiseks kasutatav tootmistehnoloogia.

---

[1] Kuusiku agrometeoroloogiajaama andmetel, mis asub katsepõllust ca 0,8 km kaugusel.

Kultuuride kasvatamiseks rakendatava agrotehnika otseseks ülesandeks on mulla füüsikaliste ja agrokeemiliste omaduste muutmine ning nende kohandamine vastavalt viljeldatava kultuuri bioloogilistele nõuetele. Seoses sellega elustuvad mullas tavaliselt ka taimedele kasulikud mikrobioloogilised protsessid, mis omakorda aitavad kaasa kultuuride kasvutingimuste paremaks muutmiseks (Красильников, 1949; Виноградский, 1952; Федоров, 1954; Мишустин, 1956). Seega eeldab teadlik saakide tõstmine kõigepealt taime bioloogiliste nõudluste ja tema saagikuse (saagivõime) kujunemise teoreetiliste aluste üksikasjalikku tundmist ontogeneesis.

Saakide kõikumise ja madala saagikuse põhjusi on senini otsitud peamiselt neist kasvukeskkonna erinevustest, mis on valitsenud sel taimekasvuperioodil, mil toimub taimede fotosüntees.

Käesolevas töös on pööratud eriline tähelepanu taimekasvu kõige esimesele faasile — seemne idanemisperioodile ja püütakse tõestada autori (Haller, 1961; Халлер, 1963) poolt varem püstitatud hüpoteesi, mille järgi *põllukultuuride saagikus, samuti saak, sõltub suurel määral ka nendest väliskeskkonna tingimustest, mis valitsevad seemne idanemise perioodil.* Taime idanemisfaasis toimuvate muutuste kaudu püütakse leida vastuseid ka kõigile eespool lahtiseks jäänud küsimustele.

Tähelepanelikud praktikud — taimekasvatajad — on pikaajaliste kogemustega sageli jõudnud järeldusele, et suure saagi annavad ainult need taimed, mis juba tärkamisel on lopsakad.

Nõukogude Liidu auakadeemik V. I. Edelštein (Эдельштейн, 1964) ja akadeemik N. N. Kulešov (Кулешов, 1963) tähendavad, et hea saagi saamiseks on kõigepealt tarvis saada vajaliku tihedusega varajased, lopsakad ja tugevad tõusmed.

Samale järeldusele on jõudnud ka ameerika farmerid, väites, et vahelthariatavatele kultuuridele (puuvill, suhkrupeet, sojauba jt.) on suure saagi saamiseks vaja luua kõigepealt optimaalsed tingimused nende seemnete idanemiseks (Wadleigh, 1957).

Teaduslikud tööd, kus käsitletakse idanemisaegsete väliskeskkonna tingimuste mõju taimede edaspidisele kasvule ja arengule ning saagile, on senini olnud seotud peamiselt temperatuuri kui taimekasvufaktori mõju selgitamisega. Siia kuuluvad taimede põua- ja külmakindluse tõstmisega seotud uurimistööd.

Rohkesti on küll töid, mis käsitlevad idanemisele järgnevates faasides valitsevate keskkonnatingimuste mõju saagile, või kus idanemisfaas on ühendatud temale järgneva orasefaasiga üheks perioodiks.

Kõikides nendes rohkearvulistes töödes, mis lähtuvad T. D. Lõssenko (1949) taimede stadiaalsest arenemisteooriast, vaadeldakse ka keskkonnatingimuste mõju seostatuna sellest teooriast tulenevate staadiumidega. Et selle teooria järgi kõige esimene arenguaste — jarovisatsioonistaadium — haarab endasse nii idanemisfaasi kui ka orasefaasi kuni kasvukuhiku diferentseerumise alguseni

(Пшеница в СССР, 1957), siis on ka kõikides sellealastes töödes keskkonnatingimuste mõju kultuuride kasvule ja arengule püütud seostada nimetatud perioodiga. Suviteraviljade korral kuulub näiteks jarovisatsioonistaadiumi taimede areng külvist kuni orase 2—3 lehe faasini.

Veelgi rikkalikum on kirjandus, mis käsitleb kultuuride väetamist. Väga sageli reguleeritakse ka väetamisega idanemiskeskkonna tingimusi, kuid mitte ainult idanemiskeskkonda, vaid ka idanemisele järgnevates kasvufaasides valitsevaid keskkonnatingimusi summaarselt. Seepärast pole üldiselt põhjust siinkohal väetamisküsimust käsitleda. Mööda ei saa aga minna väetise andmise viisidega seotud probleemidest, sest siin on mõningaid võimalusi ka idanemiskeskkonna mõju diferentseeritud selgitamiseks.

Väetamisega on tihedalt seotud ka mikroelementide ja teiste kemikaalide kasutamine kasvu stimuleerimiseks. Et neid kasutatakse kas seemnete külvieelsel töötlemisel või koos põhiväetisega, mille mõju sellise kasutamisviisi puhul ei piirdu ainult idanemisperioodiga, siis pole siinkohal nende käsitlemine vajalik.

Keskkonna reaktsiooni kui taime kasvuteguri tähtsuse selgitamiseks on kirjandus väga ulatuslik. Siia kuuluvad tööd, mis on seotud muldade lupjamisega, ja teoreetilised tööd, mis selgitavad reaktsiooni mõju taimede kasvule ja arengule. Neist rohkearvulistest väljaannetest käsitleme ainult seda osa kirjandusest, mis otseselt või kaudselt aitab selgitada taimekasvu algfaasis mõjuva keskkonna reaktsiooni ja Ca kui toitaine mõju taime edasisele kasvule ja arengule.

Mulla vee- ja õhurežiimi reguleerimisega on seotud otseselt või kaudselt kõik mullaharimise, osaliselt ka hooldustööd. Sellealane kirjandus on väga ulatuslik. Et nimetatud agrotehnikavõtete tulemusel saavutatud vee- ja õhurežiim avaldab mõju juba külvist alates kõikides taimekasvufaasides, siis ei saa siin vastust küsimusele, milline tähtsus on taime edaspidisele kasvule ja arengule ning ühtlasi ka saagile sellel vee- ja õhurežiimil, mis valitseb seemne idanemisfaasis. Seepärast pole põhjust vastava ala kirjanduse käsitlemiseks. Püütakse välja tuua ainult seda, mis otseselt või kaudselt on seotud idanemisaegse vee- ja õhurežiimi tähtsuse selgitamisega.

I. IDANEMISFAASIS VALITSEVA MULLA REAKTSIOONI MÕJU

Lubiväetise mõju avaldub mitmekülgselt. Ta reguleerib mulla reaktsiooni ja rikastab taimede toitekeskkonda Ca-ga. Käesolevas töös on käsitletud mainitud efekte summaarselt.

Olgugi et muldade lupjamise kui praktilise võtte kohta on ilmunud töid juba 1771. aastal (Нартов, 1771), on Ca tähtsust taimetoiteelemendina hakatud selgitama märksa hiljem.

Böhm (Sitzungsberichte, 1875) oli esimesi teadlasi, kes korraldas katseid kaltsiumi mõju selgitamiseks õisoa (*Phaseolus multiflorus* Willd.) idanemisele ja kasvule, nagu see selgub Viini Teaduste Akadeemia 1875. aasta aruandest. See on aga rohkem kui 100 aastat pärast eespool mainitud töö ilmumist. Böhmi katsetest selgus, et destilleeritud vees idanenud õisoa idandid peagi hukkusid, kuid Ca-soolade lisamisel arenesid nad normaalselt. Autor teeb siin järelduse, et seemnetes leiduvatest Ca-varudest iga kord ei jätku normaalseks idanemiseks. Böhmi järgi soodustab Ca tärklise liikumist õisoa idulehtedest (endospermist) idusse, samuti ka üksikutesse osadesse idus.

D. N. Prjanišnikov (Прянишников, 1895) pööras tähelepanu Böhmi poolt tõstatatud küsimuse uurimisele juba ulatuslikumalt ja üksikasjalikumalt. 1895. aastal ilmunud magistritöös selgitab ta Ca-soolade mõju seemnete idanemisele ja jõudis järeldusele, et Ca-puudusel on raskendatud idanevates seemnetes süsivesikute ja valkude kui varuainete mobiliseerimine, mille tagajärjel idandid hukkuvad. Hilisemates taimekasvufaasides ei ole Ca kõrgematele taimedele tingimata tarvilik (Прянишников, 1895). Seega on Böhm ja Prjanišnikov esimesi autoreid, kes on Ca osas selgitanud idanemiskeskkonna tingimuste mõju taimedele. Et katsed korraldati vesikultuuris, kus keskkonnas valitses täielik Ca-puudus, saadi ka äärmuslikud tulemused — taimed hukkusid juba orasefaasis. Looduses vaevalt esineb sellist äärmuslikku olukorda. Missugust mõju avaldab aga idanemisfaasis esinev Ca-nappus (mitte täielik puudumine) järgnevale saagile, jäi nendes töödes loomulikult lahendamata.

Austraallane N. S. Tiver (1960) märgib, et taimede seemned on

enamasti väga madala Ca-sisaldusega ja seepärast ilmneb Ca-vajadus juba taimekasvu varajases staadiumis. Kui näiteks ristikulehed koos lehevartega sisaldavad kuivaines kaltsiumi 2,76%, risoomid 0,63% ja juured 0,15%, siis seemnetes on seda ainult 0,03%. Kõige selle tulemusena on ühes seemnega külviritta antud lubiväetis koos superfosfaadiga tõstnud Austraalias valge ristiku ja lutserni saake tunduvalt rohkem, võrreldes samade väetiste kasutamisega hajukülvis (Tiver, 1960).

Keskkonna reaktsiooni tähtsust taimekasvule hakati selgitama alles Esimese maailmasõja perioodil. «D. R. Hoagland (1917) oli tõenäoliselt esimene, kes näitas vastavate uurimustega, et kõrgemate taimede areng sõltub toitekeskkonna happesuse astmest, väljendatuna pH abil,» märgib O. Arrhenius (1926). Hoagland uuris 1917. aastal H- ja OH-ioonide kontsentratsiooni mõju odra idandite kasvule.

Pisut hiljem (1920. a.) korraldasid R. M. Salter ja T. C. McIlvain (1920) vastavad katsed toitekeskkonna reaktsiooni tähtsuse selgitamiseks juba mitmete kultuuride idanemisele ja idandite kasvule. Nendeski katsetes jälgiti taimede arengut lühikese kasvuperioodi, esimese 2—3 nädala kestel. Nimetatud autorid tulid järeldusele, et seemned idanevad võrdlemisi ühesuguselt laia pH-skaala juures, kuid hilisematel arenguastmetel hävisid need taimed, mis idanesid ja kasvasid näiteks pH 3,0 ja väga kõrge alkaalse reaktsiooni puhul. Et nendes katsetes taimed kasvasid külvist alates kuni katse lõpuni vastavates pH-tingimustes ja idanemine toimus normaalselt kõikides pH-astmetes, siis jääb mulje, nagu oleks taimede hilisemat hävitamist põhjustanud see keskkonna reaktsioon, mis valitses hilisemal kasvuperioodil.

Arrhenius (1926) uuris esimesena reaktsiooni mõju mullas kasvavatele taimedele kogu vegetatsiooniperioodi kestel — külvist kuni valmimiseni. Vastav mulla reaktsiooni aste saavutati vajaliku hulga väävelhappe (H_2SO_4) või seebikivilahuse (NaOH) lisamisel mullale selle hoolikal läbisegamisel. Katsed korraldati vegetatsioonikatsetena väga paljude põllukultuuridega aastail 1923—1924. Et vältida mulla reaktsiooni erinevuse mõju idanemisele ja sellest tulenevaid muutusi saagis, külvati igasse nõusse kindel hulk seemneid, mille tärkamist jälgiti 1—2 nädala kestel. Seejärel *harvendati* taimed igas nõus ühtlasele arvule (Arrhenius, 1926). Nagu selgub nendest katsetest, püüti vältida saagi sõltuvust idanemisaegsest mulla reaktsioonist. Et mullas valitses teatud reaktsiooniaste kogu vegetatsiooniperioodi kestel külvist valmimiseni, polnudki võimalik eraldi vaadelda idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju. Arrheniuse katse tulemustest on huvitav märkida näiteks seda, et lutserni kõige kõrgem saak saadi pH 7,2—7,7 korral; pH 5,7 puhul kasvanud lutsernisaak oli vaid 29% sellest, mis saadi pH 7,2 korral. Lutsernisaak äpardus täielikult, kui pH oli 4,9 (üks katse) ja 4,2 (teine katse) (Arrhenius, 1926).

E. Hiltneri (1924) järgi on lutserni normaalseks kasvuks vajalik mulla reaktsioon pH 6,7 ja 8,5 vahel.

Eestis on muldade lupjamist ja selle teoreetilisi aluseid väga ulatuslikult uurinud O. Hallik (1941, 1948, 1950, 1953, 1959, 1963, 1965). On välja selgitatud lupjamist vajavad mullad, mille kohta on koostatud vastav kaart, lupjamiseks sobivad lubjalasundid, nende paiknemine ning lubimaterjali hulk vastavates lasundites ja selle omadused, samuti ka lupjamise efekt peaaegu kõikide põllukultuuride korral, kaasa arvatud põlevkivilendtuha kasutamisel. Kõik see on olnud väga vajalikuks aluseks ulatuslikule muldade lupjamise aktsioonile, mida O. Hallik juurutas juba hulk aastaid ja mida praegu jätkatakse edukalt ning laiaulatuslikult riiklikus korras.

Missugune osatähtsus on aga taimede saagis sellel lubiväetisel, mis mõjustab seemne idanemisperioodi, jäi senini veel selgitamata.

Nõukogude Liidus pööratakse muldade lupjamisele ja selle teoreetiliste aluste selgitamisele suurt tähelepanu, eriti 1931. aastast alates, mil loodi Üleliiduline Väetiste ja Agromullateaduse Instituut ning selle allasutusena — Lupjamislaboratoorium. Valdav enamik muldade lupjamise kohta avaldatud töödest käsitleb lupjamist, ilma et sellega seostataks üksikuid taimekasvufaase. Lubiväetiste põhiliseks andmise viisiks on suuremate koguste kasutamisel nende jaotamine osalt künni alla ja osalt peale, nii et nad järgneval mullaharimisel seguneksid ülemise mullakihiga (Hallik, 1953; Кедров-Зихман, 1956; Шедеров, 1960). Väiksemate ($^1/_2$ ja $^1/_4$ lubiväetise täisannusest) koguste kasutamisel soovitatakse lubiväetised anda ülemisse mullakihti nii, et nad järgneva kultiveerimise, randaalimise või äestamisega mullaga hästi seguneksid (Hallik, 1953, 1955; Ярусов, 1955; Кедров-Зихман, 1956; Кнопов, 1957). Seal, kus lubiväetisi on eriti vähe, soovitatakse neid anda 2—3 tsentnerit koos seemnega, et tõsta väikese lubiväetiskoguse efektiivsust (Eichfeld, Priilinn, 1955; Ярусов, 1955; Кедров-Зихман, 1956).

Nõukogude Liidus hakkas keskkonna reaktsiooni mõju taime arengufaasidele esimesena uurima S. S. Jarusov (Ярусов, 1955). Aastail 1944—1945 korraldatud vegetatsioonikatsetes maisiga ta aga idanemisfaasile tähelepanu ei pööranud. Katsekultuuri seemned idandati destilleeritud veega niisutatud liivas. Kui nendest olid arenenud juurte ja lehtedega taimed, istutati nad vegetatsiooninõudesse edasikasvatamiseks vesikultuuris nii, et üks osa taime juurtest oli erinevates reaktsiooni- ja toitumistingimustes.

Samal perioodil korraldati katsed ristiku ja timutiga liivkultuuris, kusjuures katsetaimed kasvasid ühe kuu kestel esmalt ühtlastes reaktsioonitingimustes ja seejärel muudeti mulla reaktsiooni vastavate kemikaalidega, mida lisati toitelahusele kuni soovitud pH-taseme saavutamiseni. Katse kestis umbes 2,5 kuud. Autor tuli järeldusele, et ristiku ja timuti kasvule on määrava tähtsusega mulla happesus kasvu esimesel kuul (Ярусов, 1955).

1951. ja 1952. aasta kestel korraldas Jarusov terve rea põldkat-

seid lubiväetise andmise viiside võrdlemiseks, kuid katsemetoodika on selline, et siinkohal ei saa välja tuua lubiväetise mõju seostatuna üksikute kasvufaasidega.

Huvi pakuvad Jarusovi poolt kirjeldatud katsed väikeste lubiväetiskoguste andmisest külviritta (Ярусов, 1955). Võrreldi lubiväetise andmist koos seemnega, lubiväetise andmist samasse külviritta seemnete alla 2—3 cm sügavusse ja seemnerea kõrvale, seemnete asukohast 2—3 cm sügavamale. Katsed näitasid, et lubiväetise asetamine külviritta seemnete alla 2—3 cm sügavusse, võrreldes koos seemnetega külviritta andmisega, tõstis ristiku puhul lubiväetise efektiivsust. Vastupidi, külvirea kõrvale ja mõni sentimeeter sügavamale asetamine vähendas lubiväetise efektiivsust. Kõige paremaid tulemusi saadi siis, kui lubiväetis segati külvireas enne mullaga ja alles siis asetati sinna seeme. Kõik see *viitab idanemiskeskkonna normaliseerimise vajadusele,* kuid autor ei pööranud sellele siiski mingil määral tähelepanu.

O. K. Kedrov-Zichman, muldade lupjamisalase uurimistöö üks tähtsamaid juhte Nõukogude Liidus, on samuti avaldanud mitmeid töid, mis näitavad lubiväetiste suurt mõju just taimekasvu algfaasides. Siingi on mõiste «taimekasvu algfaas» täpsemalt piiritlemata. Näiteks resümeeritakse 1952. aastal avaldatud töös (Кедров-Зихман и др., 1952), et lubiväetis, mida anti happelisel mullal üks kuu pärast seemnekülvi, andis märksa nõrgema ristikukasvu kui sama lubiväetis, antuna külvi eel.

1959. aastal avaldavad O. K. Kedrov-Zichman ja F. I. Semenova (Кедров-Зихман и Семенова, 1959) katseandmed mitmesuguste rühvelkultuuride (tomat, nuikapsas, söödapeet, redis) lupjamisviiside kohta. Katsetaimed kasvatati ette lavades ja hiljem istutati põlluie. Osa katsetaimedest kasvas lavades happelisel, teine osa lubjatud mullal. Põllul aga istutati lavas mõlemal foonil kasvanud taimed nii lubjatud kui ka lupjamata foonidele. Katsetulemustest tehakse järgmine suure teoreetilise tähtsusega järeldus: on äärmiselt tähtis, et taim pärast tärkamist [1] satuks soodsasse mulla reaktsiooni ja teistesse muldade lupjamisega kasvavatesse soodsatesse tingimustesse. Seda, mis on kaotatud lupjamise suhtes taimekasvu alguses, ei saa tasa teha lupjamisega taimekasvu hilisemal perioodil (Кедров-Зихман и Семенова, 1959, lk. 97).

Nagu näeme, on nendelgi taimekasvu algusperioodi mõiste üsna ebamäärane. Ta haarab endasse idanemisperioodi koos tärkamisjärgse perioodiga kuni taimede mitmelehefaasini.

Selline täpsemalt piiritlemata mõiste — «taimekasvu algusfaas» figureerib ka paljudes teistes töödes, kus püütakse muldade lupjamise efekti siduda taimekasvu faasidega (Авдонин и др., 1954, 1959; Кнопов, 1957; Пирсон, 1959; Лебин, Яковлев, 1960), mille all

[1] Autori märkus.

tavaliselt mõeldakse kas tärkamisjärgset teatud pikkusega perioodi või idanemisfaasi koos tärkamisjärgse perioodiga.

M. F. Kornilov, N. L. Blagovidov ja S. K. Zaleski (Корнилов, Благовидов, Залесский, 1951) olid esimesed Nõukogude Liidus, kes püüdsid siduda lubiväetise mõju taime arengufaasidega täpsemalt. Nad korraldasid aastail 1948—1950 rea vegetatsioonikatseid, kus lubiväetis segati mulda vastavalt variantidele kihtide viisi: 0—7 cm ja 7—20 cm. Katsekultuurideks olid oder ja ristik ning hiljem ka suvinisu, hernes, timut ja sinep. Muld katsetes oli kergelt leetunud liivsavi, mille pH oli 4,6. Lubiväetist kasutati sellises koguses, et lubjatud kihi pH tõusis 6,5-ni.

Katsetulemused näitasid pindmise mullakihi lupjamise suurt efektiivsust. Kui näiteks odra terasaak vegetatsioonnõu kohta oli lupjamata variandil 1,0 g, siis seal, kus lubiväetis oli antud ainult alumisse 7—20-cm kihti, oli see peaaegu sama suur — 1,2 g. Kui aga lubiväetis oli segatud ainult ülemisse 7-cm mullakihti, tõusis odrasaak 8,2 g-ni vegetatsioonnõu kohta. Variandis, kus oli lubjatud nii ülemine kui ka alumine mullakiht, oli odrasaak 11,4 g.

Katsekultuuride juurte süsteemi arengut jälgides leiti, et ülemiste mullakihtide lupjamisel ei suurene juurekava mitte ainult ülemises lubjatud, vaid ka selle all asuvas lupjamata horisondis. See on suure bioloogilise tähtsusega asjaolu.

Autorid teevad katsetulemustest suure teoreetilise tähtsusega järelduse: *mulla happelisuse suhtes tundlike kultuuride kasvatamisel omab happelisuse neutraliseerimine seemne idanemise ja noorte juurte kasvutsoonis otsustava tähtsuse* (Корнилов и др., 1951). Seepärast on väikeste lubiväetisnormide kasutamisel vaja anda väetist noorte juurte otsesesse kasvukeskkonda. Nimetatud autorid korraldasid ka vastavaid põldkatseid, kus lubiväetis (2—3 ts/ha) anti näiteks koos põldheinaseemnega külviritta. Selle võtte efekt oli suur — enamsaagiks saadi kuni 12,1 ts heina hektarilt.

Hoolimata neist väga selgetest ja veenvatest tulemustest ei lähtu autorid siiski oma teoreetilistest üldistustest lubiväetiste kasutamiseks antavates praktilistes nõuannetes. Nii soovitatakse näiteks põldheinale lubiväetist anda ka esimesel kasvuaastal või koguni esimesel kasutusaastal pealtväetisena pinnale (Корнилов и др., 1951). See näitab, et autorid hindavad küll pindmiste mullakihtide reaktsiooni reguleerimise vajadust, kuid ei seo seda küllaldasel määral taime ontogeneetilise arenguga. Kaugeltki ei ole ükskõik, kas happelisuse suhtes tundlikud kultuurid saavad lubiväetise hüvesid kasutada kõige varajasemates arengufaasides või aastavanuste taimedena.

Ka hilisemate autorite töödes, kus püütakse siduda keskkonna reaktsiooni mõju taime kasvufaasidega, ei pöörata küllaldast tähelepanu taimekasvu kõige varajasemale — idanemisperioodile. Nii näiteks korraldasid N. S. Avdonin ja N. A. Kolosova (Авдонин, Колосова, 1959) 1958. aastal katsed odraga, kus uuriti toite-

keskkonna reaktsiooni mõju alles tärkamisjärgsel perioodil (5 päeva vanustest *taimedest* alates kuni 25 päeva vanusteni), idanemisperioodile tähelepanu pööramata. Katsetulemustest teevad autorid järelduse, et oder on kõige tundlikum mulla reaktsiooni suhtes esimese 25 päeva kestel *pärast tärkamist*. Selline järeldus näitab, et autorid on küll veendunud keskkonna reaktsiooni reguleerimise vajaduses taimekasvu alguses, kuid mõtlevad selle mõiste all tärkamisjärgset perioodi, kui taimedel on juba arenenud rohelised lehed ja teatud määral ka juurekava.

Avdonini jt. (Авдонин и др., 1954) varajasemates katsetes uuriti ristiku, lutserni ja timuti korral erineva mulla reaktsiooni mõju 20-päevaste perioodide kaupa, alates külvist. Siin selgus, et kõige kahjulikumat mõju avaldas taimekasvule happeline mulla reaktsioon esimese 40—50 päeva kestel. See mõju avaldus nii tugevasti, et järgnev mulla reaktsiooni tõstmine neutraalse astmeni ei suutnud taimekasvu enam normaliseerida. Hoolimata sellest et katseperiood haaras endasse ka idanemisperioodi, teevad autorid järgmise järelduse: ristik, lutsern ja timut on happelise mulla reaktsiooni suhtes kõige tundlikumad kohe pärast tärkamist. Idanemisperioodil, kui taim toitub peamiselt seemnes olevatest varuainetest, avaldab happeline mullareaktsioon samuti kahjulikku mõju, kuid mõnevõrra vähem kui tärkamisjärgsel kasvuperioodil (Авдонин, Кузина и Лебедева, 1954).

Huvitav on märkida, et Kornilovi jt. (Корнилов и др., 1951) tööst tulenev teoreetiline üldistus, mis rõhutab reaktsiooni reguleerimise vajadust just idaneva seemne ja noorte juurte kasvutsoonis, ei ole leidnud kuigi suurt arvestamist hilisemate autorite juures, kes on uurinud sama küsimust. Idanemisfaasis valitsevale keskkonna reaktsiooni mõjule pööratakse tähelepanu kas liiga vähe või üldse mitte.

Uurides liikuva alumiiniumi kahjulikku mõju taimekasvule on paljud autorid püüdnud seda samuti siduda taime kasvufaasidega. Ka siin lülitatakse katsetes idanemisfaas Al mõjust hoopis välja (Голубев, 1954) või seostatakse Al kahjulik mõju taimekasvu algstaadiumi ebatäpse mõistega (Мещеряков, 1937; Авдонин, 1957).

Esimesi töid, kus keskkonnatingimuste mõju püütakse siduda kindlate kasvufaasidega ja nimelt idanemisfaasiga, ilmub E. Hallerilt 1957. aastal. Katses idandati mesikaseeme karbonaatses mullas teatud määrani (36 tundi). Seejärel korjati seeme karbonaatsest mullast välja ja külvati happelisse mulda. Tulemused olid üllatavad. Karbonaatses mullas idanemist vaevalt alustanud seeme kasvas happelisel mullal normaalselt edasi, kuna samasse happelisse mulda külvatud eelidandamata seemnest kasvasid taimed väga kiduratena ja suur hulk neist hukkus juba külviaastal. Mõlemal juhul olid seemned inokuleeritud happelisse mulda külvamise eel.

1959. aastal ilmusid P. K. Kovalenko (Коваленко, Бабенко,

1959) ja V. I. Babenko, P. K. Kovalenko (Бабенко, Коваленко, 1959) tööd, kus samuti selgitatakse idanemisperioodil valitsevate keskkonnatingimuste mõju odra kasvule. Katses leotati odraseemet 6 päeva kestel mitmesuguse pH-astmega vesilahuses, mida õhustati läbipuhumise teel, seejärel külvati idanevad seemned mulda, mille pH oli 7,0. Neutraalses vesilahuses idanemist alustanud seemned kasvasid palju jõudsamini ja andsid kõrgema odrasaagi kui happelises keskkonnas idanenud seemned.

Nendes katsetes väljendub selgesti idanemisaegse keskkonna reaktsiooni mõju taime järgnevale kasvule, mis kinnitab Halleri poolt 1957. aastal avaldatud samasisulisi tulemusi.

Lubiväetis suurendab ka seemne põldtärkamise protsenti. Mitmed Austraalia teadlased (Tiver, 1960) loevad näiteks kultuurkarjamaade rajamisel happeliste muldade lupjamist tähtsaks just seepärast, et suureneb seemne idanevus ning seega põldtärkamise protsent, millega saavutatakse suurem taimkatte tihedus. Seega hindavad nad esmajärjekorras lubiväetist idanemiskeskkonna reguleerijana.

Veel mitmed Austraalia teadlased, nagu Pittman, Carter, Toms (Tiver, 1960) on näidanud, et lubiväetiste kasutamisel koos seemnega, eriti sel korral, kui samaaegselt kasutatakse ka superfosfaati, suureneb näiteks ristiku ja lutserni mügarate arv kasvu algstaadiumides. J. R. Harris (Tiver, 1960) märgib, et Ca reguleerib juurte eritamist, mis omakorda stimuleerib mügarbakterite kiiret arengut idaneva seemne risosfääris.

Kõigist siin esitatud kirjanduseandmetest nähtub, et väliskeskkonna tingimused avaldavad taimedele varajasemas kasvueas märksa suuremat mõju kui hilisemas. Ainult üksikud autorid (Прянишников, 1895; Корнилов и др., 1951; Haller, 1957 — II; Бабенко, Коваленко, 1959) on püüdnud seda mõju siduda taimekasvu kõige esimese — idanemisfaasiga. Sealjuures on leitud, et juba nimetatud faasis avaldavad keskkonnatingimused väga suurt mõju taime edaspidisele kasvule ja arengule.

Idanemiskeskkonna mõju võib avalduda kultuurile positiivselt ja negatiivselt. Seepärast ongi vaja vaadelda, kuidas mõjub kultuuride kasvule niisugune olukord, kus idanemisfaas kulgeb kas osaliselt või täielikult soodsas keskkonnas, kuid hilisemal kasvuperioodil keskkonnatingimused pole kuigi soodsad.

A. IDANEMISFAASI SOODSA MULLA REAKTSIOONI MÕJU TAIME HILISEMALE KASVULE KESKMISELT KUNI VÄGA TUGEVASTI HAPPELISTEL KAMAR-LEETMULDADEL

Idanemisfaasis valitseva mulla reaktsiooni mõju taime hilisemale kasvule ja arengule on võimalik näidata kõige reljeefsemalt niisuguste kultuuride juures, mis väga tugevasti reageerivad keskkonna reaktsiooni suhtes. Mesikas ja lutsern on teatavasti kultuurid, mis tugevasti happelisel mullal kas üldse ei kasva või kasvavad väga halvasti. Seepärast on katsekultuurideks valitud valge mesikas (*Melilotus albus* Desr.) ja harilik lutsern (*Medicago sativa* L.) ning teraviljadest kaherealine oder (*Hordeum Sativum* Jess. ssp. *distichum* L.). Katsed on korraldatud põld-, vegetatsioon- ja tootmiskatsetena.

1. Valge mesikas keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel

Katseid alustati mesikaga 1957. aastal Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi (EMMTUI) Polli katsebaasis (sort 'Kuusiku') keskmiselt kuni tugevasti happelisel (pH [1] 5,0—5,2) kamar-leetmullal. Sama kultuuriga jätkus uurimistöö analoogilistes mullastikutingimustes Tartu rajooni «Jüriöö» kolhoosis (1959—1960) sordiga 'Jõgeva 12' ja Miina Härma nimelises kolhoosis (1961—1962) sordiga 'Kuusiku'. Viimase katsekoha muld oli üldiselt rohkem kultuuristatud kui eelmistel.

Mesikas külvati kõikjal kattevilja alla, 600 idanevat seemet m^2-le.

Nimetatud katsekohtades korraldati üksikasjalikumad, teoreetilise tähtsusega uurimused väikeselapiliste (1 m^2) ja paljuvariandiliste katsetena, kusjuures korduste arv ulatus kaheksani. Peale selle korraldati saadud tulemuste järelkontrolliks rida katseid tootmistingimustes, kus katselappide suurus ulatus mõne hektarini ja korduste arv kolmeni.

Kõik katsepõllud said ühtlase põhiväetise: tavaliselt P_2O_5 — 54 kg ja K_2O — 60 kg hektari kohta.

Et selgitada küsimust, kas idanemisfaasis valitsev soodne mulla reaktsioon mõjutab mesika hilisemat kasvu ja arengut happelisel mullal, tehti esimesed katsed (Pollis ja kolhoosis «Jüriöö») nii, et mesikaseeme eelidandati neutraalses mullas (pH 7,0, muld pärines Kuusiku katsebaasist, kus mesikas kasvas hästi) ja seejärel külvati kamar-leetmulda (katsevariandid tab. 1 ja 2). Idanemisel (40—44 tunni kestel) olid osal seemnetest idujuured arenenud 1—5 mm pikkusteks, kuid enamik neist oli vaid pundunud.

[1] pH on määratud alati KCl-leotises.

Miina Härma nimelises kolhoosis ei kasutatud enam seemne eelidandamist väljaspool kasvukeskkonda, vaid seeme (eelidandamata) külvati kõikides katsevariantides otseselt kasvukohale. Et seemne idanemine toimuks erinevates tingimustes, reguleeriti idanemiskeskkonda vastava nõrgalt leeliselise mullakompostiga. Nimetatud kompost valmistati järgmiselt: 52% nõrgalt happelist kamarleetmulda, 25% sõelutud põlevkivituhka, 20% sõnnikut ja 3% superfosfaati. Saadud komposti pandi seemneritta 2 cm laiuse ribana seemnerea alla ja peale erineva tüsedusega (katsevariandid tab. 3). Sel viisil saavutati idujuurte kontakt nõrgalt leeliselise mullakompostiga ontogeneetiliselt pikema või lühema perioodi kestel ja idandite erinevas arenguastmes.

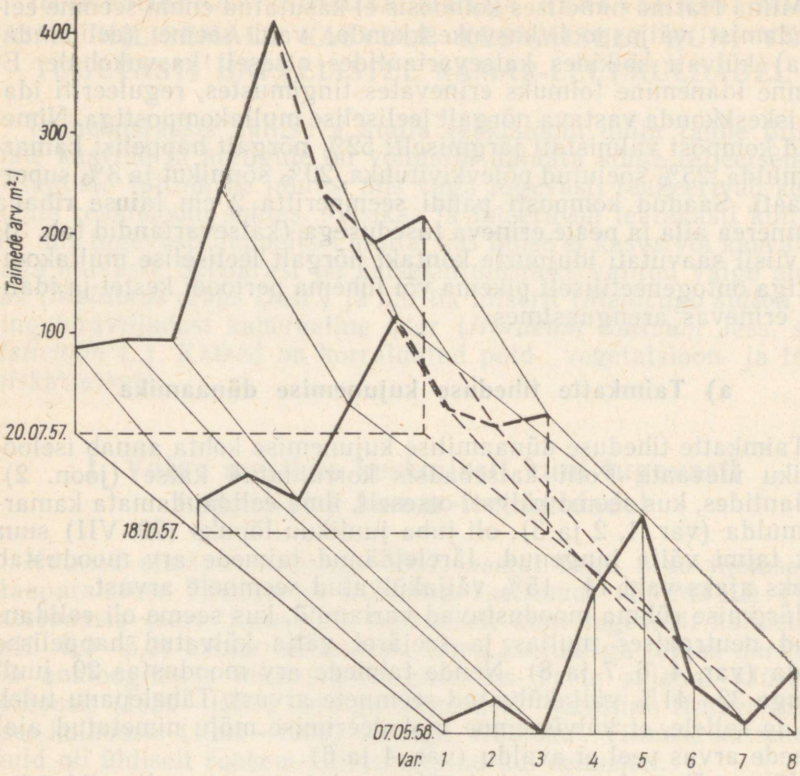
a) Taimkatte tiheduse kujunemise dünaamika

Taimkatte tiheduse dünaamilise kujunemise kohta annab iseloomuliku ülevaate Polli katsebaasis korraldatud katse (joon. 2). Variantides, kus seeme külvati otseselt, ilma eelidandamata kamarleetmulda (var. 1, 2 ja 3), oli juba juulikuu lõpuks (20. VII) suur hulk taimi välja langenud. Järelejäänud taimede arv moodustab selleks ajaks vaid 14—15% väljakülvatud seemnete arvust.

Järgmise rühma moodustavad variandid, kus seeme oli eelidandatud neutraalses mullas ja seejärel välja külvatud happelisse mulda (var. 4, 6, 7 ja 8). Nende taimede arv moodustas 20. juuli seisuga 32—41% väljakülvatud seemnete arvust. Tähelepanu tuleb juhtida sellele, et külviseemne inokuleerimise mõju nimetatud ajal taimede arvus veel ei avaldu (var. 4 ja 6).

Kõige vähem langes taimi välja seal, kus seeme oli eelidandatud neutraalses mullas ja kasvukoha muld oli lubjatud (var. 5). 20. juulil moodustab taimede arv 68% väljakülvatud seemnete arvust. Võrreldes seda arvu taimede arvuga variandis, kus neutraalses mullas eelidandatud seeme külvati happelisse mulda (var. 4), oli vahe esimese kasuks 163 taime 1 m^2 kohta, mis näitab happelise mulla lupjamise efekti neutraalses mullas eelidandatud seemne kasutamise korral. Mulla lupjamine üksinda (tavalise seemne kasutamise korral) andis juurde samaks kuupäevaks (var. 1 ja 2) ainult 7 taime ruutmeetri kohta. Seemne eelidandamine neutraalses mullas oli lubjatud foonil suurendanud taimede arvu tärkamisjärgsel perioodil aga 315 taime võrra m^2 kohta.

Edasine taimede häving kuni külviaasta sügiseni oli kõikidel variantidel veel küllaltki suur, eriti aga suurema taimede arvuga variantidel (joon. 2). Siiski võib selgesti eristada eespool käsitletud kolme variantide rühma. Kõige väiksem oli taimede arv külviaasta sügiseks seal, kus seeme külvati kamar-leetmulda ilma eelidandamata (var. 1, 2, 3), moodustades ainult 5—9% väljakülvatud seemnete arvust. Mulla lupjamise tõttu oli ühe ruutmeetri kohta vaid 23 taime rohkem (var. 1 ja 2).



Joonis 2. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika taimkatte tiheduse kujunemisele keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Polli katsebaasis aastail 1957—1958).

Eelidandamata seemnega variandid: *1* — kontroll (lupjamata, inokuleeritud); *2* — lubjatud (22,5 ts/ha põlevkivituhka) inokuleeritud; *3* — lubjatud (analoogiliselt variandiga 2) inokuleerimata.
Eelidandatud seemnega variandid: *4* — inokuleeritud, lupjamata; *5* — inokuleeritud, lubjatud (analoogiliselt variandiga 2); *6* — inokuleerimata, lupjamata; *7* — inokuleerimata, karbonaatsest mullast välja võetud seeme loputatud, lupjamata; *8* — analoogiline variandiga 7, kuid seeme pärast loputamist inokuleeritud.

Seal, kus seeme oli eelidandatud neutraalses mullas ja seejärel külvatud happelisse mulda (var. 4, 6, 7 ja 8), moodustas külviaasta sügiseks järelejäänud taimede arv 17—25% väljakülvatud seemnete arvust. Selgelt on välja kujunenud erinevus taimede arvus nimetatud ajaks aga seemne inokuleerimisest tingituna (var. 4 ja 6). Inokuleeritud seemne korral oli igal ruutmeetril 30 taime külviaasta sügisel rohkem kui inokuleerimata seemne kasutamisel.

Küllaltki suur oli taimede hävimine külviaastal vegetatsiooniperioodi teise poole kestel ka seal, kus neutraalses mullas eelidandatud seeme külvati lubjatud leetmulda (var. 5). Siin langes tai-

mede arv 408-lt 215-le. Viimane moodustas siiski 36% väljakülvatud seemnete arvust.

Mulla lupjamise tõttu oli külviaasta sügisel, eelidandatud seemne kasutamise korral, 65 taime igal ruutmeetril rohkem kui lupjamata foonil (var. 4 ja 5). Seemne eelidandamise tõttu oli lubjatud foonil aga 161 taime külviaasta sügisel rohkem kui eelidandamata seemne kasutamisel (var. 2 ja 5).

Talvekahjustused vähendasid antud katses taimede arvu üldiselt märksa vähem kui külviaastal (joon. 2). Suuremad olid kahjustused variantides, kus seemet ei inokuleeritud (var. 6) või seda tehti pärast idaneva seemne pesemist (var. 8). Eriti suur oli taimede hävimine talve kestel sel korral, kui seeme jäi inokuleerimata ja seda veel pesti pärast neutraalses mullas idanemist (var. 7). Viimasel juhul hävisid praktiliselt kõik taimed. Talvekahjustusi ei esinenud üldse variandis, kus neutraalses mullas eelidandatud seeme külvati lubjatud kamar-leetmulda (var. 5), ja üsna vähe kahjustusid taimed (absoluutarvudes) ka seal, kus neutraalses mullas eelidandatud seeme külvati happelisse mulda (var. 4).

Kõige suurem taimkatte tihedus kujunes saagiaasta kevadeks variandil 5 (215 taime). See oli variant, kus loodi mesikale soodsad idanemistingimused (eelidandamine neutraalses mullas) ja ka soodsad hilisemad kasvutingimused (lubjatud muld). Variandi 2 (eelidandamata seeme, muld lubjatud) taimede arvust oli see suurem 178 taime või 481,1% võrra, mille tingis ainult idanemisperioodil esinev ajutine keskkonna erinevus.

Variant 4 võimaldas vaid idanemise alguses normaalseid kasvutingimusi (eelidandati neutraalses mullas), hilisemad olid aga mesikale ebasoodsad (kasvukoht happelises mullas). Taimkatte tihedus kujunes seepärast saagiaasta kevadeks ligemale 80 taime võrra küll väiksemaks kui variandis 5, kuid see oli täiesti küllaldane (138 taime) normaalse mesikasaagi saamiseks. Ka see taimede arv oli variandi 2 omast 101 taime või 273,0% võrra suurem.

Miks aga kujunes variandis 2 taimede arv nii väikeseks, kuigi oli tegemist lubjatud mullaga? Pealegi peaksid siin olema soodsad nii idanemis- kui ka hilisemad kasvutingimused. Taimede väga suur väljalangemine kasvu alguses näitabki seda, et idanemistingimused ei olnud selles variandis enamikule külvatud seemnetest soodsad. Kuigi kasutati võrdlemisi suurt lubiväetiskogust, mis vastas umbes poolele lubiväetise täisannusest, ei suudetud sellega siiski neutraliseerida kogu ülemist (0—6 cm) mullakihti ning väljakülvatud seemnetest sattus osa sellisesse mikrotsooni, kus idanemine pidi toimuma mesikale ebasoodsas happelises keskkonnas. Elama jäid nähtavasti ainult need taimed, mis arenesid juba idanemise ajal lubiväetisega kontakti sattunud seemnetest. Selle hüpoteesi õigsust kinnitab kasvama jäänud taimede üksikasjaline analüüs, mida käsitleme hiljem.

Variandis 1, kus mesikas kasvas külvist alates happelises mul-

las, hävisid teise kasvuaasta kevadeks peaaegu kõik taimed. Eriti suur oli taimede hävimine ka 3. variandis. Siin oli tegemist lubjatud mullaga nagu 2. variandiski, kuid seeme jäi inokuleerimata. Seega näitab 3. variandi taimede arvu võrdlemine 2. variandi taimede arvuga inokuleerimise mõju lubjatud mullal.

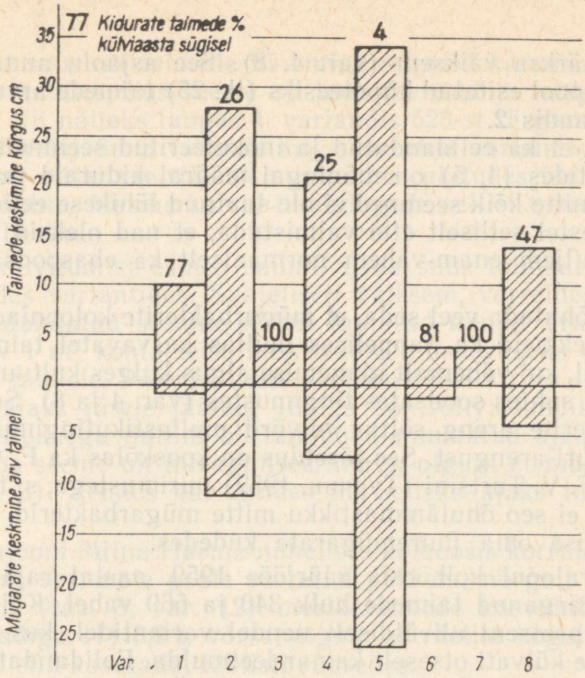
Lähemalt tuleks aga analüüsida põhjusi, miks kujunes variantidel 7 ja 8 taimede väljalangemine lõpuks nii suureks. Esimesel pilgul näib põhjus olevat selles, et seeme jäi inokuleerimata ja seemne pesemisega likvideeriti kõige minimaalsemgi väliskeskkonna karbonaatsus, mis teatud määral võis ümbritseda seemet tolmuna pärast karbonaatsest mullast väljasõelumist. Kui see nii oleks, peaks kujunema taimede arv variandis 8 sama kõrgeks kui variandis 4, sest nende variantide erinevus seisneb ju ainult selles, et esimesel juhul seeme enne inokuleerimist pesti (eesmärgiga kõrvaldada karbonaatsest mullast seemnega kaasatulnud tolm), teisel aga mitte. Nitragiin, mida kasutati seemnete inokuleerimisel, oli ju sisuliselt samuti karbonaatne muld, milles oli kasvatatud vastav bakterite kultuur. Selle suspensioon (vähese veega), mida kasutati seemnete nitraginiseerimisel, sisaldas samuti karbonaate, mis vee aurumisel jäid seemnete pinnale. Seega oli kaasa antava karbonaatsuse suhtes olukord enam-vähem ühesugune, taimkatte areng aga silmanähtavalt erinev. Küsimus jääb esialgu lahtiseks ja nõuab eriuurimusi. Nähtavasti kõrvaldatakse idanevast seemnest selle pesemisega osa vees lahustuvaid aineid, mis idanemisfaasis olid vajalikud edaspidise taime kasvu intensiivsuse ja arengu määramiseks.

Taimkatte tiheduse ja taimede kasvu intensiivsuse põhjuste selgitamiseks analüüsiti samas katsekohas (Pollis) külviaasta sügisel taimede kooslust üksikute taimede kõrguse, värvuse ja lopsakuse suhtes kõikidel lappidel ning kaevati välja igast variandist 10 taime koos juurtega, pesti muld välja ja määrati juuremügarate hulk iga taime kohta. Vastavad andmed on esitatud joonisel 3.

Kõige jõulisemad taimed olid selles variandis, kus neutraalses mullas eelidandatud seeme külvati lubjatud kamar-leetmulda (var. 5). Taimed olid tumerohelise värvusega, kõige suurema keskmise pikkusega ja leidus ainult üksikuid kiduraid taimi, mis olid kasvult väga väikesed (5—6 cm pikkused) ja kollakasrohelised. Sama variandi taimede juuremügarate analüüs näitas, et ka neid tuli ühe taime kohta keskmiselt kõige rohkem (26 tk.).

Kuigi variandis 2 (eelidandamata seeme külvatud lubjatud kamar-leetmulda) oli taimede alarindes 26% kiduraid taimi, olid ülejäänud üsnagi lopsakad. Võrdlemisi suure kidurate taimede protsendi tõttu (pikkus 4—5 cm) oli taimede keskmine pikkus siiski väiksem kui eelmises variandis. Ka juuremügarate arv oli üle kahe korra eelmisest väiksem.

Variandi 4 (neutraalses mullas eelidandatud seeme külvatud happelisse mulda) taimed olid üldiselt vähem lopsakad kui eelmis-



Joonis 3. Idanemisaegse mullareaktsiooni mõju mesika taime kasvule ja juuremügarate arengule külviaasta sügisel (Polli katsebaasis 1957. a.).

Eelidandamata seemnega variandid: *1* — kontroll (lupjamata, inokuleeritud); *2* — lubjatud, inokuleeritud; *3* — lubjatud, inokuleerimata.

Eelidandatud seemnega variandid: *4* — inokuleeritud, lupjamata; *5* — inokuleeritud, lubjatud; *6* — inokuleerimata, lupjamata; *7* — inokuleerimata, karbonaatsest mullast välja võetud seeme loputatud, lupjamata; *8* — analoogiline variandiga 7, kuid seeme pärast loputamist inokuleeritud.

tes variantides. Nende värvus oli heleroheline. Siingi olid taimed kahes rindes: 1) ülarindes, kus esinesid 4—5 cm pikkused kollakasrohelised kidurad taimed, ja 2) ülarindes, kus taimede värvus oli normaalsem ja pikkuski märksa suurem (25—30 cm). Juuremügaraid tuli ühe taime kohta keskmiselt 7 tk.

8. variandi (sama nagu var. 4, kuid enne inokuleerimist seeme pestud) taimed olid eelmise omadest tunduvalt kehvemad nii värvuselt kui ka pikkuselt ning kidurate taimede arv ulatus ligemale 50%-ni. Juuremügaraid oli siin veelgi vähem (4).

Ülejäänud variantide taimkate koosnes peamiselt kiduratest 4—5 cm pikkustest taimedest; samuti puudusid neil sageli juuremügarad üldse.

Nagu näeme, on kidurate taimede protsent eriti suur nendes variantides, kus taimekasv kulges kogu vegetatsiooniperioodi kestel ebasoodsates tingimustes (var. 1, 3, 6, 7). Kui aga idanemisperiood kulges osaliseltki soodsamates tingimustes, oli kidurate taimede

protsent märksa väiksem (var. 4, 8). See asjaolu annabki meile põhjust eespool esitatud hüpoteesiks (lk. 25) taimede arvu vähesuse kohta variandis 2.

Nähtus, et ka eelidandatud ja inokuleeritud seemnetega külvatud variantides (4, 5) on mõningal määral kiduraid taimi, viitab sellele, et mitte kõik seemned ei ole suutnud lühikese eelidandamise perioodi kestel selliselt ette valmistuda, et nad oleksid võimelised kasvama hiljem enam-vähem normaalselt ka ebasoodsates tingimustes.

Tuleb rõhutada veel seda, et mügarbakterite kolooniad — juuremügarad tekkisid ka happelises mullas kasvavatel taimedel, aga ainult juhul, kui vähemalt idanemise algus kulges kultuurile mullareaktsiooni suhtes soodsates tingimustes (var. 4 ja 8). Seega ei ole mügarbakterite areng sõltuv niivõrd mullastikutingimustest, kuivõrd kultuuri arengust. See järeldus on kooskõlas ka F. C. Allisoni (1930) ja F. V. Turtšini (Турчин, 1959) uurimustega, s. t., et juuremügarates ei seo õhulämmastikku mitte mügarbakterid, vaid peremeestaim ise oma juuremügarate kudedes.

Tartu rajooni kolhoosis «Jüriöö» 1959. aastal rajatud katses varieerus tärganud taimede hulk 340 ja 560 vahel. Kõige suurem tärkamise protsent oli üldiselt nendel variantidel, kus eelidandamata seeme külvati otseselt kamar-leetmulda. Eelidandatud variantidel oli tärkamise protsent eelmistest väiksem, mida tuleb nähtavasti seletada sellega, et eelidanenud seeme, sattudes kuiva mulda, osaliselt hukkus, sest muld oli juba külvi ajal kuiv ja külvile ei järgnenud sademeid (5 päeva).

Huvitav on aga ära märkida, et variant 9 (variantide kirjeldus vt. tab. 2), kus seeme pärast neutraalses mullas eelidandamist loputati ja seejärel inokuleeriti, andis kõige madalama tärganud taimede arvu (340). Selline nähtus kinnitab veelgi, et mullas idanenud seemne pesemisega ei kõrvaldata üksnes seemne pinnal olevad mullaosakesed, vaid kutsutakse esile ka mõningad seemnesisesed muudatused, mis hakkavad pidurdama edasist taimekasvu juba tärkamisel.

Esimese kasvuaasta jooksul oli taimede väljalangemine üsnagi suur. Erakordselt palju hävis taimi siis, kui inokuleerimata seeme külvati lubjatud mulda (var. 3). 1 m^2-l tärganud 560-st taimest hävis koguni 505.

Suhteliselt suurem teistest variantidest oli taimede hävimine ka neis variantides, kus seeme oli küll inokuleeritud, kuid külvati kas lupjamata mulda (var. 1, 9) või seeme oli puuderdatud väga väikese lubjakogusega (var. 5).

Oluline oli siiski ka inokuleerimise positiivne mõju taimkatte tihedusele. Kui näiteks inokuleerimata seemne külvil lubjatud mulda (var. 3) jäi külviaasta sügiseks järele katselapil ainult 55 taime, siis seemne inokuleerimise korral oli lupjamata mullal samal ajal taimi 217 (var. 1).

Küllaltki suur oli taimede hävimine esimese kasvuaasta kestel ka neis variantides, kus seeme oli inokuleeritud ja muld lubjatud (osaliselt). Nii näiteks langes 4. variandis 523-st tärganud taimest välja 168. Järelejäänud taimede arv nimetatud variandis oli külviaasta sügisel siiski veel täiesti normaalne, ulatudes üle 250 taime ruutmeetri kohta. Mesika korral tuleb lugeda sellist taimkatte tihedust väga heaks.

Pärast talvitumist esineb samuti üsna suur taimkatte hõrenemine kõikides variantides. Suhteliselt väiksem, võrreldes teistega, oli see eelidandatud seemne külvil lubjatud mulda (var. 8), kus taimede arv 1 m² kohta teise kasvuaasta hiliskevadeks oli jäänud püsima 143 taimele. Põlevkivituha asetamisel külviritta (var. 4) oli nimetatud ajaks järele jäänud 130 ja kontrollvariandis (var. 1) 110 taime. Peaaegu nullini oli langenud nimetatud ajaks taimede arv seal, kus seeme oli nitraginiseerimata, olgugi et muld oli lubjatud (var. 3). Teistes variantides oli selleks ajaks taimi 50 ja 95 piirides.

Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis korraldatud katses vähendas seemnete peale asetatud paksem, nõrgalt leeliseline kompostikiht (tab. 3, var. 12) mesikataimede kasvuintensiivsust (vrd. variandiga 11) 8,2% võrra, olgugi et väetise koguhulk, mida taimedel oli siin kasutada, tublisti suurenes.

Taimkatte tiheduse kujunemise dünaamika on analoogiline eelmise katsega. Tublisti erinevad variandid 1 ja 12 kõikidest ülejäänutest. Et variandi 1 kui kontrollvariandi taimede arv kujunes juba külviaasta sügiseks kõikidest kõige väiksemaks, on seaduspärane ja kooskõlas kõikide varem esitatud vastavate katseandmetega. Erakordne oli aga asjaolu, et seemnete peale asetatud paksem (0,5—2 cm), nõrgalt leeliseline mullakompostikiht (tab. 3) viis tugevasti alla põldtärkamise protsendi (var. 12, 10). See näitab, et suhteliselt kõrge lubiväetiskontsentratsiooni suhtes oli mesika iduvars märksa tundlikum kui idujuur. Viimane võis tungida samasse komposti isegi 5 cm ulatuses (var. 11), ilma et põldtärkamine erineks sisuliselt kontrollvariandist. Kuid niipea, kui iduvars koos idulehtedega pidi läbima 0,1 cm asemel (var. 11) 2,0 cm paksuse nõrgalt leeliselise kompostikihi (var. 12), langes põldtärkamine 185-lt (var. 11) taimelt 115-le (var. 12) 1 m² kohta. Seega oli viimasel taimede arvu vähenemine 11. variandiga võrreldes 37,8%. See tendents, et põldtärkamine oli väiksem seal, kus seeme oli ka pealt kaetud paksema nõrgalt leeliselise kompostikihiga, ilmnes veel ka teistel variantidel (vrd. varianti 10 variandiga 8). Võrreldes variandi 3 (tuhk seemne all ja peal) tärganud taimede arvu variandi 2 (tuhk ainult seemne all) taimede arvuga, selgus, et põlevkivituha kasutamisel oli taimede tärkamisele negatiivselt mõjunud isegi seemnele peale pandud 1-millimeetrine väetiskiht; 1-millimeetrine seemnepealne põlevkivituha-mullakompostikiht (var. 6) ei avaldanud tärkamisele negatiivset mõju. Sellest siis järeldus: *seemnete peale asetatud põlevkivi-*

tuhakiht võib viia põldtärkamise alla juba 1 mm paksuse kihi korral: põlevkivituha-mullakomposti korral ilmneb sama tendents alates 0,5 cm kihist.

Talvekahjustused ei olnud ka selles katses eriti suured. Huvitav on märkida, et variandis 10, kus seemne peal asus 0,5 cm paksune nõrgalt leeliseline mullakompostikiht, kuid seemne all see puudus, oli ka talvekahjustus suhteliselt suurem kui näiteks variandi 5 taimedel, kus seemnepealne kompostikiht puudus ja selle asemel oli seemne all 0,1 cm paksune nõrgalt leeliseline kiht.

b) Saak

Katsetulemused olid ka saagi osas kõige huvitavamad ja üllatavamad Polli katsebaasis.

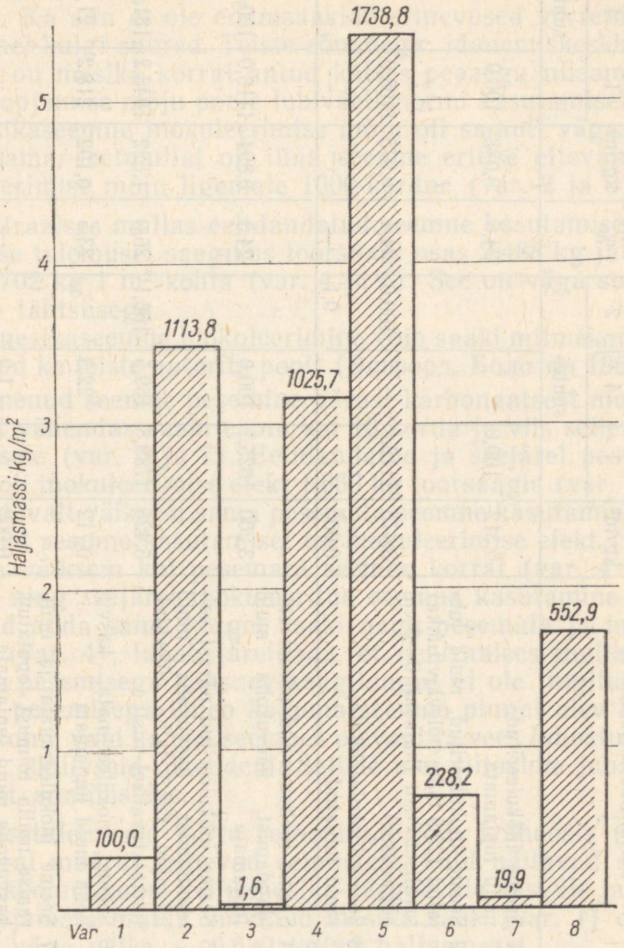
Siin korraldatud katse (tab. 1) näitab veenvalt, et mesikas kui lubjalembeline kultuur happelisel mullal tavaliselt ei kasva ja praktiliselt saaki ei anna (var. 1). Seda mainivad ka mitmed teised autorid. Näiteks väidab G. Specht (1960) Saksa Demokraatlikus Vabariigis väga mitmesugustel muldadel korraldatud 42 katse alusel, et kui mulla pH on 6,0, siis mesika kasv on mitterahuldav, kuid pH 5,6 juures on see isegi viljakal mullal nigel.

Meie katsetest selgus, et mesikas *võib kasvada* ka mõõdukalt happelisel mullal ja võib anda täiesti rahuldavaid saake (var. 4). Selleks on tarvis, et mesika arengutsükkel (külvist peale) saaks vähemalt alata kultuurile soodsas keskkonnas. Ja tõepoolest erineb variant 4 variandist 1 ainult selle poolest, et 4. variandis algas seemnete idanemisperiood neutraalses keskkonnas, 1. variandis aga happelises. Hiljem kasvas mesikas mõlemates variantides ühesugustes tingimustes, s. o. happelises mullas. Ja ometi oli saagivahe kümnekordne (joon. 4).

Sellist suurt saakide erinevust üksikute variantide vahel on kirjanduses väga harva rõhutatud. Näiteks märgib E. K. Aleksejev (Алексеев, 1948), et mulla lupjamise tulemusel võib mesikasaak happelisel mullal suureneda 2—3—4 korda.

Mulla ülemise (0—6 cm) kihi lupjamisega suurenes saak kirjeldatud katses samuti umbes 10 korda (var. 1 ja 2 tabelis 1 ning joonisel 4). Seemne eelidandamisega neutraalses mullas koos mulla lupjamisega suurenes mesika toorsaak isegi enam kui 17 ja heinasaak 18 korda (vrd. var. 1 ja 5).

Mulla lupjamine tõstis eelidandatud seemne kasutamise korral mesika toorsaaki 2,225 ja heinasaaki 0,728 kg võrra 1 m^2 kohta (vrd. var. 4 ja 5). Seemne eelidandamine tõstis aga lubjatud foonil mesika toorsaaki 1,950 ja heinasaaki 0,647 kg võrra sama suure pinnaühiku kohta (var. 2 ja 5). Nagu näeme, jäävad viimased suurused üsna vähe maha esimestest. Seega on seemne eelidandamise efekt peaaegu sama suur kui mulla lupjamise oma.



Joonis 4. Idanemisaegse mullareaktsiooni mõju mesika haljasmassi saagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Polli katsebaasis 1958. a.).

Eelidandamata seemnega variandid: *1* — kontroll (lupjamata, inokuleeritud); *2* — lubjatud, inokuleeritud; *3* — lubjatud, inokuleerimata.

Eelidandatud seemnega variandid: *4* — inokuleeritud, lupjamata; *5* — inokuleeritud, lubjatud; *6* — inokuleerimata, lupjamata; *7* — inokuleerimata, karbonaatsest mullast välja võetud seeme loputatud, lupjamata; *8* — analoogiline variandiga 7, kuid seeme pärast loputamist inokuleeritud.

Tabel 1

Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju valge mesika saagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal Polli katsebaasis aastail 1957—1958

Variantide rühm		Variantide kirjeldus	Toorsaak kg/m²	Toorsaak % variandi 1	Toorsaak % variandi 4	Toorsaak % variandi 2	Kuiv-aine %	Heinasaak kg/m²	Heinasaak % variandi 1	Heinasaak % variandi 4	Heinasaak % variandi 2
				suhtes					suhtes		
Seemne külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,312	100,0			24,6	0,088	100,0		
		2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (22,5 ts/ha põlevkivituhka) tavalisel viisil (hajusalt 0—6 cm sügavusse)	3,475	1113,8		100,0	24,4	0,975	1108,0		100,0
		3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud	0,005			0,1	—	—	—		
	pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)	4 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lupjamata	3,200	1025,7	100,0		24,3	0,894	1116,0	100,0	
		5 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lubjatud (22,5 ts/ha põlevkivituhka) tavalisel viisil	5,425	1738,8	169,5	156,1	26,0	1,622	1843,2	181,4	166,3
		6 Seeme inokuleerimata, kasvukoha muld lupjamata	0,712		22,3		23,5	0,192	218,2	21,5	
		7 Seeme inokuleerimata ja neutraalse mulla tolmust loputatud, kasvukoha muld lupjamata	0,062		1,9		—	—	—		
		8 Seeme neutraalse mulla tolmust loputatud ja seejärel inokuleeritud, kasvukoha muld lupjamata	1,725	552,9	53,9		24,5	0,486	552,3	54,3	

Märkus. Tabelis (siin ja ka edaspidi) on välja toodud ainult need variantidevahelised suhted (%-des), mille erinevus on vähemalt 95%-lise tõenäolisuse tasemel.

Lupjamata mullal tõstis seemne eelidandamine neutraalses mullas mesika toorsaaki 2,888 ja heinasaaki 0,806 kg võrra 1 m² kohta (var. 1 ja 4). Mulla lupjamisega tõusis mesika toorsaak 3,163 kg ja heinasaak 0,886 kg võrra (eelidandamata seemne kasutamisel; var. 1 ja 2). Ka siin ei ole enamsaakide erinevused võrreldud variantide vahel kuigi suured. Teiste sõnadega: idanemiskeskkonna mõju saagile on mesika korral antud katses peaaegu niisama suur kui mulla lupjamise mõju poole lubiväetisnormi kasutamisel.

Mesikaseemne inokuleerimise mõju oli samuti väga suur. Lubjatud kamar-leetmullal oli ilma seemne erilise ettevalmistusetagi inokuleerimise mõju ligemale 1000-kordne (var. 2 ja 3).

Neutraalses mullas eelidandatud seemne kasutamisel oli inokuleerimise tulemusel saagikus toorsaagi osas 2,488 kg ja heinasaagi osas 0,702 kg 1 m² kohta (var. 4 ja 6). See on väga suure majandusliku tähtsusega.

Et mesikaseemne inokuleerimine võib saaki mitmekordistada, on tõestatud ka teiste autorite poolt (Эшфорд, Болотон 1963).

Idanenud seemne pesemine pärast karbonaatsest mullast väljavõtmist vähendas saaki enam kui 10 korda ja viis selle praktiliselt hävimisele (var. 6 ja 7). Eelidandatud ja seejärel pestud seemne korral oli inokuleerimise efekt 1,663 kg toorsaagis (var. 7 ja 8), mis oli tunduvalt väiksem sama pesemata seemne kasutamisel. See fakt, et pestud seemne kasutamisel on inokuleerimise efekt (var. 7 ja 8) märksa väiksem kui pesemata seemne korral (var. 4 ja 6) ja et pestud ning seejärel inokuleeritud seemne kasutamine (var. 8) ei suutnud anda sama kõrget saaki nagu pesemata ja inokuleeritud seeme (var. 4), lubab järeldada, et neutraalses mullas idanenud seemne pesemisega kaasnev saagilangus ei ole tingitud mitte sellest, et pesemisega läheb kaduma seemne pinnal olev karbonaatse mulla tolm, vaid ka osa seemnes olevaid ja vees lahustuvaid bioloogiliselt aktiivseid ühendeid. Sellele me viitasime juba taimkatte tihedust analüüsides.

Katsetulemused Tartu rajooni «Jüriöö» kolhoosis (tab. 2) küll mõningal määral erinevad eelmistest, kuid näitavad siiski idanemiskeskkonna suurt mõju mesika järgnevale kasvule ja saagile.

Lupjamata mulda külvatud mesika saak (var. 1) oli ka selles katses väga väike — 0,639 kg/m² haljasmassi.

Mesikaseemne eelidandamine neutraalses mullas koos seemne inokuleerimisega (var. 6, 7, 9) ei suutnud antud katses lupjamata kamar-leetmullas edasi kasvades anda rahuldavaid tulemusi.

Kamar-leetmulla lupjamine (30 ts/ha põlevkivituhka 0—6 cm sügavusse) tõstis mesikasaagi 2,208 kg/m² (var. 2), millist saagikust võib lugeda rahuldavaks.

Et mesikasaak ei sõltu mitte kasutatud lubiväetise hulgast, vaid sellest, mil määral ta suudab reguleerida mulla reaktsiooni idaneva seemne otseses läheduses, näitab variandi 2 ja 4 saakide võrdlus.

Esimeses anti põlevkivituhka 30, teises ainult 8 ts hektari kohta. Saak oli aga viimasel juhul isegi pisut suurem kui esimeses. Variandile 2 anti lubiväetis hajusalt ja segati ülemisse 6 cm mullakihti. Variandile 4 anti see aga külviritta seemne alla ja peale (ca 1+1 mm) õhukese kihina. On ilmne, et viimati mainitud viisil antud põlevkivituhk suutis paremini reguleerida idanemiskeskkonna reaktsiooni kui hajusalt antud tuhk, millega ongi selline saagi efekt seletatav.

Et idanemisaegne mulla reaktsioon avaldab soodsat mõju mesika järgnevale kasvule ja saagile, näitab veel ka variantide 2 ja 8 saakide võrdlus. Põlevkivituhka said ju mõlemad variandid võrdselt (30 ts/ha) ja ühesugusel viisil antuna (hajusalt). Variandis 8 mesikaseeme aga eelnevalt eelidandati neutraalses mullas ja alles siis külvati ta lubjatud kamar-leetmulda. Saak tõusis aga 31,3% võrra, mis näitabki idanemiskeskkonna mõju.

Mesikaseemne puuderdamine põlevkivituha tolmuga (var. 5) ei suutnud avaldada antud katses mingisugust mõju mesika edaspidisele kasvule ja saagile. Millega seda seletada? Näib nagu oleks siin tegemist teatud vastuoluga kõige eelmisega. Sisulist vastuolu siiski pole. Seemnete puuderdamisel ei kattu ju kogu seemne pind põlevkivituha tolmuga ja külvamisel variseb seemne pinnalt sellestki osa. Seemnekesta pakatamisel ja idujuurekese nähtavale ilmumisel satub see ju kohe happelisse keskkonda, olgugi et kusagil seemne pinnal on võib-olla mõni põlevkivituha tolmuterakene. Seemnete puuderdamine põlevkivituha tolmuga annaks ehk positiivseid tulemusi sel korral, kui seeme on eelnevalt kaetud mingi põlevkivituha tolmu kinnipidava ainega. Niisugusel korral seemet kattev karbonaatne tolmukiht neutraliseeriks seemne kõige lähema ümbruse. Arvestada tuleb ju ka seda, et vesi ei pääse seemnesse mitte igast kohast, vaid põhiliselt idujuurekese kohal oleva ava kaudu.

Variantide 2 ja 3 saakide võrdlus näitab seemne inokuleerimise mõju. Mõlemates nimetatud variantides oli katsekoha muld lubjatud, kuid viimasel juhul seeme vaid inokuleerimata, mis tõi kaasa ligemale 40-kordse saagilanguse.

Taimekasvu lopsakust vastavas variandis näitab ühe taime keskmine kaal (tab. 2). Nagu näeme, on see kõige kõrgem neis variantides, kus ka saagid olid kõige suuremad (var. 2, 4 ja 8).

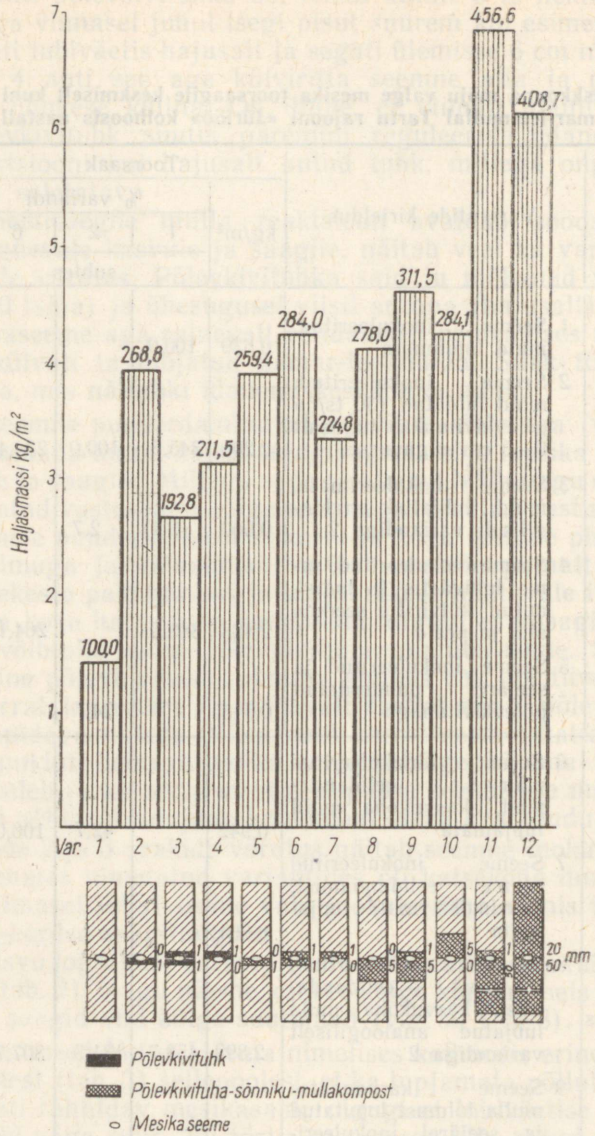
Katsetulemused Miina Härma nimelises kolhoosis erinevad kõikidest senistest (tab. 3) sellepoolest, et ka lupjamata põllul (var. 1) kasvas täiesti rahuldav mesikasaak, olgugi et lubiväetise efekt on üldiselt siiski väga suur. Nii tõstis seemnerea alla antud ca 1 mm paksune ja 2 cm laiune põlevkivituhariba (vastab hektari kohta umbkaudu 10 ts väetisele) mesika haljassaaki 168,8% ja heinasaaki 152,4% võrra. Umbes niisama palju tõstis mesikasaaki ka seemnerea alla antud 1 mm paksune nõrgalt leeliseline mullakompostiriba (var. 5). 5 mm tüsedune sama komposti kiht, asetatuna seemnerea alla, tõstis saaki vastavalt 177,9 ja 154,3% võrra (var. 8).

Tabel 2

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika toorsaagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni «Jüriöö» kolhoosis aastail 1959—1960

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak kg/m²	Toorsaak % variandi 1	Toorsaak % variandi 2	Toorsaak % variandi 6	1 taime kaal g
			suhtes			
Seeme külvatud kamar-leetmulda						
eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,639	100,0			9,7
	2 Seeme inokuleeritud. muld lubjatud (30 ts/ha põlevkivituhka) hajusalt 0—6 cm sügavusse	2,208	345,5	100,0	234,4	20,3
	3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	0,060	(9,4)	2,7		10,0
	4 Seeme inokuleeritud, sama lubiväetis (8 ts/ha) antud külviritta seemne alla ja peale	2,488	389,3		264,1	19,0
	5 Seeme inokuleeritud ja seejärel puuderdatud põlevkivituhaga	0,545		24,7		10,7
pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)	6 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lupjamata	0,942		42,7	100,0	10,0
	7 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, kasvukoha muld lupjamata	0,664				7,5
	8 Seeme inokuleeritud, pärast eelidandamist, kasvukoha muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	2,899	453,7	131,3	307,7	20,4
	9 Seeme karbonaatse mulla tolmust loputatud ja seejärel inokuleeritud, kasvukoha muld lupjamata	0,606				7,7

Märkus. Klambrites esitatud arvud näitavad siin ja ka edaspidi võrdlusi (100 suhtes), kus erinevuse tõenäolisus on pisut vähem kui 95%.



Joonis 5. Idanemiskeskkonna mõju mesika saagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel, kuid keskmiselt kultuuristatud mullal (Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis 1962. a.).
Seemne asetus mullas külvireas asuva nõrgalt leeliselise mullakompostikihi suhtes.

Kui aga seemned asetati kahe karbonaatse kihi vahele, sõltusid tulemused väetise liigist. Põlevkivituha kasutamisel vähenes antud katses saak 28,0—28,3% võrra juhul, kui seeme kaeti ka pealt 1 mm paksuse tuhakihiga (vrd. varianti 3 variandiga 2). Nõrgalt leeliselise mullakomposti kasutamisel mesikasaak aga järjekindlalt suurenes, kui seeme ka pealt kaeti õhukese (1 mm) kompostikihiga (joon. 5, vrd. var. 5 ja 6, 8 ja 9).

Huvitav on märkida seda, et ainuüksi seemnerea peale asetatud põlevkivituhk või nõrgalt leeliseline kompost andis märksa madalama saagi kui samade koguste andmine seemnerea alla (var. 2 ja 4, 5 ja 7). See näitab, et ka antud mullal avaldavad idanemiskeskkonna tingimused suurt mõju mesikasaagile, olgugi et mesikas andis ka lupjamata variandis rahuldava saagi. Peale selle näitab see, et idanemiskeskkonna reguleerimisel on seda kõigepealt vaja teha areneva idujuurekese piirkonnas. Arenev iduvars on nähtavasti väga tundlik soolade kõrge kontsentratsiooni suhtes, sest seemnerea peale asetatud 2 cm tüsedune nõrgalt leeliseline mullakompostikiht ei tõstnud saaki, vaid viis selle tublisti alla (vrd. varianti 12 variandiga 11). Sama nähtus ilmneb ka variantide 2 ja 3 võrdlemisel.

Ühe taime saagi arvestamine erinevates variantides näitab taimede kasvuintensiivsust (produktiivsust), sõltuvalt idanemiskeskkonna tingimustest. Näiteks on taimedel kujunenud suur kasvuintensiivsus (tab. 3) sel korral, kui põlevkivituhk asetses seemnereas seemnete all (var. 2). Niisama suure lubiväetiskoguse asetamisel seemnete peale (vrd. varianti 4 variandiga 2) vähenes taimede kasvuintensiivsus 23,2% võrra. Isegi kaks korda suurema väetishulga korral, asetades selle seemnete alla ja peale (var. 3), vähenes taimede kasvuintensiivsus 29,5% võrra. Põlevkivituha-sõnnikumullakomposti kasutamisel taimede kasvuintensiivsus isegi suurenes sel korral, kui kompost pandi seemne alla ja õhukese kihina ka seemne peale (vrd. variante 6 ja 9 variantidega 5 ja 8). Ainuüksi seemnete peale asetatud mullakompost (var. 7) vähendas mesikataimede kasvuintensiivsust 18,1% võrra, võrreldes sama väetiskoguse andmisega seemnete alla (var. 5).

Põldkatsetes väikestel lappidel saadud tulemuste kontrollimiseks korraldati valge mesikaga mitmeid katseid ka tootmistingimustes Tartu ja Põlva rajooni majandites aastail 1960—1961.

Katsepõldude muld oli neis katsetes keskmiselt leetunud kamarleetmuld, saviliiv kuni liivsavi, mille künnikihi pH oli 4,7—5,2.

Idanemiskeskkonna reaktsiooni reguleeriti lubiväetise erineva andmise viisi ja normiga (variandid tab. 4). Lubiväetis külvati kas käsitsi hajukülvis, labidaga koormast või kasutati selleks sõnnikulaotajat. Et ükski neist võtetest ei võimaldanud lubiväetise jaotamist ühtlaselt üle kogu pinna, eriti aga väiksemate väetiskoguste korral, kasutati katsetes suhteliselt suuremaid norme — ligilähe-

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika saagile keskmiselt kuni tugevasti happenimelises kolhoosis aastail 1961—1962

Variantide kirjeldus	Toorsaak				
	kg/m²	% variandi			
		1	2	6	9
		suhtes			
1 Kontroll, lupjamata	1,490	100,0			
Põlevkivituhka külvireas:					
2 seemne all 0,1 ja peal 0 cm	4,005	268,8	100,0		
3 „ „ 0,1 ja peal 0,1 cm	2,872	192,8	71,7	67,9	
4 „ „ 0 ja peal 0,1 cm	3,151	211,5	78,7		
Põlevkivituha-sõnniku-mulla-komposti:					
5 seemne all 0,1 ja peal 0 cm	3,865	259,4			
6 „ „ 0,1 „ 0,1 cm	4,231	284,0		100,0	
7 „ „ 0 „ 0,1 cm	3,350	224,8		79,2	
8 „ „ 0,5 „ 0 cm	4,140	277,9			(89,2)
9 „ „ 0,5 „ 0,1 cm	4,641	311,5			100,0
10 „ „ 0 „ 0,5 cm	4,234	284,2			(91,2)
11 „ „ 5,0 „ 0,1 cm	6,803	456,6	100,0	160,8	
12 „ „ 5,0 „ 2,0 cm	6,090	408,7	(89,5)		

daselt $^1/_2$—$^1/_4$ lubiväetise täisnormist. Inokuleeritud seeme külvati hajukülvis kõikides katsevariantides üheaegselt ja äestati mulda. Mesikas külvati kattevilja tärkamisel.

Katsetulemused kinnitasid kõikjal seniste põldkatsete tulemusi (tab. 4). Juba kattevilja koristamise ajaks olid mesikal välja kujunenud selged kasvuvahed. Lupjamata põllul (kontrollvariant) olid taimed kidurad, kahvaturohelised ja taimkate hõre. Seal, kus idanev mesikaseeme saavutas täielikuma kontakti (var. 2) lubiväetisega (joon. 6), oli taimkate tihe ja tumerohelise värvusega ning taimed tugevad. Seal, kus lubiväetise andmise viisist tingitult oli kontakt idaneva seemne ja lubiväetise vahel nõrgem (var. 3), oli ka taimkate märksa hõredam (joon. 6), kuid allesjäänud taimed olid sama tugevad ja normaalse värvusega nagu var. 2. Analoogiline nähtus ilmnes ka teisel kasvuaastal (1961).

Erinevused taimkatte tiheduses kajastusid selgesti saagis (tab. 4). Kõikides katsetes on saadud 29,6—58,9% võrra kõrgem saak sel korral, kui mesikaseeme külvati hajusalt vahetult välja külvatud

Tabel 3

lisel, kuid võrdlemisi viljakal kamar-leetmullal Tartu rajooni Miina Härma (saak kahe lõikuse summana)

Heinasaak								
kg/m²	% variandi				Saak g ühe taime kohta	1 taime saagikus		
						% variandi		
	1	2	6	9		1	2	6 ja 11
	suhtes					suhtes		
0,311	100,0				4,4	100,0		
0,785	252,4	100,0			9,5	215,9	100,0	
0,565	181,7	72,0	69,7		6,7	152,3	70,5	
0,636	204,5	(81,1)			7,3	165,9	76,8	
0,771	247,9				8,3	188,6		100,0
0,811	260,8		100,0		9,0	204,5		108,4
0,600	192,9		74,0		6,8	154,5		81,9
0,791	254,3				8,7	197,7	100,0	
0,876	281,6				9,8	222,7	112,6	
0,786	252,7				10,5	238,6		
1,204	387,1		148,5	100,0	14,7	334,1		100,0
1,093	351,4			(90,8)	13,5	306,8		91,8

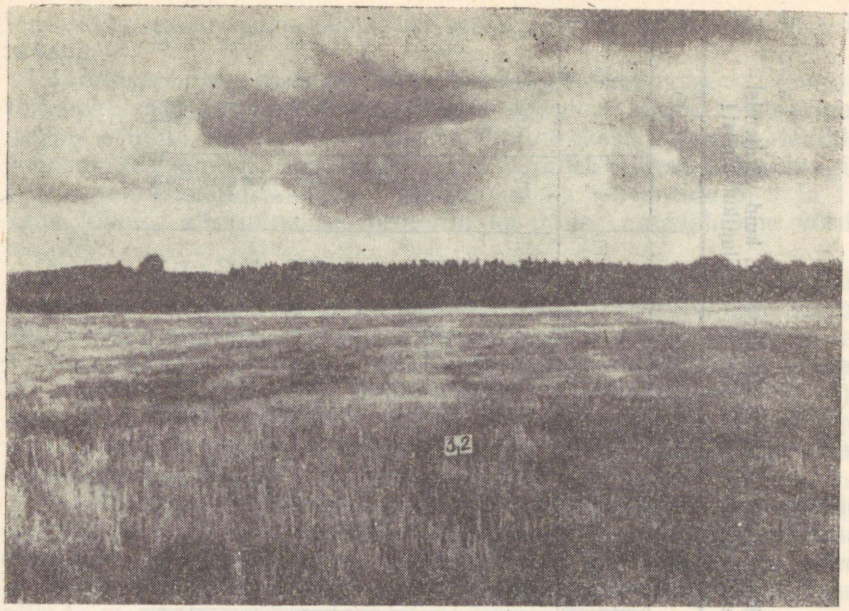
(samuti hajusalt) põlevkivituhale (var. 2) ja koos äestati mulda. Niisugune põlevkivituha andmine ja mesikaseemne muldaviimise viis kindlustas idanevatele seemnetele kõige täielikuma kontakti lubiväetisega. Kui aga samad lubiväetise kogused anti kevadise mullaharimise eel (var. 3), olid saagid tunduvalt madalamad, sest taimkate jäi tublisti hõredamaks, mis oli tingitud nähtavasti sellest, et mitte kõik külvatud seemned ei leidnud idanemisperioodil lubiväetisega kontakti. See viis taimed hävingule, nagu võisime veenduda juba eespool (lk. 25).

Et mesika kasvatamise edu happelistel muldadel ei sõltu mitte niivõrd kasutatud lubiväetise hulgast kuivõrd sellest, mil määral ta mõjustab idanemiskeskkonna tingimusi, näitab variantide 3 ja 4 saakide võrdlemine. Isegi kaks korda väiksema põlevkivituha kogus, kui ta tagab parema kontakti idaneva seemnega (var. 4), annab niisama suure või isegi suurema saagi kui suurem põlevkivituha kogus, mis segati mullaharimistööde käigus enne seemne külvi ülemisse mullakihti (var. 3).

Tabel 4

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika toorsaagile teisel kasvuaastal keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel 1961. a. tootmiskatsetes

Variantide kirjeldus	Põlva rajooni kolhoos «Aurora»					Põlva rajooni A. H. Tammsaare nim. kolh.			Tartu rajooni kolhoos «Tee Kommunismile»		
	Põlevkivituhka antud ts/ha	Saak mesika õitsemise ajal (ühe niite korral)		Saak kahe niite korral (õiepungade tekkimisel+ädal)		Põlevkivituhka antud ts/ha	Saak		Põlevkivituhka antud ts/ha	Saak	
		ts/ha	%	ts/ha	%		ts/ha	%		ts/ha	%
1 Kontroll (lupjamata)	0	0,0	—	0,0	—	0	0,0	—	0	0,0	—
2 Põlevkivituhk antud mesikaseemne külvi eel hajusalt	55	233,3	137,0	230,0	119,5	60	163,0	158,9	50	203,8	129,6
3 Põlevkivituhk antud samal viisil kevadise kultiveerimise eel	55	170,3	100,0	193,0	100,0	60	102,6	100,0	50	157,2	100,0
4 Põlevkivituhk antud mesikaseemne külvi eel hajusalt	27,5	174,7		218,6		30	127,0	123,8	25	198,3	126,8



Joonis 6. Mesikas külviaasta sügisel (pärast kattevilja koristamist 1960. a.) tugevasti happelisel kamar-leetmullal Põlva rajooni kolhoosis «Aurora».
2 — põlevkivituhk (55 ts/ha) antud mesika seemnekülvi eel (mõlemad hajukülvis) ja koos sisse äestatud; *3* — analoogiline variandiga 2, sama kogus põlevkivituhka antud samal viisil kevadise mullaharimise eel.

c) Saagi kvaliteet

Kuna valget mesikat kasutatakse nii sööda- kui ka haljasväetiskultuurina (Haller, 1951, 1953, 1957—I; Халлер, 1956), on väga oluline teada, missugune on happelisel mullal kasvanud mesika söödaväärtus. Tähtis on tema kuivaine-, proteiini- ja mineraalainete sisaldus. Tabelis 5 ongi variantide lõikes määratud saagi toorproteiini, P_2O_5, K_2O ja CaO protsent absoluutkuivaines keskmiselt kuni tugevasti happelisel mullal kasvanud mesikal.

Toorproteiini sisaldus oli kõige madalam kontrollvariandis (tab. 5), mis on ka seaduspärane. Kasvutingimuste paranemisega idanemisfaasis tõusis samuti toorproteiini sisaldus. Mainitud seaduspärasus on eriti ilmne esimeses lõikuses, välja arvatud variandid 4 ja 9, mis kalduvad sellest üldisest nähtusest millegipärast kõrvale.

Näiteks on toorproteiini sisaldus mesikal variandis 5 kõrgem kui variandis 7, variandis 8 kõrgem kui variandis 10. Variantides 5 ja 8 saavutas mesika idujuurekene kontakti seemne all oleva nõrgalt leeliselise kompostiga kohe idanemise alguses; variantides 7 ja 10,

Tabel 5

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika saagi kvaliteedile keskmiselt kuni tugevasti happelisel, kuid võrdlemisi viljakal kamar-leetmullal Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis 1962. a (% absoluutkuivainest)

Variantide kirjeldus	Toorproteiini			P_2O_5			K_2O			CaO		
	I lõikuses	II lõikuses	keskm.	I	II	keskm.	I	II	keskm.	I	II	keskm.
1 Kontroll, lupjamata	17,2	18,2	17,9	0,5	0,8	0,7	1,6	1,5	1,5	3,1	0,9	1,6
Põlevkivituhka külvireas:												
2 seemne all 0,1 ja peal 0 cm	18,1	18,4	18,3	0,5	0,7	0,7	1,2	1,5	1,4	3,8	1,3	2,2
3 „ „ 0,1 „ „ 0,1 „	19,5	20,4	20,1	0,5	0,9	0,8	1,7	1,5	1,6	3,9	1,2	2,2
4 „ „ 0 „ „ 0,1 „	19,3	—	—	0,5	—	—	1,5	—	—	3,9	—	—
Põlevkivituha-sõnniku-mulla-komposti külvireas:												
5 seemne all 0,1 ja peal 0 cm	19,3	20,3	19,8	0,5	0,9	0,7	1,2	1,6	1,4	3,1	1,2	2,0
6 „ „ 0,1 „ „ 0,1 „	20,4	17,7	19,1	0,6	0,8	0,7	1,4	1,5	1,4	3,0	1,0	2,0
7 „ „ 0 „ „ 0,1 „	18,6	—	—	0,5	—	—	1,6	—	—	3,0	—	—
8 „ „ 0,5 „ „ 0 „	22,3	18,6	20,4	0,7	0,9	0,8	1,5	1,9	1,7	3,5	1,4	2,0
9 „ „ 0,5 „ „ 0,1 „	18,9	24,9	22,1	0,5	1,0	0,7	1,5	1,5	1,5	3,5	1,4	2,4
10 „ „ 0 „ „ 0,5 „	18,3	—	—	0,5	—	—	1,0	—	—	2,5	—	—
11 „ „ 5,0 „ „ 0,1 „	22,3	25,2	23,7	0,6	0,9	0,8	1,7	2,9	2,1	2,4	2,6	2,5
12 „ „ 5,0 „ „ 2,0 „	21,9	25,2	23,7	0,7	1,0	0,8	1,5	1,4	1,4	2,9	1,3	2,0

kus samasugune kogus komposti asus seemne peal, seda ei toimunud.

Järeldus: mida tüsedam on seemnealune soodsa reaktsiooniga toitekoht, seda suurem on toorproteiini sisaldus saagis. Teiste sõnadega — mida kauem on võimalik idujuurekesel areneda temale soodsas keskkonnas, seda kõrgemaks kujuneb hiljem tema saagis toorproteiini sisaldus. Öeldut kinnitavad ka variantide 6, 9 ja 11 kahe lõikuse keskmine toorproteiini sisalduse omavaheline võrdlemine.

Mineraalainete sisalduses ei ilmne kindlat seaduspärasust. Üldiselt on küll kontrollvariandis mesikas fosfori- ja kaltsiumivaesem kui teistes variantides, kuid erinevused pole suured, ja alati ei ole ka kontrollvariandi saagis mineraalainete sisaldus kõige madalam. Eriti K_2O sisalduses puudub kindel seaduspärasus (tab. 5). Kontrollvariandi saagis on sageli kaaliumi rohkem kui näiteks variantide 2, 5, 6, 10 ja 12 saagis. Fosforisisaldus näib olevat enamvähem niisama seaduspärane nagu toorproteiini puhul.

Hea seos on idanemiskeskkonna tingimuste ja mesikataimede Ca-sisalduse vahel. Kontrollvariandi saagi Ca-sisaldus on märksa madalam kui teistel (kahe niite keskmine). Kõrgemad on need nende variantide taimedes, kus idujuur sai ontogeneetiliselt kauem viibida mesikale soodsas keskkonnas (var. 9, 11).

Kõike kokku võttes selgub, et idanemiskeskkonna mõju ei avaldu mitte üksnes mesika saagis, vaid ka selle kvaliteedis. Mulla reaktsiooni suhtes soodne idanemiskeskkond, eriti idanemise alguses, põhjustab saagis suurema toorproteiini, kaltsiumi- ja fosfori- ning osalt ka kaaliumisisalduse kui vähem soodne idanemiskeskkond, olgugi et hilisemal kasvuperioodil välised kasvutingimused mõlemal juhul võrdsustusid.

2. Valge mesikas väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel

Selleks et selgitada, missugused võimalused on mesika kasvatamiseks väga tugevasti happelistel muldadel ja kuidas mõjuvad idanemisaegsed keskkonnatingimused mesika hilisemale kasvule ja arengule, korraldati üheaegselt eespool käsitletud katsetega uurimused ka mainitud muldadel. Katsed viidi läbi Valga rajooni «Tuleviku» kolhoosis aastail 1958—1959 (sort 'Kuusiku'), Põlva rajooni M. I. Kalinini nimelises kolhoosis aastail 1958—1959 (sort 'Kuusiku') ja Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas (endine Luunja sovhoosi Sookalduse osakond) aastail 1959—1965 (sort 'Jõgeva 2' ja 'Kuusiku'). Mesikas külvati kattevilja alla.

Tingimused mesika kasvatamiseks olid kõige ebasoodsamad Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas, kus mulla huumushorisont oli 18—20 cm piires, pH 4,0—4,4 ja katsepõllud kannatasid liig-

niiskuse all, seepärast oli muldade kultuuristatuse aste väga madal. Et katsevariantide arv ja katsemetoodika kõikides katsekohtades ei olnud ühesugune, tuuakse ruumi kokkuhoiust lähtudes katseandmed ainult Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnast, kus kasvutingimused mesika kasvatamiseks olid kõige halvemad ja iseloomustavad nimetatud kultuuri kasvatamise võimalusi happelistel muldadel kõige paremini.

Katsemetoodika oli üldiselt analoogiline eespool kirjeldatud katsetega (lk. 22). Kasutati väikeselapilisi põldkatseid ja tootmiskatseid ühtlasel mineraalväetiste (PK-) foonil. Põldkatsetes, mis rajati aastail 1959—1960 idanemiskeskkonna mõju selgitamiseks (sort 'Jõgeva 2'), saavutati erinevused idanemisfaasis seemne eelidandamise teel neutraalses mullas (variandid tab. 6 ja 7). 1962. aastal ja hiljem rajatud katsetes kasutati aga eelidandamata seemet (sort 'Kuusiku'), kusjuures keskkonna erinevused idanemisfaasis saavutati nõrgalt leeliselise põlevkivituha-sõnniku-mullakomposti[1] asetamisega külviritta seemnete alla mitmesugusesse sügavusse (joon. 9).

a) Taimkatte tiheduse ja juurestiku kujunemise dünaamika

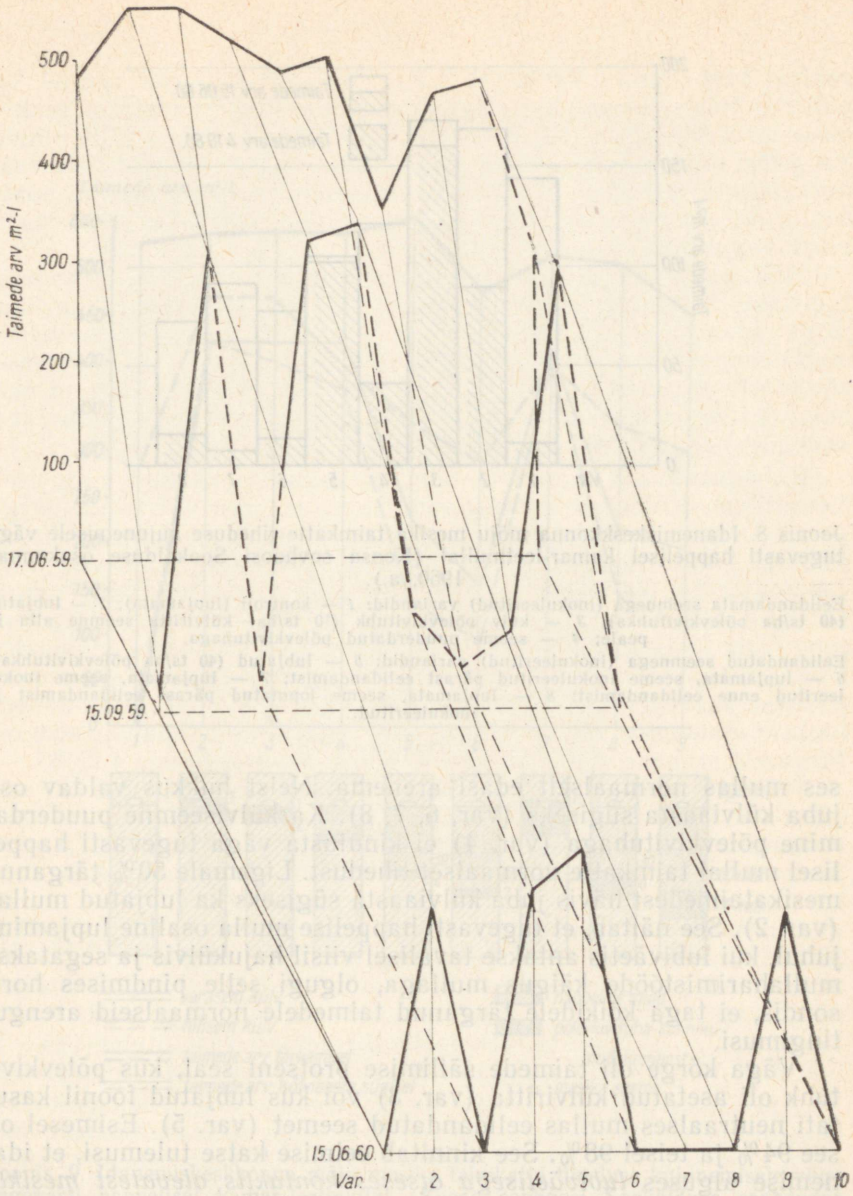
Katsetulemused taimkatte tiheduse kujunemisel jagunesid 1959. aastal rajatud katses kahte selgelt teineteisest eralduvasse rühma: 1) saagiaastaks täiesti väljasurnud taimedega (variandid 1, 3, 6, 7, 8, 10) ja 2) taimkatte normaalse tihedusega variantideks (2, 4, 5, 9) (joon. 7). Tähendab, taimkatte normaalse tiheduse andsid ainult need variandid, mis said suurema koguse põlevkivituhka (40 ts/ha) hajukülvis mulla ülemisse kihti (var. 2 ja 9) või väiksema koguse põlevkivituhka (10 ts/ha) külviritta (var. 4 ja 5).

Seemne eelidandamine neutraalses mullas (var. 7), samuti selle külvieelne puuderdamine põlevkivituhaga (var. 6) ei olnud tugevasti happelisel mullal küllaldane, selleks et mesikataimed areneksid sellises mullas normaalselt (joon. 7).

1960. aastal rajatud katses erines metoodika eelmisest sellepoolest, et seemet eelidandati neutraalses mullas pisut kauem, kuni idujuurekesed olid kasvanud 1—6 mm pikkusteks. Niisugused idandid (ja ainult niisugused) korjati pintsettide abil neutraalsest mullast välja ja tipiti samade abinõudega ka kasvukohale (350 tk/m²).

Katsetulemused olid õpetlikud ja erinesid mõnevõrra eelmise katse tulemustest. Kõigepealt näeme, et lapile külvatud 350-st idandist jõudis tärgata ainult 71—172 (joon. 8). See näitab, et pikkade idujuurtega (kuni 6 mm) idandite ümberkülvil on nende vigastamine paratamatu, olgugi et katsetööd püüti teha suure hoolikuse ja ettevaatlikkusega. Ka 1—6 mm pikkuste idujuurekestega idandid, mis arenesid neutraalses keskkonnas, ei olnud võimelised happeli-

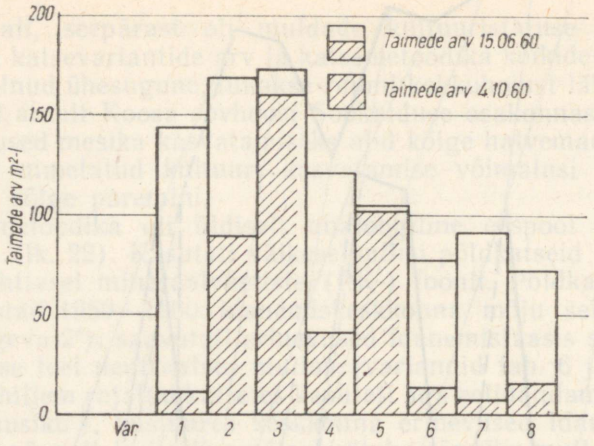
[1] Koostis leheküljel 23.



Joonis 7. Idanemiskeskkonna mõju mesika taimkatte tiheduse kujunemisele väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastail 1959—1960).

Eelidandamata seemnega variandid: *1* — kontroll (lupjamata, inokuleeritud); *2* — lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka), inokuleeritud; *3* — lubjatud (analoogiliselt variandiga 2); inokuleerimata; *4* — kuiv põlevkivituhk külviritta seemne alla ja peale (10 ts/ha), inokuleeritud; *5* — analoogiline eelmisega kuid tuhk (15 ts/ha) on väljas seisnud; *6* — inokuleeritud, seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga.

Eelidandatud seemnega variandid: *7* — lupjamata, seeme inokuleeritud pärast eelidandamist; *8* — lupjamata, seeme inokuleeritud enne eelidandamist; *9* — lubjatud analoogiliselt variandiga 2, inokuleeritud; *10* — lupjamata, seeme loputatud pärast eelidandamist ja inokuleeritud.



Joonis 8. Idanemiskeskkonna mõju mesika taimkatte tiheduse kujunemisele väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1960. a.).

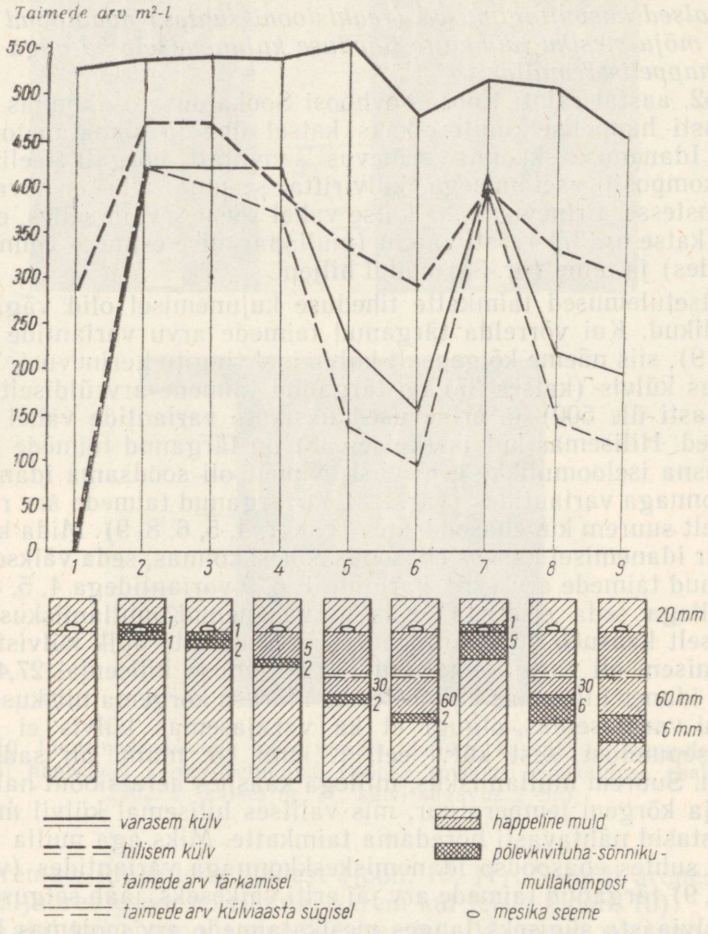
Eelidandamata seemnega (inokuleeritud) variandid: *1* — kontroll (lupjamata); *2* — lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka); *3* — kuiv põlevkivituhk (10 ts/ha) külviritta seemne alla ja peale; *4* — seeme puuderdatud põlevkivituhaga.

Eelidandatud seemnega (inokuleeritud) variandid: *5* — lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka); *6* — lupjamata, seeme inokuleeritud pärast eelidandamist; *7* — lupjamata, seeme inokuleeritud enne eelidandamist; *8* — lupjamata, seeme loputatud pärast eelidandamist ja inokuleeritud.

ses mullas normaalselt edasi arenema. Neist hukkus valdav osa juba külviaasta sügiseks (var. 6, 7, 8). Ka külviseemne puuderdamine põlevkivituhaga (var. 4) ei kindlusta väga tugevasti happelisel mullal taimkatte normaalset tihedust. Ligemale 50% tärganud mesikataimedest hävis juba külviaasta sügiseks ka lubjatud mullas (var. 2). See näitab, et tugevasti happelise mulla osaline lupjamine juhul, kui lubiväetis antakse tavalisel viisil hajukülvis ja segatakse mullaharimistööde käigus mullaga, olgugi selle pindmises horisondis, ei taga kõikidele tärganud taimedele normaalseid arengutingimusi.

Väga kõrge oli taimede säilimise protsent seal, kus põlevkivituhk oli asetatud külviritta (var. 3) või kus lubjatud foonil kasutati neutraalses mullas eelidandatud seemet (var. 5). Esimesel oli see 94% ja teisel 98%. See kinnitab eelmise katse tulemusi, et idanemise alguses *lubiväetisega otseses kontaktis olevatest mesikaseemnetest arenevad suure vastupanuvõimega mesikataimed.*

Huvitav on võrrelda seemne neutraalses mullas eelidandamise mõju (var. 5) taimkatte kujunemise dünaamikale (lubjatud foonil), võrreldes mulla lupjamisega (var. 2). Esimeses säilis tärganud taimedest külviaasta sügiseks 98%, teises aga 51%. Kasvutingimused olid mõlemal juhul ühesugused. Erinevusi oli ainult idanemise algfaasis. Variandi 5 taimedel kulges idanemise algfaas kindlalt neut-



Joonis. 9. Idanemiskeskkonna mõju mesika taimkatte tiheduse kujunemisele väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1962., katses nr. 37).

Seemne asetus mullas külvireas asuva nõrgalt leeliselise mullakompostikihi suhtes.

raalses keskkonnas, variandil 2 aga osaliselt lubjatud (antud 1/4 põlevkivituha täisvajadusest) kamar-leetmullas, kus mulla reaktsioon kõikidel idanevatel seemnetel selle protsessi alguses ei olnud kaugeltki neutraalne. See näitab, et *idanemise algfaasis valitsevad normaalsed kasvutingimused (reaktsiooni suhtes) avaldavad positiivset mõju mesika taimkatte tiheduse kujunemisele ka väga tugevasti happelisel mullal.*

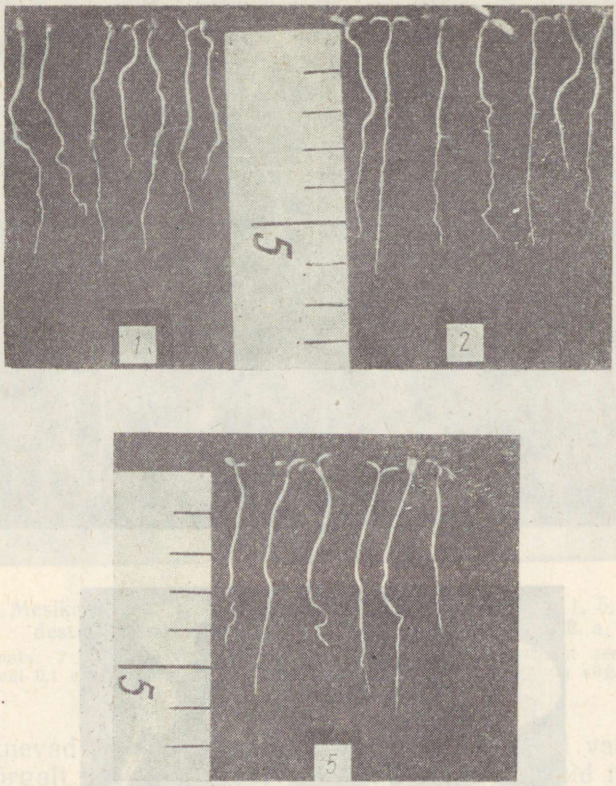
1962. aastal rajati Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas väga tugevasti happelisel mullal kaks katset ühe ja sama metoodika järgi. Idanemiskeskkonna erinevus saavutati nõrgalt leeliselise mullakomposti asetamisega külviritta seemne alla erinevatesse sügavustesse. Erinevus kahe katse vahel seisnes vaid selles, et üks neist (katse nr. 37) rajati varem (mullaharimise esimese võimaluse saabudes) ja teine (nr. 38) nädal hiljem.

Katsetulemused taimkatte tiheduse kujunemisel olid väga iseloomulikud. Kui võrrelda tärganud taimede arvu variantide järgi (joon. 9), siis näeme kõigepealt külviajast tingitud erinevusi. Varajasemas külvis (katses 37) on tärganud taimede arv üldiselt suur (enamasti üle 500) ja erinevused üksikute variantide vahel väga väikesed. Hilisemas külvis (katses 38) on tärganud taimede arvus juba üsna iseloomulikke erinevusi. Nimelt oli soodsama idanemiskeskkonnaga variantides (var. 2, 3, 7) tärganud taimede arv reeglipäraselt suurem kui ebasoodsates (var. 1, 4, 5, 6, 8, 9). Mida kauem idujuur idanemisel kasvas ebasoodsas keskkonnas, seda väiksem oli tärganud taimede arv (vrd. variante 1, 6, 9 variantidega 4, 5, 8).

Millega seda seletada? Kas ei vähenenud mullaniiskus, mis tavaliselt kaasneb külvi hilinemisega? Sademete hulk külvist kuni tärkamiseni oli varajasemal külvil 12,0 mm ja hilisemal 27,4 mm. Seega idanes hilisemas külvis seeme märksa kõrgema niiskuse juures kui varajasemas, olgugi et ka varajasemas külvis ei olnud niiskusepuudust, sest külvi eel, 1. kuni 16. maini oli sademeid 36 mm. Suurem mullaniiskus, millega kaasnes aeratsiooni halvenemine ja kõrgem temperatuur, mis valitses hilisemal külvil mullas, põhjustasid nähtavasti hõredama taimkatte. Miks aga mulla reaktsiooni suhtes ebasoodsa idanemiskeskkonnaga variantides (var. 1, 5, 6, 8, 9) tärganud taimede arv jäi eriti väikeseks, jääb selgusetuks.

Külviaasta sügiseks langes mesikataimede arv mõlemas katses kontrollvariandis peaaegu 0-ni. Samal ajal vähenes taimede arv üsna tugevasti ka teistes ebasoodsa idanemiskeskkonnaga variantides (var. 5, 6, 8 ja 9). Kõikides nendes variantides, kus idanemiskeskkond mulla reaktsiooni suhtes oli mesika arenguks soodsam (var. 2, 3, 4, 7), säilis enamik mainitud perioodil tärganud taimedest.

Erinevus variantide vahel ilmnes mitte üksnes taimede arvus, vaid ka nende kasvu intensiivsuses. Juba tärkamisel erinesid soodsamast idanemiskeskkonnast võrsunud taimed (var. 2, 3, 4 ja 7) ebasoodsamates idanemistingimustes arenenutest (var. 1, 5, 6, 8 ja

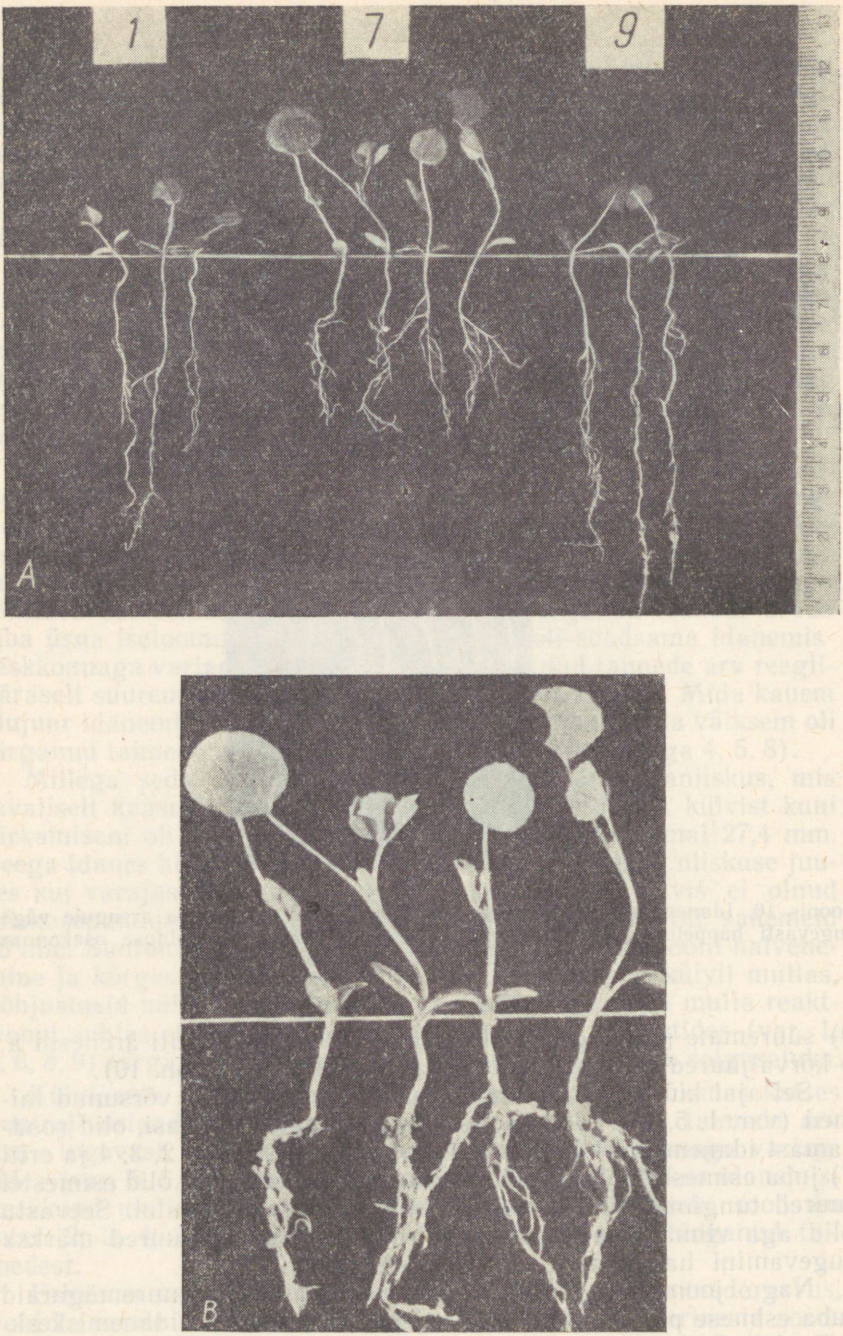


Joonis 10. Idanemiskeskkonna mõju mesika idandite kasvule ja arengule väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1962. a., katses nr. 37; külvi sügavus 2 cm).

9) suuremate idulehtede poolest (joon. 10, 11). Samuti arenesid a, b kõrvaljuured esimesel rühmal varem kui teisel (joon. 10).

Sel ajal kui ebasoodsamast idanemiskeskkonnast võrsunud taimed (var. 1, 5, 6, 8 ja 9) jõudsid esimese pärislehefaasi, olid soodsamast idanemiskeskkonnast pärinevad taimed (var. 2, 3, 4 ja eriti 7) juba esimeses kolmetislehes (joon. 11). Samal ajal olid esimestel juured tunginud mullas märksa sügavamale kui teistel. Seevastu olid aga viimastena mainitud variantide taimede juured märksa tugevamini hargnenud kui esimestel (joon. 11).

Nagu jooniselt 11 näeme, on mesikataimedel juuremügaraid juba esimese pärislehe faasis, kusjuures soodsamast idanemiskeskkonnast võrsunud taimedel (var. 7) on neid märksa rohkem kui variandis 9 (ebasoodsast). Huvitav on märkida seda, et juuremüga-



Joonis 11. Mesika taimed kaheksandal päeval pärast tärkamist väga tugevasti happelisel mullal (katses nr. 37) 1962. a.

A: *1* — lupjamata; *7* — külvireas põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht seemne all 0,5 ja peal 0,1 cm; *9* — sama kompostikiht (0,6 cm) külvireas seemnete all 6 cm sügavuses.
B: variant 7 suurendatult.



Joonis 12. Mesika taimed külviaasta suvel (8. VII) variantide 1, 5, 2 külviridadest tugevasti happelisel mullal (katses nr. 37) 1962. a.

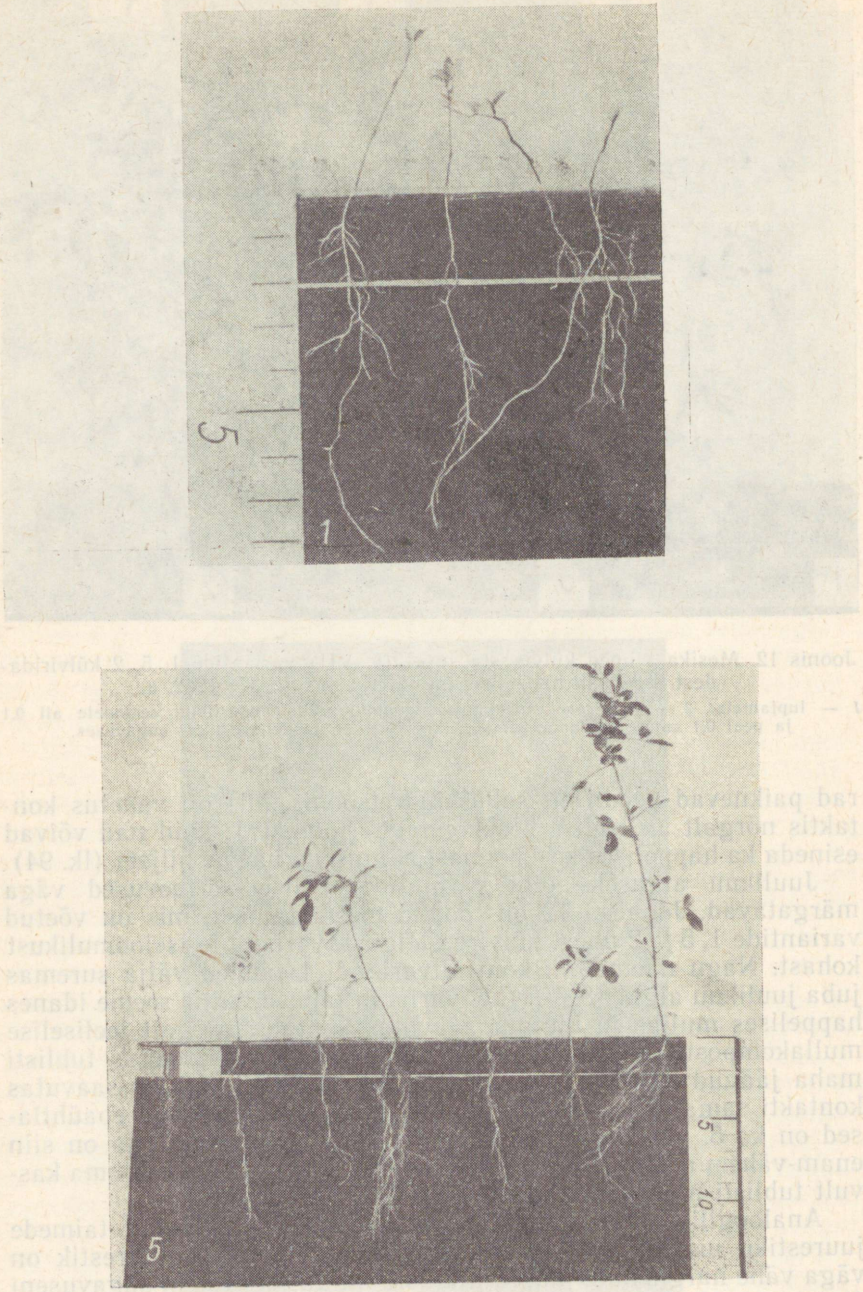
1 — lupjamata; *2* — külvireas põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *5* — sama kompostikiht (0,2) seemnete all 3 cm sügavuses.

rad paiknevad peamiselt selles juuretsoonis, mis oli vahetus kontaktis nõrgalt leeliselise keskkonnaga (joon. 11), kuid nad võivad esineda ka happelises keskkonnas, nagu seda näeme hiljem (lk. 94).

Juulikuu alguseks olid variantidevahelised erinevused väga märgatavad. Joonisel 12 on toodud mesikataimed, mis on võetud variantide 1, 5 ja 2 ühest külvirea lõigust, variandile iseloomulikust kohast. Nagu näeme, on kontrollvariandi 1 taimed välja suremas juba juulikuu algul (8. VII). 5. variandi taimed, mille seeme idanes happelises mullas ja idujuur saavutas kontakti nõrgalt leeliselise mullakompostiga alles tärkamisel (joon. 10), on arengus tublisti maha jäänud näiteks variandi 2 taimedest, kus idujuur saavutas kontakti sama keskkonnaga juba idanemise algul. Väga ebaühtlased on ka 5. variandi taimed. Kõrvuti kidurate taimedega on siin enam-vähem normaalselt arenenud taimi, kuid nad jäävad oma kasvult tublisti maha variandi 2 taimedest (joon. 12).

Analoogilise pildi annab nendelt variantidelt võetud taimede juurestiku uurimine (8. juulil). Variandi 1 taimede juurestik on väga vähe hargnenud, juured ulatusid mullas 9—10 cm sügavuseni (joon. 13). Variandi 5 juurestik oli juba märgatavalt rohkem hargnenud, kuid juured ei ulatunud siingi sügavamale kui 10—12 cm

TRÜ Raamatukogu



Joonis 13.



Joonis 13. Mesika juurte areng väga tugevasti happelisel mullal joonisel 12 toodud taimedel.

(joon. 13). Variandi 2 taimede juurestik oli tugevasti hargnenud ning ligistikku asetsevatel taimedel olid juured niivõrd läbipõimunud, et neid oli võimatu üksiktaimedeks eraldada (joon. 13). Olgugi et variandi 2 taimed olid väga lopsakad, ei olnud nende juured veel juulikuu algul tunginud sügavamale kui 15 cm. Samaaegselt oli põhiline juurtemass 2 ja 10 cm vahelises horisondis.

b) Saak

Katsetulemused olid kõikides katsetes ülimalt huvitavad ja suure teoreetilise ning praktilise tähtsusega. Kõigepealt näeme, et seemnete eelidandamine ei ole andnud alati soovitud tulemusi. Normaalne taimede arv pinnaühikul ei kindlusta veel iga kord normaalset saaki. Seda näitasid meile Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1959. a. rajatud katses variantide 4 ja 5 saagid (tabel 6). Kuigi nimetatud variantides oli mesikataimede arv pinnaühikul

isegi kõrgem kui variantidel 2 ja 9 (joon. 7), moodustasid nende saagid ainult 42,4—66,3% variandi 2 saagist. Et siin taimede kasvu intensiivsus oli märksa madalam kui variandi 2 taimedel, seda näitas mesikataime keskmise kaalu võrdlemine (tab. 6). Olgugi et mesika kasv ei olnud küllalt lopsakas üheski variandis, ilmnes siiski, et mesika kasvu intensiivsus oli eriti madal variantides, kus põlevkivituhk asetati külviritta seemnete alla ja peale õhukese kihina (var. 4 ja 5). Neist katsetulemustest saab teha järgmised üldistused.

1) Mesika kasvatamiseks väga tugevasti happelisel mullal ei ole küllaldane, kui kasvukohale külvatakse neutraalse reaktsiooniga keskkonnas eelidandatud seemned, millel vaid mõnedel on nähtavale ilmunud esimesed idujuurekeste otsad. Samuti ei ole alati küllaldane seemnete puuderdamine (var. 6) põlevkivituhaga (nähtavasti põuastes tingimustes).

2) Põlevkivituha panek teatud paksusega kihina idanevatele seemnetele alla ja peale kindlustab küll normaalse põldtärkamise protsendi ja taimede suure säilivuse vegetatsiooniperioodi kestel, kuid võib vähendada samal ajal oluliselt taimede kasvuenergiat, mistõttu need jäävad kiduraks. Eriti ohtlik on kuiv ja värske põlevkivituhk ning arvatavasti ka suhteliselt kuiv muld idanemisperioodil.

3) Osaline põllu lupjamine, kasutades $^1/_4$ täisnormist lubiväetist ja jaotades seda tavalisel hajusal külvil ning segades ülemisse mullakihti, ei taga väga tugevasti happelisel mullal kõrget mesikasaaki.

1960. aastal rajatud katse ülesanne oli selgitada, kas seemnete eelidandamine ontogeneetiliselt pikema perioodi kestel neutraalses mullas suudab kindlustada mesikale normaalse kasvu väga tugevasti happelisel mullal. Vastuse sellele küsimusele saame variantide paaride 1 ja 6 ning 2 ja 5 saakide võrdlemisel (tab. 7). Mesikaseemne mõnevõrra pikemaajaline eelidandamine (idujuur 1—6 mm) neutraalses mullas suutis anda lubjatud foonil (var. 5) küll 7,1% võrra kõrgema toorsaagi ja 8,7% võrra kõrgema heinasaagi kui eelidandamata seemnest lubjatud foonil (var. 2) kasvav mesikas, kuid statistiliselt ei ole nimetatud erinevused siiski 95%-lise tõenäolisuse tasemel. Variantide 1 ja 6 saagid on niivõrd madalad, et nendevahelisel saakide erinevusel pole mingit tähtsust. Sellest nähtub, et mesikaseemne eelidandamine neutraalses mullas ei suuda kindlustada mesikale normaalset kasvu väga tugevasti happelistel muldadel.

Kui eelmises katses (tab. 6) külviritta antud väiksem (10 ts/ha) lubiväetiskogus (var. 4) ei suutnud mesikasaaki tõsta sellele tasemele, mida saadi suurema lubiväetiskoguse (40 ts/ha) andmisel hajusalt (var. 2), siis käesolevas katses (tab. 7) suutis külviritta asetatud väiksem kogus (10 ts/ha) põlevkivituhka (var. 3) anda praktiliselt sama kõrge saagi, kui saadi suurema koguse (40 ts/ha)

Tabel 6

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika saagile väga tugevasti happelisel kamarleetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastatel 1959—1960

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak		Kuivaine %	Heinasaak		
		kg/m²	%		kg/m²	%	1 taime kaal
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata						
	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,000	—	—	0,000		
	2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	1,246	100,0	20,1	0,288	100,0	1,2
	3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	—	—	—	—	—	—
	4 Kuiv (ahjust võet.) põlevkivituha riba külviritta seemne alla ja peale (10 ts/ha); seeme inokuleeritud	0,528	42,4	20,0	0,122	42,4	0,5
	5 Õues seisnud põlevkivituha riba seemne alla ja peale (15 ts/ha [1]); seeme inokuleeritud	0,839	67,3	19,8	0,191	66,3	0,6
	6 Inokuleeritud seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga, muld lupjamata	0,000	—	—	0,000	—	—
	pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)						
	7 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lupjamata	0,000	—	—	0,000	—	—
	8 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, muld lupjamata	0,000	—	—	0,000	—	—
	9 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	1,057	84,8	19,7	0,239	83,0	1,0
	10 Seeme loputatud pärast eelidandamist neutraalses mullas, inokuleeritud, muld lupjamata	0,000	—	—	0,000	—	—

[1] Kuivaine alusel sama palju kui variandis 4.

Tabel 7

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika saagile väga tugevasti happelisel kamarleetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastail 1960—1961

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak		Kuivaine %	Heinasaak	
		kg/m²	%		kg/m²	%
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,004	0,2	—	—	—
		2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	2,600	100,0	24,9	0,745	100,0
		3 Kuiv põlevkivituhk külvireas seemne all ja peal (10 ts/ha), seeme inokuleeritud	2,568	—	25,2	0,777	
		4 Inokuleeritud seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga, muld lupjamata	0,019	0,7	—	—	—
	pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0) kuni idujuured 1—6 mm pikkused	5 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	2,785	—	25,6	0,810	
		6 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lupjamata	0,012	0,5	—	—	—
		7 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, muld lupjamata	0,007	0,3			
		8 Seeme pestud pärast eelidandamist, seejärel inokuleeritud, muld lupjamata	0,017	0,7	—	—	—

põlevkivituha andmisel hajusalt (var. 2). Eelmises katses oli külviritta antud tuha foonil mesikataimede arv suur, kuid nende kasv kidur. Käesolevas katses (tab. 7) kasvasid samas variandis (var. 3) taimed aga lopsakalt. Erinevuste põhjusi tuleb nähtavasti otsida mulla niiskustingimustest. 1959. aasta maikuu kaks esimest dekaadi olid sademetevaesed ja mesika külvile järgnes ligemale nädalapikkune sademeteta periood.[1] Katse rajamisel kaotas küllaltki kuiv

[1] Katsekohale ligema meteoroloogiajaama andmetel oli maikuu kahel esimesel dekaadil sademeid 6,8 mm. Külvile (14. V) eelnes 7 ja järgnes 6 sademeteta päeva.



Joonis 14. Katse (nr. 37) ülevaade.

muld kiiresti oma veevarud ülemisest mullakihist, mistõttu seemnete idanemine toimus niiskusepuuduses. Viimane kujunes loomulikult väga teravaks nendes variantides, kus seemne otseses läheduses oli põlevkivituhk (tabel 6, var. 4, 5), eriti aga kuiv — hügroskoopne — tuhk (var. 4). Selline olukord nähtavasti tingiski taimede hilisema kidura kasvu. Taimede arv pinnaühikul oli aga seevastu suur.

1960. aastal rajatud katses (tab. 7) toimus idanemine küllaldase niiskuse tingimustes[1], seega ei mõjunud seemne otseses läheduses olev kõrgem lubiväetise kontsentratsioon kasvuenergiat pidurdavalt, vaid soodustavalt (var. 3).

Seemne puuderdamine kuiva põlevkivituhaga, millele mõned autorid panevad suuri lootusi mesikasaagi kindlustamisel happelistel muldadel, ei õigusta end väga tugevasti happelisel mullal.

1962. aastal rajatud katsetes (tab. 8) ilmnesid variantidevahelised erinevused väga selgelt juba kattevilja rajamisel (joon. 14—17).

Külviaasta sügiseks olid kontrollvariantidel (var. 1) mesikataimed enamikus hävinud ja järelejäänud taimedki osutusid niivõrd kidurateks, et mingisugust saaki ei saadud (joon. 18). Seevastu variantidelt 2, 3, 4 ja 7, kus idujuurekene saavutas kontakti nõrgalt leeliselise keskkonnaga juba idanemise algul, *saadi üsna kõrge saak, mis ulatus kuni 1,94 kg-ni 1 m² kohta* (tab. 8). See on

[1] Mesika külvile järgnes teisel päeval vihm — 12,3 mm.

Tabel 8

Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju valge mesika saagile külviaasta sügisel väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (katsetes 37 ja 38) Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1962. a.

Variantide kirjeldus	Katse nr. 37							Katse nr. 38						
	Toorsaak			Heinasaak				Toorsaak			Heinasaak			
	kg/m²	% variandi suhtes 2	7	kg/m²	% variandi suhtes 2	7	1 taime kaal g	kg/m²	% variandi suhtes 2	7	kg/m²	% variandi suhtes 2	7	1 taime kaal g
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 Kontroll, lupjamata muld	0,000			0,000			—	0,000			0,000			—
2 Seemne all ja peal 1 mm paksune ja 2 cm laiune põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht [1]	1,607	100,0		0,370	100,0		0,9	1,274	100,0		0,294	100,0		0,7
3 Seemne all 1 mm happelist mulda ja selle all 2 mm paksune sama kompostikiht	1,758			0,405	(109,5)		1,0	1,440			0,324			0,8
4 Analoogiline variandiga 3, kuid seemne all 5 mm tüsedune happeline mullakiht	1,777	(110,6)		0,433	117,0		1,0	1,206			0,305			0,8
5 Analoogiline variandiga 3, seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht	0,723	45,0		0,152	41,1		0,7	0,246	19,3		0,067	22,8		0,5
6 Analoogiline variandiga 3, seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	0,300	18,7		0,065	17,6		0,4	1,146	11,5		0,034	11,6		0,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7 Seemne all 5 mm ja peal 1 mm tüsedune sama kompostikiht	1,940	120,7	100,0	0,456	123,2	100,0	1,1	1,526	119,8	100,0	0,350	(119,4)	100,0	0,9
8 Seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht ja selle all 6 mm paksune kompostikiht	0,643	40,0	33,1	1,133	36,0	29,2	0,6	0,308	24,2	20,2	0,056	19,0	16,0	0,4
9 Analoogiline variandiga 8, kuid seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	0,420	26,1	21,6	0,091	24,6	19,9	0,5	0,174	13,7	11,4	0,040	13,6	11,4	0,4

[1] Koostis lk-l 23.



Joonis 15. Katse (nr. 37) variantidevahelised erinevused on silmanähtavad.

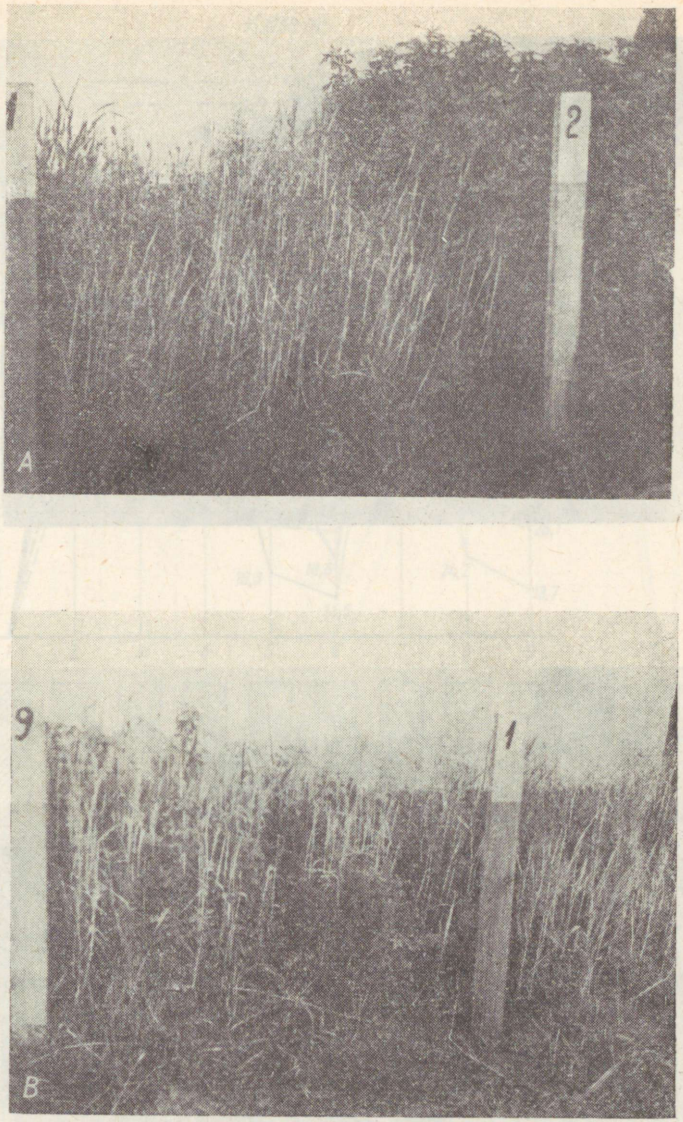
külviaasta sügisel kattevilja alla külvatud mesika puhul hea saak. Olgu veel tähendatud, et siin olid saagid varajasemal külvil üldiselt suuremad kui hilisemal.

Variantidel 5 ja 8, kus seemne idanemisperiood kulges happelises mullas ja arenev idujuurekene saavutas kontakti nõrgalt leeliselise kompostiga alles tärkamisel, langes mesika toorsaak varajasemas külvis 55—60 ja hilisemas koguni 75,8—80,8% võrra, võrreldes variandiga 2, kus mainitud kontakt saavutati juba idanemise alguses. Variantidel 6 ja 9, kus idujuurekene saavutas kontakti nõrgalt leeliselise keskkonnaga veelgi hiljem (tärkamise järel), oli saagilangus veelgi suurem. Varajasemas külvis langes saak 73,9—81,3 ja hilisemas 86,3—88,5% võrra.

Heinasaakides tulevad samad erinevused veelgi teravamalt esile (tab. 8), sest mesikas oli soodsama idanemiskeskkonnaga variantidel (var. 2, 3, 4 ja 7) kuivainerikkam kui ebasoodsas (var. 5, 6, 8 ja 9).

Saagi erinevus mainitud variantiderühmade vahel ei ole tingitud ainuüksi erinevast taimkatte tihedusest, vaid ka taimede kasvuintensiivsuse erinevustest, mida näitab ühe taime keskmine kaal. Nagu nähtub tabelis 8 toodud vastavatest andmetest, on ühe taime õhukuiv kaal variantidel 2, 3, 4 ja 7 ligemale 2 korda suurem kui variantidel 5 ja 8 ning üle 2 korra suurem kui variantidel 6 ja 9. Sellest järeldame, et *idanemisaegsed keskkonnatingimused määravad oluliselt ka taime edaspidise kasvuintensiivsuse — tema sünteesivõime.*

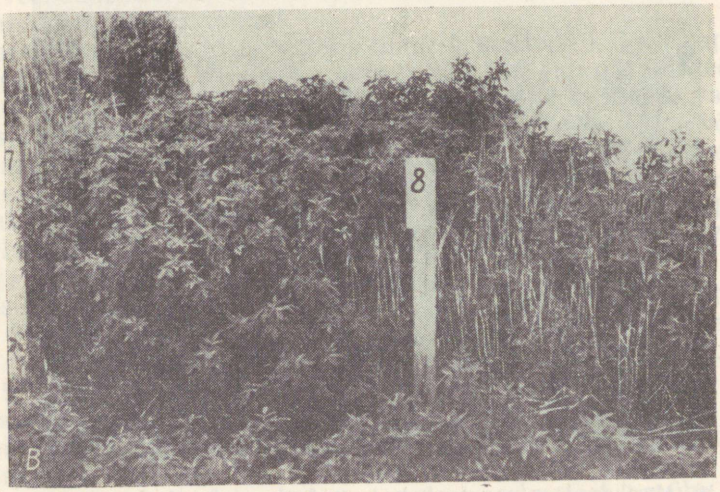
Esitatud katseandmetest nähtub veel üks oluline seaduspärasus,



Joonis 16. Mesikas väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (katses nr. 37) 1962. a. sügisel.

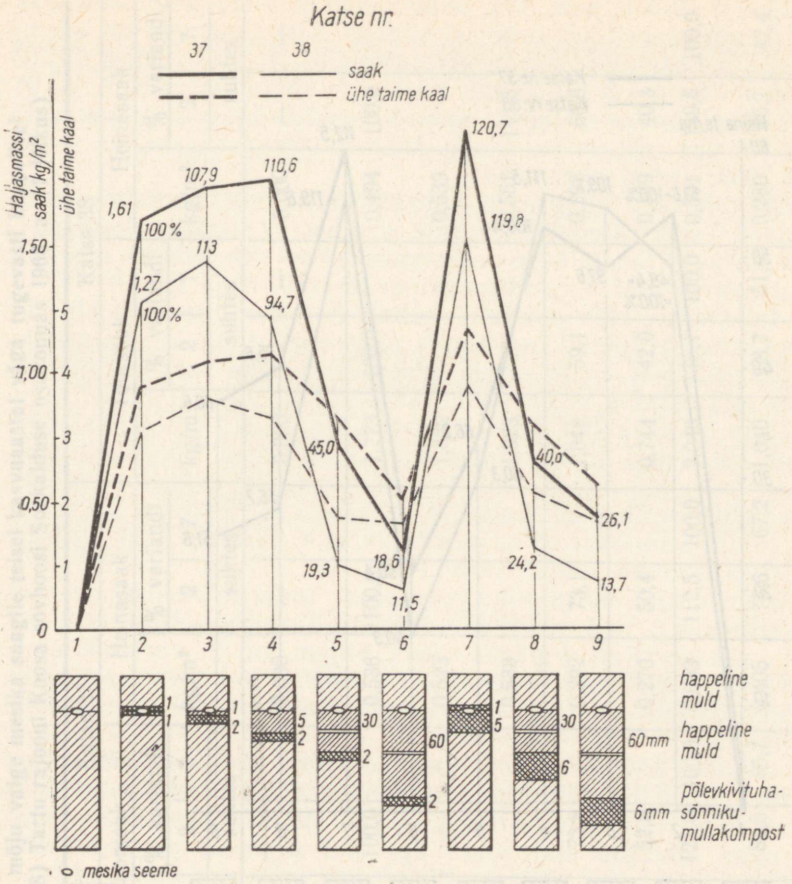
1 — lupjamata; *2* — külvireas põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht seemne all 0,1 ja peal 0,1 cm; *9* — sama kompostikiht (0,6 cm) külvireas seemnete all 6 cm sügavuses.





Joonis 17. Mesikas väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (katses nr. 37) 1962. a. sügisel.

4 — külvireas põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht 0,2 cm paksuselt seemnete all 0,5 cm sügavuses; *5* — samapaksune kompostikiht külvireas seemnete all 3 cm sügavuses; *7* — külvireas sama kompost seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksune; *8* — 0,6 cm paksune sama kompostikiht asub seemnete all 3 cm sügavuses.

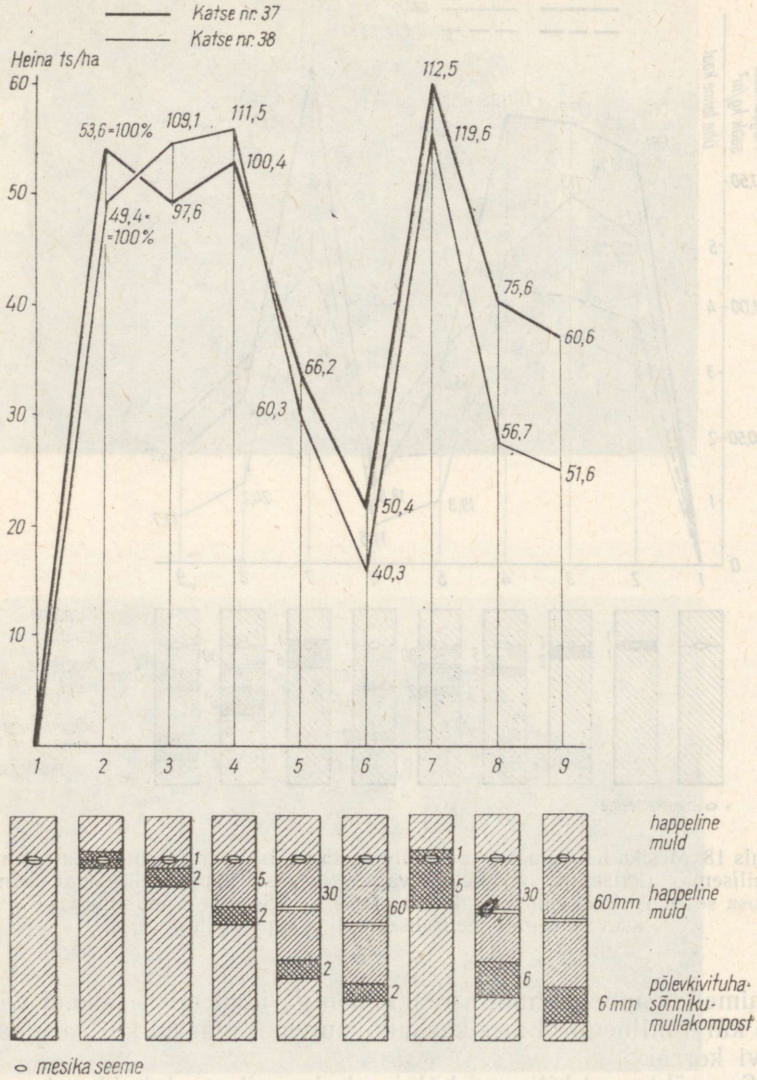


Joonis 18. Mesika haljasmassi saak külviaasta sügisel varajasemas (katses nr. 37) ja hilisemas (katse nr. 38) külvis väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1962. a.). Seemne asetus mullas külvireas asuva nõrgalt leeliselise mullakompostikihi suhtes.

ja nimelt: happelise mulla reaktsiooniga idanemiskeskkond vähendab külvi hilinemisel mesikasaaki suuremal määral kui varajasema külvi korral.

See nähtus, et hilisema külvi puhul mesikasaak hakkas langema juba siis, kui kompostikihist lahutas seemneid 0,5 cm paksune happeline mullakiht (var. 4), varajasemal külvil aga saagikurv püsis või koguni tõusis, näitab, et külvi hilinemisel peab idujuurekene *kiiremini jõudma* vastavasse soodsasse keskkonda kui varajasemal külvil (joon. 18), et vältida saagilangust.

Teisel kasvuaastal oli mesikasaagis eelmise sügisega analoogi-



Joonis 19. Mesika heinasaak teisel kasvuaastal varajasemas (katses nr. 37) ja hilisemas (katse nr. 38) külvis väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1963. a.).
Seemne asetus mullas külvireas asuva nõrgalt leeliselise mullakompostikihi suhtes.

Tabel 9

Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju valge mesika saagile teisel kasvuaastal väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (katsetes 37 ja 38) Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1963. a. (I lõikus)

Variantide kirjeldus	Katse 37						Katse 38					
	Toorsaak			Heinasaak			Toorsaak			Heinasaak		
	kg/m²	% variandi 2	% variandi 7	kg/m²	% variandi 2	% variandi 7	kg/m²	% variandi 2	% variandi 7	kg/m²	% variandi 2	% variandi 7
		suhtes			suhtes			suhtes			suhtes	
1 Kontroll, lupjamata muld	0,000	—	—	0,000	—	—	0,000	—	—	0,000	—	—
2 Seemne all ja peal 1 mm paksune ja 2 cm laiune põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht	1,746	100,0		0,536	100,0		1,773	100,0		0,494	100,0	
3 Seemne all 1 mm happelist mulda ja selle all 2 mm paksune sama kompostikiht	1,849			0,523			1,822			0,539		
4 Analoogiline variandiga 3, kuid seemne all 5 mm tüsedune happeline mullakiht	1,848			0,538			1,923			0,551	111,5	
5 Analoogiline variandiga 3, seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht	1,289	73,8		0,392	73,1		1,048	59,1		0,298	60,3	
6 Analoogiline variandiga 3, seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	0,922	52,8		0,270	50,4		0,744	42,0		0,199	40,3	
7 Seemne all 5 mm ja peal 1 mm tüsedune sama kompostikiht	2,217	127,0	100,0	0,603	112,5	100,0	2,040	115,1	100,0	0,591	119,6	100,0
8 Seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht ja selle all 6 cm paksune kompostikiht	1,457	83,5	65,7	0,405	75,6	67,2	1,040	58,7	51,0	0,280	56,7	47,4
9 Analoogiline variandiga 8, kuid seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	1,252	71,7	56,5	0,344	64,2	57,0	0,941	53,1	46,1	0,255	51,6	43,2

line olukord (tab. 9, joon. 19). Saagivahed ei olnud teisel kasvuaastal siiski nii suured kui eelmisel sügisel, sest sademeid oli äärmiselt vähe. Tiheda taimkattega variantidel (2, 3, 4, 7) ilmnes niiskusepuudus varem kui hõredama taimkatte korral (var. 5, 6, 8, 9). Järelikult pidurdus niiskusepuudusel mesika kasv esimeses variantide rühmas rohkem kui teises, mistõttu viimastes mesika saagivahed 1963. aastal vähenesid.

Väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel korraldati tootmiskatsed Tartu rajooni Ülenurme sovhoosi Villemi osakonnas ja Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas.

Katsekavad olid majandites erinevad (tab. 10 ja 11).

Et lubiväetise külv puudulike tehniliste vahendite tõttu oli Ülenurme sovhoosi Villemi osakonnas väga ebaühtlane, oli ka mesika kasv lünklik. Seal, kuhu sattus tuhka, oli mesika kasv normaalne, kus see aga puudus, ei kasvanud ka mesikat. Väga lünkliku taimkatte tõttu oli saak siin üldiselt madal, olgugi et ilmnes analoogia eespool käsitletud tootmiskatsetega. Saagivahed võisid tingitud olla osaliselt ka erinevatest koristusaegadest. Nimelt koristati 2. variandilt mesikas 30. juunil, 3. variandilt 1. juulil ja 4. variandilt 3. juulil. Seepärast on ka mõistetav, et 4. variandi saak oli isegi mõnevõrra suurem kui 2. oma (tab. 10).

Õitsemise ajal, mil mesika juurdekasv on eriti intensiivne, võis saagi erinevus 2. ja 4. variandi vahel olla tingitud sellest, et 4. variandi saak koristati 4 päeva võrra hiljem kui 2. variandi oma. 3. variandi saak oli aga siiski tublisti madalam kui 2. variandi saak, olgugi et mesikas koristati 3. variandilt ühe päeva võrra hiljem kui 2. variandilt.

Erinevused katsetulemustes olid ka Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas korraldatud tootmiskatses juba külviaasta sügisel märgatavad. Kontrollvariandis (lupjamata), kus mesikas tärkas sama hästi nagu lubjatud alal (var. 2), olid sügiseks peaaegu kõik

Tabel 10

Mesika toorsaak õitsemise algul väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni Ülenurme sovhoosi Villemi osakonnas 1961. a.

Variantide kirjeldus	Saak	
	ts/ha	%
1 Kontroll, lupjamata	0,0	0,0
2 50 ts/ha põlevkivituhka (jahvatatud) mesikaseemne külvi eel	125,4	116,1
3 50 ts/ha sama põlevkivituhka kevadise mullaharimise (kultiveerimise) eel	108,0	100,0
4 25 ts/ha sama põlevkivituhka mesikaseemne külvi eel	131,8	122,0

Tabel 11

Mesika toorsaak õitsemise ajal väga tugevasti happelisel gleistunud, keskmiselt leetunud kamar-leetgleimullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1960. a.

Variantide kirjeldus	Saak ts/ha
1 Kontroll, lupjamata	0,0
2 40 ts/ha põlevkivituhka mesikaseemne külvi eel	189,2

mesikataimed hävinud. Jäänud olid ainult üksikud kidurad ja rohekaskollased taimed, mis omakorda hääbusid talvel. Seal, kus seeme külvati põlevkivituhale (var. 2), kasvas mesikas normaalselt ja andis keskmise saagi (tab. 11). Nagu esitatud katseandmed näitavad, võib mesikas tootmistingimustes kasvada täiesti rahuldavalt ka väga tugevasti happelisel ja ajutise liigvee all kannataval mullal, kui idanevale seemnele on kindlustatud kontakt lubiväetisega.

c) Saagi kvaliteet

Kuna kontrollvariandid väga tugevasti happelistel muldadel ei andnud üheski katses mesikasaaki, pole võimalik hinnata ka selle kvaliteeti. Tabelis 12 toodud analüüsiandmed on saadud 1963. aastal mesika õitsemise alguses teise kasvu aasta saagist.

1963. aasta äärmiselt sademetevaesel suvel kannatas mesikas põua all, eriti aga katses 37, kus taimekasv oli lopsakam kui katses nr. 38.

Nagu esitatud andmetest nähtub, ei esine neis variantidevahelisi suuri ja kindlaid erinevusi, välja arvatud katse nr. 38 (tab. 12). Viimases on toorproteiini sisaldus üsna reeglipäraselt tunduvalt madalam nendel mesikataimedel, mille idanemisfaas kulges happelises mullas ja idujuur saavutas kontakti alles tärkamisel (var. 5) või veelgi hiljem (var. 9).

Mineraalsoolade (P_2O_5, K_2O, CaO) sisalduses on kõikumised üldiselt suured ja neis tingimustes pole võimalik arvestada variantidevahelisi erinevusi.

3. Lutsern keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel

Idanemiskeskkonna mõju uurimist keskmiselt kuni tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel alustati lutserniga 1959. aastal. Katsekohtadeks valiti samad majandid, kus toimusid katsed valge

Tabel 12

Idanemiskeskkonna mõju valge mesika saagi kvaliteedile väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas katses nr. 37 (varajasem külviaeg) ja nr. 38 (hilisem külviaeg) 1963. a.
(% absoluutkuivainest)

Variantide kirjeldus	Katse nr 37				Katse nr. 38			
	Toor-proteiin	P_2O_5	K_2O	CaO	Toor-proteiin	P_2O_5	K_2O	CaO
2 Seemne all ja peal 1 mm paksune ja 2 cm laiune põlevkivituha-sõnnikumullakompostikiht	15,5	0,4	1,0	1,4	17,0	0,5	1,2	2,0
3 Seemne all 1 mm happelist mulda ja selle all 2 mm paksune sama komposti kiht	15,0	0,3	0,9	1,7	16,4	0,3	1,0	2,1
4 Analoogiline variandiga 3, seemne all 5 mm tüsedune happeline mullakiht	14,6	0,4	0,9	2,0	—	—	—	—
5 Analoogiline variandiga 3, seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht	15,2	0,3	1,0	2,0	14,9	0,3	0,9	2,2
6 Analoogiline variandiga 3, kuid seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	—	—	—	—	15,4	0,3	0,8	1,9
7 Seemne all 5 mm ja peal 1 mm tüsedune sama komposti kiht	16,3	0,4	0,9	2,0	16,4	0,3	0,9	1,9
8 Seemne all 3 cm tüsedune happeline mullakiht ja selle all 6 mm paksune sama komposti kiht	14,2	0,4	1,0	1,9	—	—	—	—
9 Analoogiline variandiga 8, kuid seemne all 6 cm tüsedune happeline mullakiht	—	—	—	—	12,9	0,4	1,0	2,2

mesikaga («Jüriöö» ja Miina Härma nimeline kolhoos). Kuna lutsernikatsed asusid mesikakatsete vahetus läheduses ja mesika- ning lutsernikatsete pindalad olid väga väikesed, siis mullastikutingimused olid praktiliselt võrdsed. Ka katsemetoodika oli ühesugune. Idanemiskeskkonna erinevus saavutati «Jüriöö» kolhoosis seemne eelidandamisega neutraalses mullas (tabel 13) ja Miina Härma nimelises kolhoosis nõrgalt leeliselise mullakompostikihtide asetamisega külviritta seemnete alla ja peale või ainult peale (tab. 14). Lutsern külvati nimetatud katsekohtades samuti kattevilja alla (600 idanevat seemet m^2-le). Lutsernisordiks oli 'Jõgeva hübriid 127' («Jüriöö» kolhoosis) ja 'Jõgeva 271' (Miina Härma nim. kolhoosis). Katsed kujunesid kahjuks lühiealisteks meist olenemata põhjustel.

a) Taimkatte tiheduse kujunemise dünaamika

Taimkatte tiheduse määramine on lutserni korral palju raskem kui mesikal, sest ühel lutsernitaimel areneb juurekaelast juba esimese eluaasta sügiseks mitu vart. Sellest tingituna on eksimused võimalikud ja siin esitatavad andmed ei ole nii kindlad nagu mesika puhul.

Taimkatte tiheduse analüüs Tartu rajooni «Jüriöö» kolhoosis korraldatud katses näitas, et suurem taimede püsivus on saavutatud nendes variantides, kus põlevkivituhk (30 ts/ha) anti hajusalt mulla ülemisse kihti. Seemne eelidandamine neutraalses mullas tagas kõige suurema taimkatte tiheduse juba tärkamisest alates ka lubjatud foonil (30 ts/ha hajusalt) kasvades. Neutraalses mullas eelidandatud seemne külvil happelisse mulda saavutati küll tunduvalt suurem taimkatte tihedus kui kontrollvariandis (eelidandamata seemne külvil happelisse mulda), kuid siiski väiksem kui lubjatud mullal.

Olulise tulemusena selgus katsest, et idaneva seemne otsesesse lähedusse (külviritta seeme alla ja peale) antud kuiv põlevkivituhk (8 ts/ha) võib teatud tingimustes mõjuda negatiivselt taimkatte tihedusele, eriti aga taimede kasvuintensiivsusele, mille tõttu arenevad kidurad taimed.

b) Saak

Katsetulemused «Jüriöö» kolhoosis olid mõnevõrra erinevad sama katsekoha mesikakatse tulemustest. Mesikakatses (tab. 2) ei andnud seemne eelidandamine neutraalses mullas positiivseid tulemusi mesika kasvatamisel happelisel mullal. Lutserni puhul aga oli idanemisaegse keskkonna mõju ilmne, olgugi et saakide erinevused on pisut vähem kui 95%-lise tõenäolisuse tasemel (tab. 13, var. 1 ja 6). Variantides 1 ja 6 kasvas lutsern mõlemal juhul happelisel mullal. Erinevusi oli ainult idanemise alguses: variandil 1 toimus lutserniseemne idanemine happelises, variandil 6 algas see neut-

Idanemiskeskkonna mõju lutsernisaagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak 1960. a kg/m²	Toorsaak 1960. a %	Toorsaak 1961. a kg/m²	Toorsaak 1961. a %
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata				
	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,174	100,0	0,491	100,0
	2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (30 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	2,940	1689,7	3,653	744,0
	3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud (analoogiliselt variandiga 2)	2,610	1500,0	3,291	670,3
	4 Seeme inokuleeritud, lubiväetis (8 ts/ha) antud külviritta seemne alla ja peale	0,149		0,511	
	5 Seeme inokuleeritud ja seejärel puuderdatud põlevkivituhaga	0,341		0,661	
	pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)				
	6 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lupjamata	0,763	(438,6)	1,326	(270,1)
	7 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, muld lupjamata	0,443		0,579	
	8 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud (analoogiliselt variandiga 2)	2,870	1649,4	3,374	687,2
	9 Seeme karbonaatse mulla tolmust loputatud ja seejärel inokuleeritud, muld lupjamata	0,581		1,007	

Tabel 13

kamar-leetmullal Tartu rajooni «Jüriöö» kolhoosis aastail 1960—1961

Heinasaak					2. a keskmine			
1960. a.		1961 a.			toorsaak		heinasaak	
kg/m²	%	1 taime kaal I lõikuses g	kg/m²	%	kg/m²	%	kg/m²	%
0,041	100,0	0,2	0,120	100,0	0,333	100,0	0,080	100,0
0,617	1504,8	0,6	0,780	650,0	3,198	960,4	0,699	873,7
0,560	1366,0	0,6	0,775	645,8	2,950	886,0	0,668	835,0
0,033		0,1	0,131		0,330		0,082	
—		0,2	0,154		0,501		—	
0,177	(431,7)	0,3	0,299	(249,2)	1,044	(313,5)	0,238	(297,5)
0,129		0,3	0,164		0,511		0,147	
0,634	1546,3	0,6	0,677	564,2	3,122	937,5	0,656	820,0
0,151		0,5	0,214		0,794		0,183	

raalses mullas. Ometi oli viimase toorsaak kahe aasta keskmisena 213,5 ja heinasaak 197,5% võrra suurem kui lutsernil variandis 1. Olgugi et variandi 6 saak ületab mitmekordselt variandi 1 saaki, on selle majanduslik efekt siiski väike, sest ka kontrollvariandi saak oli väga väike. Seemne eelidandamise efekt millegipärast ei ilmnenud lutserni külvil lubjatud kamar-leetmullal (var. 8 võrreldes 2-ga). Mesika puhul ilmnes eelidandamise efekt just siin selgesti.

Antud katses oli erakordselt suur mulla lupjamise efekt. 30 tsentneri põlevkivituha andmisel hektari kohta suurenes lutserni toorsaak kahe aasta keskmisena 9,6- ja heinasaak 8,7-kordselt (var. 2). Seejuures oli heina absoluutsaak küllaltki kõrge — ligemale 70 ts hektari kohta.

Omapäraselt reageeris lutsern külviritta antud lubiväetisele (var. 4). Kui mesikas andis külviritta antud vähese põlevkivituha (8 ts/ha) foonil praktiliselt sama kõrge saagi kui suurema koguse (30 ts/ha) lubiväetise hajukülvi korral (tab. 2), siis lutsern andis külviritta antud lubiväetise puhul isegi väiksema saagi kui kontrollvariandis. Nähtavasti on lutsern idaneva seemne vahetus läheduses kõrge lubiväetise kontsentratsiooni suhtes tundlikum kui mesikas, seda eriti kuiva mulla korral, nagu see oli käesolevas katses.[1] Muld oli külviajal võrdlemisi kuiv ja sademeid ei esinenud külvi järel viie päeva kestel. Põlevkivituhk, mis on hügroskoopne, suurendas idaneva seemne otseses läheduses veelgi niiskusepuudust, mistõttu idanemistingimused olid halvemad kui variandis, kus põlevkivituhk anti hajusalt. Nähtavasti samal põhjusel ei andnud märkimisväärseid tulemusi seemne külvieelne puuderdamine põlevkivituhaga (var. 5).

Seemne inokuleerimisele lutsern käesolevas katses nimetamisväärselt ei reageerinud. Lubjatud foonil andis inokuleerimata seeme (var. 3) peaaegu sama suure saagi kui inokuleeritud seeme (var. 2). Vastupidi, samas katsekohas ja inokuleerimata seemne korral reageeris mesikas äärmiselt suure saagilangusega.

Lutserni puhul nähtavasti sõltub nitraginiseerimise mõju ka inokuleerimise ajast. Eelidanenud seemne nitraginiseerimine (var. 6) andis katses märksa suurema saagi kui seemne inokuleerimine enne eelidandamist (var. 7). Statistiliselt ei ole siiski tõestatud saakide erinevus mainitud variantide vahel. Nagu mesikas nii reageeris ka lutsern saagilangusega, kui idanenud seemet inokuleerimise eel pesti (vrd. varianti 9 variandiga 6). Nende variantide saagivahe ei ole küll suur, kuid siiski ilmneb sama tendents, mida täheldasime eelmistes katsetes.

Teatud määral näitab taimekasvu intensiivsust ka ühe taime keskmine kaal (tab. 13). Antud katses on lutsernil ühe taime kaal

[1] Tartu meteoroloogiajaama andmetel oli maikuus kahel esimesel dekaadil sademeid 7,1 mm. Lutserni külvi (16. V) eel oli 9 ja külvi järel 5 sademeteta päeva.

üldiselt väike. Eriti kidur oli lutsern variantides 4, 5 ja 1. Seega vähendas külviritta antud väike kogus (8 ts/ha) põlevkivituhka tublisti lutserni kasvuenergiat. Samasugune nähtus ilmnes ka mesika puhul (tab. 6, lk. 55).

Katsetulemused Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis näitasid kõigepealt seda, et väike kogus põlevkivituhka (ca 8 ts/ha), asetatuna külviritta, mõjus, vastupidi eelmisele katsele, üsnagi soodsalt (tab. 14). Millega seda seletada?

Käesolevas katses idanes seeme niiskes mullas, sest külvi järel (4 päeva kestel) sadas tublisti vihma (19,6 mm). Eelmises katses, «Jüriöö» kolhoosis, pidi seeme idanema niiskusepuuduses.

Olgugi et käesolevas katses põlevkivituhk külviritta antuna mõjus üldiselt positiivselt, on ta mõju siiski erinev, sõltuvalt sellest, kui suurel määral ta soodustas seemne idanemist ja idandi arenemist. Võrdleme näiteks variantide 1, 2 ja 4 saake (tab. 14). Nagu mesikas nii andis ka lutsern selles katsekohas isegi lupjamata mullal küllaltki suure heinasaagi (0,430 kg/m²). Eelmises katses («Jüriöö» kolhoosis) oli kontrollvariandi saak 4—5 korda madalam (0,080 kg/m² heina), olgugi et mulla reaktsioonis ei olnud olulist erinevust. See näitab, et lutsern võib kasvada enam-vähem normaalselt ka mõõdukalt happelisel mullal, kui teised kasvutingimused on küllalt soodsad.

Hoolimata sellest et lutsern kasvas Miina Härma nimelises kolhoosis küllaltki hästi lupjamata foonil, tõstis külviritta seemne alla antud väike kogus (ca 8 ts/ha) põlevkivituhka lutserni toorsaaki 49,1 ja heinasaaki 43,5% võrra (var. 2). Sama suur kogus põlevkivituhka, antuna samasse külviritta, kuid *seemne peale* (var. 4), suutis tõsta lutserni toorsaaki vaid 36,5 ja heinasaaki 31,9% võrra. Et kasutatud lubiväetiskogused olid mõlemal juhul võrdsed ning nende paigutuski lokaalne, on erinevus variantide 2 ja 4 saagis tingitud sellest, kui suurel määral üks või teine väetamise viis mõjustas lutserni arengut idanemise faasis.

Variandis 2 saavutas idujuurekene seemne all oleva lubiväetisega kontakti juba idanemise alguses, mis lõi arenevale idandile normaalsed reaktsioonitingimused ning idujuure juurekarvakesed võisid omastada sealt vajalikke toiteaineid kõige varajasemas arenguastmes. Variandi 4 puhul, kus lubiväetis paiknes seemne peal, ei olnud idujuurekese juurekarvakestel küllaldast kontakti lubiväetisega. Sama lubiväetis muutus taimele kättesaadavaks hiljem, s. o. pärast tärkamist, kui juur hakkas hargnema. Jooniselt 10 selgub, et pärast tärkamist hakkasid mesika juurtel tekkima külgjuured. Jooniselt 13 ilmneb, et muld põimub hiljem külvisügavuses ja pisut kõrgemalgi juurtega tugevasti läbi ning pääsevad mõjule seal paiknevad väetised. Seega on eeltähendatud saagi erinevus tingitud vaid taimede lubiväetise kasutamise *ajalisest erinevusest*. Esimesel juhul see mõjustas taimekasvu alates idanemisfaasist, teisel aga põhiliselt juba tärkamisjärgsest faasist.

Idanemiskeskkonna mõju lutsernisaagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel, kolhoosis 1962. a. (saak

Variantide kirjeldus	kg/m²
1 Kontroll, lupjamata	2,007
2 Põlevkivituhk külvireas seemne all 0,1 ja peal 0 cm	2,993
3 „ „ „ „ 0,1 „ „ 0,1 cm	2,773
4 „ „ „ „ 0 „ „ 0,1 cm	2,740
5 Kompost „ „ „ 0,1 „ „ 0 cm	3,135
6 „ „ „ „ 0,1 „ „ 0,1 cm	3,447
7 „ „ „ „ 0 „ „ 0,1 cm	3,147
8 „ „ „ „ 0,5 „ „ 0 cm	4,673
9 „ „ „ „ 0,5 „ „ 0,1 cm	4,628
10 „ „ „ „ 0 „ „ 0,5 cm	3,610
11 „ „ „ „ 5,0 „ „ 0,1 cm	6,140
12 „ „ „ „ 5,0 „ „ 2,0 cm	5,240

Kui idanev seeme n.-ö. pakiti kahe õhukese lubiväetiskihi vahele (var. 3), langes saak. Seega ilmneb, nagu nägime ka tabelist 3, et kahe lubiväetiskihi vahele külvatud seemne korral saak langeb. Käesolevas katses ei ole saagilangus küll nii suur kui eelmises, kuid ilmne on sama seaduspärasus. Sellest tuleneb järeldus: värske pulbrilise põlevkivituha külvamine külviritta seemne alla ja peale on ohtlik. Et vältida külviritta antava pulbrilise lubiväetise võimalikku kahjulikkust, kuid kindlustada siiski lutserniseemnete reaktsiooni suhtes soodne idanemiskeskkond, võeti kasutusele *põlevkivituhasõnniku-mullakompost.* Seemne asetamine selliselt kahe kompostikihi vahele ei vähenda saaki, võrreldes sama kompostikihi andmisega seemne alla, vaid vastupidi — tõstab seda, Öeldu peegeldub eriti reljeefselt joonisel 20 (var. 5 ja 6). Seejuures on komposti kasutamisel võimalik suurendada seemne all asuva neutraalse või nõrgalt leeliselise kihi tüsedust, laiendades soodsa idanemiskeskkonna ulatust selliselt, et idanemine võib kulgeda kultuurile soodsas keskkonnas pikema ontogeneetilise perioodi kestel.

Nagu ilmneb toodud katseandmetest (tab. 14), *suureneb lutsernisaak tunduvalt seemne all oleva nõrgalt leeliselise kihi tüseduse suurendamisel.* Kui näiteks ca 1-millimeetrise põlevkivituhakihi asetamisel idaneva seemne alla ja samuti selle peale (var. 3) lutserni haljasmassisaak suurenes happelisel mullal kontrollvariandi suhtes 36,2 ja heinasaak 37,2% võrra, siis suurenes saak 1-millimeetrise nõrgalt leeliselise mullakompostikihi kasutamisel (var. 6) sama variandi suhtes juba 71,2 ja 68,1% võrra.

Põlevkivituha andmisel külviritta seemne alla ja peale (var. 3) suurenes ühe ruutmeetri kohta lutserni toorsaak 0,726 ja heinasaak

Tabel 14

kuid keskmiselt viljakal kamar-leetmullal Tartu rajooni Miina Härma nimelises kahe lõikuse summana)

Toorsaak				Heinasaak				
% variandi					% variandi			
I	II	6	8	kg/m²	I	II	6	8
suhtes					suhtes			
100,0				0,430	100,0			
(149,1)				0,617	(143,5)			
(136,2)				0,590	(137,2)			
(136,5)				0,567	(131,9)			
156,2				0,665	154,7			
171,7		100,0		0,723	168,1		100,0	
156,8				0,663	154,2			
232,8				1,003	233,2			100,0
230,6		134,3	100,0	0,945	219,8		130,7	
179,9			77,3	0,747	173,7			74,4
305,9	100,0	178,1		1,180	274,4	100,0	163,2	
261,1	(85,3)	152,0		1,047	243,5	(88,7)	144,8	

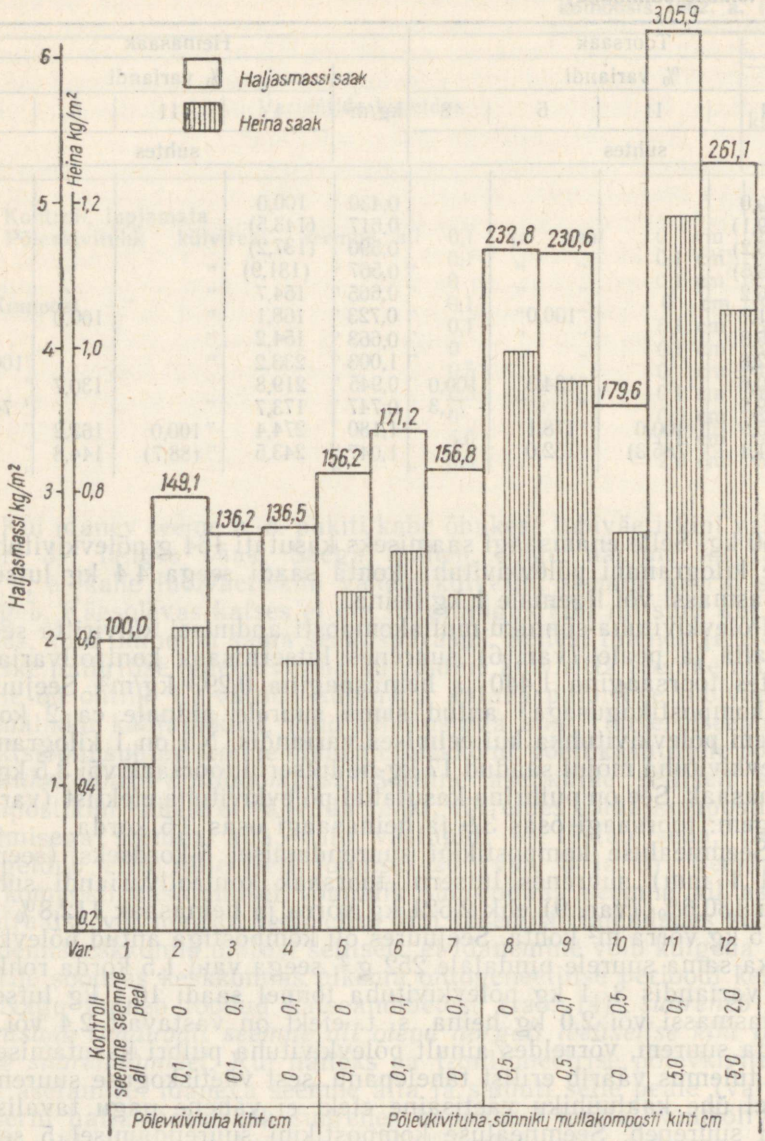
0,160 kg. Selle enamsaagi saamiseks kasutati 164 g põlevkivituhka. Ühe kilogrammi põlevkivituha kohta saadi seega 4,4 kg lutserni haljasmassi või ligemale 1 kg heina.

Põlevkivituha-sõnniku-mullakomposti andmisel külviritta seemne alla ja peale (var. 6) suurenes lutsernisaak kontrollvariandi suhtes toorsaagina 1,440 ja heinasaagina 0,293 kg/m². Seejuures on kompostikogusega [1] antud sama suurele pinnale ca 2 korda vähem põlevkivituhka kui eelmises variandis. Nii on 1 kilogrammi põlevkivituha mõjul saadud 17 kg-ne lutserni toorsaak või 3,5 kg-ne heinasaak. See on pulbrina kasutatud põlevkivituha efektist (var. 3) kõrgem: toorsaagi osas 3,9 ja heinasaagi osas 3,5 korda.

Seemnealuse kompostikihi suurendamisel 5-kordseks (seemne peal 1 mm) suurenes lutserni toorsaak kontrollvariandi suhtes juba 130,6% (var. 9) ehk 2,621 kg võrra ja heinasaak 112,8% ehk 0,515 kg võrra m² kohta. Seejuures oli kompostiga antud põlevkivituhka sama suurele pindalale 252 g [2], seega vaid 1,5 korda rohkem kui variandis 3. 1 kg põlevkivituha toimel saadi 10,4 kg lutserni haljasmassi või 2,0 kg heina, s. t. efekt on vastavalt 2,4 või 2,0 korda suurem, võrreldes ainult põlevkivituha pulbri kasutamisega. See tulemus väärib erilist tähelepanu, sest väetiskoguse suurendamisel ühe kaaluühiku väetisaine efekt ei vähene nagu tavaliselt, vaid suureneb. Seemnealuse kompostikihi suurendamisel 5 senti-

[1] 1-millimeetrine kompostikiht, antuna seemneritta, kaalus 1 m² kohta 140 g, milles oli põlevkivituhka ca 30%; seega oli põlevkivituhka selles kaalutises ca 42 g, 2 mm kohta 84 g.

[2] 42 g×6=252 g.



Joonis 20. Idanemiskeskkonna mõju lutsernisaagile tugevasti happelisel, kuid võrdlemisi kultuuristatud mullal (Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis 1962. a.).

meetrini (var. 11) suurenes enamsaak kontrollvariandi suhtes haljasmassi osas 205,9% ehk 4,133 kg võrra ja heinasaagi osas 174,4% ehk 0,750 kg võrra 1 m² kohta. Põlevkivituha kogus, mida sisaldas mainitud tüsedusega kompostikiht, suurenes, võrreldes 3. variandiga, umbes 13 korda. Seega andis 1 kg põlevkivituhka lutserni enamsaagis 1,9 kg haljasmassi või 0,4 kg heina.

Nagu nähtub esitatud andmetest, on lokaalselt kasutatud lubiväetise efekt üldiselt suur. Eriti suur on see kompostitud põlevkivituha kasutamisel.

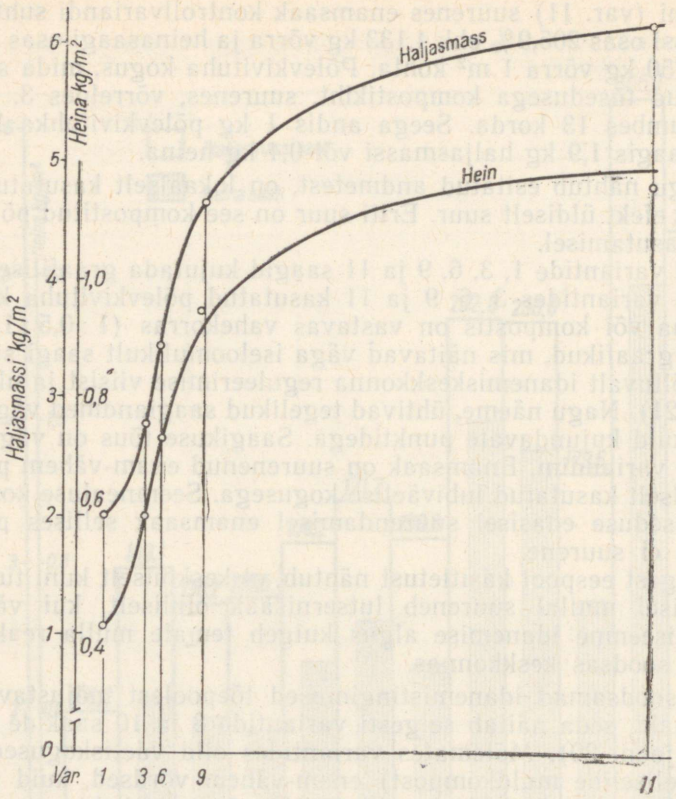
Kui variantide 1, 3, 6, 9 ja 11 saagid kujutada graafiliselt selliselt, et variantides 3, 6, 9 ja 11 kasutatud põlevkivituha kogused pulbrina või kompostis on vastavas vahekorras (1 : 0,5 : 1,5 : 13), saame graafikud, mis näitavad väga iseloomulikult saagi suurenemist sõltuvalt idanemiskeskkonna reguleerimise viisist ja ulatusest (joon. 21). Nagu näeme, ühtivad tegelikud saagiandmed väga hästi graafikuid kujundavate punktidega. Saagikuse tõus on väga järsk kuni 9. variandini. Enamsaak on suurenenud enam-vähem proportsionaalselt kasutatud lubiväetise kogusega. Seemnealuse kompostikihi tüseduse edasisel suurendamisel enamsaak sellises proportsioonis ei suurene.

Kõigest eespool käsitletust nähtub, et keskmiselt kuni tugevasti happelisel mullal suureneb lutsernisaak oluliselt, kui vähemalt lutserniseemne idanemise algus kulgeb temale mulla reaktsiooni suhtes soodsas keskkonnas.

Et soodsamad idanemistingimused tõepoolest mõjustavad lutsernisaaki, seda näitab selgesti variantide 8 ja 10 saakide võrdlemine (joon. 20). Mõlemates variantides olid väetiskogused (nõrgalt leeliseline muldkompost) enam-vähem võrdsed, kuid saak 8. variandis on siiski 1,063 kg ehk 29,4% võrra m² kohta suurem kui variandis 10. Kaheksanda variandi taimedel kulges idanemine soodsamates tingimustes kui 10. variandis, sest esimesel juhul idujuur arenes idanemise alguses nõrgalt leeliselises muldkompostikihis, viimasel juhul aga happelises mullas.

Huvitav on asjaolu, et kui seeme on kaetud tüsedama põlevkivituha-mullakompostikihiga, siis lutsernisaak ei suurene, vaid koguni väheneb. Näiteks variantides 11 ja 12 oli seemne all olev kompostikiht ühesuguse tüsedusega, kuid variandis 12 olid seemned kaetud ka pealt 2-sentimeetrise kompostikihiga. Viimasel juhul oli aga toorsaak m² kohta 0,900 kg ehk 14,7% võrra madalam.

Põhjust pole senini ligemalt uuritud. Kirjeldatud asjaolu näitab, et lutserni idandi iduvars, mis peab tungima läbi küllaltki kõrge lubiväetiskontsentratsiooniga kompostikihi, on nähtavasti palju tundlikum kui idujuur. Sellist oletust kinnitab ka tärganud taimede arvestus, mis on reeglipäraselt tunduvalt väiksem kõikides nendes variantides, kus seemnete peal oli kas pulbriline põlevkivituhakiht, olgugi väga õhukese korrana (var. 3, 4), või tüsedam põlevkivituha-mullakompostikiht (var. 10, 12).



Joonis 21. Idanemiskeskkonna mõjustamise viisi ja kestuse mõju lutserni saagile keskmiselt kuni tugevasti happelisel, kuid keskmiselt kultuuristatud kamar-leetmullal (Tartu rajooni Miina Härma nimelises kolhoosis 1962. a.).

1 — kontroll (lupjamata); *3* — põlevkivituhakiht külvireas seemne all 0,1 ja peal 0,1 cm; *6* — põlevkivituha-sõnniku-mullakompostikiht külvireas seemne all 0,1 ja peal 0,1 cm; *9* — sama kompostikiht külvikorras seemne all 0,5 ja peal 0,1 cm; *11* — sama kompostikiht külvireas seemne all 5 ja peal 0,1 cm.

Et ontogeneetiliselt pikemaajaline idujuurekese arenemine soodsas keskkonnas mõjub lutserni järgnevale kasvule positiivselt, näitavad ka vastavate vegetatsioonikatsete tulemused. Tabelis 15 toodud katseandmed on saadud lutserni kasvatamisel traatvõrkpõhjaga vegetatsiooninõudes, mida täideti tugevasti happelise (pH 4,8) mullaga. Seeme eelidandati neutraalses mullas (pH 7,0), kuni idujuurekesed olid 1—2 mm (var. 1) või 5—10 mm (var. 2) pikkused. Seejärel asetati nad tugevasti happelisse mulda ja kaeti pealt paari sentimeetri paksuse mullakihiga. Vegetatsiooninõud kaevati taimede tärkamisel nõrgalt happelisse (pH 6,3) mulda, kus lutserni edaspidine kasv toimus looduslikes tingimustes.

Nagu selgub esitatud katseandmetest, on lutsernisaagid tavaliselt suuremad seal, kus seeme arenes ontogeneetiliselt pikemat aega lutsernile soodsates mulla reaktsiooni tingimustes. Erinevus keskkonnas oli ju ainult idanemise alguses, esimese 2—3 ööpäeva kestel. Suurem osa idanemisperioodist kulges aga happelises mullas, samuti osa tärkamisjärgset perioodi, kuni idujuur läbis 20 cm tüsedusega mullakihi vegetatsiooninõus. Hiljem sattusid lutsernijuured jälle mulla reaktsiooni suhtes soodsasse mulda, sest arvukad katsed on näidanud (Sutter, 1963), et lutsern kasvab üsna hästi nõrgalt happelisel mullal, kus pH on >6,0.

Hoolimata sellest et varsti pärast taimede tärkamist jõudsid lutsernijuured reaktsiooni suhtes soodsasse keskkonda, püsis aastate kestel siiski reaalne saagivahe, mida põhjustas erinevus idanemise alguses.

Huvitav on märkida ka seda, et taimede tärkamise protsent sõltub üsna suurel määral sellest, kui kaua seeme sai idaneda mulla reaktsiooni suhtes soodsas keskkonnas. Nii tärkas taimedest, mis idanesid kogu aeg tugevasti happelises mullas, vaid 22%. Seal aga, kus idanemine toimus 2 esimese ööpäeva kestel (idu 1—2 mm) neutraalses mullas (var. 1), oli tärganud taimi 48,7%, ning seal, kus seeme sai 3 ööpäeva kestel idaneda neutraalses mullas (var. 2), tärkas külvatud idanditest 86,7%. Pikemate idujuurtega idandite ümberkülvil oli ju nende vigastumisvõimalus suurem, seepärast oleks täiesti loomulik, kui tärganud taimede protsent oleks olnud vastupidine.

Tabel 15

Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju lutserni toorsaagile tugevasti happelisel kamar-leetmullal EPA maaviljeluse kateedris (saak g/l vegetatsiooninõu kohta)

Variantide kirjeldus	1961	1962	1963	1964	1965	5 aasta keskmine	
						g	%
1 Seeme eelidanenud karbonaatses mullas kuni idujuur 1—2 mm pikkune; seejärel külvatud happelisse mulda	1120	1309	585	730	828	914	100
2 Sama nagu 1, idujuur ümberkülvil aga 5—10 mm pikkune	1522	1564	881	1178	1070	1243	136,0

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagi kvaliteedile keskmiselt kuni tugevasti nimelises kolhoosis 1962. a.

	Variantide kirjeldus	Toorproteiini		
		I lõikus	II lõikus	keskm.
1	Kontroll, lupjamata	14,0	18,2	16,1
2	Põlevkivituhk külvireas seemne all 0,1 ja peal 0 cm	16,9	20,0	18,3
3	„ „ „ 0,1 „ 0,1 cm	15,9	19,4	17,5
4	„ „ „ 0 „ 0,1 cm	15,0	21,4	18,0
5	Kompost „ „ 0,1 „ 0 cm	16,3	20,1	18,0
6	„ „ „ 0,1 „ 0,1 cm	15,3	19,0	16,8
7	„ „ „ 0 „ 0,1 cm	15,0	17,0	15,8
8	„ „ „ 0,5 „ 0 cm	17,2	24,2	20,1
9	„ „ „ 0,5 „ 0,1 cm	18,8	20,7	19,6
10	„ „ „ 0 „ 0,5 cm	17,8	18,4	18,0
11	„ „ „ 5,0 „ 0,1 cm	17,9	21,1	19,5
12	„ „ „ 5,0 „ 2,0 cm	20,2	18,4	19,5

c) Saagi kvaliteet

Lutsern on väga väärtuslik söödakultuur, seepärast on vaja teada, milline on happelisel mullal kasvanud lutserni söödaväärtus. Selleks määrati lutserniheina I ja II niite kuivaines toorproteiini, P_2O_5, K_2O ja CaO sisaldus.

Toorproteiini sisaldus oli I lõikuse saagis kõige madalam kontrollvariandis (tab. 16, var. 1). Üldiselt sisaldus toorproteiini II lõikuse saagis märksa rohkem kui I lõikuse saagis. Samasugune nähtus ilmnes ka kontrollvariandis. Kahe lõikuse keskmisena oli lutsern kontrollvariandis siiski toorproteiini sisalduselt vaesem kui lubiväetist või nõrgalt leeliselist muldkomposti saanud variantides (välja arvatud variant 7).

Täiesti reeglipärane on olukord, et lutserni toorproteiini sisaldus sõltub lubiväetise või lubiväetist sisaldava muldkomposti *kasutamise viisist*. Näiteks kui väga õhukese põlevkivituhariba asetamine seemne alla (var. 2) tõstis lutserni toorproteiini sisalduse kahe lõikuse keskmisena 16,1%-lt (var. 1) 18,3%-ni, siis variandis 3, kus seeme pandi kahe tuhakihi vahele, see ei tõusnud, vaid eelmisega võrreldes langes 17,5%-ni; 2. variandi suhtes langes ka 4. variandi lutserni toorproteiini sisaldus, kus põlevkivituhk oli ainult seemne peal.

Analoogiline nähtus ilmneb ka nõrgalt leeliselise mullakomposti kasutamisel. Kõige kõrgem toorproteiini sisaldus (võrreldavate variantide rühmas) oli nendes variantides, kus kompost asus ainult seemne all (var. 5, 8), ja kõige madalam, kus see oli ainult seemne peal (var. 7, 10). Kui nõrgalt leeliseline kompost asus nii seemne all kui ka peal (var. 6, 9), oli lutserni toorproteiini sisaldus

Tabel 16

happelisel, kuid keskmiselt viljakal kamar-leetmullal Tartu rajooni Miina Härma (% absoluutkuivainest)

P_2O_5			K_2O			CaO		
I lõikus	II lõikus	keskm.	I lõikus	II lõikus	keskm.	I lõikus	II lõikus	keskm.
0,4	0,7	0,5	1,7	2,0	1,8	1,4	2,0	1,7
0,4	0,5	0,4	2,1	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0
0,3	0,5	0,4	1,8	2,0	1,9	1,8	2,1	2,0
0,3	0,5	0,4	1,7	1,7	1,7	1,9	2,0	1,9
0,3	0,5	0,4	1,8	1,6	1,7	2,0	2,4	2,2
0,4	0,5	0,4	1,8	1,7	1,8	1,9	2,2	2,1
0,3	0,4	0,4	1,9	1,9	1,9	1,9	2,6	2,2
0,4	0,6	0,5	1,7	1,7	1,7	2,4	2,5	2,4
0,5	0,6	0,5	1,8	1,5	1,7	2,2	2,4	2,3
0,5	0,6	0,5	1,8	1,6	1,7	2,3	2,2	2,2
0,5	0,5	0,5	1,9	1,3	1,6	1,8	1,9	1,8
0,6	0,6	0,6	1,9	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9

madalam kui variandis, kus kompost paiknes ainult seemne all (var. 5, 8).

Nõrgalt leeliselise mullakompostikihi tüseduse suurendamine seemnereas seemnete all tõi kaasa ka toorproteiini sisalduse suurenemise lutsernis. Kui seemnetealuse kompostikihi tüsedus suurenes 0,1-lt 0,5 cm-ni, tõusis kahe lõikuse keskmisena toorproteiini sisaldus 18,0-lt (var. 5) 20,1%-ni (var. 8), mis on juba märkimisväärne tulemus. Edasine kompostikihi tüseduse suurendamine seemnereas seemnete all ei tõstnud enam toorproteiini sisaldust (var. 11).

Mineraalainete (P, K, Ca) sisalduses ei esine sellist seaduspärasust nagu toorproteiini osas. Ka kontrollvariandi lutsern ei ole teistest variantidest mineraalainetevaesem; samuti ei näi ilmnevat erinevusi seemnealuse kompostikihi tüseduse suurendamisel.

4. Lutsern väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel

Idanemiskeskkonna mõju selgitamist lutsernisaagile väga tugevasti happelisel (pH 4,0—4,5) mullal alustati juba 1958. aastal, seega varem kui katseid mõõdukalt happelistel muldadel. Katsekohtadeks olid Valga rajooni «Tuleviku» kolhoos, Põlva rajooni M. I. Kalinini nimeline kolhoos ning Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakond.

Esimene katsekoht pakub huvi sellepoolest, et siin on lutserni katse kestnud kõige pikemat aega, viimati mainitud katsekoht on meile aga juba tuntud väga ebasoodsate kasvutingimuste poolest.

Valga rajooni «Tuleviku» kolhoosi katsekoha muld oli väga tugevasti happeline (pH 4,5) keskmiselt leetunud liivsavi. Koosa

sovhoosi Sookalduse osakonna mulla omadusi on iseloomustatud juba eespool vastava aasta mesikakatsetes, sest lutsernikatsed olid alati mesikakatsete otseses naabruses.

Lutserni sortideks oli 'Jõgeva 147' («Tulevikus») ja 'Jõgeva 127' (Sookalduses).

Erinevused idanemiskeskkonnas saavutati seemne eelidandamisega neutraalses mullas («Tuleviku» kolhoosis ja Sookalduse varajasemates katsetes) ja neutraalse või nõrgalt leeliselise mullakomposti asetamisega külviritta seemne alla erineva tüsedusega kihina ja erinevasse sügavusse nii, et idujuur sai areneda pikemat või lühemat aega ning erinevates idanemisjärkudes kas soodsas või ebasoodsas keskkonnas. Lutsern külvati siingi varajasemates katsetes (kuni 1963. a.) kattevilja alla, hiljem aga katteviljata (600 idanevat seemet m^2-le).

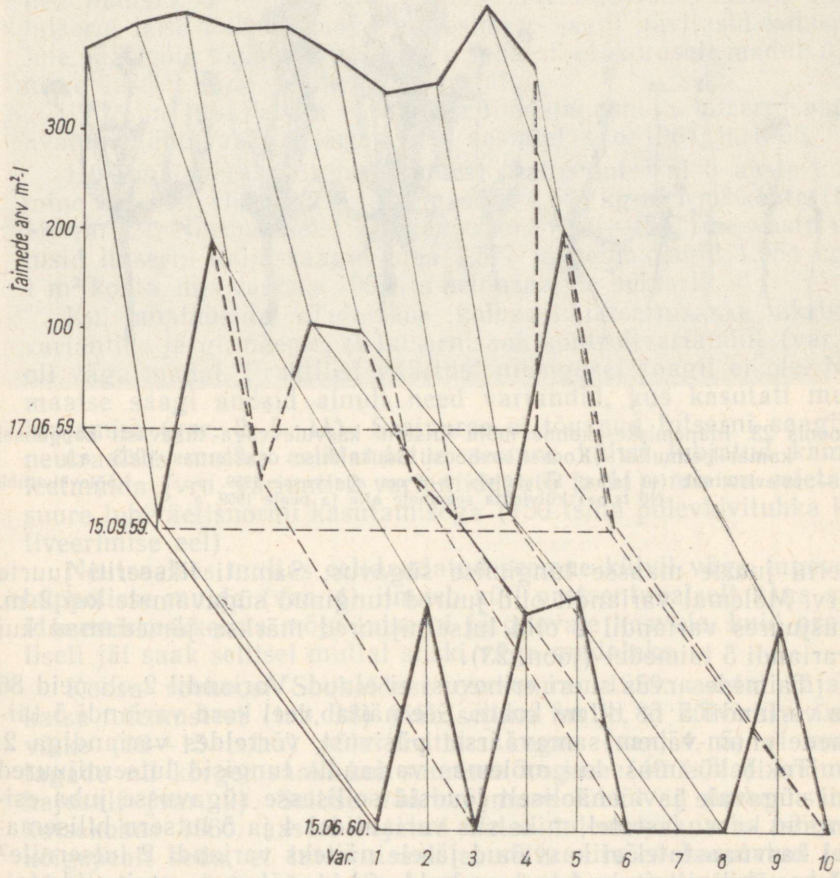
a) Taimkatte tiheduse ja juurekava kujunemise dünaamika

Valga rajooni «Tuleviku» kolhoosis korraldatud katsetest selgus, et taimkate kujunes mõnevõrra tihedam nendes variantides, kus seeme oli eelidandatud neutraalses mullas. Saakides siiski olulisi erinevusi ei ilmnenud, nagu selles võime veenduda hiljem, võrreldes variante 5 ja 11 variandiga 2 (tab. 17). Taimkatte tihedus kujunes ka lubjatud variantidel tagasihoidlikuks — alla 100 taime m^2 kohta. Vaatamata sellele ulatusid kuivheinasaagid siiski 80 ts-ni hektari kohta, mis näitab taimede jõulist kasvu.

Huvipakkuvad on Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1959. aastal (tab. 18) rajatud katsed nii taimkatte tiheduse kui ka üksiktaimede kasvuintensiivsuse kujunemise kohta. Kontrollvariandi lutsern hävis peaaegu täielikult (var. 1) juba külviaasta sügiseks (joon. 22). Ka seemne puuderdamine põlevkivituhaga (var. 6) ei suutnud luua lutserni kasvamiseks normaalseid tingimusi ning juba külviaasta sügiseks olid taimed peaaegu täielikult, talvitumise järel aga täielikult hävinud. Seemne lühiajaline eelidandamine ei andnud ka selles katses mingisuguseid positiivseid tulemusi ei lupjamata (vrd. variante 7 ja 8 variandiga 1) ega lubjatud (vrd. varianti 9 variandiga 2) foonil (tab. 18).

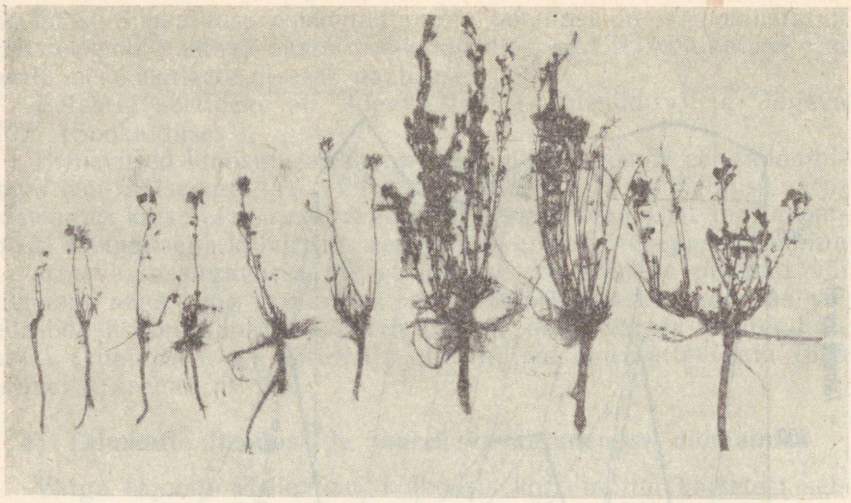
Huvitavad olid tulemused variantides 4 ja 5, kus põlevkivituhk anti külviritta seemne alla ja peale. Erinevus mainitud variantide vahel seisnes ainult tuha niiskusesisalduses ja värskuses. Kuivaine alusel oli arvestatud mõlemale variandile võrdsed kogused tuhka. Neis variantides oli küll taimede tärkamise protsent kõrge ja säilivus hea (joon. 22), kuid kasvuenergia madal, mis nähtub mainitud variantide saagist (tab. 18). Samasugust pilti konstateerisime ka mesika korral samas katsekohas (tab. 6).

Katse lõpul (1963. a. oktoobris) kaevati variantide 2 (40 ts/ha põlevkivituhka pindmisse kihti) ja 5 (15 ts/ha põlevkivituhka külviritta seemne alla ja peale) lappidele ühes korduses 2 m sügavused kaeved, mille kaudu tehti kindlaks happelisel mullal kasvanud lut-



Joonis 22. Idanemiskeskkonna mõju lutserni taimkatte tiheduse kujunemisele väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastail 1959—1960).

Eelidandamata seemnega variandid: *1* — kontroll (lupjamata), inokuleeritud; *2* — lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 8—6 cm sügavusel), inokuleeritud; *3* — analoogiline eelmisega, kuid seeme inokuleerimata; *4* — kuiv põlevkivituhk (10 ts/ha) külviritta, inokuleeritud; *5* — õues seisnud põlevkivituhk (15 ts/ha) külviritta, inokuleeritud; *6* — inokuleeritud seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga;
Neutraalses mullas eelidandatud seemnega: *7* — lupjamata, inokuleeritud pärast eelidandamist; *8* — lupjamata, inokuleeritud enne eelidandamist; *9* — lubjatud analoogiliselt variandiga 2, inokuleeritud; *10* — lupjamata, seeme loputatud pärast eelidandamist ja inokuleeritud.



5 2

Joonis 23. Idanemiskeskkonna mõju lutserni kasvule väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1963. a.).
2 — põlevkivituhk (40 ts/ha) hajukülvis 0—6 cm sügavusse 1959. a.; 5 — põlevkivituhk (10 ts/ha) külviritta seemnete alla ja peale 1959. a.

serni juurte maasse tungimise sügavus. Samuti fikseeriti juurte arv. Mõlemal variandil olid juured tunginud sügavamale kui 2 m, kusjuures variandil 2 olid lutsernijuured märksa jämedamad kui variandi 5 taimedel (joon. 23).

Taimede arvus suuri erinevusi ei olnud. Variandil 2 oli neid 86 ja variandil 5 68 tk. m² kohta. See näitab veel kord variandi 5 taimede enam-vähem samaväärset püsivust, võrreldes variandiga 2.

Tekib küsimus: kui mõlemas variandis tungisid lutsernijuured nii sügavale ja tõenäoliselt jõudsid sellisesse sügavusse juba esimestel kasvuaastatel, miks siis variantidel 4 ja 5 lutsern hilisematel kasvuaastatel ei kasvanud järele näiteks variandi 2 lutsernile? Oma põhilise toitainetetarbe rahuldasid ju mõlemate variantide taimed sügavamate mullakihtide arvel. Põhjuseks võiks pidada seda, et variant 2 sai 4 korda rohkem (kuivaine alusel) põlevkivituhka (olgugi küll pindmisse kihti) kui variandid 4 ja 5. Et põhjus ei seisne kasutatud põlevkivituha erinevates hulkades, näeme hiljem.

b) Saak

Valga rajooni «Tuleviku» kolhoosist saadud katsetulemused on väärtuslikud eriti sellepoolest, et õnnestus säilitada katset pikema aja kestel, millest nähtub, et lutsern võib püsida isegi väga tugevasti happelisel mullal vähemalt 6—7 aastat (tab. 17).

Lutserni saagi kohta pikema aja keskmisena ei anna mainitud katse päris resultatiivset ülevaadet, sest katseperioodi kestel oli erakordse ilmastikuga aastaid; samuti vähendasid saaki veel mõned juhuslikud tegurid. Nii näiteks arvestati 1959. aastal ainult lutserni teise lõikuse saak, sest esimese saagi hävitasid katsepõllule pääsenud loomad. 1963. aasta saak oli erakordselt madal. Mainitud aastate saake ei ole siin arvestatud.

1962. ja 1963. aasta ebasoodsa ilmastiku mõju lutsernisaagile avaldus nähtavasti ka järgnevatel aastatel, s. o. 1964. ja 1965.

Hoolimata erakordsetest oludest ulatus lutserni 5 aasta keskmine toorsaak siiski 2,215 ja heinasaak 0,584 kg-ni 1 m² kohta (tab. 17, var. 2). Normaalsetel saagiaastatel (1960—1961) seevastu ulatusid lutserni haljassaagid juba 3,577 ja heinasaagid 1,054 kg-ni 1 m² kohta, mis vastaks 105,4 ts heinasaagile hektarilt.

Kui analüüsida «Tuleviku» kolhoosi lutsernisaake üksikute variantide järgi, näeme, et lutsernisaak kontrollvariandilt (var. 1) oli väga madal. Praktilist väärtust niisugusel saagil ei ole. Normaalse saagi andsid ainult need variandid, kus kasutati mulla lupjamist (var. 2, 5, 11). Seejuures ei tõusnud lutserni saagikus neutraalses mullas eelidandatud seemne külvil lubjatud kamarleetmulda (vrd. varianti 2 variantidega 5 ja 11), mis on seletatav suure lubiväetisnormi kasutamisega (150 ts/ha põlevkivituhka kultiveerimise eel).

Neutraalses mullas eelidandatud seemne külvil väga tugevasti happelisse mulda (var. 4) ilmneb küll protsentuaalselt üsna suur idanemiskeskkonna mõju lutserni järgnevale kasvule, kuid praktiliselt jäi saak sellisel mullal siiski väga madalaks.

Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1959. aastal rajatud katse tulemustest (tab. 18) jääb selline mulje, et külviritta antud väike (10—15 ts/ha) põlevkivituha kogus (var. 4, 5) ei suuda tagada nii kõrget saaki kui suurema koguse (40 ts/ha) andmine hajusalt (var. 2). Sellise väärarvamuse lükkavad ümber samas katsekohas 1960. aastal rajatud katse tulemused, mis näitavad kõigepealt seda, et lutsernisaak ei sõltu niivõrd kasutatud lubiväetise hulgast, kuivõrd sellest, missugused arengutingimused loob kasutatud lubiväetis taimele tema kõige varajasemas arenguastmes — idanemisel. Selles katses tagas külviritta antud põlevkivituhk (tab. 19, var. 4) sama suure või isegi mõnevõrra kõrgema saagi kui 4 korda suurema tuhakoguse andmine hajusalt (var. 2). Eelmises katses olid tulemused vastupidised. Millega seda seletada?

1959. aasta 14. mail külvatud lutserniseeme idanes kuivas mullas, sest külvi ajal oli muld kuiv ja külvi järel oli 6 päeva sademeteta. Vihma sadas alles 7. päeval (5,3 mm) ja 8. päeval (0,5 mm). See väike sademetehulk ei suutnud tõsta mullaniiskust nimetamisväärselt ka hiljem ja idanemine toimus variantidel 4 ja 5 mullalahuse kõrge kontsentratsiooni tingimustes, mis nähtavasti põhjus-

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel kamar-

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak kg/m²				
		1960	1961	1962	1964	1965
Seeme külvatud kamar-leetmulda						
eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,073	0,167	0,037	0,000	0,000
	2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (150 ts/ha põlevkivituhka 0—6 cm sügavusse)	3,577	3,483	1,983	0,996	1,036
	3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	1,062	1,545	—	—	—
pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)	4 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lupjamata	0,389	0,847	—	—	—
	5 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	3,313	3,420	1,932	0,960	0,954
	6 Seeme inokuleerimata, kasvukoha muld lupjamata	0,121	0,207	—	—	—
	7 Seeme neutraalse mulla tolmust loputatud, inokuleerimata, kasvukoha muld lupjamata	0,026	0,076	—	—	—
	8 Seeme neutraalse mulla tolmust loputatud, seejärel inokuleeritud, kasvukoha muld lupjamata	0,330	0,806	—	—	—
	9 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, kasvukoha muld lupjamata	0,231	0,658	—	—	—
	10 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, idanemise järel loputatud neutraalse mulla tolmust, kasvukoha muld lupjamata	0,153	0,505	—	—	—
pärast seemne eelidandamist lubjatud kamar-leetmullas	11 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, kasvukoha muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	3,430	3,313	1,816	0,749	0,798

Tabel 17

leetmullal Valga rajooni «Tuleviku» kolhoosis aastail 1960—1965

Heinasaak kg/m²					5 aasta keskmine			
					toorsaak		heinasaak	
1960	1961	1962	1964	1965	kg/m²	%	kg/m²	%
0,023	0,057	0,010	0,000	0,000	0,055	100,0	0,018	100,0
0,904	1,054	0,403	0,320	0,249	2,215	4027,3	0,584	3244,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,107	0,247	—	—	—	—	—	—	—
0,838	0,951	0,420	0,280	0,238	2,116	3847,3	0,546	3033,3
0,014	0,053	—	—	—	—	—	—	—
0,005	0,010	—	—	—	—	—	—	—
0,097	0,309	—	—	—	—	—	—	—
0,074	0,195	—	—	—	—	—	—	—
0,041	0,147	—	—	—	—		—	—
0,875	0,947	0,380	0,248	0,202	2,021	3674,5	0,532	2955,6

Tabel 18

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastail 1960—1963

Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak kg/m²					Heinasaak kg/m²				4 aasta keskmine			
											toorsaak		heinasaak [1]	
		1960	1961	1962	1963	Taimede keskmine kõrgus cm (29. VI 1961)	1960	1961	1962	1963	kg/m²	%	kg/m²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud muld lupjamata	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	—	0,000	—	0,000	—
		2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	0,175	2,618	1,940	0,154	51	0,263	0,713	0,446	—	1,357	100,0	0,474	100,0
		3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	0,010	0,106	0,073	0,000	—	—	—	—	—	0,047	3,5	—	—
		4 Kuiv põlevkivituhk külvireas seemne all ja peal (10 ts/ha), seeme inokuleeritud	0,351	1,359	0,786	0,105	37	0,122	0,416	0,194	—	0,650	47,9	0,244	51,9
		5 Õues seisnud põlevkivituhk külvireas seemne all ja peal (15 ts/ha), seeme inokuleeritud	0,443	1,623	0,907	0,092	39	0,158	0,465	0,216	—	0,766	56,4	0,280	59,1
		6 Inokuleeritud seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga, muld lupjamata	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	—	0,000	—	0,000	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0)	7 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lupjamata	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	—	0,000	—	0,000	—
	8 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, muld lupjamata	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	—	0,000	—	0,000	—
	9 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	0,709	2,498	1,986	0,183	51	0,257	0,684	0,476	—	1,344	99,1	0,472	99,6
	10 Seeme pestud pärast eelidandamist neutraalses mullas, inokuleeritud, muld lupjamata	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000	—	0,000	—	0,000	—

[1] 3 aasta keskmine

Tabel 19

Idanemiskeskkonna mõju lutsernisaagile väga tugevasti happelisel kamarleetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1961. a.

	Variantide rühm	Variantide kirjeldus	Toorsaak		Heinasaak	
			kg/m²	%	kg/m²	%
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata	1 Seeme inokuleeritud, muld lupjamata	0,020	100,0	0,004	100,0
		2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	2,377	11885,0	0,648	16200,0
		3 Seeme inokuleerimata, muld lubjatud analoogiliselt eelmisega	0,171	—	0,043	—
		4 Kuiv põlevkivituhk külvireas seemne all ja peal (10 ts/ha), seeme inokuleeritud	2,448	12240,0	0,697	17425,0
		5 Inokuleeritud seeme puuderdatud kuiva põlevkivituhaga, muld lupjamata	0,070	—	—	—
	pärast eelidandamist neutraalses mullas (pH 7,0) kuni idujuured 1—5 mm pikkused	6 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	2,922	14610,0	0,795	19875,0
		7 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lupjamata	0,238	—	0,058	—
		8 Seeme inokuleeritud enne eelidandamist, muld lupjamata	0,018	—	0,002	—

tas küll taimede hea säilivuse, kuid madala kasvuenergia. 1960. aastal külvati lutsern 17. mail. 19. mail sadas vihma (12,3 mm), mis tegi maa tugevasti märjaks. Sellises mullas olid seemne idanemistingimused ka külviritta antud lubiväetise korral mullalahuse kontsentratsiooni suhtes normaalsed. Et ka mesikas andis samadel aastatel katsetes täiesti analoogilisi tulemusi ja varajasemadki katsed mõõdukalt happelistel muldadel näitasid idanemiskeskkonna suurt mõju lutserni hilisemale kasvule, siis eespool toodud põhjendus 1959. ja 1960. aastal rajatud katsetes esinevate vastuolude seletamiseks pole autori arvates alusetu. Nimetatud katses (tab. 19) ilmnes veel suhteliselt suur erinevus saagis, mis oli tingitud seemne inokuleerimise ajast. Enne eelidandamist inokuleerimisel (var. 8) oli efekt

märksa väiksem kui pärast eelidandamist (var. 7). See küsimus nõuab aga veel täiendavaid uurimisi.

Samuti ilmnes käesolevas katses neutraalses mullas eelidandatud seemne positiivne mõju lutsernisaagile (vrd. variante 7 ja 1), olgugi et mainitud saagi erinevus ei ole statistiliselt 95%-lise tõenäolisuse tasemel. Lupjamata foonil tõusis saak mainitud põhjusel enam kui 10-kordseks (var. 1 ja 7), kuigi selle võtte majanduslik efekt jääb siiski väikeseks. Lubjatud foonil (var. 2, 6) tõusis eelidandatud seemne korral haljasmassi saak 22,9 ja heinasaak 22,7% võrra.

Eelmises katses seemne eelidandamise efekt puudus. Siiski ei ole tegemist vastuoluga, sest käesolevas katses seeme idanes soodsas keskkonnas ka ontogeneetiliselt kauem kui eelmises.

Et idanemiskeskkonnal on tõesti väga suur mõju lutserni talvekindlusele ja saagile, näitab ka Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1961. aastal rajatud katse, kus lutsern ('Jõgeva 127') arenes idanemisfaasis erineva lubiväetise kontsentratsiooniga mullakompostis lühema või pikema arenemisperioodi kestel. Idanemisperioodil valitsevate mikrobioloogiliste protsesside mõju selgitamiseks lutserni hilisemale kasvule ja saagile kasutati veel steriliseeritud ja steriliseerimata mullakomposte (variantide kirjeldus tab. 20).

Katsepõld oli tasane, muld väga tugevasti happeline (pH 4,2) ja kannatas tugevasti ajutise liigniiskuse ning kevaditi koguni üleujutuste all. Nii oli 1962. aasta kevadel katsepõld üle ujutatud 2 nädala kestel. Seega olid lutserni kasvutingimused eriti ebasoodsad.

Tüsedama kompostikihi asetamine külviritta seemnete alla põhjustas üldiselt ka suurema põldtärkamise protsendi. Samuti oli taimi rohkem tärganud ka steriliseeritud kompostiga variantides. Et katsepõld oli 1962. aasta kevadel ligemale 2 nädalat üle ujutatud, siis kannatas ka lutsern selle all tublisti, mida kinnitavad tagasihoidlikud saagid 1962. aastal (tab. 20), eriti aga variantides, kus kompostikiht seemnereas oli õhem. 1962. aasta suvi oli ka veel väga sademeterikas ja päikesevaene, seepärast ei kasvanud teise lõikuse järel enam ädalat, olgugi et lutsern koristati 23. augustil ja sügiseni jäi veel ca 1,5 kuud normaalset vegetatsiooniperioodi. Sellest tingituna oli 1963. aasta saak erakordselt madal, millele omakorda aitas kaasa ka sama aasta erakordne põud. Kahel mainitud aastal valitsenud väga ebasoodsad tingimused lutserni talvitumiseks ja kasvuks mõjustasid kahtlemata ka järgnevate aastate saake.

Märkame aga seda, et variantides, kus lutserni idujuur arenes pikema ontogeneetilise perioodi kestel soodsas keskkonnas (var. 10, 11), ei kannatanud lutsern üleujutuse tagajärjel nii palju kui teistes variantides, kus seemne idujuur arenes soodsas keskkonnas lühemat aega. Nii andis lutsern näiteks variandis 10 1962. aastal

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel kamar-

		Variantide kirjeldus	Toorsaak kg/m²				
			1961 [1]	1962	1963 [2]	1964	1965
1	Põlevkivituha-sõnniku-mullakompost	Kontroll, kompostita	0,026	0,015	0,005	0,000	0,000
2		I-A külvireas seemne all 0,1, peal 0,1 cm	0,397	0,797	0,133	0,185	0,245
3		I-B „ „ „ 0,1, „ 0,1 „	0,488	0,972	0,164	0,253	0,360
4		II-A „ „ „ 0,1, „ 0,1 „	0,411	0,752	0,073	0,114	0,165
5		II-B „ „ „ 0,1, „ 0,1 „	0,355	0,545	0,078	0,118	0,165
6		I-A „ „ „ 0,5, „ 0,1 „	0,849	1,842	0,273	0,875	0,868
7		I-B „ „ „ 0,5, „ 0,1 „	0,939	2,030	0,398	0,897	1,072
8		II-A „ „ „ 0,5, „ 0,1 „	0,824	1,098	0,187	0,212	0,298
9		II-B „ „ „ 0,5, „ 0,1 „	0,853	1,498	0,152	0,333	0,345
10		I-A „ „ „ 5 , „ 0,1 „	1,404	4,780	0,828	2,592	2,487
11		I-B „ „ „ 5 , „ 0,1 „	1,372	4,177	0,790	2,685	2,435

Märkus. I — sõelutud põlevkivituhka 25%, sõelutud nõrgalt leetunud kamar-
II — sõelutud põlevkivituhka 7%, mulda 70%, superfosfaati 3% ja
A — kompost steriliseerimata;
B — kompost steriliseeritud.

[1] Külviaasta saak, üks lõikus.
[2] Üks lõikus, ülejäänutel 2 lõikust.

kahe niite summana isegi 4,780 kg-ni ulatuva toorsaagi ja 0,973 kg-se heinasaagi m² kohta. Et sel aastal niideti lutsern mõlemal korral õitsemise eel, siis oleks vitamiinheinajahuks valmistamisel saadud ligemale 8000 söötühikuni ulatuv saak hektari kohta.

Liigvesi ei suutnud vähendada lutserni elujõudu variantides 10 ja 11, küll aga tingis sügisene ädalakasvu puudumine 1962. aastal teise lõikuse järel juurte puuduliku ettevalmistuse talveks (Haller, 1951, 1953; Халлер, 1956, 1963), mis järgnevatel aastatel, eriti 1963. aastal, tunduvalt vähendas lutserni kasvuenergiat. Seetõttu olid saagid ka hiljem madalad (tab. 20). Öeldust ilmneb selgesti, et üsna suure kasvuenergiaga lutsernitaimikut võib hävitada sügisese ebasobiva niite või karjatamise aja valikuga. See on asjaolu, mille vastu praktikas sageli eksitakse.

Põlevkivituha mõju kasutatud mullakompostides selgub variantide 2, 4 ja 6, 8 ning 2, 5 ja 7, 9 omavahelisel võrdlemisel. Kui külviaasta sügisel (1961. a.) ei ilmnenud saakides nimetamisväärseid erinevusi, siis järgnevate aastate saakidest nähtub, et 7%-line põlevkivituhakogus muldkompostis oli väike lutserni nor-

Tabel 20

leetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas aastail 1961—1965

Heinasaak kg/m²					5 aasta keskmine			
					toorsaak		heinasaak	
1961	1962	1963	1964	1965	kg/m²	%	kg/m²	%
0,007	0,003	0,001	0,000	0,000	0,009	100,0	0,002	100,0
0,094	0,188	0,047	0,062	0,072	0,351	3900,0	0,093	4650,0
0,130	0,205	0,058	0,087	0,092	0,447	4966,6	0,114	5700,0
0,113	0,115	0,023	0,038	0,045	0,303	3366,7	0,044	2200,0
0,096	0,117	0,023	0,040	0,040	0,252	2800,0	0,063	3150,0
0,238	0,395	0,093	0,293	0,245	0,941	10455,5	0,253	12650,0
0,248	0,433	0,132	0,355	0,287	1,067	11855,5	0,291	14550,0
0,203	0,225	0,067	0,072	0,112	0,524	5822,2	0,136	6800,0
0,261	0,318	0,052	0,113	0,097	0,636	7066,6	0,168	8400,0
0,385	0,973	0,265	0,763	0,600	2,418	26866,6	0,597	29850,0
0,386	0,853	0,252	0,820	0,622	2,292	25466,6	0,587	29350,0

leetmulda 52%, superfosfaati 3% ja sõnnikut 20%,
sõnnikut 20%;

maalseks kasvuks väga tugevasti happelisel mullal. Viie aasta keskmisena oli rohkema põlevkivituha sisaldusega komposti (I) saanud variantidel (2, 3, 6, 7) keskmine toorsaak 63,6 ja heinasaak 82,5% võrra suurem, võrreldes väiksema tuhasisaldusega komposti (II) saanud variantidega (4, 5, 8, 9). Kas aga antud mullal oli 25%-line põlevkivituha sisaldus mullakompostis lutserni kasvuks optimaalne, jääb lahtiseks.

Üsna huvitavad on tulemused steriliseeritud kompostide kasutamisel. Enamikul juhtudel mõjus komposti steriliseerimine lutserni saagile positiivselt. Steriliseerimise mõju mullas on üsna lühiaegne, sest mainitud komposti muldaviimisel asustatakse see uuesti mikroorganismide poolt, mida eriti soodustasid 1961. aasta kevadel külvile järgnenud sademed.[1] Seega avaldas komposti steriliseerimine mõju taimele esmajoones ja peamiselt idanemisperioodil. Tulemused aga kajastuvad lutserni kasvus isegi 5. aastal. See omakorda tõestab idanemisaegse keskkonna mõju lutserni saa-

[1] Lutserni külvile (15. V) järgnes maikuus 15 sademetega päeva, kokku 39,7 mm.

gile. Viie aasta keskmisena saadi steriliseeritud komposti kasutamisel (var. 3, 5, 7 ja 9) keskmiselt 13,4% lutserni haljasmassi ja 21,4% heina rohkem kui steriliseerimata komposti korral (var. 2, 4, 6, 8). Millega seda seletada?

Küsimus on huvitav ja nõuab uurimist. Saadud tulemusi saab aga seletada mikroorganismidest vabanevate fermentide aktiivsusega lutserni idanemisel.

Olgugi et tüsedama kompostikihi asetamisega külviritta seemnete alla suurendatakse ühtlasi ka kompostiga mulda viidud väetiskoguseid, mis ei mõju ainuüksi idanemisfaasis, vaid ka hiljem, on siiski ilmne sellega kaasneva idanemisaegse soodsama keskkonna efekt. Seda näitab ka lutserni juurdumine. Joonis 24 näitab lutserni juurte arengut variantides 2 ja 10 külviaasta sügisel (septembri algul). Kuigi variant 10 sai ülemises 0—7-sentimeetrises mullakihis kompostiga antud toitainetevaru vähemalt 25 korda rohkem kui variant 2, ei ole märgata, et mainitud mullakihis oleks variandi 10 lutsernil juurekava rohkem levinud kui variandi 2 taimedel. Variandi 10 taimede juured olid märksa jämedamad kui variandi 2 omad ja nad olid tunginud ilmselt ka sügavamale mulda kui variandis 2.

Mis sundis taime juuri eemalduma rikkalikult toitainetega varustatud mullakihist ja hargnema märksa sügavamal (50 cm) ning toitainetevaesemas horisondis (joon. 24)? Kas pole põhjus teiste, kultuuri bioloogiale omaste ja meile mõistetavate tegurite hulgas kasvu intensiivsuses? Nimelt oli areneva taime kasvu intensiivsus variandis 10 juba suurem idanemisfaasis, kus taime idujuur leidis soodsad arenemistingimused.

Toodud mõtteavaldus jääks põhjendamata, kui poleks eelnenud hulk veenvaid fakte, mis idanemiskeskkonna mõju lutserni hilisemale kasvule ka otseselt tõestasid.

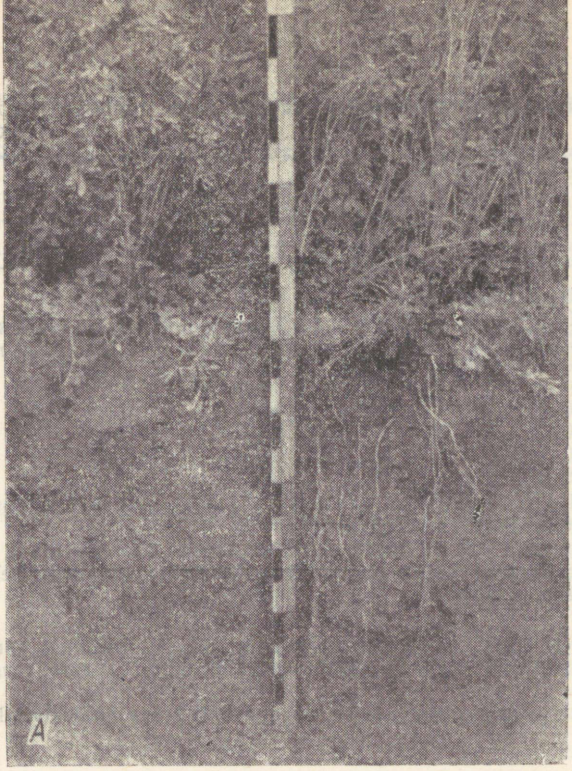
Joonisel 24 on näha lutserni väga tugevalt arenenud juuremügar variandi 2 taimel. Näeme, et see mügar asub 12 cm allpool mullapinda. Kuna selles variandis asetses põlevkivituha-mullakompostikiht seemne all ja peal 2 cm sügavuses, siis asub mügarbakterite koloonia täiesti tugevasti happelises mullas. See näitab, et mügarbakterid on võimelised arenema isegi väga tugevasti happelises mullas sel juhul, kui peremeestaime normaalne kasv selles mullas oli kindlustatud idanemiskeskkonna normaliseerimisega. See näitab veel kord, et mügarbakterite areng sõltub peremeestaime kasvu intensiivsusest suuremal määral kui mullastiku tingi-

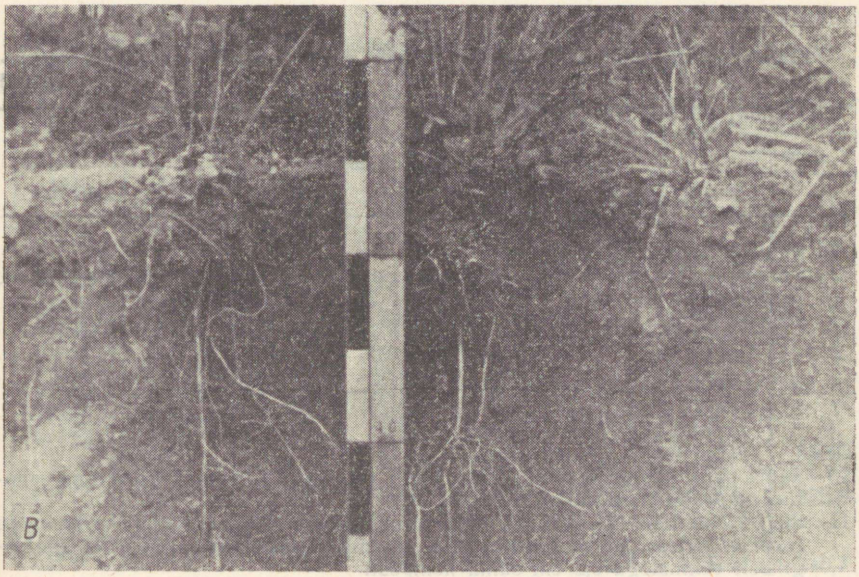
---

Joonis 24. Lutserni juurekasv külviaasta sügisel väga tugevasti happelisel mullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1961. a.).

A — põlevkivituha-sõnniku-mullakompost külvireas seemnete all 5 ja peal 0,1 cm paksuse kihina;

B — sama põlevkivituhk külvireas seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm paksuselt.


A


B

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel kamarkonnas aastail

	Variantide kirjeldus
1	Kontroll, happeline muld
2	Seemne all 0,2 cm tüsedune ja 2 cm laiune põlevkivituha-mullakompostikiht [1]
3	Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti
4	„ 0,5 „ „ „ „ 0,2 „ „
5	„ 1 „ „ „ „ 0,2 „ „
6	„ 3 „ „ „ „ 0,2 „ „
7	„ 6 „ „ „ „ 0,2 „ „
8	„ 0,1 „ „ „ „ 0,5 „ „
9	„ 0,1 „ „ „ „ 3 „ „
10	Sama palju komposti nagu variandile 9 (4,2 kg/m^2), antud hajusalt ja segatud reha abil 0—6 cm sügavusse
11	Sügiskünni alla (24. IX 1962) antud hajukülvis põlevkivituhka 9 t/ha[2], katse rajamisel; kevadel antud seemne alla külviritta, analoogiliselt eelmistega, 0,2 cm sama komposti

[1] Komposti koostis: põlevkivituhka 25%, nõrgalt leetunud kamar-leetmulda 74,2%, superfosfaati 0,6% ja kaaliumkloriidi 0,2% Patarei kasteti virtsaga tublisti läbi.

[2] Tuha kuivaine protsent oli 73,1, seega anti kuiva põlevkivituhka 7 t/ha.

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel kamar- aastail

	Variantide kirjeldus
1	Kontroll, happeline muld
2	Seemne all 0,2 cm tüsedune ja 2 cm laiune põlevkivituha-mullakompostikiht. mis eelmises (tab. 21)
3	Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti
4	„ 0,5 „ „ „ „ 0,2 „ „
5	„ 1 „ „ „ „ 0,2 „ „
6	„ 3 „ „ „ „ 0,2 „ „
7	„ 6 „ „ „ „ 0,2 „ „
8	„ 0,1 „ „ „ „ 0,5 „ „
9	„ 0,1 „ „ „ „ 3 „ „
10	Sama palju komposti nagu variandile 9 (4,2 kg/m^2), antud hajusalt ja segatud reha abil 0—6 cm sügavusse
11	Sügiskünni alla (24. IX 1962) antud hajukülvis põlevkivituhka 9 t/ha nagu eelmises katses; kevadel antud katse rajamisel seemne alla külviritta analoogiliselt eelmistega 0,2 cm sama komposti

Tabel 21

leetmullal varajases külvis Tartu rajoonis Koosa sovhoosi Sookalduse osa- 1964—1965

Toorsaak kg/m²		Heinasaak kg/m²		Kahe aasta keskmine			
				toorsaak		heinasaak	
1964	1965	1964	1965	kg/m²	%	kg/m²	%
0,938	1,185	0,302	0,305	1,061	100,0	0,304	100,0
0,642	0,482	0,203	0,162	0,562	53,0	0,183	60,2
0,710	0,480	0,227	0,160	0,595		0,194	
0,530	0,448	0,178	0,128	0,489	46,1	0,153	50,3
1,018	0,825	0,322	0,295	0,921		0,309	
1,258	0,853	0,397	0,244	1,056		0,320	
1,205	0,998	0,373	0,263	1,101		0,318	
1,218	1,027	0,358	0,270	1,123		0,314	
1,683	1,760	0,505	0,440	1,721	162,2	0,473	155,6
1,688	1,697	0,517	0,445	1,692	159,5	0,481	158,2
1,510	1,613	0,473	0,412	1,561	147,1	0,443	145,7

Tabel 22

leetmullal hilises külvis Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1964—1965

Toorsaak kg/m²		Heinasaak kg/m²		Kahe aasta keskmine			
				toorsaak		heinasaak	
1964	1965	1964	1965	kg/m²	%	kg/m²	%
0,433	0,347	0,105	0,082	0,390	100,0	0,094	100,0
0,423	0,395	0,172	0,155	0,409		0,164	
0,585	0,445	0,193	0,127	0,515		0,160	
0,397	0,285	0,130	0,074	0,341		0,102	
0,544	0,322	0,178	0,093	0,433		0,136	
0,658	0,452	0,203	0,124	0,555		0,164	
0,763	0,608	0,235	0,135	0,686	175,9	0,185	
0,655	0,608	0,213	0,185	0,631	161,8	0,199	
0,828	1,102	0,278	0,386	0,965	247,4	0,332	353,2
1,148	1,175	0,357	0,348	1,162	297,9	0,353	375,5
1,055	1,097	0,328	0,322	1,076	275,9	0,325	345,7

mustest, millele autor juhtis tähelepanu juba eespool (lk. 51) mesikakatsete käsitlemisel.

Samas katsekohas 1963. aastal rajatud katsed näitavad, et lutsern ('Jõgeva 127') võib teatud tingimustel normaalselt kasvada ka väga tugevasti happelisel mullal (pH 4,4), ilma et mulda oleks lubjatud või idanemiskeskkonda reguleeritud (tab. 21). Nii ulatus kontrollvariandi lutserni haljassaak 1964. aastal varajasemas külvis 0,938 ja 1965. aastal 1,185 kg-ni ning heinasaak vastavalt 0,302 ja 0,305 kg-ni m^2 kohta, mis vastab 30,2—30,5-tsentnerisele heinasaagile hektarilt (tab. 21). Kontrollvariandi saak oli selles katses isegi mõnevõrra suurem kui näiteks variantidel 2 ja 4, kus seemnerea all, idaneva seemne läheduses asus neutraalne mullakompost, mis tagas varajasemates katsetes normaalse lutsernikasvu. Reaalne saagivahe puudub isegi variantidel 1 ja 8, olgugi et viimasel oli 5 mm tüsedune neutraalne mullakompostikiht seemne all 1 mm sügavuses. Varajasemates katsetes tõstis seemne alla asetatud 5 mm tüsedune mullakompostikiht lutsernisaaki kontrollvariandi suhtes enam kui 130% võrra isegi mõõdukalt happelisel mullal (tab. 14, var. 1 ja 8).

Analoogiline nähtus ilmneb ka hilisemas külvis (tab. 22). Siin on reaalsed saagivahed (heinasaagis) kontrollvariandi suhtes olemas ainult variantidel 9, 10 ja 11 ning toorsaagi osas ka variantidel 7 ja 8. Hilisema külviajaga katses peab juhtima tähelepanu veel kahele iseloomulikule seigale: 1) kontrollvariandi saak oli teiste variantide suhtes madalam kui varajasemas külvis; 2) kõik saagid olid tublisti madalamad kui varajasema külviga katses (vrd. tab. 21 ja 22), kusjuures saagid ei suurenenud isegi lutserni 3. eluaastal, s. o. teisel lõikusaastal.

Millega seda kõike seletada?

Kui eelmistes katsetes seemne idanemine ja noore taime kasv toimus enam-vähem normaalse mullaniiskuse tingimustes (välja arvatud lk. 85 kirjeldatud katsetes külviritta antud põlevkivituhaga variandid), siis 1963. aastal pidi lutsern kõikides variantides idanema kuivas mullas, ka noored taimed olid sunnitud kasvama suures veepuuduses, sest kevad oli väga sademetevaene ja õhutemperatuur maikuus normaalsest kõrgem. See põhjustas haritud mullakihi kiire kuivamise. Külvi ajal (14. V) oli muld seemendussügavuses juba üsna kuiv, sisaldades ainult 14% vett, olgugi et põld varakevadel seisis kaua märjana ja esimene harimisvõimalus avanes alles 10. mail. Kuna külvi järel oli sademeid ühe kuu kestel (14. maist — 13. juunini) ainult 2,0 mm, pidi tublisti tõusma ka mullalahuse kontsentratsioon, millega teoreetiliselt kaasnes lahuses esinevate H-ioonide aktiivsuse vähenemine (Тизе, 1959). Et selline olukord valitses mullas lutserni idanemisfaasist alates, toimus idandite ja noorte taimede areng H-ioonide suhtes vähem aktiivses olukorras ning viimaste kahjulik toime oli seega ajutiselt pidurdunud, mis kindlustas lutsernitaimedele ka edasise enam-vähem nor-

maalse arengu. Nähtavasti sellega on seletatav, miks mainitud aasta katsetes lutsern kasvas suhteliselt normaalselt isegi väga tugevasti happelisel mullal ka lupjamiseta.

Juhtumeid, kus mõnikord õnnestub lutserni või mesika kasvatamine isegi tugevasti happelisel mullal ilma eelneva lupjamiseta, on olnud tootmises küllalt. Sellega on seletatav, miks kuivema kliimaga piirkondades ei vähenda mulla suur happelisus lubjalembeliste kultuuride saake nii suurel määral (Ярусов, 1955) kui niiskema kliimaga paikades, nagu seda on näiteks Eesti. Samal põhjusel võib arvata, et idanemisaegne mulla reaktsiooni reguleerimine kuiva kliimaga piirkonnas ei pruugi anda nii suurt efekti kui sademeterikkamas tsoonis. Ei tule aga järeldada, et mainitud tingimustes puudub idanemisaegse mulla reaktsiooni bioloogiline mõju lubjalembelistele kultuuridele.

See, et viimati käsitletud katsetes olid lutsernisaagid kontrollvariantides isegi kõrgemad kui lubjatud mullal (var. 2, 3 ja 4, tab. 21 ja 22), on arusaadav, kui arvestada eespool käsitletud enamvähem analoogilisi tulemusi (lk. 88), kui põud ei olnud kaugeltki nii ulatuslik, kuid külviritta asetatud põlevkivituhk vähendas siiski lutsernitaimede kasvu intensiivsust. Käesolevates katsetes esines veepuudus palju märgatavamalt nendes variantides, kus mineraalaineterikas kompost asus seemnereas seemne läheduses (var. 2, 3, 4, 9). Vastupidine olukord oli variantides, kus komposti ei antud üldse (kontroll) või kus see asus sügavamal seemnete all (var. 6, 7) või oli antud hajusalt (var. 10). Seda kinnitab ka tärganud taimede arv. Võtame näiteks hilisema külviajaga katse, kus külvi järel kõiki lappe kasteti (igaühele 5 mm kiht vett) kahel korral, 30. mail ja 6. juunil. Kui kontrollvariandis oli tärganud taimede arv näiteks 420, siis variandis 9 oli see ainult 109. Analoogiline nähtus ilmnes ka varajasema külviajaga katses. Olgugi et taimede hilisemas kasvujärgus kasvutingimused mullaniiskuse osas normaliseerusid[1], ei suutnud lutsern variantides 2, 3 ja 4 siiski saavutada sellist kasvujõudu nagu kontrollvariandis; ka mitte järgnevatel kasvuaastatel. Variandis 9 tärganud taimed kasvasid hiljem väga lopsakalt ja andsid ka suure saagi. Kuna mainitud variandis oli tärganud taimede arv sageli väga väike (kõikidest variantidest kõige väiksem), siis ei suutnud ta alati anda kõige kõrgemat saaki, sest variandis peituv suur potentsiaalne saagivõime jäi põua tõttu välja arenemata.

Esitatud katseandmetest selgub, et *lutserni kasv ja areng võivad kulgeda täiesti normaalselt üsnagi happelisel mullal, ka lupjamata, kui tema algareng toimub kuivas mullas.* Seejuures on happelisel mullal kasvavad taimed samasuguse talvekindlusega kui lubjatud foonil kasvavad taimed. Kuid lutsern võib normaalselt kas-

[1] Alates juunikuu II dekaadist oli sademeid järgmiselt: II — 7,2, III — 12,0; juulikuus I — 5,4, II — 9,9, III — 13,4 mm; ning kogu augustikuus 114,9 mm.

vada tugevasti happelisel mullal ka küllaldase mullaniiskuse tingimustes, mis nähtub samas katsekohas 1964. aastal rajatud katsetest.

Katsepõllu muld oli oma agrokeemiliste omaduste poolest samasugune nagu eelmistes katsetes, erines ainult märksa suurema laktaatlahustuva PK sisalduse poolest. See on ka arusaadav, sest katsepõld oli enne katsete rajamist 4 aastat kultuuride (mais ja söödajuurviljad) all, mida väetati igal aastal rikkalikult orgaaniliste ja mineraalväetistega. Seega erines käesoleva katsepõllu muld eelnevast peamiselt suurema kultuuristatuse astme poolest.

Katsed korraldati siingi kahe erineva külviajaga: varajasem (14.—15. mail, katse 54) ja hilisem (27.—28. mail, katse 55). Lutsern ('Jõgeva 127') külvati mõlemal juhul katteviljata.

Katsetulemused olid omapärased, osalt analoogilised eelmiste katsetega, kuid mõnes mõttes neile ka vasturääkivad (tab. 23). Analoogilisus oli selles, et ka kontrollvariandis kasvas lutsern täiesti hästi ja andis kõrge saagi (0,723—1,037 g/m^2 = 72,3 — 103,7 ts/ha heina). Vasturääkivusena ei olnud hilisema külviajaga katses saak madalam, nagu see ilmnes eelnevate katsete saakide võrdlemisel, vaid märgatavalt suurem kui varajasemas külvis. Millega on seletatavad sellised vasturääkivused?

Kui arvestada asjaolu, et katsepõllu muld oli väga tugevasti happeline, siis oli seegi, et kontrollvariandil kasvas lutsern normaalselt ja andis kõrge saagi, vastuolus senini esitatud katseandmetega. Eelmistes katsetes olid sellised tulemused seletatavad äärmiselt sademetevaese kevadega.

1964. aastal rajatud katsetes olid kasvutingimused mullaniiskuse suhtes normaalsed, sest kevad oli sademetelt normaalne. Nii sadas näiteks varajasema külviga katses rajamise eel 8 päeva kestel (30,4 mm) ning pärast külvigi sadas 4 päeva kestel (14,6 mm).

Hilisema külviga katses oli küll rajamise eel 9-päevane sademeteta periood, kuid enne seda sadas 12 päeva kestel (45 mm), mille tõttu niiskusevaru mullas oli katse rajamisel veel küllaldane. Pealegi sadas ka külvi järel 6.—8. päeval (9,3 mm).

Et mullaniiskus oli küllaldane, siis tärkas lutsern varajasemas külvis 13—14 ja hilisemas külvis koguni 10 päevaga. Tärganud taimede arv oli 300—400 piires m^2 kohta ja erinevused variantide, samuti ka külviaegade vahel ei olnud suured (tab. 23). See kõik kinnitab omakorda, et seemne idanemine ja taimede tärkamine toimus normaalses mullaniiskuses. Muld oli tugevasti happeline. Et neis tingimustes lutsern kasvas normaalselt ja andis üsna kõrge saagi ka lupjamata mullal (var. 1), on seletatav ainult sellega, et põld oli tugevasti väetatud orgaaniliste ja mineraalväetistega ning küllaltki hästi kultuuristatud. Seega ilmneb esitatud katseandmetest, et kultuuristatud ja tugevasti väetatud mullal ei pidurda ebasoodne mulla reaktsioon nimetamisväärselt lutserni kui lubjalembelise kultuuri kasvu.

Miks aga käesolevates katsetes oli lutsernisaak varajasemas külvis (katse nr. 54) üldiselt madalam kui hilisemas (katse nr. 55), kuigi see on vastuolus kõikide seniste katsetulemustega? See võib olla seletatav idanemisaegse õhurežiimiga mullas. Eespool nägime, et varajasema külvi eel (8 päeva kestel) ja külvi järel (4 päeva kestel) oli rohkesti sademeid (45 mm). Muld oli pikemat aega seemendussügavuses tugevasti märg ja seemnetepealne mullakiht sademete tagajärjel tihenenud. Muld kuivas taimede tärkamise eel ja moodustas tugeva kooriku, mida tuli purustada rehaga (25. V), et päästa tärkavaid taimi hävingust. Hilisema külvi korral aga kobestati vihmade tõttu tihenenud muld katse rajamisel ja muld seemnetel jäi pikemaks ajaks kohevaks, sest külvi järel sadas vihma alles 6., 7. ja 8. päeval ning sedagi vähe (4,6+2,7+2,0 mm). See ei tihendanud seemnetel olevat mulda kuigi palju ega suurendanud ka selle niiskusesisaldust sedavõrd, et oleks halvenenud õhustus. Igatahes ei tekkinud pinnale koorikut, mis oleks takistanud taimede tärkamist, kuigi tärkamise eel kobestati reavahed rehaga, et agrotehnika mõlemates külviaegades oleks ühesugune.

Õhutemperatuur külvist kuni tärkamiseni oli varajasemas külvis keskmiselt 11,5 ja hilisemas 14,7° C, seega küllaldaselt kõrge.

Idanemiskeskkonna mõju lutsernisaagile ilmneb väga reljeefselt variantide 9 ja 10 saakide võrdlemisel. Mainitud variandid said võrdses koguses neutraalset mullakomposti, mis pandi mõlemal juhul 0—6-sentimeetrisse kihti. Erinevus seisnes ainult selles, et variant 9 võimaldas lutsernitaimedel kasvada ja areneda ontogeneetiliselt pikemat aega neutraalses keskkonnas kui variant 10. Lutserni haljassaak oli aga variandil 9 suurem kui variandil 10 — varajasemas külvis 23,1 ja hilisemas koguni 80,1%. Heinasaagid olid vastavalt 26,8 ja 92,6% võrra suuremad kui variandis 10 (tab. 23). Miks oli aga lutsernisaak hilisema külvi variandis 10 koguni väiksem kui kontrollvariandil, jääb arusaamatuks. Selline nähtus ilmnes reeglipäraselt kõigis kuues korduses, seepärast juhuslike teguritega seda seletada ei saa. Et antud katses lutsern kasvas normaalselt ka kontrollvariandis, siis on arusaadav, et variantide 1—8 saakides ei esine olulisi erinevusi.

Huvitav on märkida, et isegi variantide 9 ja 11 saakides ei ole suuri erinevusi. Ka põlevkivituhakogused olid nendes variantides enam-vähem ühesuurused. Erinevus oli ainult selles, et variant 11 sai põhilise põlevkivituhakoguse (7 t/ha) hajusalt sügiskünni alla; külviritta anti ainult 2-millimeetrine põlevkivituha-mullakompostikiht, millega anti põlevkivituhka ca 0,6 t/ha. Variant 9 sai kogu põlevkivituha külviritta muldkompostina, milles oli põlevkivituhka kokku ca 8 t/ha. See näitab, et kui lutsernitaimed on tärkamisel elujõulised ning on saavutanud normaalse kattetiheduse, võivad sügavamates mullakihtides olevad väetisevarud tublisti kaasa aidata saagi suurenemisele.

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile väga tugevasti happelisel, kuid sovhoosi Sookalduse

Variantide kirjeldus	Tärganud taimi	
	katses 54	katses 55
1 Kontroll, happeline muld	328	377
2 Seemne all 0,2 cm tüsedune ja 2 cm laiune põlevkivituhamullakompostikiht [1]	330	436
3 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	335	458
4 Seemne all 0,5 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	423	476
5 Seemne all 0,5 cm sügavuses põlevkivituhk ja orgaaniline väetis vedelal kujul [2]	381	361
6 Seemne all 3 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	312	407
7 Seemne all 6 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	389	427
8 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,5 cm sama komposti	350	412
9 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 3 cm sama komposti	306	389
10 Sama palju komposti nagu variandile 9 (4,2 kg/m^2), antud hajusalt ja segatud rehaga 0—6 cm sügavusse	407	404
11 Sügiskünni all (17. IX 1963) antud hajukülvis põlevkivituhka 7 t/ha katse rajamisel; kevadel antud seemne alla külviritta analoogiliselt eelmistega, 0,2 cm sama komposti	388	371

[1] Komposti koostis on sama mis eelnevates katsetes (tab. 21).

[2] Vedelväetise koostis: veise tahked ja vedelad väljaheited vahekorras 2 : 1, millele lisatud 40% vett; saadud segu lahjendatud 2-kordse veehulgaga ja lisatud iga liitri segule 80 g põlevkivituhka. Niisugust segu anti 1 jooksva meetri kohta 100 ml.

c) Saagi kvaliteet

Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1959. aastal rajatud katses (nr. 10, tab. 18) nägime, et külviritta antud põlevkivituhk vähendas tunduvalt lutsernisaaki, olgugi et taimede arvus ei olnud nimetamisväärseid erinevusi. Samas katsekohas järgneval aastal (katse nr. 20, tab. 19) andis lutsern külviritta antud põlevkivituhaga variandis sama suure saagi nagu 40 ts põlevkivituha andmisel hajusalt. Seepärast huvitab meid, kas saagi need erinevused kajastuvad ka saagi kvaliteedis, eriti aga toorproteiini sisal-

rikkalikult väetatud kamar-leetmullal (katsed 54 ja 55) Tartu rajooni Koosa osakonnas 1965. a.

Toorsaak						Heinasaak					
katses 54			katses 55			katses 54			katses 55		
	% variandi			% variandi			% variandi			% variandi	
kg/m²	1	9	kg/m²	1	9	kg/m²	1	9	kg/m²	1	9
	suhtes			suhtes			suhtes			suhtes	
3,100	100,0	62,8	3,793	100,0	72,2	0,723	100,0	58,9	1,037	100,0	71,5
3,535		71,6	3,860		73,4	0,833		67,9	1,024		70,6
3,505		70,9	3,740		71,2	0,800		65,3	1,018		70,2
3,387		68,6	3,967		75,7	0,810		66,1	1,020		70,3
3,125		63,3	3,932		74,8	0,700		57,1	1,027		70,8
3,594		72,8	4,355		82,9	0,846		69,0	1,093		75,3
3,492		70,7	4,198		79,9	0,857		69,9	1,207		83,2
3,593		72,7	3,828		72,8	0,893		72,9	1,033		71,2
4,949	159,3	100,0	5,255	138,5	100,0	1,226	169,6	100,0	1,450	139,8	100,0
4,020		81,4	2,918		55,5	0,967	133,8	78,9	0,753	72,6	51,9
5,000	161,3		5,110	134,7		1,152	159,3		1,365	131,6	

duses. Vastavad määramised tehti katses nr. 10 1962. aastal ja katses nr. 20 1961. aastal.

Nagu nähtub tabelis 24 toodud andmetest, on külviritta antud põlevkivituhk (var. 4, 5) vähendanud lutserni toorproteiini sisaldust katses nr. 10, võrreldes variandiga, kus põlevkivituhk anti hajukülvis (var. 2). Katses nr. 20 oli külviritta antud põlevkivituhaga variandis (var. 4) lutserni toorproteiini sisaldus sama kõrge nagu variandis 2.

Seemne eelidandamine neutraalses mullas (var. 9) tõstis lutserni toorproteiini sisaldust. Järelikult kajastuvad idanemiskesk-

Tabel 24

Idanemiskeskkonna mõju lutserni toorproteiini sisaldusele väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas (% absoluutkuivainest)

Variantide rühm		Variantide kirjeldus	Katses nr. 10 1962. a. saagis			Katses nr. 20 1961. a. saagis
			I lõikus	II lõikus	keskm.	I lõikus
Seeme külvatud kamar-leetmulda	eelidandamata	2 Seeme inokuleeritud, muld lubjatud (40 ts/ha põlevkivituhka hajusalt 0—6 cm sügavusse)	18,2	19,8	18,8	16,6
		4 Kuiv põlevkivituhk külviritta seemne alla ja peale (10 ts/ha), seeme inokuleeritud	16,3	17,6	16,9	16,9
		5 Õues seisnud põlevkivituhk külviritta seemne alla ja peale (15 ts/ha)[1], seeme inokuleeritud	17,2	18,8	17,8	—
	pärast seemne eelidandamist neutraalses mullas	9 Seeme inokuleeritud pärast eelidandamist, muld lubjatud analoogiliselt variandiga 2	19,8	20,7	20,1	—

[1] Kuivaine alusel samas koguses.

konna tingimused ka lutserni kvaliteedi näitajates, ja seda isegi tema 2.—4. kasvuaastal. Tähendab, *lutserni taimedes toimub sünteesiprotsess ka hilisematel kasvuaastatel kvalitatiivselt samal tasemel nagu see kujunes välja idanemisperioodil.* Seda väidet kinnitavad samas katsekohas ka 1961. ja 1963. a. rajatud katsetest saadud andmed. Näiteks on komposti (I) steriliseerimine (tab. 25), milline erinevus sai olla ainult lühiaegne ja peamiselt seemne idanemisel, suurendanud lutserni toorproteiini sisaldust (võrdle I A ja I B) ja seda isegi lutserni kasvu 3. aastal. Väiksema põlevkivituha kontsentratsiooniga komposti (II) kasutamisel ilmnes selle steriliseerimisel lutserni toorproteiini sisalduses vastupidine tendents.

Tabel 25

Idanemiskeskkonna mõju lutserni saagi kvaliteedile (1961. a. rajatud katses) väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajoonis Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1962. a. (% absoluutkuivainest)

		Variantide kirjeldus	Toorproteiin			P_2O_5			K_2O			CaO		
			I lõikus	II lõikus	keskmine	I lõikus	II lõikus	keskmine	I lõikus	II lõikus	keskmine	I lõikus	II lõikus	keskmine
1		Kontroll, kompostita	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	
2	Põlevkivituha-sõnniku-mullakompost	I—A külvireas seemne all 0,1 cm, peal 0,1 cm	—	19,1	19,1	0,5	0,6	0,6	1,8	2,2	2,0	2,9	2,7	2,8
3		I—B külvireas seemne all 0,1 cm, peal 0,1 cm	19,0	21,1	19,8	0,5	0,6	0,6	1,3	2,2	1,7	2,1	2,7	2,4
4		II—A külvireas seemne all 0,1 cm, peal 0,1 cm	18,6	20,0	19,1	—	0,6	0,6	—	1,6	1,6	—	2,7	2,7
5		II—B külvireas seemne all 0,1 cm, peal 0,1 cm	16,5	19,3	17,7	0,5	0,6	0,5	1,6	1,6	1,6	2,9	—	2,9
6		I—A külvireas seemne all 0,5 cm, peal 0,1 cm	18,5	19,1	18,7	—	0,6	0,6	—	1,9	1,9	—	2,6	2,6
7		I—B külvireas seemne all 0,5 cm, peal 0,1 cm	21,4	19,7	20,7	0,7	0,7	0,7	2,0	1,9	2,0	3,6	3,0	3,3
8		II—A külvireas seemne all 0,5 cm, peal 0,1 cm	18,8	19,6	19,1	0,5	0,6	0,6	1,2	1,7	1,4	3,4	2,2	2,9
9		II—B külvireas seemne all 0,5 cm, peal 0,1 cm	18,4	18,8	18,5	0,7	0,7	0,7	1,9	1,8	1,8	2,3	2,1	2,2
10		I—A külvireas seemne all 5 cm, peal 0,1 cm	20,2	20,8	20,4	0,6	0,7	0,7	1,3	2,5	1,7	2,6	2,3	2,5
11		I—B külvireas seemne all 5 cm, peal 0,1 cm	20,6	22,0	21,0	0,7	0,7	0,7	1,4	1,7	1,5	2,1	2,2	2,8

Idanemiskeskkonna mõju saagi kvaliteedile (1963. a. rajatud, varajasem külv) kalduse osakonnas 1964. a.

Variantide kirjeldus	Toorproteiin		
	I lõikus	II lõikus	keskm.
1 Kontroll, happeline muld	13,0	17,2	14,5
2 Seemne all 0,2 cm tüsedune ja 2 cm laiune põlevkivituha-mullakompostikiht [1]	12,3	19,6	14,3
3 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	12,4	18,6	14,3
4 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	10,7	16,6	13,1
5 Seemne all 1 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	10,5	15,6	12,1
6 Seemne all 3 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	11,6	15,5	13,1
7 Seemne all 6 cm happelist mulda ja selle all 0,2 cm sama komposti	12,1	16,6	13,9
8 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 0,5 cm sama komposti	13,3	18,0	14,9
9 Seemne all 0,1 cm happelist mulda ja selle all 3 cm sama komposti	14,2	14,9	14,4
10 Sama palju komposti nagu variandile 9 (4,2 kg/m^2), antud hajusalt ja segatud rehaga 0—6 cm sügavusse	14,0	15,5	14,5
11 Sügiskünni alla (24. IX 1962) antud hajukülvis põlevkivituhka 9 t/ha[2] katse rajamisel; kevadel (1963. a.) antud seemne alla külviritta 0,2 cm sama komposti analoogiliselt eelmisega	13,8	17,5	14,9

[1] Komposti koostis tabelis 24.
[2] Tuhakuivaine hulk tabelis 24.

Mineraalainete sisalduses ei ilmne kindlat seaduspärasust, välja arvatud P-sisaldus, kus põhiliselt esineb sama seaduspärasus nagu toorproteiini korral.

Huvitav on märkida seda, et kui lutsern on idanemisfaasis valitsevast eriolukorrast tingituna suutnud kasvama hakata väga tugevasti happelisel mullal (ilma lupjamiseta) ja annab seal rahuldava saagi, on see saagi kvaliteedilt samaväärne heinaga, mida lutsern andis lubjatud variantidelt (tab. 26, var. 1). Nii näiteks 1963. aastal rajatud katses, kus kontrollvariandil lutsern hakkas normaalselt kasvama isegi väga tugevasti happelisel mullal, oli toorproteiini protsent keskmiselt 14,5; lubjatud lappidel oli see samuti 12,1 ja 14,9% piires. Antud juhul olid kontrollvariandis mulla füüsikalis-keemilised omadused muutunud ainult ajutiselt (idanemisel ja teatud aeg pärast taimede tärkamist), kuid see oli nähtavasti küllaldane, et esile kutsuda selliseid kaugeleulatuvaid muutusi, nagu

Tabel 26

väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal Tartu rajooni Koosa sovhoosi Soo- (% absoluutkuivainest)

P_2O_5			K_2O			CaO		
I lõikus	II lõikus	keskm.	I lõikus	II lõikus	keskm.	I lõikus	II lõikus	keskm.
0,4	0,5	0,4	1,1	2,4	1,5	2,7	2,4	2,6
0,3	0,6	0,4	2,0	1,8	1,9	2,4	2,3	2,4
0,4	0,6	0,5	2,0	2,0	2,0	2,2	2,4	2,2
0,4	0,6	0,5	1,7	1,8	1,7	2,2	2,9	2,4
0,4	0,5	0,4	1,7	1,9	1,7	2,2	2,3	2,2
0,3	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	2,1	2,0	2,0
0,4	0,5	0,4	1,3	1,5	1,4	1,9	2,0	1,9
0,3	0,6	0,4	1,7	1,5	1,6	2,4	1,8	2,1
0,4	0,5	0,4	1,7	1,6	1,6	2,4	2,3	2,4
0,3	0,5	0,3	1,3	1,8	1,5	2,0	1,8	1,9
0,4	0,4	0,4	1,7	1,7	1,7	2,4	3,2	2,6

seda on näiteks toorproteiini sisaldus taime teisel eluaastal. Kõik see kriipsutab omakorda alla idanemiskeskkonna tingimuste eriti suurt tähtsust taime kasvule ja arengule.

5. Oder keskmiselt kuni tugevasti happelisel kamar-leetmullal

Katseid odraga idanemiskeskkonna mulla reaktsiooni mõju uurimiseks ei korraldatud sellise süsteemikindlusega, nagu seda tehti mesika ja lutserni puhul. Katsed rajati põhiliselt keskmiselt happelisel kamar-leetmullal Polli katsebaasis.

Katsepõllu muld oli nõrgalt leetunud kamar-leetmuld, mille huumushorisondi pH oli 5,0—5,2.

Katse ülesandeks oli selgitada mulla lupjamisviiside mõju odra ('Jõgeva' 1104) saagile, lähtudes idanemiskeskkonna reguleeri-

Tabel 27

Idanemiskeskkonna mõju odrasaagile keskmiselt happelisel kamarleetmullal Polli katsebaasis 1957. a.

	Põlevkivituha norm ja andmise viis	Odrasaak	
		g/m²	%
1	Kontroll, lupjamata	157	100,0
2	9 t/ha künni alla	176	112,1
3	9 t/ha segatud 0—6 cm sügavusse	229	145,9
4	2,25 t/ha segatud 0—6 cm sügavusse	206	131,2
5	9 t/ha: ½ sellest künni alla ja ½ segatud 0—6 cm sügavusse	241	153,5

mise eesmärgist. Selle ülesande lahendamiseks rajati katse variantidega, mis on toodud tabelis 27.

Hoolimata sellest et kasutati suuri lubiväetise koguseid (9 t/ha), suutis künni alla antud põlevkivituhk tõsta odrasaaki vaid 12,1% võrra (tab. 27). Samal ajal aga niisama suur lubiväetise kogus, segatuna ülemisse 6-sentimeetrisse mullakihti, tõstis odrasaaki 45,9% võrra. Sellest nähtub, et ka siin avaldab idanemisaegne mulla reaktsioon väga suurt mõju odra hilisemale kasvule ja saagile. Isegi ¼ lubiväetise kogusest, kui see anti idanemiskeskkonda (var. 4), tõstis saaki 31,2% võrra — seega ligemale 3 korda rohkem kui 4 korda suurema koguse andmine künni alla.

Huvitav on märkida ka seda, et lubiväetise jaotamine künni alla ja künni peale andis küll kõige kõrgema enamsaagi (53,5%), kuid see enamsaak ei olnud palju suurem kui variandil, kus kogu lubiväetis anti mulla pindmisse kihti — idanemiskeskkonda (45,9%). See näitab, et happelise mulla lupjamisel määrab ka odra juures põhilise saagikuse idanemiskeskkonna reaktsiooni reguleerimine.

B. IDANEMISFAASI EBASOODSA MULLAREAKTSIOONI MÕJU KULTUURI HILISEMALE KASVULE JA ARENGULE NÕRGALT HAPPELISEL KAMAR-LEETMULLAL

Kõikides senistes katsetes püüti soodustada kultuuride kasvu ebasoodsates mulla reaktsiooni tingimustes sel teel, et osalinegi idanemisfaas kulgeks soodsas keskkonnas. See andis ka üsna häid tulemusi.

Kui soodne idanemiskeskkond aitab kaasa selleks, et lubjalembeline kultuur on võimeline normaalselt kasvama ja andma suhteliselt kõrget saaki tugevasti happelisel mullal, kus ta tavaliselt üldse ei kasva või kasvab väga halvasti, siis kerkib küsimus: mis-

suguseks kujuneb taimesaak sel korral, kui kultuuri idanemisfaas kulgeb mulla reaktsiooni suhtes ebasoodsas keskkonnas, kuid taime hilisem kasv kulgeb soodsa mulla reaktsiooni tingimustes?

Sellele küsimusele annavad osalise vastuse juba eespool käsitatud katsete (tab. 8) andmed valge mesika kohta. Katsed näitasid selgesti, et mesikas, juhul kui idanemisfaas kulges happelises mullas ja idujuur tärkamisel või pärast tärkamist jõudis nõrgalt leeliselise mullakompostikihini (mis oli asetatud seemnerea alla tugevasti happelisse mulda), ei olnud siiski võimeline andma normaalset saaki. Samal ajal oli mesikas nendes variantides, kus mesika idujuurekene idanemise alguses viibis nõrgalt leeliselises keskkonnas, võimeline kasvama täiesti normaalselt ka tugevasti happelisel mullal. Et põhiline kasvukoha muld oli happeline, korraldati küsimuse uurimiseks rida katseid valge mesika ja lutserniga mullal, kus mainitud kultuurid kasvasid üldiselt hästi. Esitan siinkohal 1959. aastal lutserniga Nõmmikul, EPA taimekasvatuse kateedri katsepõllul, rajatud katse andmed, sest saagivahed on siin kõige reljeefsemad.

Katsepõllu muld oli nõrgalt leetunud kamar-leetmuld, kerge liivsavi liivsavil. Huumushorisondi pH oli 6,3 ja horisondi tüsedus 23—25 cm. Varem kasvatati põllul korduvalt hea eduga lutserni, ilma põldu lupjamata.

Katsepõllul oli eelviljaks rühvelkultuur, mis sai ainult PKN-väetise. Lutsernikülv tehti katteviljata. Katsevariantidele 1—3 asetati külviritta seemne alla erineva tüsedusega väga tugevasti happeline (pH 4,4) kamar-leetmullakiht A_2-horisondist (tab. 28), mis saadi Koosa sovhoosi Sookalduse osakonna katsepõllult. Variandis 4 külvati seeme otseselt nõrgalt happelisse mulda (kontroll). Viiendale variandile aga eelidandati seeme 36 tunni kestel kamar-leetmulla A_2-horisondi mullas, kus mullaniiskus hoiti 60% piires maksimaalsest veemahutavusest. Katselapile ettenähtud kogu seeme korjati idanemisaja möödudes väga tugevasti happelisest mullast välja ja külvati kasvukohale. Seeme oli põhiliselt pundunud, ainult ca 5% seemnetest olid ka idujuurekesed nähtavale ilmunud. Seemendussügavus oli 2 cm. Variantidel 1—3 oli seemnete peal 0,5 cm väga tugevasti happelist mulda ja selle peal omakorda kasvukohamuld. Et vältida seemne inokuleerimisest tulenevaid erinevusi, anti lutserni nitragiin vesilahusena kõikidele variantidele seemendusritta 5 cm sügavusse seemnete alla. Seega sattus nitragiin kõikides variantides katsepõllumulda, mitte aga happelisse A_2-horisonti. Nitragiini vesilahuse hulk oli kõikjal 100 ml jooksva meetri kohta. Seemne külvimäär oli ühesugune (kuiva seemne alusel) — 2,6 g/m^2.

Külvati kõikidel variantidel üheaegselt (19. mail 1959), ainult selle erinevusega, et variantidele 1—4 külvati seeme kasvukohale eelidandamata, kuna variandile 5 ettenähtud seeme külvati samal ajal eelidanema, kust ta 20. mail külvati kasvukohale teiste varian-

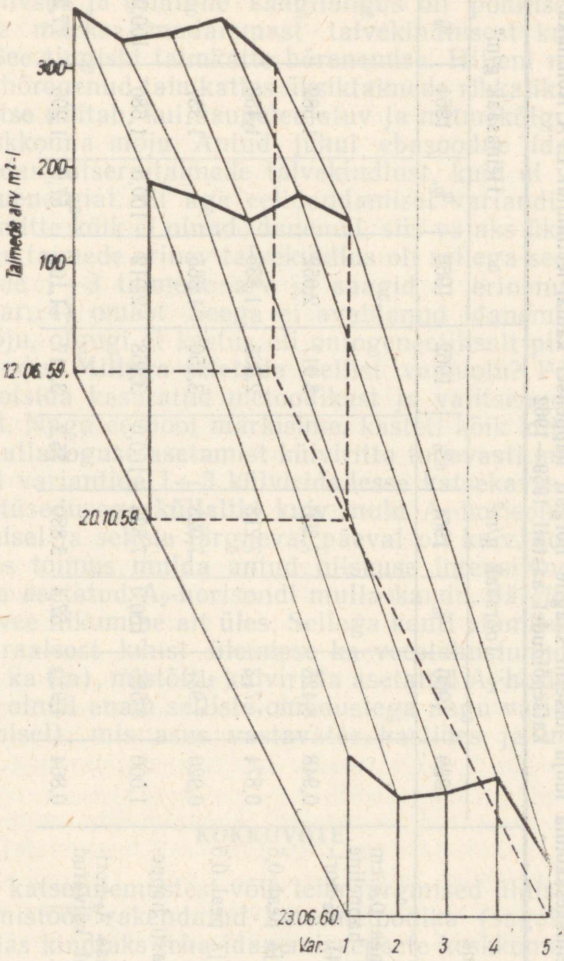
tide kõrvale. Lutsernitaimed tärkasid variantidel ühesuguselt (31. mail).

Lutserni külvi ajal oli muld võrdlemisi kuiv, sest katse rajamisele eelnes kuiv päikesepaisteline ilm pikema aja kestel. Et vältida kuivast mullast tingitud ebaühtlast taimede tärkamist, kasteti pärast külvivaokeste ajamist katselappidele kõiki külviridu, andes iga jooksva meetri kohta 200 ml vett 5,5 cm sügavusse. Et veidi hiljem lisandus sellele ka 100 ml nitragiinilahust, said külviread küllaltki märjaks ning niiskus imbus otseselt ka seemne all olevasse mullakihti. Alates 21. maist hakkas sadama vihma. Sademete hulk kuni tärkamiseni (31. maini) oli 21,8 mm, kusjuures sajuseid päevi oli 7.

Tärganud taimed loendati kõikidel katselappidel (12. juunil ja 20. oktoobril 1959. aastal). Samuti loendati ka talve üleelanud taimed (23. juunil 1960). Katse kestis 1962. aastani, mille järel see likvideeriti.

Katsetulemused. Tärganud taimede arvus ei esinenud suuri erinevusi (joon. 25). Ka külviaasta sügisel loendatud taimede arv oli ainult pisut madalam kevadel tärganutest. Samuti oli variantide taimede arvu protsentuaalne vahekord variandi 4 suhtes külviaasta sügisel ligilähedaselt samasugune kevadisega. Esimesele talvele järgneval kevadel ilmnesid ootamatud erinevused. Kui variantide 1, 2 ja 3 taimede arvu suhe variandi 4 suhtes jäi ligilähedaselt samaks, nagu see oli eelneval sügisel, siis variandi 5 taimede arv vähenes tublisti ja moodustas variandi 4 taimede arvust ainult 38%. Et mainitud variandid erinesid ainult idanemisfaasis valitsevate keskkonnatingimuste poolest, põhjustasid taimede erinevat talvekindlust idanemisperioodi alguses valitsenud erinevused. Tähendab, lutsernitaimede talvekindlus võib sõltuda suurel määral ka neist protsessidest, mis toimusid taimes seemne idanemise faasis.

Ka taimede saagis ilmnesid suured erinevused variantide 4 ja 5 vahel (tab. 28). Külviaasta sügisel ei esinenud mainitud variantide saakides suuri erinevusi. Saagivahe oli 13,6% 5. variandi kahjuks. 1960. aastal andis lutsern 5. variandis kolme lõikuse summana ainult 57,4% haljasmassi ja 57,9% heina 4. variandi saagist. 1961. aastal oli 5. variandi saak väiksem 4. variandi saagist haljasmassi osas 24,8% ja heinasaagi osas 22,8%. 1962. aasta saagis ei ilmnenud enam selliseid erinevusi. Saagid olid ühtlustunud. Nagu näeme, on saakide erinevus mainitud variantide vahel aastast aastasse kahanenud, mis on tingitud sellest, et järelejäänud lutsernitaimed moodustasid hõrenenud taimkattes (var. 5) suuri taimepõõsaid arvukate lisavõrsetega, mistõttu ühe taime saak mitmekordistus, võrreldes normaalse tihedusega taimkattega variantidega. Nimetatud nähtus ilmnes juba esimese talvitumise järel, mida näitab kujukalt 1960. aasta üksiklõikuste omavaheline võrdlemine variantides 4 ja 5. Kui näiteks mainitud aastal 5. variandi esimese lõikuse



Joonis 25. Idanemiskeskkonna mõju lutserni taimkatte tiheduse kujunemisele nõrgalt happelisel kamar-leetmullal (EPA Nõmmiku katsepõllul aastail 1959—1960).

1 — külvireas seemnete all 0,5 ja peal 0,5 cm paksune väga tugevasti happeline kamar-leetmuld A_2-horisondist; *2* — nagu nr. 1, kuid seemnete all 3 cm paksune happeline mullakiht; *3* — sama, seemnete all 5 cm paksune happeline mullakiht; *4* — kontroll, ilma väga tugevasti happelise mullata; *5* — seeme eelidandatud A_2-horisondi mullas (36 tundi) ja seejärel külvatud nõrgalt happelisse mulda.

Tabel 28

Ebasoodsa idanemiskeskkonna mõju lutserni saagile nõrgalt happelisel kamar-leetmullal EPA Nõmmiku katsepõldudel aastail 1959—1962

Variantide kirjeldus	Toorsaak g/m²						Heinasaak g/m²				
	1959	1960	%	1961	%	1962	1960	%	1961	%	1962
1 Külvireas seemne all ja peal 0,5 cm paksune väga tugevasti happeline kamar-leetmuld (pH 4,4) A_2-horisondist	0,948	8,425		7,300		3,017	2,052		1,582		—
2 Külvireas seemne all 3 ja peal 0,5 cm paksune sama muld	0,874	7,713		7,218		2,965	1,835		1,450		—
3 Külvireas seemne all 5 ja peal 0,5 cm paksune sama muld	0,920	7,937		7,023		3,150	1,865		1,337		—
4 Kontroll — väga tugevasti happelise mullata	1,000	8,585	100,0	7,823	100,0	3,468	2,012	100,0	1,680	100,0	
5 Seeme eelidandatud samas A_2-horisondi mullas ja seejärel külvatud kasvukoha mulda	0,864	4,920	57,4	5,880	75,2	3,117	1,166	57,9	1,296	77,2	—

heinasaak moodustas vaid 44% variandi 4 saagist, siis teise lõikuse saak oli juba 67% ja kolmanda oma 83% 4. variandi vastavast saagist. Kõik see näitab, et lutsernitaimedel oli variandis 5 normaalne kasvuintensiivsus ja esialgne saagilangus oli põhiliselt tingitud osa taimede märksa madalamast talvekindlusest kui kontrollvariandis. See tingiski taimkatte hõrenemise. Hiljem nivelleerusid saagivahed hõrenenud taimkattes üksiktaimede rikkaliku võrsumise teel. See katse näitab, kui kaugeleulatuv ja mitmekülgne võib olla idanemiskeskkonna mõju. Antud juhul ebasoodne idanemiskeskkond vähendas lutsernitaimede talvekindlust, kuid ei vähendanud nende kasvuenergiat. Et aga eelidandamisel variandi 5 lutserniseemnetest mitte kõik ei olnud idanenud, siis vajaks üksikasjalikku uurimist, kas taimede erinev talvekindlus oli sellega seotud.

Variantide 1—3 taimede arv ja saagid ei erinenud kontrollvariandi (var. 4) omast. Seega ei avaldanud idanemiskeskkonna erinevus mõju, olgugi et kestus oli ontogeneetiliselt pikemaajaline kui 5. variandis. Millega seletada sellist vastuolu? Põhjusi tuleb nähtavasti otsida kasutatud metoodikast ja valitsenud ilmastikutingimustest. Nagu eespool märkisime, kasteti kõik külviread enne happelise mullakoguse asetamist külviritta tugevasti märjaks. Seejärel asetati variantide 1—3 külviridadesse katsekavas ettenähtud ja vastava tüsedusega küllaltki kuiv muld A_2-horisondist. Et ilm katse rajamisel ja sellele järgneval päeval oli kuiv, soe ning päikeseline, siis toimus mulda antud niiskuse intensiivne aurumine ka külviritta asetatud A_2-horisondi mulla kaudu. Järelikult toimus intensiivne vee liikumine alt üles. Seilega kanti alumisest, ligilähedaselt neutraalsest kihist ülemisse ka veeslahustunud toitained (sealhulgas ka Ca), mistõttu külviritta asetatud A_2-horisondist võetud muld ei olnud enam selliste omadustega nagu variandi 5 muld (eelidandamisel), mis asus vastavates kastides ja mida kasteti vihmaveega.

KOKKUVÕTE

Esitatud katsetulemustest võib teha järgmised üldistused.

1. Uurimistöös rakendatud katsemetoodika (sageli originaalne) võimaldas kindlaks teha idanemisaegsete keskkonnatingimuste mõju valge mesika, lutserni ja odra saakidele nii vastavates põld- ja vegetatsioon- kui ka tootmiskatsetes, kusjuures põhiline idanemiskeskkonna erinevus oli mulla reaktsioonis.

2. Valget mesikat ja lutserni, kuigi need on tugevasti lubjalembelised taimed, on võimalik edukalt kasvatada isegi väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel.

3. Mainitud kultuuride kasvatamise edu happelistel muldadel sõltub suurel määral sellest, missugused on kasvutingimused seemne idanemise faasis. Reljeefselt on õnnestunud tõestada seda väidet valge mesika korral.

4. Määrav tähtsus valge mesika ja lutserni kasvatamisel happelisel mullal näib olevat idanemisfaasis valitseval mulla reaktsioonil.

5. Kui valge mesika idanemisfaas kulgeb vähemalt idanemise alguseski temale reaktsiooni suhtes soodsas mullas, on mesikas võimeline normaalselt kasvama ja andma kõrget saaki väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal.

Samuti osutus lutserni kasvatamine võimalikuks ja ta andis üsnagi kõrgeid saake väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal.

6. Mida kauem (ontogeneetiliselt) idujuur saab areneda kultuurile soodsas keskkonnas, seda suurem saak saadakse.

7. Idanemise algul mulla reaktsiooni suhtes valitsevad ebasoodsad keskkonnatingimused põhjustavad lutsernitaimede halva talvitumise ja selle tagajärjel ilmneb tugev saagilangus, mida ei saa hüvitada keskkonnatingimuste normaliseerimisega idanemisele järgneval perioodil.

Idanemise algul valitsev kõrge lubiväetise kontsentratsioon (selline olukord tekib näiteks suhteliselt kuivas mullas põlevkivituha asetamisel külviritta seemne alla ja peale) tagab küll mesikale ja lutsernile suure põldtärkamise protsendi ning taimede suure säilivuse vegetatsiooniperioodi kestel, kuid võib vähendada samal ajal oluliselt taimede kasvuenergiat. Niiske mulla korral sellist nähtust ei ilmne.

8. Idanemisele järgneval kasvuperioodil valitsev soodne mulla reaktsioon pääseb mesika ja lutserni puhul mõjule ning suurendab saaki oluliselt ainult siis, kui soodne mulla reaktsioon on valitsenud vähemalt ka idanemise algul.

9. Senine lubiväetiste andmise agrotehnika ei taga just idanemisel soodsa reaktsiooniga keskkonda kõikidele külvatud seemnetele (eriti väiksemate lubiväetise normide kasutamisel) ja sellest on sageli tingitud valge mesika ja lutserni taimkatte hõrenemine lubjatud kamar-leetmuldadel.

10. Lutserni (kuid ka mesika) kasvatamine on võimalik ilma lubiväetisi kasutamata isegi väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel järgmistel juhtudel:

a) kui seemne idanemine ja noorte taimede kasvu algus kulgeb kuivas mullas, s. t. niiskusenappuses;

b) kui mulda on eelnevatel aastatel rikkalikult väetatud orgaaniliste ja mineraalväetistega.

11. Lutserni ja mesika kasvatamisel happelistel kamar-leetmuldadel on otsustav tähtsus ka seemne inokuleerimisel ja selle ärajätmine võib vähendada saaki isegi lubjatud mullal kuni 10 korda.

12. Ka odrasaak sõltub happelisel mullal üsna palju sellest, kuivõrd on antud lubiväetis kasutatav seemne idanemisfaasis, ja missugusel määral suudab ta parandada idaneva seemne otseses läheduses mulla reaktsiooni tingimusi.

II. IDANEMISAEGSE MULLA TEMPERATUURIREŽIIMI MÕJU

Väga rohke on uurimismaterjal, mis käsitleb temperatuurirežiimi mõju kultuuride kasvule ja arengule.

Eriti taimekasvu alguses valitseva temperatuurirežiimi mõju taimede arengule ja kasvule on ulatuslikult uurinud T. D. Lõssenko (1949) seoses oma taimede stadiaalse arenemisteooria loomisega. Üsnagi ulatuslik on kirjandus seemnete idanemisfaasis toimunud taimede karastamise mõju selgitamise kohta. Taimede karastamine põua vastu — meetod, mille töötasid välja P. A. Genkel ja S. S. Kolotov (Генкел, 1958) 1934 aastal, — näeb ette seemnete külvieelset korduvat ja vahelduvat niisutamist ning kuivatamist. Nagu katsed näitasid, on niisugusest seemnest kasvanud taimed põuakindlamad ja suurema saagikusega (Генкел, 1958; Мартьянова, 1960; Углов, 1963).

Suurt mõju taimede kasvule, arengule ja saagile avaldab ka seemnete külvieelne karastamine A. E. Voronova (Воронова, 1956, 1959) meetodil. Selle menetluse kohaselt hoitakse leotatud seemned, sageli just külmakartvatel taimedel, esmalt mõni tund kuni mõni päev suhteliselt madala ja seejärel kõrgema temperatuuri juures. Sellist vahelduvat temperatuuri muutmist korratakse mõne kuni mõnekümne päeva kestel, sõltuvalt kultuurist ja temperatuuriastmikust.

B. A. Vladimirova (Владимирова, 1952) toob näiteks andmed kurgi kohta: pundunud seemned viibisid esiteks 2—3 ööpäeva kestel temperatuuris −2 kuni −5° C ja seejärel 1—1,5 ööpäeva kestel 0 kuni +2° C juures. Selliselt ette valmistatud seemned andsid mahakülvatult kurgitaimi, mille külmakindlus oli suurem, juurekava tugevam, kasv kiirem, emasõite hulk suurem, valmivus varajasem ja, mis eriti oluline, saak oli kuni 70% suurem, võrreldes karastamata seemnest kasvatatud taimedega. Analoogilisi tulemusi kurgi ja teiste külmakartlike kultuuridega on saanud seemnete külvieelsel karastamisel vahelduvas temperatuuris ka paljud teisedki autorid (Хохлачева, 1947; Шутов и др., 1955; Раудсеп, 1957; Тройцкий, 1954). Samasuguseid tulemusi sai P. K. Kornejev (Корнеев, 1962) ka maisiga.

V. F. Belik (Белик, 1963) korraldas kurgiseemnete karastamiseks katse, kus pundunud seemned olid lühikest aega (6 tundi) soodsa temperatuuri (22—25° C), ja ülejäänud aja ööpäevast (18 tundi) 5—9 või 0—2° C juures. Karastamisperioodi kestel seemned ei idanenud, kuid mahakülvatult andsid sellised seemned paljudel sortidel ka suurema saagikusega taimed, võrreldes karastamata seemnest kasvanud taimedega.

E. J. Sumanov jt. (Суманов и др., 1962) kinnitavad, et temperatuurirežiim avaldab mõju mitte ainult pundunud või idanevatele, vaid isegi õhukuivadele seemnetele.

Kõikidest siin esitatud töödest selgub, et suhteliselt madal temperatuur, mis mõjub idanemisperioodil või koguni idanemist mitte alustanud seemnetele lühema aja kestel, mõjustab positiivselt taime edaspidist kasvu ja arengut ning saagikust.

Suhteliselt kõrge temperatuur, mis esineb idanemisfaasis, avaldab aga kultuuri järgnevale kasvule negatiivset mõju. P. S. Belikov ja I. T. Dmitrijeva (Беликов и Дмитриева, 1963) korraldasid katse nelja päeva vanuste odraidanditega, mis olid idanenud temperatuuril 18—20° C ning seejärel asetati 44° C temperatuuri kuueks tunniks. Neis tingimustes määrati idandite hingamise intensiivsust ja P omastamist. Selgus, et kõrge temperatuuri korral hingamine esimesel tunnil tõusis, kuid hakkas siis langema ning perioodi lõpuks jõudis madalamale tasemele kui kontrollvariandi vastav näitaja. Fosfori omastamine esmalt küll kestab, kuid lakkab juba kuuendal, kõrges temperatuuris viibimise tunnil.

Selgub, et temperatuur kui kasvutegur, mis mõjub kultuurile ainult idanemisfaasis võrdlemisi lühikese aja kestel, avaldab üsna kaugeleulatuvat mõju kultuuri järgnevas ontogeneesis — mõjub tema produktiivsusele.

Idanemisaegse temperatuuri kui kasvuteguri mõju taime järgnevale kasvule on võimalik tõestada kõige täiuslikumalt, sest selle faktori mõju on võimalik doseerida ja mõjuda lasta rangelt soovitud perioodi kestel, ilma et sama doosi otsene mõju edasi kanduks järgnevates kasvufaasides, nagu see on näiteks seemnete külvieelsel töötlemisel kemikaalidega.

Autor ei seadnud käesolevas töös endale ülesandeks siduda temperatuurirežiimi uurimist jarovisatsioonistaadiumist lähtudes, vaid tahtis selgitada, kas taimekasvu alguses lühema kestusega temperatuurirežiimil, mis veel ei põhjusta jarovisatsioonistaadiumi läbimist, on mingit mõju suviteraviljade saagi kujunemisele (sõltuvalt erinevast mulla veerežiimist). Küsimus kerkis üles autori varajasematest uurimustest, mis käsitlesid suviteraviljade optimaalset külviaega. Nimelt selgus, et 75—88%-lise tõenäolisusega saadakse kõrgem saak kõige varajasemast, mitte aga hilisemast külvist (Haller, 1947—I). Seepärast seadiski autor endale üles-

andeks uurida neid põhjusi, miks *alati* ei saada varajastest külvidest kõige kõrgemaid saake.

Katsete tulemused näitasid, et sageli on varajasema ja hilisema külvi viljadel vahe tärkamises ainult 3—4 päeva, kuid saagis esineb küllaltki suuri erinevusi (Haller, 1947—II). Sel juhul kulges tärkamisjärgne kasvuperiood ju mõlemal juhul enam-vähem ühesugustes kasvutingimustes. Suurem erinevus esines ainult idanemisperioodil.

1. Suvinisu

Idanemisaegse mulla temperatuurirežiimi mõju selgitamiseks korraldati vegetatsioonikatsed tüüpilise kamar-karbonaatmullaga Kuusiku katsebaasis juba 1955. aastal. Mulla pH oli 7,0. Igasse nõusse külvati 29 suvinisu ('Diamant') seemet, mille idanevus oli 98%. Kastmisvesi anti vegetatsiooninõude põhja.

Kõikidesse katsenõudesse anti PK-väetised ühtlaselt vesilahusena seemendussügavuseni täidetud mulla pinnale. N-väetis anti orase tärkamisel mullapinnale pulbrina.

Katse ülesandeks oli selgitada idanemisperioodil valitseva mulla temperatuurirežiimi erinevuse ja selle kestuse mõju erineva veerežiimiga mullas idanenud seemnetest kasvanud taimede saakidele. Lisaks eelnevale taheti veel selgitada tärkamisest kuni võrsumise alguseni valitseva mullaniiskuse erinevuse mõju suvinisu saagile. Katsevariandid on toodud tabelis 29.

Vastav temperatuurirežiim saavutati katsematerjalide hoidmisel külmutuskapis, jääkeldris või kõetavas kasvuhoones. Variantidele 1—20 (tab. 29) külviks vajalik arv seemneid külvati esialgu vastava mullaniiskusega klaasnõudesse 5 cm sügavusse, kusjuures seemned variantides 1—3 ja 12—14 külvati üheaegselt (10. V), variantides 4—8 ja 15—17 7 päeva ning variantides 9—11 ja 18—20 9 päeva hiljem, et saavutada enam-vähem üheaegset tärkamist. Variantidele 1—11 külvatud seeme asetati klaasnõudes jääkeldrisse, kus temperatuur oli stabiilne ja kõikus ainult 0—6° C, enamikus aga oli +1° piires. Variantidele 12—20 külvatud seeme asetati samasugustes nõudes külmutuskappi, kus päeval hoiti temperatuur 5—6° piires, öösel aga langes kuni —6°-ni. Jaheda temperatuurirežiimi lõppedes võeti kõik seemned klaasnõudest välja ja külvati vegetatsiooninõudesse 5 cm sügavusse ettenähtud veerežiimi juures ning nõud viidi vegetatsioonihoonesse, kus nad asusid tavaliselt traatvõrgu all.

Ümberkülvil oli seeme kergelt idanenud neis variantides, kus jahe periood kestis 10 päeva (var. 1—3 ja 12—14). Idujuurekeste pikkus ulatus 3—4 mm-ni, enamikul aga ainult 1—2 mm-ni. Kolm päeva madalas temperatuuris viibinud seemned (var. 4—8 ja 15—

17) hakkasid ainult osaliselt idanema, sest ainult üksikutel seemnetel oli kest purunenud ja paistis idujuure otsakene. Variantides 9—11 ja 18—20 olid seemned ümberkülvil ainult pundunud.

Variantide 21—29 seemned külvati ettenähtud mullaniiskuse juures otseselt vegetatsiooninõudesse, kusjuures külviajad valiti nii, et taimed tärkaksid enam-vähem üheaegselt variantide 1—20 taimedega. Variantide 21—29 vegetatsiooninõud asetati kõik tuppa, kus temperatuur hoiti 12—15° piires. Kui variantides 24—29 oli mõningatel seemnetel seemnekest juba purunenud ja idujuurekeste otsad nähtavale ilmunud, jäeti variantide 24—29 vegetatsiooninõud veel 5 päevaks toatemperatuuri. Selle aja möödudes asetati variantide 24—26 vegetatsiooninõud 3 ja variantide 27—29 omad 10 ööpäevaks jääkeldrisse, kus temperatuur püsis +1° piires. Pärast seda viidi need nõud kasvuhoonesse eelmiste vegetatsiooninõudega ühesugustesse tingimustesse. Variantide 21—23 vegetatsiooninõud jäid toatemperatuuri tingimustesse kuni tärkamise alguseni, mille järel nad viidi sooja kasvumajja, kus temperatuur püsis 20—30° C piires. Siia jäid taimed seniks, kuni nad jõudsid kahe lehe faasi, ja viidi siis vegetatsioonimajja eelnevatega ühesugustesse tingimustesse.

Kõikides variantides tärkas nisu enam-vähem ühel ajal. Erinevus tärkamises oli üksikute variantide vahel ainult 2—3 päeva (Халлер, 1966).

Erinevused mulla veerežiimi suhtes, sealjuures ühesuguse temperatuurirežiimi tingimustes, mõjustasid taimede tärkamist üsna minimaalselt. Tärkamisjärgses arengutempos esinesid variantide vahel siiski mõningad erinevused. Üldiseks nähtuseks oli see, et taimed, mille idanemisfaas kulges suhteliselt madalas, kuid seejuures stabiilses temperatuuris (var. 1, 2, 3, 4, 6, 7), vajasid pärast tärkamist rohkem aega kahe ja kolme lehe faasi jõudmiseks kui need, mille idanemisfaas kulges madala, kuid seejuures vahelduva temperatuuri tingimustes (var. 12—17). Tärkamise algusest kahe ja kolme lehe faasi jõudmiseks kulus:

variandi	1	taimedel	vastavalt	9	ja	15	päeva,
„	12	„	„	5	„	11	„
„	2	„	„	8	„	15	„
„	13	„	„	7	„	12	„
„	3	„	„	8	„	15	„
„	14	„	„	6	„	11	„
„	4	„	„	9	„	14	„
„	15	„	„	10	„	16	„
„	6	„	„	10	„	16	„
„	16	„	„	7	„	16	„
„	7	„	„	10	„	21	„
„	17	„	„	9	„	16	„

Temperatuurirežiimi ühepäevane erinevus idanemisel (variandid 9—11 ja 18—20) ei põhjustanud erinevusi suvinisu tärkamisjärgses arengutempos. Loomise alguseni jõudmiseks kulus rohkem

aega suhteliselt madalas ja vahelduvas temperatuuris idanenud taimedel (var. 12—17) kui stabiilse temperatuuri juures idanenutel (var. 1, 2, 3, 4, 6, 7). Tärkamise algusest loomise alguseni jõudmiseks kulus

variandi	1	taimedel	42	päeva,
„	12	„	41	„
„	2	„	42	„
„	13	„	43	„
„	3	„	43	„
„	14	„	45	„
„	4	„	39	„
„	15	„	40	„
„	6	„	39	„
„	16	„	41	„
„	7	„	43	„
„	17	„	43	„

Huvitav on märkida seda, et kõrgemas temperatuuris (12—15°) idanenud ja kuni kahe lehe faasini veelgi kõrgemas temperatuuris (20—30°) kasvanud taimedel (var. 21—23) ei olnud tärkamisjärgne arengutempo kahe ja kolme lehe faasini kiirem kui taimedel, mille idanemisfaas toimus vahelduvas ja suhteliselt märksa madalamas temperatuuris (var. 12—14). Tärkamise algusest kahe ja kolme lehe faasini jõudmiseks kulus

variandi	21	taimedel	vastavalt	6	ja	11	päeva,
„	12	„	„	6	„	11	„
„	22	„	„	7	„	13	„
„	13	„	„	7	„	12	„
„	23	„	„	8	„	14	„
„	14	„	„	6	„	11	„

Loomise alguseni oli aga olukord teistsugune: taimed, mille kasvu algfaas kulges suhteliselt kõrgemas ja püsivas temperatuuris (var. 21—23), jõudsid loomiseni mõnevõrra kiiremini kui need taimed, mis idanesid suhteliselt madalamas ja vahelduvas temperatuuris (var. 12—14). Tärkamise algusest loomise alguseni jõudmiseks kulus

variandi	21	taimedel	39	päeva,
„	12	„	41	„
„	22	„	42	„
„	13	„	43	„
„	23	„	43	„
„	14	„	45	„

Kui võrrelda kõrgemas ja püsivas temperatuuris idanenud ja kasvanud taimede (var. 21—23) arengutempot suhteliselt madalamas, kuid püsivas temperatuuris idanenute arengutempoga (var. 1, 2, 3, 4, 6 ja 7), ilmneb, et suhteliselt madalas ja stabiilses temperatuuris idanenud taimedel on tärkamise ning kahe ja kolme lehe faasini jõudmise aeg pikem kui kõrgemas temperatuuris idanenutel. Tärkamise algusest kahe ja kolme lehe faasini jõudmiseks kulus

variandi	21	taimedel	vastavalt	6	ja	18	päeva,
„	1	„	„	9	„	15	„
„	4	„	„	9	„	14	„
„	22	„	„	7	„	13	„
„	2	„	„	8	„	15	„
„	6	„	„	10	„	16	„
„	23	„	„	8	„	14	„
„	3	„	„	8	„	15	„
„	7	„	„	10	„	21(?)	„

Oluline on võrrelda taime arenguperioodi kahe lehe faasist loomise alguseni, sest selles toimub teraviljade võrsumine ja embrüonaalse pea loomine. Siin pannakse alus tulevase pea pikkusele. Kui võrrelda suhteliselt madala temperatuurirežiimi juures idanenud seemnetest kasvanud taimede võrsumise-kõrsumise faasi pikkust, nähtub, et idanemisel vahelduvas temperatuuris (var. 12—17) on taimedel mainitud periood pikem kui taimedel, mille idanemisfaas kulges püsivas temperatuuris (var. 1, 2, 3, 4, 6, 7). Kahe lehe faasist loomise alguseni jõudmiseks kulus

variandi	1	taimedel	32	päeva,
„	12	„	35	„
„	2	„	33	„
„	13	„	36	„
„	3	„	34	„
„	14	„	39	„
„	4	„	30	„
„	15	„	30	„
„	6	„	29	„
„	16	„	34	„
„	7	„	33	„
„	17	„	34	„

Kui võrrelda taimede võrsumise-kõrsumise faasi pikkusi erinevate idanemisaegsete temperatuuritingimuste alusel veel üksikasjalikumalt, nähtub, et mainitud kasvuperioodi pikendab idanemisaegne temperatuuri kõikumine (var. 12—17, t° −6+6°), mitte aga selle kõrgusaste (var. 21—23, t° 12—15°; var. 1—7, t° 0—+6°). Kahe lehe faasist loomise alguseni jõudmiseks kulus

variandi	21	taimedel	33	päeva,
„	1	„	32	„
„	4	„	30	„
„	12	„	35	„
„	15	„	30	„
„	22	„	34	„
„	2	„	33	„
„	6	„	29	„
„	13	„	36	„
„	16	„	34	„
„	23	„	33	„
„	3	„	34	„
„	7	„	33	„
„	14	„	39	„
„	17	„	34	„

Kuna variantide 21—23 ja 12—14 ning 1—3 taimed jõudsid kahe lehe faasi üheaegselt (8.—9. VI), toimus nende edasine areng täiesti ühesugustes temperatuuri- ja muudes tingimustes, mistõttu mainitud variantide vastav võrdlemine (sõltuvalt veerežiimist) näitab kõige selgemini idanemisaegse temperatuurirežiimi mõju suvinisu arengutempole võrsumise-loomise faasis. Nagu näeme esitatud andmetest, oli variantide 12, 13 ja 14 taimedel võrsumise-loomise vaheline arenguperiood kõikide veerežiimi erinevuste korral tunduvalt pikem kui variantidel 21, 22, 23 ja 1, 2, 3.

Võrreldes omavahel taimede arengut variantide rühmades 21—23 ja 24—29, näeme, et idanemisperioodi lõpul suhteliselt kõrgele (12—15° C) temperatuurirežiimile 3—10 päeva kestel järgnenud madal, kuid stabiilne temperatuur (+1° C) on pikendanud taimede arenguperioodi nende tärkamisest kahe ja kolme lehe faasini. Mainitud variantide rühmade vahel ei ole kahe lehe faasist kuni loomiseni selgeid erinevusi.

Idanemisaegse temperatuurirežiimi erinevused kajastuvad ka tärganud taimede arvus. Idanemise ajal valitsenud pikema kestusega (10 päeva) karm temperatuurirežiim (päeval tõusis t° variantides 12—14 ainult 6°-ni ja igal ööl langes see alla 0°) mõjus negatiivselt taimede tärkamisele (tab. 29). Kui näiteks stabiilse ja suhteliselt madala temperatuuri (0—+6°) juures (kestus idanemisel 10 päeva) tärkas külvatud seemnetest taimi 83—90% (var. 1—3), siis sama kestusega suhteliselt madala ja karmi temperatuurirežiimi juures (—6—+6°) tärkas neid ainult 48—59% (var. 12—14). Seejuures polnud olulist erinevust idanemise ajal valitsenud veerežiimis.

Stabiilne ja mõõdukas (12—15°) idanemisaegne temperatuur vähendas tärganud taimede arvu vaid kõrge mullaniiskuse korral (var. 23).

Taimede võrsumine oli kõnesolevas katses üldiselt puudulik. Märgatavalt suurem oli see variantides 12—14, kus ühe koristatud taime kohta tuli kuni 1,8 kõrt. Et selline idanemisaegne temperatuurirežiim tõepoolest põhjustas suvinisu paremat võrsumist, näitavad ka variantide 16—17 taimed, mis viibisid idanemise ajal samuti karmi temperatuurirežiimi (—6—+6°) tingimustes, kuid eelmistest lühemat aega (3 päeva). Tärganud taimede arv oli normaalne, kuid iga tärganud taime kohta tuli 1,2 kõrt.

Mõõdukas ja sealjuures stabiilses (12—15°) temperatuuris seemnete idanemisel taimed võrsusid paremini, kui idanemine toimus kuivemas mullas (40—30%) (var. 21). Et samasugune veerežiim valitses võrsumisfaasi alguseni ja hiljem tõsteti mulla niiskust 65%-ni maksimaalsest veemahutavusest, siis ei saa järeldada, et madalam veerežiim soodustab võrsumist. Pealegi hoiti vegetatsiooninõudes mullaniiskus igapäevase täiendava kastmisega 40% piires, mis ei ole sugugi madal (absoluutarvudes 16,8%) ja taimede

Nr.	Variantide kirjeldus: Idanemisaegne: temp. C°	Idanemisaegne: temp. kestus päevi	Mullaniiskus % maksim. veemahutavusest: külvist tärkamiseni	tärkamisest 3-nda lehe ilmumiseni	3-nda lehe ilmumisest valmimiseni	Tärganud taimi tk.	Produkt. kõrsi: 1 veget. nõu kohta tk.	1 taime kohta tk.
1	0—+6	10		40—30	65—55	26	25,3	1,0
2				65—55		26	24,7	1,0
3				90—80	65—55	24	24,3	1,0
4		3		40—30	65—55	26	26,0	1,0
5			40—30			24	23,7	1,0
6				65—55		25	24,7	1,0
7				90—80		27	27,0	1,0
8			90—80		65—55	27	25,7	1,0
9		1		40—30	65—55	24	23,7	1,0
10				65—55		27	26,7	1,0
11				90—80	65—55	24	24,0	1,0
12	−6—+6	10		40—30	65—55	17	22,3	1,3
13				65—55		14	25,0	1,8
14				90—80	65—55	15	22,0	1,5
15		3		40—30	65—55	27	26,7	1,0
16				65—55		20	23,0	1,2
17				90—80	65—55	22	25,7	1,2
18		1		40—30	65—55	25	25,3	1,0
19				65—55		26	25,7	1,0
20				90—80	65—55	26	26,3	1,0
21[1]	12—15	tärkamiseni		40—30	65—55	24	30,0	1,3
22[1]				65—55		23	23,3	1,0
23[1]				90—80	65—55	17	21,3	1,3
24[1]		tärkamiseeel +1° 3		40—30	65—55	25	24,3	1,0
25				65—55		19	19,7	1,0
26				90—80	65—55	23	21,3	1,0
27		tärkamiseeel +1° 10		40—30	65—55	26	27,7	1,1
28				65—55		25	24,7	1,0
29				90—80	65—55	22	22,0	1,0

[1] Tärkamisest kuni kolmanda lehe ilmumiseni on t° 20—30°, hiljem on välis-t° nagu mujalgi.

erineva mulla veerežiimi korral Kuusiku katsebaasis 1955. a.

Teri peas			Saak vegetatsiooninõu kohta										
	% variandi			% variandi									
tk.	21 ja 23	22 ja 27	g	1	10	11	17	18	19	20	21	23	27
	suhtes			suhtes									
22,1			19,59								73,2		
22,8			19,53										
26,1			21,80	100,0									
22,9			21,78								81,5		
21,6			17,77										
22,2			19,05										
22,2			20,23										
20,8			19,18										
24,0			20,76								77,7		
24,7			23,22		100,0								
26,3			21,89			100,0							
23,6			18,63								69,7		
21,6			18,93						(86,1)				
22,0			17,09	78,4						75,5			
21,9			21,01								78,6		
24,7			20,87										
24,2			21,05				100,0						
22,0			20,42					100,0			76,4		
23,7			21,99						100,0				
24,3			22,63							100,0			
23,8	100,0		26,73					130,9			100,0		
24,4		100,0	19,66		84,7				(89,4)		73,5		
23,1	100,0		17,00	77,9		77,7	80,8			75,1	63,6	100,0	
26,7			21,99								82,3		
28,3		(111,9)	19,12						(86,9)				
28,2	122,1		20,59									121,1	
28,5	199,8	100,0	29,83					146,1			111,6		100,0
21,8		76,5	17,59						80,0				59,0
21,3		74,7	16,11	73,9			76,5			71,2			54,0

veetarve tärkamisest võrsumise alguseni on suhteliselt väike (Вербин и др., 1958).

Kõigest eeltoodust selgub, et idanemisaegne temperatuurirežiim mõjub tärganud taimede arvule, võrsumise intensiivsusele ja taimede edasisele arengutempole, mis on tähtsad saagi kujunemise alused. Kui idanemisaegne t° oli mõõdukas (12—15°) ja idanemise lõpuperioodil suhteliselt madala t° (1°) kestus pikem (10 päeva), siis selline temperatuur vähendas viljapea pikkust kõrgema mullaniiskuse korral idanenud seemnetest kasvanud taimedel (var. 28, 29).

Idanemisaegse temperatuurirežiimi mõju kajastub ka suvinisu saagis. Tabelis 29 toodud saakide võrdlus vastavate variantide paaride viisi näitab, et saaki vähendavalt mõjub:

1) pika kestusega suhteliselt madal ja samal ajal sagedaste öökülmadega temperatuurirežiim (−6—+6° C 10 päeva kestel), mis valitses idanemise algul (vrd. variante 13 ja 19 ning 14 ja 20);

2) temperatuurirežiim, mis idanemise alguses on mõõdukas (12—15°), kuid millele tärkamisele eelnes pikema kestusega (10 päeva) suhteliselt madal (+1°) temperatuur. Eriti ohtlikud olid kirjeldatud temperatuurirežiimid idanemisaegse kõrgema mullaniiskuse korral (vrd. variante 19 ja 28 ning 20 ja 29).

Ka püsivalt mõõdukas temperatuur (12—15°) idanemisperioodil, millele järgnes püsiv kõrge temperatuur (20—30°) kuni võrsumise alguseni, mõjus üldiselt saaki vähendavalt mulla suurema niiskuse korral (vrd. variante 10 ja 22 ning 11 ja 23). Suhteliselt madalama (40—30%) mullaniiskuse puhul mõjusid mainitud temperatuurirežiimid isegi saake tõstvalt, eriti aga idanemisel või selle alguses valitseva kõrgema temperatuuri tingimustes (var. 18 ja 21).

Variantide rühmas 18—20 kestis −6—+6°-line temperatuur kõige lühemat aega — külvist kuni seemnekesta lõhkemiseni + 1 päev. Seejärel asetati vegetatsiooniõud välistemperatuuri tingimustesse. Nendes variantides olid idanemistingimused kõige lähedasemad looduslikele ja seepärast on õige võrrelda nendega teiste variantide tulemusi. Kui omavahel võrrelda näiteks 65—55%-lise mullaniiskusega, kuid erineva temperatuurirežiimiga variantide saake, siis on variandi 28 saak madalam kui variandil 19. Saagivahe on viimase kasuks 20% (tab. 29). Seega mõõdukas ja stabiilses temperatuuris (12—15°) idanenud ja tärkamisel 10 päeva kestel stabiilses ning suhteliselt madalas (+1°) temperatuuris viibinud idanditest arenesid taimed, mille saak oli 20% võrra madalam kui taimedel, mis idanesid algul (kuni idukesta purunemiseni) −6—+6° juures, kuid hiljem viibisid looduslikes tingimustes.

Pisut vähem kui 95%-lise tõenäolisusega on tõestatud saakide erinevused ka variantide paaride 19 ja 22, 19 ja 25 ning 19 ja 13 vahel, kusjuures variandi 19 saak on võrreldavatest alati suurem, vahe 10,6—13,9%. Võrreldes omavahel samast seisukohast kõige

kõrgema mullaniiskusega variantide saake, ilmneb analoogiline nähtus. Variantide 23, 29 ja 14 saagid on madalamad kui variandil 20. Seejuures ulatuvad saagivahed 24,5—28,8%-ni.

Kõige väiksema mullaniiskuse korral on olukord vastupidine. Kõige kõrgema saagi andis variant 27 ja seejärel 21; kõikide teiste samasuguse veerežiimiga variantide saagid olid madalamad. Seega on esitatud katse näidanud, et *äärmuslik temperatuurirežiim seemnete idanemisperioodil*, olgu see siis suhteliselt madala või kõrgema temperatuuri piires, *mõjub suvinisu saaki vähendavalt* mulla kõrgema veerežiimi (55—90%) puhul.

Suhteliselt madal (0—+6°), kuid mitte suurte kõikumistega temperatuur idanemisperioodil ei mõjunud negatiivselt saagile, sest siinsete variantide saagi erinevused, võrreldes variantidega 18—20 ühesuguse veerežiimi tingimustes, ei ole variatsioon-statistiliselt vajalikul tõenäolisuse tasemel.

Et katse ülesandeks oli küsimuse põhimõtteline lahendamine (selgitada, kas idanemisperioodil valitsev erinev temperatuurirežiim, mis ei põhjusta taimede jarovisatsioonistaadiumi läbimist, avaldab mõju suvinisu arengule ja saagile), siis tingis see äärmuslike temperatuurirežiimide kasutamise. Seetõttu jääb lahtiseks küsimus: missugune peaks olema idanemisaegne temperatuurirežiim, mis mõjuks kõige soodsamalt kultuuride saagile.

KOKKUVÕTE

1. Rakendatud katsemetoodika võimaldas selgitada idanemisperioodil valitsenud temperatuurirežiimi mõju suvinisu arengule ja saagile.

2. Katseandmed näitasid, et idanemisperioodil valitsev lühema kestusega temperatuurirežiim, mis veel ei põhjusta suvinisu jarovisatsioonistaadiumi läbimist, avaldab üsna suurt mõju suvinisu arengule ja saagile.

3. Idanemisaegne temperatuurirežiim avaldab mõju suvinisu põldtärkamise protsendile ja kasvuperioodi pikkusele tärkamisest kuni kahe ja kolme lehe faasini ning kahe ja kolme lehe faasist kuni loomise alguseni.

4. Pika kestusega karm temperatuurirežiim (−6—+6° 10 päeva kestel) idanemisel vähendab tunduvalt suvinisu põldtärkamist.

5. Suhteliselt madalas, kuid samaaegselt vahelduva temperatuuri (−6—+6°) juures idanenud suvinisu jõuab tärkamise järel kiiremini kahe ja kolme lehe faasini kui suhteliselt madalas, kuid stabiilses temperatuuris (0—+6°, enamikus +1°) idanenud suvinisu (ühesugustes tärkamisjärgsetes kasvutingimustes).

6. Mõõdukas temperatuuris idanenud (12—15°) ja kuni kahe lehe faasini kõrge temperatuuri (20—30°) tingimustes kasvanud suvinisul ei olnud tärkamisjärgne arengutempo kahe-kolme lehe

faasini kiirem kui taimedel, mille idanemisfaas kulges vahelduvas ja suhteliselt märksa madalamas temperatuuris (−6—+6°) ning tärkamisjärgne faas välistemperatuuri tingimustes.

7. Suvinisu võrsumis-kõrsumisperioodi (kahe lehe faasist loomise alguseni) pikkust mõjustab idanemisaegne temperatuuri kõikumine; temperatuuri kõrgusastmel näib olevat väiksem tähtsus.

Suvinisul, mille idanemine toimus suhteliselt madalas ja vahelduvas temperatuuris (−6—+6° 10 päeva kestel), oli võrsumise-kõrsumise (kahe lehe faasist loomise alguseni) faas tunduvalt pikem (2—7 päeva) kui suvinisul, mille idanemine toimus enamvähem stabiilses temperatuuris (kas 12—15° või 0—+6° piires), kusjuures taimede arenemine võrreldavates variantides toimus kahe lehe faasist alates täiesti ühesugustes tingimustes.

8. Idanemisaegse temperatuurirežiimi mõju kajastub ka suvinisu saagis. Saaki vähendavalt mõjub:

a) pika kestusega, suhteliselt madal ja samaaegselt sagedaste öökülmadega temperatuurirežiim (−6—+6° C 10 päeva kestel), mis valitseb idanemise alguses;

b) mõõdukas temperatuur idanemise alguses (12—15°) ja tärkamisele eelnev pikema kestusega (10 päeva) suhteliselt madal (0—+6°) temperatuur, kui sellega kaasneb ka mullaniiskuse suurenemine (55—90%).

Samasugune temperatuurirežiim mõõduka mullaniiskuse (40—30%) korral mõjus suvinisu saaki tõstvalt.

Suhteliselt madal temperatuur idanemisperioodil, kuid mitte suurte kõikumistega (0—+6°) ei mõjunud suvinisu saagile negatiivselt.

III. IDANEMISAEGSE MULLA VEE- JA ÕHUREŽIIMI MÕJU

Idanemisaegse niiskusrežiimi tähtsust selgitavate tööde hulk on üsna väike. Peamiselt käsitlevad need riisikasvatamise ja teiste kultuuride optimaalseid külviaegu.

Sügavasisuline ja ulatuslikuma hinnangu taimekasvu algfaasides valitseva niiskusrežiimi, samuti ka toiterežiimi tähtsusele saagikuse kujunemise protsessis annab N. S. Petinov oma taimefüsioloogilises monograafias, kus ta kirjutab: «. . . hilisemate kasvutingimuste parandamisega (varustamine vee ja toitainetega) ei õnnestu taastada saagi kaotust, kui on rikutud pähikute formeerumise protsessis optimaalseid tingimusi» (Петинов, 1959, lk. 88). Kuna näiteks suviteraviljadel toimub pea diferentseerumine pähikuteks umbes kahe-nelja lehe faasis, annab Petinov varajases kasvufaasis valitsevatele keskkonnatingimustele põhilise tähtsuse. Sel perioodil tekkinud puudujääke pole võimalik hüvitada kasvutingimuste parandamisega hilisemas kasvufaasis.

Veelgi ulatuslikumaid järeldusi teeb V. K. Girfanov (Гирфанов, 1963). Ta märgib, et vee nappus mõjub kõige varajasemates taimekasvufaasides (külv—oras—võrsumine—kõrsumine) eriti negatiivselt nisu vegetatiivsete ja generatiivsete organite formeerumisele. Nii näiteks vähendas niiskusepuudus pea diferentseerumise tunnuste ilmnemisel pähikute arvu peas 2—3 korda, võrreldes normaalse niiskusega samal perioodil. Autor kinnitab neid tulemusi ka vastavate katsetega katseasutustes ja tootmistingimustes. Nii näiteks oli 1959. ja 1960. aasta keskmisena suvinisusaak hektari kohta nendes majandites, kus külvid tehti pärast esimest mullaharimis- ja külvivõimalust:

1) 5. päeval — 13,2 ts
2) 6.—10. päeval — 11,2 „
3) 11.—12. „ — 8,6 „

Idanemisaegse niiskusrežiimi mõju riisi saagile on otseselt uurinud E. P. Aljošin (Алешин, 1959). Riis kui vesikultuur külvatakse liigniiskesse (üleujutatud) mulda. Nimetatud autor külvas riisi küll üleujutatud mulda, kuid niipea kui seeme hakkas idanema

(iduotsakeste ilmumisel), vabastati põld vee alt. Alates taimede tärkamisest ujutati põld uuesti üle. Katsepõllu riisisaak oli 10 ts võrra hektarilt kõrgem kui põllul, mis pärast külvi oli kogu aeg üleujutatud. Kirjeldatud katse näitab väga veenvalt, et idanemisaegse niiskusrežiimi mõju kajastub suurel määral saagis.

Soolakmuldadel on taimkate hõre ja saak madal seepärast, et taimed on soolasuse suhtes tundlikud eriti idanemisfaasis (Хейуорд и Бернстейн, 1959). Selle teoreetilise aluse õigsust on kogenud Egiptuse riisikasvatajad. Siin on riis soolakmuldadel uudismaade ülesharimisel esimeseks kasvatatavaks kultuuriks. Et riisi sellistes tingimustes edukalt kasvatada, rakendatakse järgmist agrotehnikat: enne riisikülvi aetakse külviridade kohtadele üsna kitsad vaokesed, kuhu niisutusvesi lastakse kõigepealt. M. T. Kaddani (1963) järgi uhutakse selle võttega külvireast osa soola välja. Soola kontsentratsioon idanemistsoonis langeb, kuigi see tõuseb mulla sügavamates kihtides, samuti ka reavahekohtades (niisutuse piirialadel). Sellise võttega kindlustatakse taimede arvukam tärkamine ja ka kõrgem saak. Mainitud autori andmeil pole riisitaimed hilisemas kasvufaasis soolasuse suhtes enam nii tundlikud. Need väga laialt juurdunud kogemused näitavad idanemiskeskkonna niiskusrežiimi suurt tähtsust järgneva saagi kujunemisel. Sedasama kinnitavad ka teiste eespool mainitud autorite tööd.

Õhurežiimi muutused on tihedalt seotud veerežiimiga. Mida rohkem on mullas vett, seda vähem õhku ja vastupidi, juhul kui mulla tihedus jääb muutumatuks.

Idanemisaegse õhurežiimi mõju saagile on uuritud üsna vähe (Халлер, 1963, 1964). Rohkem on uurimusi, mis käsitlevad keskkonna õhurežiimi mõju juurte arengule ja taimedes toimuvatele biokeemilistele protsessidele.

M. B. Wilkins ja D. M. Warren (1963) määrasid metoodiliselt huvitavalt korraldatud katsetes idujuurte juurdekasvu 52 tunni kestel. Enne seda olid idanevad seemned viibinud 2, 4 või 6 tundi anaeroobses keskkonnas. Tulemustest selgus, et juba lühiajaline kaeraidandite viibimine anaeroobses keskkonnas avaldas suurt järelmõju. Igatunnine juurte juurdekasv on tublisti väiksem juurtel, mis eelnevalt viibisid 2, 4 või 6 tundi anaeroobsetes tingimustes, võrreldes nendega, mis viibisid normaalselt õhustatud keskkonnas. Ka S. M. Siegel ja L. A. Rosen (1962) märgivad, et idanemisaegne madal hapnikusisaldus mullas mõjustab tärkamisjärgset idujuurte kasvu.

Õhurežiimi mõju sibulajuurte kasvule tärkamisjärgses kasvufaasis uuris H. Falk (1962) ja leidis, et kolme päeva kestel hapnikupuuduse all kannatanud juurte kasv oli 10—20% võrra väiksem kui taimedel, mis viibisid normaalsetes tingimustes.

Nendestki vähestest uurimistest nähtub, et taimekasvu alguses ja eriti idanemisel valitsev hapnikupuudus avaldab suurt järeltoimet taimekasvu hilisemates faasides.

Käesolevas peatükis seadis autor eesmärgiks selgitada, kas ja millisel määral idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim avaldab mõju tähtsamate põllukultuuride arengule ja saagile. Seega taheti küsimust käsitleda ainult põhimõttelisest küljest. Sel eesmärgil rajati katsed peamiselt suviteraviljade — suvinisu ja eriti odraga ning vähemal määral ka kaeraga. Katseid alustati Kuusiku katsebaasis 1956. aastal ja neid jätkati hiljem Eesti Põllumajanduse Akadeemia maaviljeluse kateedris. Küsimuse uurimiseks kasutati peamiselt vegetatsioonkatseid, kus mulla vee- ja õhurežiimi reguleerimine on märksa hõlpsam ja täpsem kui põldkatsetes. Kuid tulemuste kontrollimiseks looduslikes tingimustes on korraldatud ka mõned põldkatsed. Peale selle koguti andmeid küsimuse selgitamiseks ning vegetatsioon- ja põldkatsete tulemuste kontrollimiseks ka otse tootmisest. Et mulla vee- ja õhurežiim on teineteisega väga tihedalt seotud, on seda küsimust käsitletud kompleksselt.

1. Suvinisu

Katsed korraldati 1956. aastal Kuusiku katsebaasis suvinisuga ('Diamant') tüüpilisel kamar-karbonaatmullal vegetatsioonkatsetena.

Katse ülesandeks oli selgitada suvinisu saagi sõltuvust: 1) üksikutes arengufaasides (külvist kuni valmimiseni) valitsevast mulla veerežiimist; 2) idanemisaegsest mulla õhustamisest (erineva veerežiimi korral); 3) idanemisaegsest suhteliselt madalast ja samal ajal stabiilsest temperatuurist (erineva veerežiimi korral); 4) võrsumise-kõrsumise faasis valitsevast lühemaperioodilisest suhteliselt kõrgest temperatuurist. Peale selle taheti selgitada, missuguseks kujuneb suvinisu areng ja saak juhul, kui ta külvist kuni loomiseni pidevalt viibib kõrgemas temperatuuris kui 17°. Mulla niiskusrežiim oli kahesugune: 1) normaalne — niiskus 65—60% piires ja ainult harva kuni 55% ja 2) puudulik — niiskus 40—35% piires, kuid vahel ka kuni 30% maksimaalsest veemahutavusest. Mulla niiskusastmed varieerusid erinevates kasvufaasides tabelis 30 näidatud viisil.

Mulla õhustatavust mõjustati veel seemneid katva mullakihi tiheduse reguleerimisega. Variantides 8—9 ja 18 oli see kobestatud, teistes idanemise ajal tihendatud; tärkamise järel kobestati nendegi mullapind (tab. 30). Variantides 10—13 oli tihendatud mullapind kaetud valgete kivikestega, et vähendada päikesekiirte neeldumist mullas. Mainitud variantides oli ette nähtud eriline temperatuurirežiim võrsumise-kõrsumise perioodil kuni loomise alguseni. Selleks viidi variandi 11 mulla temperatuur seemendussügavuses iga päev (kella 12—17 vahemikus) 25—30°-ni ja variandil 12 30—34°-ni. Sellised temperatuuriastmikud saadi vastavate vegetatsiooninõude asetamisel köetavatesse klaasboksidesse vegetatsiooni-

hoones. Variandi 10 temperatuur vähendati 25°-st madalamaks sel teel, et igapäevast ettenähtud kastmisvett ei antud mitte vegetatsiooninõu külgedel olevate kastmisavade kaudu, vaid pinnalt, ja selleks kasutati jahedat kaevuvett (kastmisaeg kella 12 ja 17 vahemikus). Et katsenõudes oli mullapind pealt kaetud kividega, ei tekkinud sellise kastmise tagajärjel mullakoorikut. Variandis 13 oli looduslik temperatuurirežiim — kontroll. Variantides 14—18 jälgiti veel kasvuperioodi alguses valitseva erineva temperatuurirežiimi mõju suvinisule. Variantide 14—15 vegetatsiooninõud asetati pärast seemnekülvi keldriruumi, kus t° kõikus ainult 8,6 ja 9,4° piires. Selline temperatuur vastab muuseas ka Kuusiku katsebaasi maikuu esimese ja teise dekaadi temperatuuri 20 aasta keskmisele (Haller, 1947—II). Sellistes tingimustes olid vegetatsiooninõud kuni taimede tärkamiseni. Hiljem pandi nõud vegetatsioonihoonesse välistemperatuuri tingimustesse nagu kõik teisedki vegetatsiooninõud.

Variantides 16—18 oli ette nähtud hoida mulla- ja õhutemperatuur külvist kuni loomiseni pidevalt üle 17°. Selleks asetati mainitud variantide vegetatsiooninõud kõetavasse boksi, kus õhu- ja mullatemperatuur püsis enamasti 25—30° C piires ja ei langenud kunagi alla 17° C, selleks et vältida taimede jaroviseerumist (Lõssenko, 1949).

Katsetulemused. Taimed tärkasid üheaegselt, välja arvatud variandid 7 ja 14—16 (tab. 30). Et variantides 14 ja 15 tärkamine hilines, on seletatav idanemise algul esineva suhteliselt madala (8,6—9,4°) temperatuuriga. Variandi 16 taimede tärkamist pidurdas olulisel määral pidev ja suhteliselt kõrge (>17°) t°, sest sama veerežiimi (niiskus 40—30%) korral, kuid välistemperatuuri tingimustes tärkamine ei hilinenud (var. 3), võrreldes normaalselt niiskes mullas idanenud nisuga (var. 6). Normaalse mullaniiskuse (65—55%) ja püsivalt kõrge t° korral tärkamine ei viibinud (var. 17). Ka idanemise alguses valitsevale normaalsele niiskusrežiimile järgnev puudulik mullaniiskus aeglustas tärkamise algust ühe päeva võrra (var. 7).

Mulla tihendamine seemnete peal ei avaldanud mõju taimede tärkamise kiirusele. Hilisemal arenguastmel oli mulla kobestamise mõju mõningal määral siiski märgatav. Eriti selgesti ilmnes see variantide 3 ja 8 taimede arengutempo võrdlemisel. Tihendatud mullapind idanemise ajal põhjustas ühepäevase hilinemise võrsumise alguses ja viiepäevase hilinemise loomise alguses (var. 3).

Kõrgem temperatuurirežiim, ükskõik kas siis alates külvist (var. 16—18) või hiljem (var. 11—12), kiirendas loomist 5—7 päeva võrra.

Huvitav on märkida seda, et alates külvist kõrgema temperatuuri ja küllaldase mullaniiskuse tingimustes arenenud taimedel (var. 17—18) algas võrsumine ontogeneetiliselt märksa hiljem kui normaalses temperatuuris arenenud taimedel (vrd. variante 17, 6 ja 18, 9). Nii näiteks hakkasid variantides 1—13 taimed võrsuma

Tabel 30

Idanemisaegse vee-, õhu- ja temperatuurirežiimide mõju suvinisu arengule vegetatsioonkatses Kuusiku katsebaasis 1956. a.

Nr.	Variantide kirjeldus: t°-režiim: idanemisel	t°-režiim: pärast tärkamist	Mulla tihedus seemet katvas kihis	Mulla niiskuse % maksimaalsest veemahtuvusest: Külvist seemnekesta purunemiseni (idanemise algus)	Idanemise algusest tärkamiseni	Tärkamisest 3. lehe ilmumiseni	3. lehe ilmumisest loomiseni	Loomisest valmimiseni	Külviaeg	Arenemine: Tärkamise algus	Tärkamise lõpp	3. lehe ilmumine	Võrsumise algus [1]	Loomise algus	Eriline temperatuuri režiim (kell 12—17) võrsumisel (8.—26. VI) seemendussügavuses
1	Välistemperatuur (seemendussügavuses 3,4—16,6 °C)	Välistemperatuur	Tihendatud	40—30					12. mai	21. V	**30. V**	5. VI	1. VI	30. VI	
2				40—30				65—55		21. V	28. V	5. VI	1. VI	29. VI	
3				40—30				65—55		21. V	28. V	5. VI	1. VI	2. VII	
4				40—30			65—55			21. V	30. V	5. VI	31. V	2. VII	
5				40—30		65—55				21. V	24. V	5. VI	31. V	2. VII	
6					65—55					21. V	29. V	5. VI	1. VI	2. VII	
7				65—55		40—30		65—55		22. V	30. V	5. VI	1. VI	2. VII	
8			Kobe		40—30			65—55		21. V	30. V	5. VI	31. V	27. VI	
9						65—55				21. V	30. V	5. VI	31. V	2. VII	
10			Tihendatud, pind kaetud valgete kividega		40—30			65—55		21. V	26. V	5. VI	1. VI	2. VII	≤25°
11					40—30			65—55		21. V	25. V	5. VI	1. VI	27. VI	25—30°
12					40—30			65—55		21. V	28. V	5. VI	2. VI	27. VI	30—34°
13					40—30			65—55		21. V	26. V	5. VI	1. VI	28. VI	
14	8,6—9,4°		Tihendatud		40—30			65—55		25. V	2. VI	9. VI	4. VI	5. VII	
15						65—55				25. V	29. V	9. VI	4. VI	5. VII	
16	Külvist kuni loomiseni seemendussügavuses >17 °C				40—30			65—55	16. mai	25. V	—	5. VI	4. VI	2. VII	
17						65—55				21. V	26. V	1. VI	4. VI	25. VI	
18			Kobe			65—55				21. V	25. V	1. VI	4. VI	25. VI	

[1] Võrsumise alguseks on võetud esimese külgvõrse nähtavale ilmumise kuupäev.

Tabel 31

Idanemisaegne vee-, õhu- ja temperatuurirežiimi mõju suvinisu saagi kujunemisele vegetatsioonkatses Kuusiku katsebaasis 1956 a.

Nr.	Variantide kirjeldus: t°-režiim: idanemisel	t°-režiim: pärast tärkamist	Mulla tihedus seemet katvas kihis	Mulla niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest: Külvist seemnekesta purunemiseni (idanemise algus)	Idanemise algusest tärkamiseni	Tärkamisest 3. lehe ilmumiseni	3. lehe ilmumisest loomiseni	Loomisest valmimiseni	Tärganud taimi tk.	Võrseid üldse tk.	Produktiivseid kõrsi: Vegetatsiooniaja kohta tk.	Ühe taime kohta tk.	% variandi: 3	% variandi: 6 ja 17	Teri peas: tk.	% variandi: 2	% variandi: 6	% variandi: 6 ja 13	% variandi: 17	Saak vegetatsiooni nõu kohta: g	% variandi: 2 ja 6	% variandi: 3	% variandi: 13	Eriline temp. režiim (kell 12—17) võrsumisel-kõrsumisel (8—26. VI) seemendussügavuses
													suhtes			suhtes					suhtes			
1	Välistemperatuur (seemendussügavuses 3,4—16,6° C)	Välistemperatuur	Tihendatud	40—30					22,8	63,0	21,0	0,92			15,9					12,64				
2				40—30				65—55	21,4	54,2	20,6	0,96			15,9	100,0				13,31	100,0			
3				40—30				65—55	22,8	63,1	22,4	0,98	100,0		19,1	120,1				17,43	131,0	100,0		
4				40—30			65—55		22,6	65,6	21,6	1,00			17,8					15,97				
5				40—30		65—55			20,8	60,6	20,8	1,00			17,8					15,44				
6					65—55				21,6	55,0	20,8	0,96		100,0	16,8		100,0	100,0		14,53	100,0	83,4)		
7				65—55		40—30		65—55	20,8	50,0	20,8	1,00			18,2					15,61				
8			Kobe		40—30			65—55	23,0	59,0	22,4	0,98			19,5					17,53				
9						65—55			22,8	63,6	22,8	1,00		(109,6)	17,8			(106,0)		16,61	(114,3)			
10			Tihendatud		40—30			65—55	22,4	59,8	22,2	0,99			18,4			93,4		15,48				≤25°
11			pinnal		40—30			65—55	22,4	66,6	22,4	1,00			17,2			87,3		14,81				25—30°
12			valged		40—30			65—55	23,2	67,6	22,8	0,98			16,1			81,7		14,01			84,9	30—34°
13			kivid		40—30			65—55	20,7	63,3	21,1	0,98			19,7			100,0		16,51			100,0	
14	8,6—9,4°		Tihendatud		40—30			65—55	20,6	68,4	20,4	0,99			19,0					16,63				
15						65—55			20,8	61,0	20,2	0,97			18,1		107,7			15,13				
16	Külvist kuni loomiseni seemendussügavuses >17° C				40—30			65—55	21,2	42,4	16,0	0,75	71,4	83,3	22,0			111,7	120,2	15,08				
17						65—55			21,0	46,4	19,2	0,91		100,0	18,3				100,0	14,84				
18			Kobe			65—55			21,0	50,0	20,2	0,96			20,0				109,3	16,43				

31. mai ja 2. juuni vahemikus, 3. leht aga ilmus neil 5. juunil. Seega algas võrsumine juba kahe lehe faasis. Variantide 17—18 taimed hakkasid võrsuma alles 4. juunil; 3. leht hakkas ilmuma juba 1. juunil ja sama kuu 5. päevaks oli neil juba 4 lehte. Järelikult algas võrsumine kolme-nelja lehe faasis. Sama temperatuurirežiimi, kuid madalama mullaniiskuse puhul (var. 16) algas võrsumine samuti kahe lehe faasis. Seega järeldame, et puuduliku mullaniiskuse korral, kuid kõrgema temperatuuri tingimustes kiireneb suvinisu võrsumine.

Käesolevas katses ei erine tärganud taimede arv oluliselt (tab. 31). Üldvõrseid oli aga kõrge temperatuuri tingimustes kasvanud taimedel (var. 16—18) tunduvalt vähem kui teistel. Olgugi et võrseid oli üldiselt palju, oli kõikide variantide taimedel produktiivseid võrseid vähe: sama palju või isegi vähem kui tärganud taimi. Nii produktiivsete kõrte kui ka taimede arv vähenes tublisti nendel taimedel, mille idanemine kulges kõrge temperatuuri ja puuduliku mullaniiskuse tingimustes (var. 16). Nii säilis näiteks 21-st tärganud taimest koristamiseni keskmiselt vaid 16 produktiivset kõrt. Võrreldes mainitud variandi produktiivsete kõrte arvu samasuguse niiskuse, kuid välistemperatuuri tingimustes arenenud taimede produktiivsete kõrte arvuga (var. 3), on vahe viimase kasuks 28,6%. Küllaltki suur erinevus produktiivsete võrsete arvus on ka variantide 17 ja 16 vahel. Kõrge temperatuuri tingimustes ja madala mullaniiskuse korral on produktiivsete võrsete arv 16,7% võrra (var. 16) madalam kui normaalse niiskuse puhul (var. 17).

Pisut väiksem kui 95%-line tõenäolisus on erinevus produktiivsete võrsete arvus ka variantide 6 ja 9 vahel. See tähendab, et idanemisaegne seemnetepealne kobestatud mullakiht suurendas produktiivsete võrsete arvu 9,6%. Teiste variantide vahel ei ole produktiivsete võrsete arvus tõenäolisi erinevusi.

Keskmine terade arv peas kõigub üsna suurtes piirides — 15,9-st 22,0-ni. Oluliselt vähendas terade arvu peas suhteliselt madal mullaniiskus kogu vegetatsiooniaja vältel (var. 1) või külvist kuni loomise lõpuni (var. 2) normaalse temperatuurirežiimi puhul. Peale selle vähendas tublisti terade arvu võrsumise-kõrsumise ajal ilmnev temperatuuri perioodiline tõus keskpäeval üle 30° C, juhul kui mullaniiskus kuni loomiseni oli olnud 40—30% (var. 12). Teri oli sellises peas keskmiselt ainult 16,1. Võrreldes sama rühma kontrollvariandiga, kus keskpäevast t°-tõusu ei esinenud (var. 13), vähenes terade arv peas 18,3%.

Suhteliselt madal ja stabiilne idanemisaegne temperatuur (8,6—9,4°) suurendas terade arvu normaalse mullaniiskuse puhul (vrd. varianti 15 variandiga 6), kuna madala niiskuse korral seda ei ilmnenud (vrd. varianti 14 variandiga 3).

Seemneid katva mullakihi tihendamine idanemise ajal vähendas alati terade arvu peas (var. 9, 6 ja 17, 18). Normaalse mullaniiskuse tingimustes oli viljapeades nendel taimedel, mille idanemisfaas

kulges suhteliselt madala (8,6—9,4°) ja stabiilse temperatuurirežiimi puhul (var. 15), 7,7% teri rohkem kui tavalises välistemperatuuris (var. 6) idanenud taimedel.

Terade arv suvinisu peas suurenes ka idanemisaegse mulla parema õhustatavuse tõttu (9,3%), eriti seda kõrgema temperatuurirežiimi korral (var. 18 ja 17). Pisut vähem kui 95%-lise tõenäolisusega on sama nähtus tõestatud ka taimedel, mis arenesid välistemperatuuri tingimustes (var. 6 ja 9).

Üllatav on, et külvist loomiseni kõrge temperatuuri (>17°) ja kuni võrsumiseni suhteliselt madala mullaniiskuse (40—30%) tingimustes arenenud suvinisutaimedel oli peas keskmiselt 20,2% teri rohkem (var. 16) kui kogu vegetatsiooniperioodi kestel sama temperatuurirežiimi ja rikkaliku (65—55%) mullaniiskuse tingimustes (var. 17) kasvanud taimedel. Nendel taimedel aga, mille algareng toimus normaalsetes välistemperatuuri tingimustes (sama veerežiimi juures), kuid võrsumisest loomiseni viibisid iga päev 5 tunni kestel pidevalt kõrges (>25° C) temperatuuris (var. 10—12), vähenes terade arv viljapeas 6,6—18,3% võrra, võrreldes nende taimedega, mis kogu aeg viibisid välistemperatuuris (var. 13). Viimasega võrreldes variandi 16 taimedel terade arv peas ei vähenenud, vaid koguni suurenes 11,7% võrra. See näitab, et kui taim harjub kõrge temperatuuriga alates arenemise algusest, ei mõju see halvasti pea pikkuse kujunemisele isegi piiratud mullaniiskuse korral. Vastupidi, kui taime algareng toimus samasuguse mullaniiskuse, kuid mõõduka temperatuurirežiimi tingimustes, mõjus järsk temperatuuri perioodiline tõus võrsumise ja loomise vahemikus pea pikkust vähendavalt.

Huvitav on nähtus, et ei ole erinevust nende suvinisutaimede saagis, mis viibisid külvist kuni loomiseni pidevalt kõrgemas temperatuuris kui 17° (var. 16—18), võrreldes niisugustega, mis viibisid välistemperatuuris (var. 3, 6, 9). Esimese variantide rühma taimedel jarovisatsiooni võimalus puudus, teistel oli see olemas.

Üllatavana näib aga see, et suvinisu, mis arenes ja kasvas külvist kuni valmimiseni rikkaliku mullaniiskuse tingimustes (var. 6), andis 16,6% võrra madalama saagi kui nisu, mille algareng külvist võrsumise alguseni toimus üsnagi tagasihoidliku (40—30%) mullaniiskuse puhul, ja alles pärast võrsumist lähenes mullas niiskus eelmise tasemele (var. 3). Siinjuures tuleb täiendavalt märkida, et vegetatsioonikatses ei tundnud taimed veepuudust ka madalama (40—30%) veerežiimi puhul, sest iga päev suurendati veevaru kuni 40%-ni maksimaalsest veemahutavusest ja mullaniiskus varieerus enamikus 40—35% piires; ainult üksikjuhtudel langes see kuni 30%-ni. Sellise niiskusrežiimi juures oli mulla õhustamine täielikum kui 65—55%-lise niiskusega mullas. Pealegi varieerus viimasel juhul mullaniiskus enamasti 65—60% piires ning harva laskus 55%-ni.

Võrsumise-loomise vahemikus iga päev 5 tunni kestel mõjuv

kõrge temperatuur (30—34°) vähendas saaki 15,1% võrra (var. 12), võrreldes kogu aeg välistemperatuuris arenenud taimede (var. 13) saagiga.

Vegetatsioonkatse suvinisuga 1957. aastal. Esitatud katseandmetest nähtus, et taimekasvu algul kuni võrsumiseni esinev suhteliselt madal mullaniiskus ei mõjunud saaki vähendavalt. Seepärast oli järgneva katse ülesandeks küsimust veel kord kontrollida ja selgitada, missugune osatähtsus on just idanemisaegsel mulla veerežiimil suviteravilja saagi kujunemisele. Selle ülesande lahendamiseks jagati kogu kasvuperiood kõigepealt kolme ossa: idanemine (külvist tärkamiseni), võrsumiseelne periood (tärkamisest kahe täislehe faasini, s. t. 2. leht esimesega ühepikkune), võrsumisperiood e. kahe-kolme lehe faas, võrsumisest valmimiseni. Idanemisperioodi üksikasjalikumaks uurimiseks jagati see veel kaheks: külvist seemnekesta purunemiseni (idanemise nähtav algus) ja idanemise algusest kuni tärkamiseni. Vee- ja õhurežiim varieerus ainult idanemisel, tärkamise ja võrsumiseelsel ning võrsumisaegsel perioodil, kuna hilisemal arenguperioodil see oli kõikidel variantidel ühesugune (tab. 32), välja arvatud kontroll (var. 1).

Taimede arengus ilmusid võrdlemisi suured erinevused (tab. 32). Tärkamisperioodi kestus (tärkamise algusest viimaste taimede tärkamiseni) iseloomustab tärkamise intensiivsust. Viimane oli kõige suurem nendel taimedel, mis alustasid idanemist võrdlemisi madala (35—30%) mullaniiskuse juures, mis hiljem tõusis 65%-ni (var. 5), ja ka nendel, kus mullaniiskus oli idanemise ajal mõõdukas — 55—45% (var. 12). See näitab, et idanemise ajal on väga tähtis õige mullaniiskuse ja mulla õhustuse vahekord. Rikkaliku mullaniiskuse korral on õhustus puudulik ja tärkamine ebaühtlane, mistõttu tärkamisperiood venib pikaks. Sama nähtus ilmneb ka puuduliku mullaniiskuse korral. Siis on muld küll hästi õhustatud, kuid niiskusest tuleb nappus, mis omakorda ebaühtlustab ja pidurdab paljude taimede tärkamist. Nagu nähtub tabelis 32 toodud andmetest, on osa taimi juba kolme lehe faasis, kui viimased taimed alles tärkavad.

Kõige ebaühtlasemalt tärkasid taimed, kui seeme oli kõigepealt niiskes (65—55%) ja pärast idanemise algust pikemat aega võrdlemisi kuivas mullas (35—30%) (var. 9), kus tärkamise periood kestis 20 päeva. Kolme lehe faasist kuni loomise alguseni jõudmiseks kulus küllaldase niiskusega mullas (65—55%) kasvavatel taimedel 32 päeva (var. 6).

Sedasama võib öelda ka taimede kohta, mis kasvasid kolme lehe faasini suhteliselt kuivas mullas (35—30%) (var. 2).

Tärganud taimedele (tab. 33) mõjub väga ebasoodsalt olukord, kui idanemise ajal mulla niiskusrežiim vaheldub (var. 7).

Produktiivsete võrsete arvu mõjustab kõige enam võrsumisaegne ja võrsumiseelne mullaniiskus (tab. 33). Mainitud kasvuperioodil valitsev normaalne mullaniiskus (65—55%) mõjub sood-

Tabel 32

Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju suvinisu arengule vegetatsioonkatses Kuusiku katsebaasis 1957. a.

Nr.	Variantide kirjeldus: Mullaniiskuse % maksim. veemahutavusest: Külvist idukesta purunemiseni (idanemise algus)	Idanemise algusest tärkamiseni	Tärkamisest kahe täislehe faasini	Kahe täislehe faasist kolme täislehe faasini	Kolme täislehe faasist valmimiseni	Külvi-aeg	Arenemine: Tärkamise algus	Tärkamise lõpp	Kahe täislehe faas	Kolme täislehe faas	Loomise algus
1			35—30		65—55	27. V	7. VI	25. VI	15. VI	20. VI	18. VII
2			35—30		65—55	27. V	8. VI	25. VI	15. VI	29. VI	19. VII
3		35—30			65—55	27. V	8. VI	24. VI	15. VI	20. VI	19. VII
4		35—30		65—55		29. V	7. VI	25. VI	13. VI	18. VI	19. VII
5	35—30			65—55		29. V	7. VI	12. VI	13. VI	18. VI	19. VII
6			65—55			27. V	6. VI	25. VI	13. VI	18. VI	20. VII
7	65—55	35—30		65—55		27. V	6. VI	19. VI	15. VI	22. VI	21. VII
8	65—55		35—30		65—55	27. V	6. VI	19. VI	11. VI	17. VI	18. VII
9	65—55		35—30		65—55	27. V	5. VI	25. VI	10. VI	17. VI	18. VII
10			40—35		65—55	28. V	7. VI	25. VI	13. VI	18. VI	18. VII
11			45—40		65—55	28. V	6. VI	25. VI	13. VI	17. VI	18. VII
12			55—45		65—55	28. V	6. VI	13. VI	13. VI	17. VI	18. VII

salt produktiivsete võrsete arvule (var. 4—7). Samuti on produktiivseid võrseid rohkesti sel juhul, kui võrsumise ajal on küll niiskus vähene (35—30%), kuid sellele järgneb kohe niiskem periood (var. 2, 3). Antud katses ei avaldanud idanemisaegne mullaniiskus (kasutatud mullaniiskuse erinevuste juures) suurt mõju võrsete arvule (var. 4 ja 6).

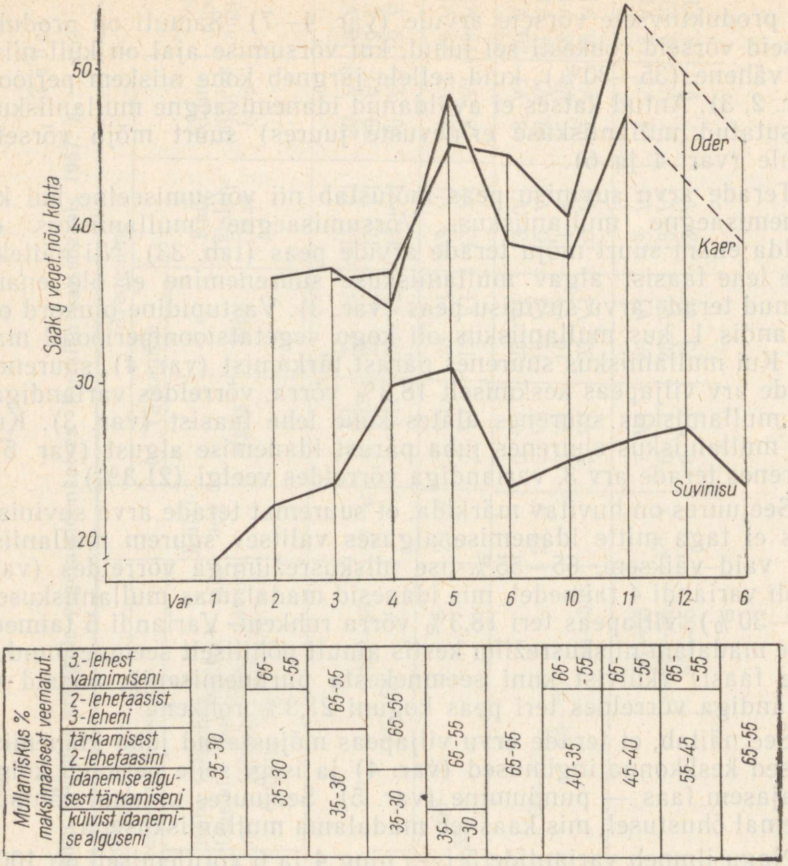
Terade arvu suvinisu peas mõjustab nii võrsumiseelne kui ka idanemisaegne mullaniiskus. Võrsumisaegne mullaniiskus ei avalda enam suurt mõju terade arvule peas (tab. 33). Nii näiteks kahe lehe faasist algav mullaniiskuse suurenemine ei ole enam tõstnud terade arvu suvinisu peas (var. 3). Vastupidine olukord on variandis 1, kus mullaniiskus oli kogu vegetatsiooniperioodil madal. Kui mullaniiskus suurenes pärast tärkamist (var. 4), suurenes terade arv viljapeas keskmiselt 18,3% võrra, võrreldes variandiga, kus mullaniiskus suurenes alates kahe lehe faasist (var. 3). Kui aga mullaniiskus suurenes juba pärast idanemise algust (var. 5), suurenes terade arv 3. variandiga võrreldes veelgi (21,3%).

Seejuures on huvitav märkida, et suuremat terade arvu suvinisu peas ei taga mitte idanemise alguses valitsev suurem mullaniiskus, vaid väiksem. 65—55%-lise niiskusrežiimiga võrreldes (var. 6) oli variandi 4 taimedel, mis idanesid madalamas mullaniiskuses (35—30%), viljapeas teri 18,3% võrra rohkem. Variandi 5 taimed, mille madalam niiskusrežiim kestis ainult põhiliselt seemne pundumise faasis (külvist kuni seemnekesta purunemiseni), andsid 6. variandiga võrreldes teri peas koguni 21,3% rohkem.

See näitab, et terade arvu viljapeas mõjustavad juba idanemisaegsed keskkonnatingimused (var. 4) ja isegi selle perioodi kõige varajasem faas — pundumine (var. 5). Seejuures on suur tähtsus paremal õhustusel, mis kaasneb madalama mullaniiskusega.

Nagu ilmneb variantide 5 ja 6 ning 4 ja 6 võrdlemisel, on 1000 tera kaal mõjustatud idanemiskeskkonna tingimustest (tab. 33). Seejuures näib olevat tähtsust asjaolul, et just seemne pundumisfaas kulgeks õhurikkas (niiskuse suhtes vaesemas) keskkonnas, kuid juba pärast idanemise algust võib niiskusrežiim suureneda.

Kui sellised tähtsad saagi struktuuri elemendid, nagu terade arv viljapeas ja 1000 tera kaal, olenevad idanemiskeskkonna tingimustest, siis oleneb nendest loomulikult ka saak. Seda kinnitavad käesoleva katse andmed (tab. 33). Kui kogu idanemisperiood kulges mullaniiskuse suhtes tagasihoidlikes, resp. õhurežiimi suhtes soodsates tingimustes (var. 4) ning ülejäänud kasvuperiood kõrgema niiskuse juures, saadi suvinisult 29,3% teri rohkem kui tingimustes, kus mullaniiskus püsis kogu vegetatsiooniperioodi kestel 65—55% piires (var. 6) maksimaalsest veemahutavusest. Kui aga suvinisul kulges ainult seemne pundumise faas tagasihoidlikus mullaniiskuses (35—30%) (seega õhurežiim oli vastavalt soodsam) ning ülejäänud kasvuperioodil valitses kõrgem mullaniiskus



Joonis 26. Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju suviteraviljade saakidele (Kuusiku katsebaasis 1947. a.)

(65—55%), saadi 33,7% võrra suurem saak kui variandis, kus oli püsinud kõrgem mullaniiskus (vrd. varianti 5 variandiga 6).

Et taimekasvu alguses, sealhulgas ka idanemisfaasis, on määrava tähtsusega õige vahekord vee- ja õhurežiimis, näitab variandi 2 saagi võrdlemine variantide 11 ja 12 saakidega. Variandi 2 taimed viibisid alates külvist kuni kolme lehe faasini võrdlemisi madalas mullaniiskuses (35—30%), edaspidi oli niiskus suurem (65—55%). Variandi 11 taimed arenesid külvist kuni kolme lehe faasini 45—40%-lise niiskuse ja variandi 12 taimed 55—45%-lise niiskuse juures. Edasine veerežiim oli kõikidel mainitud variantidel ühesugune. Variandil 12 oli saak 21,8% ja variandil 11 17,6% võrra suurem kui variandi 2 taimedel. Nähtavasti oli 55—45%-lise niis-

Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju suvinisu saagi kujunemisele vegetatsioonkatses Kuusiku katsebaasis 1957. a.

Nr.	Variantide kirjeldus: Mullaniiskuse % maksim. veemahutavusest: Külvist seemnekesta purunemiseni (idanemise algus)	Idanem. algusest tärkamiseni	Tärkamisest kahe täislehe faasini	Kahe täislehe faasist kolme täislehe faasini	Kolme täislehe faasist valmimiseni	Tärganud taimi tk.	Produktiivseid kõrsi: tk.	Ühe taime kohta tk.	% variandi: 1	2 ja 6	3	Teri peas: tk.	% variandi: 1	3	6	1000 tera kaal: g	%	Saak vegetatsiooninõu kohta: g	% variandi: 3	6	2	7
									suhtes				suhtes						suhtes			
1			35—30			20,0	20,6	1,03	100,0			23,4	100,0			39,8		19,17				
2			35—30		65—55	17,8	26,2	1,49	127,2	100,0		24,0				35,9		22,36			100,0	
3		35—30		65—55		17,6	26,4	1,50	128,1		100,0	24,0		100,0		35,5		23,48	100,0			
4	35—30			65—55		20,6	27,2	1,32	132,0			28,4	121,3	118,3	118,3	39,2	(107,1)	30,02	127,9	129,3		120,1
5	35—30		65—55			20,8	26,6	1,28	129,1			29,1	124,3	121,3	121,3	40,2	109,8	31,03	132,2	133,7		
6			65—55			20,2	26,4	1,31	128,1	100,0		24,0			100,0	36,6	100,0	23,21		100,0		
7	65—55	35—30		65—55		15,2	24,2	1,59				26,7				37,4		24,17				100,0
8	65—55		35—30		65—55	19,8	23,5	0,95		(90,1)	(90,1)	24,0				37,1		22,09				
9	65—55		35—30		65—55	19,4	22,2	1,15		84,1		24,1				39,9		21,23				
10			40—35		65—55	20,2	24,2	1,20				26,2				39,5		24,95				
11			45—40		65—55	18,4	26,6	1,45				24,1				41,1		26,31			(117,6)	
12			55—45		65—55	17,3	25,4	1,47				26,0				41,4		27,24		(117,3)	121,8	

kuse juures vahekord mulla vee- ja õhusisalduses taimekasvuks kõige soodsam kasvu alguses, sealjuures ka idanemisel, sest sellest niiskuseastmest madalamate ja kõrgemate näitajate puhul hakkab saak langema, mis nähtub jooniselt 26. Et soodne vahekord mulla vee- ja õhurežiimis on tähtis just idanemise alguses, näitab variantide 4 ja 7 saakide võrdlemine. Variandi 4 vee- ja õhurežiim erines variandi 7 oludest ainult selle poolest, et esimesel kulges seemne pundumise faas niiskusevaesemas (resp. õhurikkamas) keskkonnas. Saak oli esimesel 20,1% võrra kõrgem kui viimasel.

Milline peab olema vee- ja õhurežiim üksikutes taimekasvufaasides, mis tagaks kõige kõrgema suvinisusaagi, jääb veel lahtiseks. Selge on aga see, et idanemisfaasis peaks mullaniiskus olema madalam kui 65% maksimaalsest veemahutavusest. Sellega on seletatav ka madalamate saakide saamine varajaste külvide korral raskesti kuivavatel muldadel. Tavaliselt aga muld, mida haritakse esimesel harimisvõimalusel (niiskus ca 60%), kuivab pärast harimist haritud kihis mõne tunni jooksul (päikesepaistelise tuulise ilma korral) 50—55%-lise niiskuseni (maksim. veemahutavusest).

2. Oder

Üheaegselt eespool käsitletud suvinisu katsega rajati vegetatsioonkatse 1957. aastal Kuusiku katsebaasis ka odraga ('Maja'), et selgitada idanemisaegse mulla vee- ja õhurežiimi mõju saagi kujunemisele. Lisaks sellele korraldati vastavad vegetatsioon- ja põldkatsed odraga ('Maja') ka EPA maaviljeluse kateedris 1962. ja 1965. aastal.

Katsemetoodika ja katsevariandid olid analoogilised eespool kirjeldatud suvinisukatsega (joon. 26). Katsetulemused 1957. aasta vegetatsioonikatses olid mõne variandi (var. 5) korral võrdlemisi suure variandisisese variatsiooniga, mistõttu nende andmete variatsioonstatistilisel läbitöötamisel homogeensuse proovi (F — väärtus) alusel prakeeriti see katse välja. Kuna katsetulemused üldjoontes olid siiski üsna sarnased suvinisu katsetulemustega, esitatakse need vaid orienteeriva materjalina. Vasturääkiv suvinisu katse tulemustele oli ainult 4. variandi saak (joon. 26). Suvinisu andis suure saagitõusu, oder aga peaaegu kõige madalama. Kas see on odra omapära, jääb lahtiseks.

Et oder kasvu algperioodil on väga tundlik mulla ebasoodsa vee-õhurežiimi suhtes, näitab variantide 6, 10 ja 11 saakide võrdlemine. 65—55%-line mullaniiskus (maksimaalsest veemahutavusest) kogu vegetatsiooniperioodi kestel (var. 6) kindlustas küllaltki kõrge odrasaagi — 44,7 g vegetatsiooninõu kohta. Kui aga mullaniiskus vegetatsiooniperioodi alguses (külvist kuni kolme lehe faasini) oli 40—35%, langes saak 40,5 g-ni vegetatsiooninõu kohta. Et 65—55%-line veerežiim vegetatsiooniperioodi

algul ei ole odrale optimaalne, näitab variandi 11 odrasaak, kus mullaniiskuse vähendamine 45—40%-ni perioodil külvist kuni kolme lehe faasini tõstis odrasaagi 44,7 g-lt (var. 6) 54,5 g-ni. Niiskuse vähendamine samal perioodil 40—35%-ni ei tõstnud enam saaki, vaid vastupidi — põhjustas suure saagilanguse (var. 10).

1962. aastal EPA maaviljeluse kateedris korraldatud vegetatsioonkatse eesmärgiks oli selgitada seemne pundumise faasis ja idanemise alguses mullas valitseva õhupuuduse mõju odrasaagile. Seejuures jälgiti puuduliku õhustuse mõju veel kahesugustes temperatuuritingimustes: madalas temperatuuris (4—5° C piires) ja kõrgemas (13—28,5° C piires).

Seeme külvati 4 cm sügavusse keskmiselt leetunud tugevasti happelisse (pH 4,8) mulda tavalistesse vegetatsiooninõudesse, kus mullaniiskus viidi 90%-ni maksimaalsest veemahutavusest ja hoiti 90—80% piires. Need vegetatsiooninõud, milles oder pidi idanema madalamas temperatuuris (4—5° C) (var. 2), asetsesid jahutuskapis kuni idujuurte otste ilmumiseni, s. o. 5 ööpäeva. Oder, mis pidi idanema samasuguse niiskusastme juures, kuid kõrgemas temperatuuris (var. 3), külvati paar päeva hiljem, et idanemine algaks mõlemal variandil üheaegselt. Ka kontrollvariandis (mullaniiskus 60% ja temperatuur kõrgem, var. 1) külvati seeme hiljem. Kui esimesed idujuured nähtavale ilmusid, korjati kõik idanenud ja ka idanemata seemned 2. ja 3. variandil liigniiskest mullast välja ning külvati parasniiske (50%) mullaga täidetud vegetatsiooninõudesse (igasse nõusse 25 seemet), mille põhi oli traatvõrgust. Kui taimed hakkasid tärkama, kaevati kõik vegetatsiooninõud mulda, et taimed kasvaksid edasi looduslikes tingimustes.

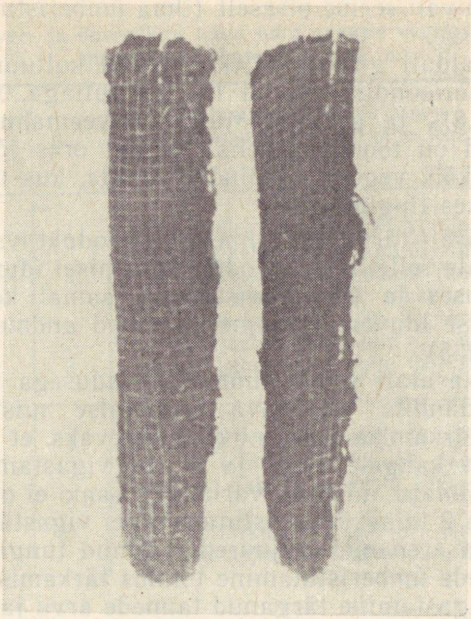
Idandite ümberistutamisel liigniiskest mullast parasniiskesse selgus, et madalas temperatuuris idanenud seeme (var. 2) oli jõudnud arengus pisut kaugemale kui kõrgemas temperatuuris idanenud seeme (var. 3), mis külvati 2 ööpäeva hiljem. Esimesel juhul olid idujuured enamikul seemnetel olemas ja ca 1 mm pikkused, teisel juhul olid seemned vaid tugevasti pundunud.

Tärkamine vältas 2. ja 3. variandi idanditel 6 päeva, kontrollvariandil aga ainult 3 päeva. Tärganud taimede arv oli keskmiselt: kontrollvariandis (1) — 19; variandis 2 — 19; variandis 3 — 13.

Liigniiskes mullas idanemisel oli seega taimede hävimine kõrgema temperatuuri korral suurem kui madalamas, mis on ka arusaadav. Saak aga kujunes vastupidiseks. Variandi 2 odrasaak moodustas kontrollvariandiga võrreldes ainult 61,3%, variandi 3 saak aga 89,1%. Viimati mainitud variandis võrsus oder enam.

Nagu näeme, on ebasoodne vee- ja õhurežiim seemnete idanemisel koos suhteliselt madala temperatuuriga mõjustanud odrasaaki tugevasti langetavalt. Eriti on vähenenud üksiktaime produktiivsus, sest tärganud odrataimede arv oli variantides 1 ja 2 võrdne.

1965. aastal rajatud katse eesmärgiks oli täpsustada idanemis-



Joonis 27. Traatvõrktorbikud tärkavate taimede ümberistutamiseks juurekava vigastamata.

aegse vee-õhurežiimi mõju odrasaagile. Et suurema niiskusega variantides järsult vähendada mullaniiskust, istutati taimed ettenähtud arenguastmes ümber vastava niiskusega mulda. Selleks et taimejuuri mitte vigastada, külvati seeme ümberistutamist vajavates variantides traatvõrgust valmistatud torbikutesse (joon. 27), mis olid täidetud sama mullaga, milles taimed hakkasid kasvama hiljem. Igasse torbikusse külvati 2 seemet 2 cm sügavusse. Torbikud asetati suurematesse kaussidesse selliselt, et nad teineteisest oleksid eraldatud mullaga ning torbikud pealt kaetud 2 cm paksuse mullakihiga. Nii saadi kõikidel variantidel 4 cm-line külvisügavus. Mullaniiskus hoiti vastavas kausis katsekavas ettenähtud tasemel. Tärkamise eel kaevati kaussides üks äär ettevaatlikult lahti ja niisama ettevaatlikult võeti mullast välja ka traattorbikud idanevate seemnetega, mis istutati teistsuguse veesisaldusega mulda (kuid kontrollvariant sama veesisaldusega mulda). Traattorbikud istutati traatvõrkpõhjaga vegetatsiooninõudesse nii, et idanevate seemnete külvisügavuseks jääks ikkagi 4 cm.

Et oleks võimalik selgitada, kas selline taimede ümberistutamine avaldab mõju nende järgnevale kasvule, võeti katsesse veel teised vastavad kontrollvariandid, kus samasuguse vee- ja õhure-

žiimi juures külvati seeme otseselt (ilma ümberistutamiseta) vegetatsiooninõudesse.

Katse korraldati gleistunud, kuid hästi kultuuristatud kamarleetmulla A_1-horisondist võetud liivsavimullaga, mille huumusesisaldus oli 6,8% ja pH 5,8. Mulla väliveemahutavus oli 46%. Katsevariandid on toodud tabelis 34. Kui oras jõudis kahe lehe faasi, kaevati kõik vegetatsiooninõud mulda, kus taimed kasvasid edasi looduslikes tingimustes.

Katses määrati tärganud taimede ja produktiivsete võrsete arv ning saak. Peale selle määrati odra tärkamisel iduvarre diameeter seemne läheduses ja odra koristamisel samal kohal maa-aluse varrelüli (endise iduvarre) diameeter. Neid andmeid käsitleme 6. peatükis (lk. 235).

Et katses kasutati suure huumusesisaldusega viljakat mulda, muutus odraidandite juurekava normaalse niiskusega mullas (var. 3) juba tärkamise ajaks niivõrd tugevaks, et juured tungisid traattorbikutest kaugele välja ja nende vigastamine ümberistumisel oli paratamatu, mistõttu variandi 3 saaki ei olegi arvestatud. Variantide 1 ja 2 taimi ümberistutamisel ei vigastatud, sest juurekava oli vähem arenenud ja juured ei olnud tunginud torbikutest välja. Et taimede ümberistutamine toimus tärkamise eel, ei mõjustanud juurte vigastamine tärganud taimede arvu ja võrdlemisel on võimalik arvestada ka varianti 3.

Kui normaalse niiskusega mullas idanemisel (var. 2—6) tärkas 25-st külvatud seemnest 22—23, siis liigniiskes mullas (var. 1) tärkas keskmiselt ainult 9,5 taime. Seega oli põldtärkamise protsent esimesel juhul 88—92 ja viimasel ainult 38. Tähendab, külvist tärkamiseni valitsenud kõrgem niiskusrežiim (100—90% väliveemahutavusest) oli üks põhjusi, miks taimkate kujunes hõredaks.

On huvitav võrrelda esimeses variandis tärganud taimede arvu 2. variandi tärganud taimede arvuga, sest viimane erineb esimesest ainult selle poolest, et kõrgem mullaniiskus ei valitsenud mitte külvist alates, vaid alles siis, kui iduvars oli seemne pikkune. Seemne pundumine ja idanemise algus kulgesid madalamas mullaniiskuses (62—58% väliveemahutavusest). Teises variandis tärganud odrataimede arv oli keskmiselt 22,0. See näitab, et tärganud taimede arvu mõjustab eriti seemne pundumisel ja idanemise alguses valitsev vee- ja õhurežiim. Mainitud perioodil esineva kõrge mullaniiskuse, resp. puuduliku õhustuse tingimustes hukkub suur hulk idanevaid seemneid. Idanemisperioodil valitsev suhteliselt madal mullaniiskus (42—37% väliveemahutavusest) ei põhjusta odraseemne põldtärkamise vähenemist (var. 6). Nii oli variandi 6 odral tärganud keskmiselt 23 taime vegetatsiooninõu kohta, mis annab 92%-lise põldtärkamise.

Produktiivsete võrsete arv ühe taime kohta oli variandi 1 taimedel küllaltki suur, kuid vegetatsiooninõu kohta jäi see siiski kõige väiksemaks. Pealegi hakkasid variandi 1 taimed võrsuma

Tabel 34

Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra saagile vegetatsioonkatses EPA maaviljeluse kateedris 1965. a.

Variantide rühm	nr.	Mullaniiskuse % väliveemahutavusest külvist kahe lehe faasini [1]	Saak	
			g/nõu	%
Tärkamisel ümberistutatud	1	Külvist tärkamiseni 100—90, tärkamisest kahe lehe faasini 62—58	35,80	64,0
	2	Külvist iduvarre ilmumiseni (kui viimane oli seemne pikkune) 62—58, tärkamiseni 100—90, tärkamisest kahe lehe faasini 62—58	46,34	
	3	Külvist kahe lehe faasini 62—58	—	
Ümberistutamata	4	Külvist kahe lehe faasini 62—58	55,95	100,0
	5	Külvist tärkamiseni 62—58, tärkamisest kahe lehe faasini 100—90	45,82	
	6	Külvist tärkamiseni 42—37, tärkamisest kahe lehe faasini 62—58	42,57	76,1

[1] Hiljem looduslikes tingimustes.

märgatavalt hiljem kui teised ja enamik neist ei valminudki. Produktiivsete võrsete arv keskmiselt ühe vegetatsiooninõu kohta oli: variandis 1 — 45,6; variandis 2 — 57,1; variandis 4 — 63,1; variandis 5 — 85,1 ja variandis 6 — 69,4.

Terasaakides (tab. 34) oli variantide 4 ja 1 ning 4 ja 6 vahel üsnagi suuri erinevusi. Mainitud variantide vee- ja õhurežiim erines ainult idanemise faasis. Mullaniiskuse langemine sellel perioodil 62—58%-lt (var. 4) 42—37%-le väliveemahutavusest (var. 6) tõi kaasa odrasaagi languse 23,9% võrra. Samaaegselt vähendas mullaniiskuse suurendamine 62—58%-lt (var. 4) 100—90%-ni (var. 1) odrasaaki 36,0% võrra. Need andmed on kooskõlas 1957. aasta samasisuliste odrakatsete tulemustega Kuusiku katsebaasis (joon. 26). Et variantide 2 ja 5 saakides puudub oluline erinevus, näitab see veel kord, et normaalne vee- ja õhurežiim on eriti oluline seemne pundumise ajal ja idanemise alguses.

1962. aastal oli väga sademeterohke ja madala temperatuuriga kevad ning sademeterohke ja mõõduka temperatuuriga suvi, 1963. aastal seevastu oli väga sademetevaene kevad ja suvi. Temperatuur oli kõrge juba aprillikuu lõpul ja püsis kõrge kogu suve.

Katsete eesmärgiks oli kontrollida seniste vegetatsioonkatsete tulemusi põllu tingimustes. Katselappide suurus oli 1 m², kordusi oli 5. Katsevariandid olid järgmised:

1 — kontroll, seeme külvatud selles ja ka teistes variantides 4 cm sügavusse;

2, 3 — toiterežiimi uurimiseks, mida siin ei käsitleta;

4 — pärast külvi suurendati mullakihi paksust, nii et seeme jäi 8 cm sügavusse; kontrollvariandi tärkamise eel (9. päeval pärast külvi) kõrvaldati lisamullakiht ja kobestati pealmine pind;

5 — pärast külvi suurendati mullaniiskust 3 ööpäeva kestel 2 korda ööpäevas kunstliku kastmise teel (à 5 mm). Mullaniiskus varieerus sel ajal 77—55% piires maksimaalsest veemahutavusest, olles kastmise järel kõrgem ja järgmisel hommikul enne kastmist kõige madalam. Mulla tahenemisel pind kobestati;

6 — analoogiline variandiga 4, kuid pärast külvi kasteti pinda kergelt (5 mm), et vähendada mulla aeroobsust seemendussügavuses. Seejärel kaeti pind tõrvapapiga ja asetati sellele veel 4 cm paksune lisa-mullakiht, mida kasteti 3 ööpäeva kestel analoogiliselt variandiga 5. 3 ööpäeva pärast külvi kõrvaldati lisa-mullakiht koos tõrvapapiga ja kobestati mullapind;

7 — analoogiline variandiga 1, kuid pärast tärkamist anti 3 ööpäeva kestel sama palju vett nagu variandile 5. Mulla tahenedes kobestati uuesti reavahed.

Pärast tärkamist kobestati kõikide variantide reavahed kobestuskäppadega.

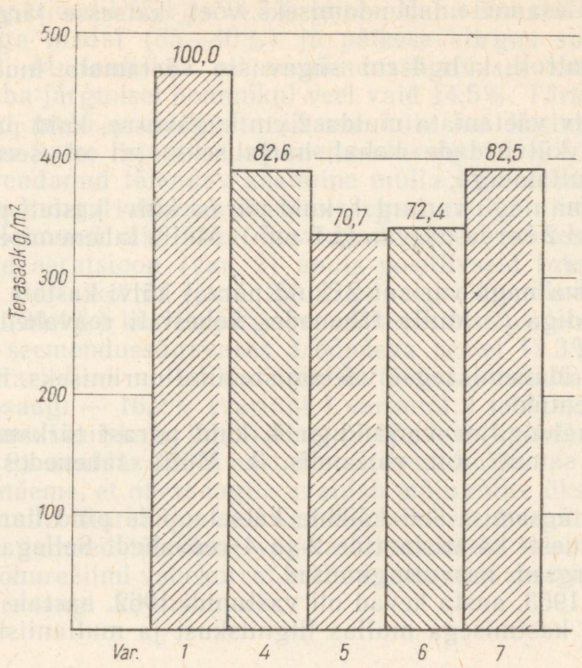
Et 1962. aasta kevad oli sademeterikas (ca 25,6 mm), ühtlustas see külvist kuni tärkamiseni katsetulemusi kontrollvariandi suhtes.

Nagu nähtub joonisel 28 toodud andmetest, oli idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odrasaagile üsna suur.

Ainuüksi idanemisaegne liigne külvisügavus (var. 4) on vähendanud saaki 17,4% võrra, olgugi et kontrollvariandiga võrreldes ei olnud pärast tärkamist erinevusi külvisügavuses. Nähtavasti on mõjunud puudulik õhurežiim, mis kaasnes sügavama külviga.

Kas saagi languse kutsub esile idanemisaegne suur mullaniiskus või puudulik õhurežiim, seda küsimust aitavad selgitada variantide 5 ja 6 saagid. Variandi 5 odrasaak (pärast külvi tõusis 3 ööpäeva kestel mullaniiskus ajuti kuni 77%-ni maksimaalsest veemahutavusest) langes 29,3% võrra. Variandi 6 saak langes 27,6% võrra sellepärast, et pärast külvi 3 ööpäeva kestel toimus idanemine puuduliku õhurežiimi juures, olgugi et mullaniiskus seemendussügavuses oluliselt ei suurenenud, sest pinnale, lisa-mullakihi alla asetatud tõrvapapp ei lasknud vett mulda, küll aga takistas õhu pääsemist sinna. Mõlemate käsitletud variantide odrasaakide omavaheline võrdlemine näitab, et nende suuruses ei ole põhimõttelist erinevust, järelikult on ka saagilanguse põhjus sama, s. o. puudulik õhurežiim, mis kaasnes liigse mullaniiskusega (var. 5) ja õhu juurdepääsu kunstliku takistamisega (var. 6).

Kuna 1962. aastal oli sademeid väga rikkalikult, mõjus ka tärkamisjärgne kunstlik mullaniiskuse suurendamine 3 ööpäeva kestel saaki vähendavalt, kuid siiski vähemal määral idanemisaegsest.



Joonis 28. Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra saagile (Eerika õppekatsemajandis 1962. a.). Külvi sügavus 4 cm.

1 — kontroll; *4* — külvi järel pind kaetud 4 cm paksuse lisamullakihiga, mis kõrvaldati kontrollvariandi tärkamisel; *5* — külvi järel kolme ööpäeva kestel suurendati mullaniiskust (2 korda päevas à 5 mm); *6* — külvi järel takistati kolme ööpäeva kestel mulla normaalset õhuvahetust; *7* — tärkamise järel kolme ööpäeva kestel suurendati mullaniiskust analoogiliselt variandiga 5.

Variandi 4 odraseemne idanemisaegne õhurežiim oli küll samasugune. nagu sügava seemenduse korral, kuid tärkamiseks ei kulunud rohkem energiat kui normaalse sügavusega külvis. Milline on aga mõlemate mainitud tegurite summaarne efekt saagile, seda käsitleme VI peatükis.

1963. aastal rajati katse odraga nõrgalt leetunud ja gleistunud liivsavimullale. Katsekoht valiti meelega ajutiselt liigniiskuse all kannatavale põllule, et oleks võimalik saavutada mulla niiskusastme suurendamise teel veelgi täielikum õhupuudus mullas.

Katsemetoodika oli põhijoontes samasugune nagu eelnenud aastal.

Katse eesmärgiks oli idanemisaegse puuduliku õhurežiimi mõju selgitamine ja abinõude leidmine ajutise liigniiskuse all kannatavate muldade idanemisaegse õhurežiimi parandamiseks. Ka taheti katsega selgitada idanemisaegse toiterežiimi mõju odrasaagile.

Mainitud ülesannete lahendamiseks võeti katsesse järgmised variandid:

1 — kontroll; külv 4 cm sügavusse väetamata mulda, reljeef tasane;

2 — külv väetamata mulda 2 cm sügavusse, kuid pärast külvi aeti muld külviridade kohal harjaliseks, nii et seeme kattus 4 cm-se mullakihiga;

3 — sama nagu variant 1, kuid pärast külvi kasteti põldu 3 ööpäeva kestel 2 korda päevas (à 5 mm). Mulla tahenemisel kobestati pind rehaga;

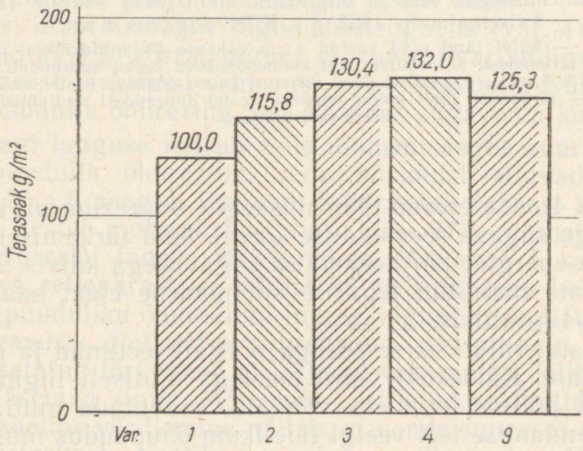
4 — sama nagu variant 2, kuid pärast külvi kasteti analoogiliselt variandiga 3. Mulla tahenedes kobestati reavahed kobestuskäppadega;

5—8 — idanemisaegse väetamisrežiimi uurimiseks, mida käsitleme IV peatükis;

9 — analoogiline variandiga 4, kuid pärast tärkamist kasteti maapinda samuti kui variandis 3. Mulla tahenedes reavahed kobestati.

Pärast tärkamist aeti kõikide katselappide pind harjaliseks ja kobestati uuesti ka variantide 2 ja 4 reavahed. Sellega ühtlustati tärkamisjärgsed kasvutingimused.

Et aga 1963. aasta kevad oli vastupidi 1962. aastale põuane, ei saavutatud kastmisega mullas liigniiskust ja mullaniiskus variee-



Joonis 29. Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra saagile (Eerika õppekatsemajandis 1963. a.).

1 — kontroll (külvi sügavus 4 cm); *2* — külvi sügavus 2 cm, kuid külvi järel aeti muld külviridade kohal harjaliseks nii, et seeme kattus 4 cm paksuse mullakihiga; *3* — sama nagu var. 1, kuid külvi järel kasteti põldu kolme ööpäeva kestel (2 korda päevas à 5 mm); *4* — sama nagu var. 2, kuid külvi järel kasteti analoogiliselt variandiga 3; *9* — analoogiline variandiga 4, kuid tärkamise järel kasteti niisamuti kui variandis 3.

rus kastmisperioodil 25,1 ja 14,5% piires. Kuna õhu relatiivne niiskus oli väga madal (35—40%) ja päikese kiirgus suur, kuivas muld ruttu. Mullaniiskus oli seemendussügavuses katseperioodi lõppedes juba järgmisel hommikul veel vaid 14,5%. Tärkamise ajal oli kastetud muld praktiliselt niisama kuiv kui kastmata. Kuna mullaniiskus katse rajamisel oli seemendussügavuses vaid 12,3%, siis ei halvendanud täiendav kastmine mulla õhurežiimi, küll aga parandas mõningal määral idanemisaegset mulla niiskusrežiimi.

Katsetulemused olid üsna huvitavad selles mõttes, et mulla suurendatud aeratsioon (var. 2) andis positiivseid tulemusi isegi üsna kuiva mulla korral (joon. 29). Samaaegselt andis üsna suure enamsaagi (30,4%) külvile järgnev mullaniiskuse perioodiline suurendamine seemendussügavuses 3 ööpäeva kestel 12,3%-lt 14,5—25,1%-ni. Harjalisel mullal andis mulla täiendav niisutamine väiksema enamsaagi — 16,2% (variant 4 variandi 2 suhtes). Ka tärkamisjärgne mullaniiskuse lühiajaline (3 ööpäeva kestel) suurendamine (var. 9) avaldas 1963. aastal positiivset mõju.

Sellest näeme, et odrasaagile avaldab mõju mitte üksnes idanemisaegne mulla õhurežiim, vaid ka niiskusrežiim. Seega kinnitavad põldkatsete andmed täielikult vegetatsioonkatsete tulemusi. Soodsal vee- ja õhurežiimi vahekorral mullas seemne idanemisel on suur tähtsus odrasaagi kujunemisele.

3. Kaer

Üheaegselt suvinisu ja odraga korraldati idanemisaegse veeõhurežiimi uurimiseks katsed kaeraga. Katsemetoodika ühtis odrakatsega.

Nagu jooniselt 26 näeme, ühtivad katsetulemused üsna hästi suvinisu ja odraga. Ka siin oli saak suhteliselt väike sel juhul, kui mullaniiskus oli kogu vegetatsiooniperioodi kestel 65—55% maksimaalsest veemahutavusest (var. 6). Niipea kui mullaniiskus oli külvist idanemise alguseni 35—30% (või külvist 3. leheni 45—40%), tõusis saak järsku, mis näitab idanemisaegse mulla õhurikkuse suurt tähtsust kaera saagile.

Võttes kokku kõiki siin käsitletud katsetulemused, võime järeldada, et idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim avaldab suvinisu, odra ja kaera saagile suurt mõju.

4. Kaudne katsematerjal ja tootmiskogemused

Peale otsese katsematerjali, mis näitas idanemiskeskkonna vee- ja õhurežiimi mõju kultuuride saagile, on küllaldaselt saadud materjali katsetest, mis pole küll rajatud käesoleva küsimuse uurimiseks, kuid mis kaudselt tõestavad idanemiskeskkonna mõju saagile.

Kõigile lisaks on arvukaid tootmiskogemusi, mis küllaltki selgesti näitavad idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju põllukultuuride saagile.

a) Suviteraviljade külviajakatsete tulemuste analüüs idanemisaegse mulla vee- ja õhurežiimi erinevuse alusel

Autor uuris pikema aja kestel (aastail 1936—1946) külviaja mõju suviteravilja saakidele (Haller, 1947—I, 1947—II) ja jõudis järeldusele, et 100-st võimalusest annavad varajasemad külvid 80—88 juhul kõrgema saagi kui hilisemad. Mispärast aga ei saada varajastest külvidest alati ja kõikjal kõige kõrgemaid saake? Need küsimused viisidki autori vastuse otsingul idanemiskeskkonna mõju selgitamisele.

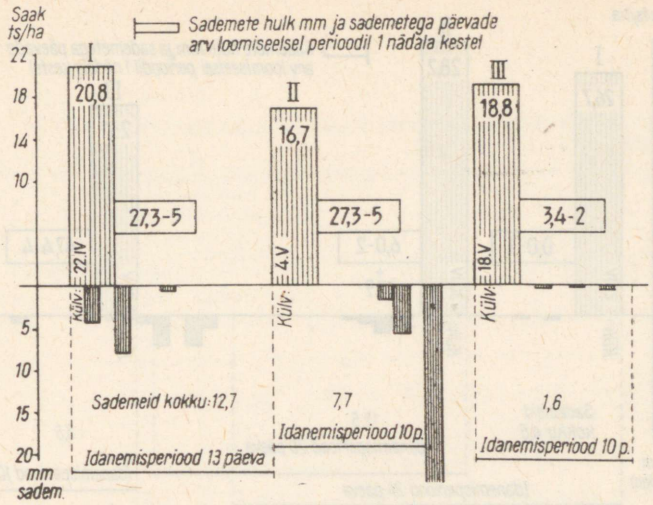
Alljärgnevalt vaatleme mõningate suviteraviljade külviajakatsete tulemusi Kuusiku katsebaasis neil aastail, kui varajased külvid ei andnud kõige kõrgemaid saake, ja analüüsime nende idanemisaegset vee- ja õhurežiimi olemasolevate ilmastikuandmete alusel, võrreldes aastatega, mil varajased külvid olid kõige saagirikkamad. Kuna kõikide nende katsetööde kohta on olemas üksikasjalikud protokollid ja kuupäevade järgi fenoloogilised vaatlused ning Kuusiku meteoroloogiajaama ilmastikuandmed, siis on võimalik seda kõike väga suure täpsusega analüüsida.

Kümneaastase katseperioodi kestel oli 3 sellist aastat, kus peaaegu kõikide suviteraviljade varajased külvid andsid madalamad saagid kui hilisemad. Need aastad olid — 1939, 1943 ja 1945. Kõikidel teistel aastatel, eriti naaberaastatel (1938, 1942, 1944, 1946), andsid varajased külvid kõige kõrgemaid saake. Et 1939. aasta külviajakatsetes kasutati kõige varajasemal külvil (I) ka mõnevõrra erinevat agrotehnikat, siis selle aasta katsete tulemusi ei käsitleta.

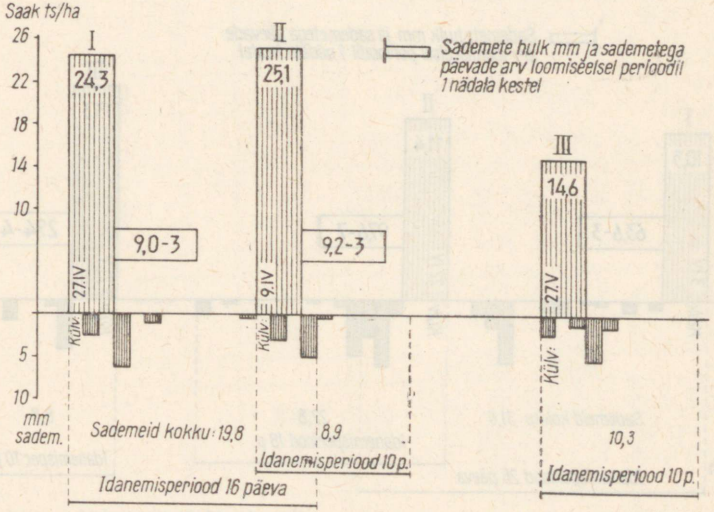
Märgitud külviajakatsete seeria korraldati tüüpilisel kamarkarbonaatsel mullal. 1936.—1941. aastani tehti neid mitmel põllul, kus katsekultuuride eelviljadeks olid suviteravili (1937), talivili (1940) ja kartul (1938, 1939).

Alates 1942. aastast korraldati mainitud külviajakatsete seeria 4-väljalises külvikorras: 1) mustkesa, 2) talivili, 3) kartul, 4) suviteravili. Seejuures oli ühe põllu suurus 1200 m^2. Külviajakatsed järgnesid alati kartulile, mis sai 30 t/ha sõnnikut ja NPK-väetise. Kõikide katsekultuuride muld äestati alati orase tärkamisel kõikide külviaegade puhul.

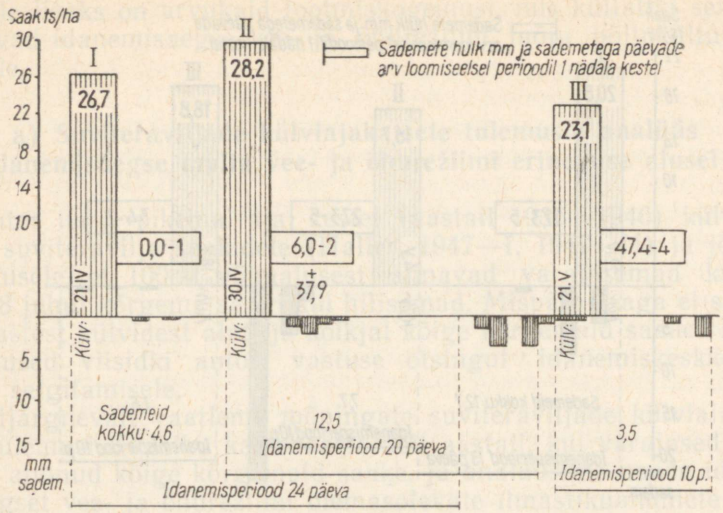
Tabelis 35 toodud katsetulemused on heas korrelatsioonis idanemisaegsete sademete rohkusega, mis selgesti nähtub ka joonisteli 30—33 (kaeraga). Aastatel 1937 ja 1938 saadi kõrgemad saagid kõige varajasematest (I) külvidest, mis tehti esimese mullaharimisvõimaluse saabumisel. 1942. aastal andsid kõige kõrgemad saagid need külvid, mis tehti esimesest mullaharimisvõimalusest pisut (1—2 nädalat) hiljem (II), kuigi saagivahe I ja II külviaja viljadel ei



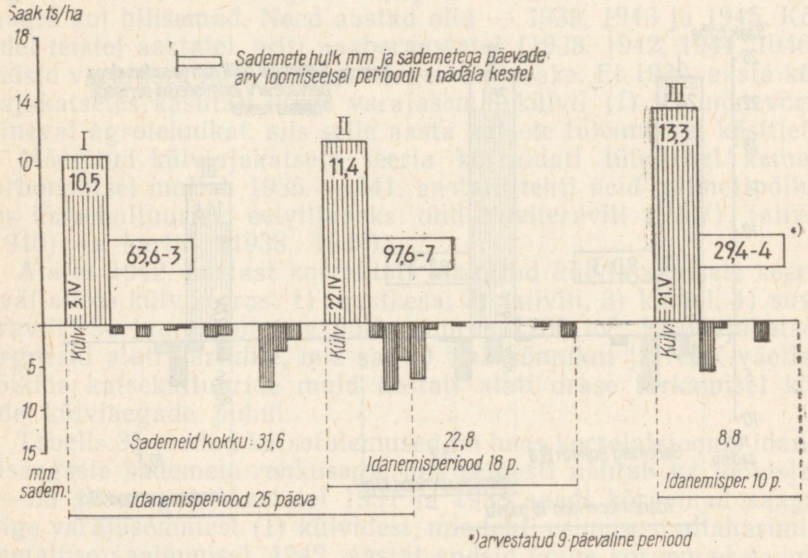
Joonis 30. Saagi suuruse ja idanemisaegsete sademete hulga vaheline korrelatsioon külviajakatses 1937. a.



Joonis 31. Saagi suuruse ja idanemisaegsete sademete hulga vaheline korrelatsioon külviajakatses 1938. a.



Joonis 32. Saagi suuruse ja idanemisaegsete sademete hulga vaheline korrelatsioon külviajakatses 1942. a.



Joonis 33. Saagi suuruse ja idanemisaegsete sademete hulga vaheline korrelatsioon külviajakatses 1943. a.

Tabel 35

Suviteraviljade saagi sõltuvus erinevate külviaegade idanemisperioodi sademete hulgast tüüpilisel kamar-karbonaatmullal Kuusikul aastail 1937—1945

Katse-aastate rühmad	Katse-aasta	Katse-kultuur	Külvi-aeg	Tärka-mine	Terasaak ts/ha	Terasaak %	Sademete esinemise kuupäevad idanemisperioodil ja nende hulk mm	Loomiseelsel perioodil ühe nädala kestel: sademeid mm	Loomiseelsel perioodil ühe nädala kestel: sademetega päevade arv
Kõige varajasemad külvid andsid ka kõige kõrgema või sellele ligilähedase saagi	1937 [1]	Nisu	21.—22. IV	4. V	12,3	100,0	23. IV — 4,3; 24. IV — 0,0; 25. IV — 8,0; 27. IV — 0,0; 28. IV — 0,4 Kokku: 12,7 mm	41,4	5
		Oder			9,5	100,0		41,4	5
		Kaer			20,8	100,0		27,3	5
		Nisu	4. V	14. V	3,2	26,0	12.V —1,8; 13. V — 5,9; 14. V — 0,0 Kokku: 7,7	41,4	5
		Oder			4,2	44,2		41,4	5
		Kaer			16,7	80,3		27,3	5
		Nisu	18. V	27. V	7,0	73,7	23. V — 0,1; 25. V — 1,1; 27. V — 0,4 Kokku: 1,6	4,4	5
		Oder			3,6	37,9		4,4	5
		Kaer			18,8	90,4		3,4	2
	1938	Nisu	27. IV	10.—12. V	14,5	100,0	28. IV — 2,6; 30. IV — 6,7;2. V — 1,7; 8. V — 0,2; 9. V — 0,0; 10. V — 3,2; 12. V — 5,4 Kokku: 19,8	4,4	3
		Oder			20,0	100,0		4,0	3
		Kaer			24,3	100,0		9,0	3
		Nisu	9. V	18. V	13,6	93,8	9. V— 0,0; 10 V — 3,2; 12. V — 5,4; 13. V — 0,3 Kokku: 8,9	9,0	4
		Oder			19,7	98,5		4,4	3
		Kaer			25,1	103,3		9,2	3
		Nisu	27. V	5. VI	7,9	54,5	27. V — 2,2; 29. V — 1,3; 30. V — 5,3; 31. V — 1,5; 1. VI — 0,0; 2. VI — 0,0 Kokku: 10,3	—	—
		Oder			13,9	69,5		—	—
		Kaer			14,6	60,1		—	—
	1942	Nisu	20.—21. IV	13.—14. V	19,1	100,0	23. IV — 0,0; 25. IV — 0,4; 26. IV — 0,1; 4. V — 0,1; 5. V — 1,8; 6. V — 0,8; 7. V — 0,4; 8. V — 0,0; Kokku: 3,6 mm	0,0	1
		Oder			24,3	100,0			
		Kaer			26,7	100,0			
		Nisu	30. IV	18.—19. V	19,4	101,6	4. V — 0,1; 5. V — 1,8; 6. V — 0,8; 7. V — 0,4; 8. V — 0,0; 16. V — 1,4; 17. V — 3,5; 18. V — 0,5; 19. V — 3,5; Kokku: 12,0	0,0	1
		Oder			26,1	107,0			
		Kaer			28,2	105,6		6,0+37,9	2
		Nisu	21. V	30. V	13,8	72,3	21. V — 0,3; 22. V — 0,3; 23. V — 0,0;; 28. V — 0,7; 30. V — 2,2; Kokku: 3,5	43,9	3
		Oder			22,9	94,2		47,4	4
		Kaer			23,1	86,5			
Kõige varajasemad külvid ei andnud kõige kõrgemat saaki	1943	Oder	3. IV	24.—27. IV	10,5	100,0	6. IV — 0,8; 7. IV — 0,0; 8. IV — 1,5; 10. IV — 0,4; 11. IV — 0,3; 13. IV — 1,5; 14. IV — 1,3; 17. IV — 7,3; 18. IV — 31; 19. IV — 1,9; 23. IV — 0,0; 25. IV — 1,5; 26. IV — 7,7; 27. IV — 4,3; Kokku: 31,6 mm	63,6	3
		Kaer			10,5	100,0			
		Oder	22. IV	7.—9. V	13,3	126,7	23. IV — 0,0; 25. IV — 1,5; 26. IV — 7,7; 27. IV —4,3; 28. IV — 6,7; 29. IV — 0,2; 1. V — 0,2; 7. V — 0,4; 9. V — 1,8; Kokku: 22,8 mm	63,6	3
		Kaer			11,5	109,5		97,6	7
		Oder	21. V	30. V	14,8	140,9	23. V — 0,0; 24. V — 5,7; 25. V — 0,7; 28. V — 2,4; 29. V — 0,0; Kokku: 8,8 mm	29,4	4
		Kaer			13,3	126,7			
	1945	Nisu	12. IV	3.—4. V	10,6	100,0	12. IV — 0,2; 13. IV — 0,0; 14. IV — 0,0; 15. IV — 0,0; 20. IV — 3,5; 21. IV — 3,6; 22. IV — 5,9; 24. IV — 2,1; 25. IV — 1,1; 29. IV — 0,0; 30. IV — 0,0; 1. V — 3,9; 4. V — 3,4; Kokku: 22,8 mm	13,3	5
		Oder			14,7	100,0			
		Nisu	27. IV	11.—13. V	10,5	99,1	29. IV — 0,0; 30. IV — 0,0; 1. V — 3,0; 4. V — 3,4; 5. V — 12,6; 6. V — 9,1; 7. V — 2,0; 9. V — 0,0; 11. V — 1,4; 12. V — 0,0; Kokku: 31,5 mm	15,3	5
		Oder			13,9	94,6			
		Nisu	12. 18.—19. V	1.—2. VI	12,5	118,0	18. V — 11,3; 19. V — 3,9; 22. V — 0,1; 23. V — 0,0; 25. V — 0,0; 29. V — 0,0; 31. V — 0,2; Kokku: 15,5	10,1	3
		Oder			15,0	102,0		14,9	4

[1] 1937. aastal kannatasid nisu ja odra hilisemad külvid taimekahjurite rüüste all.

ole kuigi suur — 1,6—7,0% (tab. 35). 1943. ja 1945. aastal saadi kõrgeimad saagid kõige hilisemas külvis (III). Kõige varajasema külvi saagid jäid enamikus kõige väiksemateks. Millega sellist vastuolu seletada?

Kui kõrvutame saagiandmed külvist kuni orase tärkamiseni esinenud sademete hulga ja sademetega päevade arvuga, näeme, et aastal 1943 ja 1945 sadas rohkesti vihma kõige varajasemate külvide idanemisperioodil. Ja tõepoolest on korrelatsioon siin üsna hea.

1943. aasta kevad oli üldiselt sajune. Sademete hulk oli I külvi idanemisperioodil siiski suurem (31,6 mm) kui II külvi idanemisel (22,8 mm). Samuti on ka sademetega päevi I külvi idanemisperioodil rohkem (14) kui II omal (9). III külvi idanemisperiood seevastu oli sademetevaene — ainult 8,8 mm. Nii odra- kui ka kaerasaagid olid sellel aastal III külvis 26,7—40,9% võrra kõrgemad kui I külvis. Seejuures oli loomiseelsel perioodil näiteks sademeid kaeral I külvis 63,6, II — 97,6 ja III — ainult 29,4 mm.

Ka 1945. aasta varakevad oli väga sademeterikas. Idanemisperioodil oli sel aastal sademeid I külvis 22,8, II — 31,5 ja III — 15,5 mm. Saagivahed ei olnud suured, kuid kõige kõrgemad saagid saadi siingi kõige hilisemas külvis.

Kõikidel ülejäänud aastatel (1937, 1938, 1942) oli varakevadine periood sademetevaene: sademete hulk idanemisperioodil ei ületanud 19,8 mm (1938. a.); ja kõige varajasemad külvid andsid kõige kõrgemad või sellele ligilähedased (1938. a. kaer) saagid kõikide suviteraviljade puhul. Erandina tuleb mainida ainult 1942. aasta II külvi saake, mis olid siiski veidi kõrgemad (1,6—7,0%) kui I külvi saagid. Seda II külvi erandlikkust tingis nähtavasti suurem sademete hulk loomisperioodil. Nimelt oli kaera loomiseelsel perioodil I külvis sademeid 0 mm, II külvis 6,0 mm, millele lisandus veel loomise päeval 37,9 mm.

Ilmastikutingimused pärast tärkamist kuni loomiseelse perioodini olid kõikides katsetes enam-vähem ühesugused. Seega sõltus saak otseselt kultuuri idanemisperioodi vee- ja õhurežiimist.

Kui võrrelda 1943. ja 1945. aasta teraviljasaakide absoluutsuurusi 1937, 1938 ja 1942. aasta saakidega, näeme, et esimesed olid märgatavalt madalamad viimastest.

b) Erinevate aastate teraviljasaakide kõikumiste seos idanemisaegse vee- ja õhurežiimiga

Juba kauges minevikus kogesid põllumehed, et kultuuride saagid võivad kõikuda üksikutel aastatel suurtes piirides. Eriti teravalt tuleb see esile kuivades kliimapiirkondades, kus saagi suuruse määrab peamiselt suvine sademetehulk (Werner, 1873). Saakide kõikumine on suur ka üksikutel aastatel isegi küllaldaste sademetega piirkondades. Et sademetehulk võib erineda aastati üsna oluliselt, on saagi kõikumiste põhjuseks peetud peamiselt sademete-

hulka ja erti nende jaotust vegetatsiooniperioodil. See on sageli ka põhjendatud. Kuid tihti ilmnevad suured saagi kõikumised sademete suhtes normaalsetel aastatel. Samuti ei ole haruldased juhud, et sademetevaesemal aastal saadakse märksa kõrgem saak kui normaalse sademetehulgaga aastal.

Tavalistes tootmistingimustes on selliste nähtuste põhjuslikkuse selgitamine väga raske, sest alati pole arvestatud kõiki tegureid, mis võivad mõjustada saagi suurust. Palju kergem on seda teha katsepõldudel, mis on vaatleja rangema kontrolli all. Alljärgnevalt püüame ligemalt analüüsida saagi kõikumise põhjusi ühel ja samal tootmiskatsepõllul.

1955. aastal eraldati Rapla rajooni Lenini-nimelise kolhoosi III brigaadi põldudest ca 1,5 ha maad mullaharimise katsete korraldamiseks. Katsepõllu muld oli küllastunud ja gleistunud savimuld, mille reljeef oli tasane. Põld oli piiratud lahtiste kraavidega neljast küljest. Kraavide muld oli hästi laiali aetud, kuid kraavikaldad olid paiguti siiski pisut kõrgemad põllu üldpinnast. Eelviljaks oli sellel põllul 1954. aastal juurvili, mis andis väga väikese saagi. Kuna põld jäi 1954. aasta sügisel kündmata, oli see tugevasti umbrohtunud ja jäeti 1955. aastal mustkesasse, kusjuures umbrohutõrje eesmärgil seda korduvalt kooriti ja künti. 1955. aastal ei saanud põld mingisuguseid väetisi.

1956. aasta kevadel anti põllule 2 ts superfosfaati ja 1 ts kaaliumkloriidi hektari kohta. Põld hariti kultivaatori ja äketega esimesel mullaharimise võimalusel ning seejärel külvati 16. mail oder 'Jõgeva' reaskülvis, külvisenormiga 600 idanevat seemet m^2-le. Orase tärkamisel (26. V) sai oder 1 ts ammooniumsalpeetrit hektari kohta. Orast äestati 28. mail. Odrasaak oli sügisel 31 ts hektarilt. 1956. aasta sügisel kõrs kooriti ja hiljem tehti sügiskünd eelkoorijatega varustatud adraga.

1957. aastal kevadise mullaharimise eel sai põld uuesti 2 ts superfosfaati ja 1 ts kaaliumkloriidi hektari kohta. Et 1957. aastal oli sademeid rohkem kui eelmisel aastal, saadi mullaharimistöödele asuda nädal aega hiljem (23. mail). Põldu hariti samasuguselt kui eelmisel aastal. Põllule külvati (25. mail) uuesti sama odrasort ka samasuguse külvisenormiga. Orase tärkamisel (6. juunil) anti 1 ts ammooniumsalpeetrit hektarile ja äestati (8. juunil) oras. Võrsumise faasis sai oder veel 1 ts ammooniumsalpeetrit hektari kohta, seega kaks korda rohkem kui eelmisel aastal. Odrasaak oli sügisel vaid 17 ts hektarilt.

On arusaadav, et odrasaak võis olla mõnevõrra väiksem kui eelmisel aastal sellepärast, et odra eelviljaks oli samuti oder. Kuna aga enne otra oli põld 1954. aastal juurvilja all ja 1955. aastal mustkesas, ei ole selline suur saagilangus 1957. aastal põhjendatav. Nagu Kuusiku katsebaasis korraldatud katsetest külvikorras nähtub, on rühvelviljale järgnenud kahe odra puhul teise odra saak esimesest madalam ainult 1,3% võrra, kui mõlemad odrad on saa-

Sademetehulk odra vegetatsiooniperioodil 1956. ja 1957. aastal Rapla rajooni Lenini-nimelises kolhoosis (Kuusiku agrometeoroloogiajaama andmetel)

Katse-aasta	Sademeid mm					Odrasaak	
	Külvist tärkamiseni	Tärkamisest võrsumiseni	Võrsumisest loomiseni	Loomisest valmimiseni	Kokku	ts/ha	%
1956	0,4	8,8	104,3	138,3	251,8	31	100
1957	52,9	7,4	94,3	103,3	257,9	17	54,8

nud NPK-väetise (Piho, 1964). Ka nädalane külvi hilinemine 1957. aastal ei ole saagi vähenemise põhjuseks, sest optimaalse mullaniiskuse seisukohast lähtudes ei jäänud külv hilisemaks kui eelmisel aastal. Nagu autori varasemad uurimused näitavad, ei ole sobiva külviaja valikul määravaks mitte kalendrikuupäev, vaid mullaniiskuse tase mullaharimis- ja külvitööl (Haller, 1947—I—II). Hoopis mõistetavamaks saavad mainitud saakide erinevused, kui kõrvutame saagiandmeid ka vastavate aastate vegetatsiooniperioodi sademetehulgaga (tab. 36).

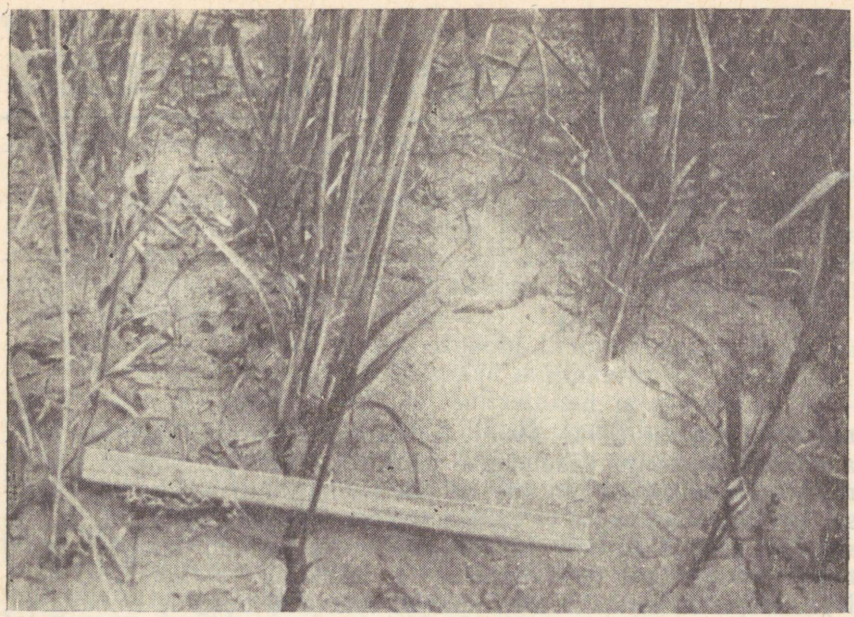
Nagu näeme, oli sademetehulk vegetatsiooniperioodil ja sademete jaotus pärast tärkamist mõlematel aastatel ühesugune. Erinevad olid sademetehulgad idanemisperioodil. Kui 1956. aastal sel perioodil praktiliselt sademeid ei olnud, siis 1957. aastal oli mainitud perioodil sademeid liigselt — 52,9 mm 6 päeva kestel. Sealjuures oli idanemisperioodil ühel päeval sademeid koguni 32,6 mm.

Selline suur sademetehulk idanemisperioodil mõjus savimulla füüsikalistele omadustele eriti halvasti. Pärast rohkeid sademeid seisis vesi mulla mikronõgudes veel mitu päeva. Olgugi et põld pärast mulla tahenemist orase tärkamisel äestati, oli tärkamine väga ebaühtlane ning kestis kaua ja mis kõige olulisem — oras jäi hõredaks. Kui 1956. aasta odral oli tärkamise järel taimi 1 m² kohta 520—550, siis 1957. aastal oli neid 300—350 tk.

Kuna eespool käsitletud vegetatsioon- ja põldkatsed näitasid, et idanemisaegsel vee- ja õhurežiimil on teraviljade saagile suur mõju, on nende tulemuste põhjal kerge mõista ka 1956.—1957. aasta tootmiskatsete odrasaakide suuri erinevusi.

Tootmisest võib tuua väga palju näiteid, kus saagi suuruse määras idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim. Toome siinkohal mõned vastuvaidlematult selgepiirilised näited.

1964. aastal külvati Paide rajooni «Võitluse» kolhoosis hästi haritud ja väetatud viljakale, leostunud kamar-karbonaatsele liivsavimullale segatis, külvisenormiga 380 (!) kg hektari kohta. Eesmärgiks oli saada kõrge segatisesaak. Segatis külvati reaskülvis



Joonis 34. Idanemisaegse tugeva vihmasaju mõju segatise kasvule Paide raj. «Võitluse» kolhoosis 1964. a.

6. mail. Muld oli külviajal parasniiske, sest mullaharimisele asuti esimesel võimalusel (lähtudes mullaniiskusest). 10. mail oli äge vihmavaling, mille tagajärjel muld muutus väga märjaks ja järelikult ka tihedaks. Et hiljemgi sadas, olgugi vähesel määral, ei kuivanud põld niipea. Selgus, et vili põllul tärkas väga hõredalt. Peamiselt tärkasid taimed mullapragudest, mujal nad peaaegu ei tärganud (joon. 34). Vili jäi seetõttu väga hõredaks ja planeeritud 250-tsentnerise haljassaagi asemel saadi vaid 60—70 ts hektari kohta.

KOKKUVÕTE

1. Rakendatud katsemetoodika võimaldas selgitada idanemisaegse mulla vee- ja õhurežiimi tähtsust suviteraviljade arengule ja saagile.

2. Vegetatsioonkatsete tulemused suvinisu, odra ja kaeraga ning põldkatsed odraga näitasid, et idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim mõjustab oluliselt suviteraviljade saagi struktuurielemente, kultuuride arengu tempot üksikutes kasvufaasides ja saaki.

3. Idanemisaegne kõrgem mullaniiskus, mis huumusrikkal gleistunud kamar-leetmullal ulatus 90—100%-ni tema väliveema-

hutavusest, toob kaasa väga suure (isegi üle 60%) tärganud taimede arvu vähenemise. Seejuures on määrav tähtsus sellel veerežiimil, mis valitseb seemne pundumisel ja idanemise alguses. Tärkamiseelne kõrge (90—100%) mullaniiskus, kui idanemise algus kulges madalama (58—62%) mullaniiskuse juures, ei vähendanud tärganud taimede arvu.

4. Idanemisaegse mulla veerežiimi mõju kajastub ka terade arvus suvinisu- ja odrapeades ning isegi 1000 tera kaalus. Kui seemne idanemisfaas kulges suhteliselt madalama mullaniiskuse (35—30%) juures ja hiljem kõrgemas (65—55%), on peas keskmiselt teri rohkem (isegi üle 20%) kui variandis, kus ka idanemisperioodil oli mullaniiskus 65—55% piires.

5. Seemneid katva mullakihi tihendamine idanemise ajaks on alati toonud kaasa terade arvu vähenemise suvinisupeas. See näitab, et idanemisaegne mulla õhurežiim mõjub ka suvinisupea pikkuse kujunemisele.

6. Idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim avaldab kultuuride arengule kaugeleulatuvat mõju. Sellest sõltub näiteks suviteraviljade idanemisühtlus ja tärkamisperioodi pikkus. Ka suviteraviljade võrsumis-kõrsumisperioodi pikkus on teatud määral mõjustatud idanemisaegsest mulla vee- ja õhurežiimist. Seejuures suurendab idanemisaegne mõõdukas mullaniiskus teraviljade tärkamise ühtlust ja lühendab tärkamisperioodi.

7. Suviteraviljade saaki vähendab:
   a) idanemisaegne kõrge mullaniiskus (90—100%), mille puhul näiteks odrasaak vähenes 36% võrra, võrreldes katsevariandiga, kus mullaniiskus oli 58—62% piires;
   b) idanemisaegne liiga väike mullaniiskus (37—42%), mille puhul näiteks odrasaak vähenes kuni 23,9%, võrreldes katsevariandiga, kus mullaniiskus oli 58—62%;
   c) idanemisaegne puudulik mulla õhurežiim, mis kaasneb kas seemet katva mullakihi tüseduse suurenemisega, seemet katva mullakihi tihendamisega või mõnel muul (kunstlikul) teel.

8. Et idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim olulisel määral mõjustab suviteraviljade saake, seda kinnitavad ka mitmed tootmiskogemused. Näiteks on külvile järgnenud rikkalikud sademed olulisel määral vähendanud tärganud taimede arvu ja saaki.

IV. IDANEMISAEGSE MULLA TOITEREŽIIMI MÕJU

Otseseid andmeid, mis näitaksid idanemisaegse toiterežiimi mõju kultuuride saakidele, on kirjanduses väga vähe. Küllaldaselt on andmeid väetiste kasutamise viiside kohta, mis aitavad kaudselt selgitada ka idanemiskeskkonna mõju.

Juba kauges minevikus oli kogemusi väetiste kasutamise viiside ja segude kohta. Nii mainib E. Wollny (1885) Columella andmetel, et vanad kreeklased ja roomlased kasutasid niinimetatud seemneväetamist (die Samendüngung), mis seisnes selles, et seemneid leotati enne külvi teatud aeg toitaineterikkas toitelahuses või ümbritseti seemned mingi toitaineterikka pudrutaolise massiga. Sellise võtte eesmärgiks oli asetada toitained arenevate juurte otsesesse lähedusse, et kiirendada idanemist ja tõrjuda taimehaigusi ning soodustada kasvu, nagu seda põhjendas Plinius (Wollny, 1885).

Loomulikult ei olnud veel taimede toitumise teooriat ja seepärast puudusid ka vastavad üldistused. Üks esimesi kirjanduse allikaid, mis kogus kokku senised praktilised kogemused ja teoreetilised andmed väetamise alal ning püüdis nendest teha üldistusi, oli F. G. Maurice' 1797. aastal ilmunud töö. 1806. aastal avaldati teose teine trükk, kus antakse juba soovitusi väetiste kasutamiseks külviajal koos seemnega; esialgu vaid kartuli, naeri ja teiste juurviljade kasvatamisel. Nimetatud väetamisviisi pooldajad rõhutavad, et suhteliselt väikeste väetiskogustega saadakse mitteviljakatel muldadel niisama kõrged saagid kui suuremate väetiskoguste hajusalt andmisel viljakatel muldadel. Samuti soovitatakse kasutada kondijahu külvireas koos seemnega.

R. Werneri (1873) järgi oli Hiinas seemneväetamine möödunud sajandi keskel üldkasutatavaks võtteks, mille eesmärgiks oli idanemise soodustamine ja mullas oleva seemne kaitsmine insektide kahjustuste vastu. Vastavaks väetisaineks kasutati käärinud sõnniku leotist, milles seemneid külvi eel leotati.

Ka Saksamaal oli möödunud sajandi keskel palju neid, kes seemneväetamist pidasid väga tähtsaks saagi tõstmise võtteks. Üks tulisemaid selle võtte pooldajaid oli C. Sprengel (1847), kes väitis,

et seemneväetamise tagajärjel muutuvad taimed tugevamaks ja arenevad kiiremini. Ta soovitab teraviljade seemnete külvieelseks töötlemiseks lahjendatud fosforhapet või fosforhappe soolade lahjendatud lahuseid, kaunviljadele aga lahjendatud väävelhapet või selle soolade nõrku lahuseid.

E. Wolff (1856) seostab saagi suuruse idanemisperioodil valitsevate tingimustega. Ta ütleb: «Külvi hea ühtlase ja kiire tärkamise korral on juba pool saaki kindlustatud» (lk. 341).

W. Schumacher (1864) arvab, et seemet ümbritsev väetis levib mullas seemne lähedasse keskkonda, kus arenevad juured saavad seda kasutada, *mille tulemuseks on tugevad tõusmed.* Ta toetab samuti mõtet, et *taime hilisem kasv sõltub just esimesest arenguperioodist.*

Samuti näitasid Wolffi ja paljude teiste autorite seemneväetamise katsed (Wollny, 1885), et ainult nõrkade väetise kontsentratsioonide kasutamisel saadi saagis positiivseid tulemusi, kuna suuremate kontsentratsioonidega kaasnes alati saagi langus.

Kõigest eespool toodust selgub, et saake on juba iidsetest aegadest püütud tõsta kõige varajasema taimekasvuperioodi mõjutamise teel. Põllumajandusteaduse arengu koidikul on mitmed autorid (Wolff, 1856; Schumacher, 1864) viidanud sellele, et taimede hilisem kasvuintensiivsus sõltub nende kõige varajasemast kasvuintensiivsusest.

Mineraalväetiste tootmise laienemisega hakati neid kasutama paljudes maades ka koos seemnega (Wollny, 1885; Зайкевич, 1880; Жуков, 1898; McBryde, 1889; Remy, Ahr, 1914; Hansen, 1915; Tacke, 1915; Hurd, 1919—1920; Mehring, Cumings, 1930; Найдин, 1935; Алов, 1939 jt.).

Kuid need katsed, mille ülesandeks oli leida väetiste ratsionaalsemaid kasutamisviise, ei selgitanud kaugeltki taime toitainete vajadust tema erinevates arenguastmetes. Eelmainitud autorite katsed näitasid, et külviritta koos seemnega antud tagasihoidlikud väetiskogused soodustasid taimede kasvu ja suurendasid saake, kuid suured väetiskogused vähendasid seda. Siiski tehakse nendest katsetest ka teoreetilisi üldistusi. Nii näiteks rõhutab Drževetski esmakordselt väetamise tähtsust taimede varajasel kasvuperioodil: «Lokaalselt antud väetis annab taimele hoogu taimekasvu alguses» (Соколов, 1947, lk. 271). Samuti juhtis Drževetski tähelepanu suurele põhimõttelise tähtsusega küsimusele: väetada ei tule mitte mulda, vaid taime. Loomulikult ei saanud autor korraldatud katsete alusel täpsustada oma järeldust, missugust kasvufaasi või õigemini, missuguseid kasvufaase oli mõeldud taime ontogeneesis selle varajasel perioodil.

J. M. Žukov (1898) märgib samuti, et külviritta antud väetis kiirendab taimede kasvu eriti selle algfaasis.

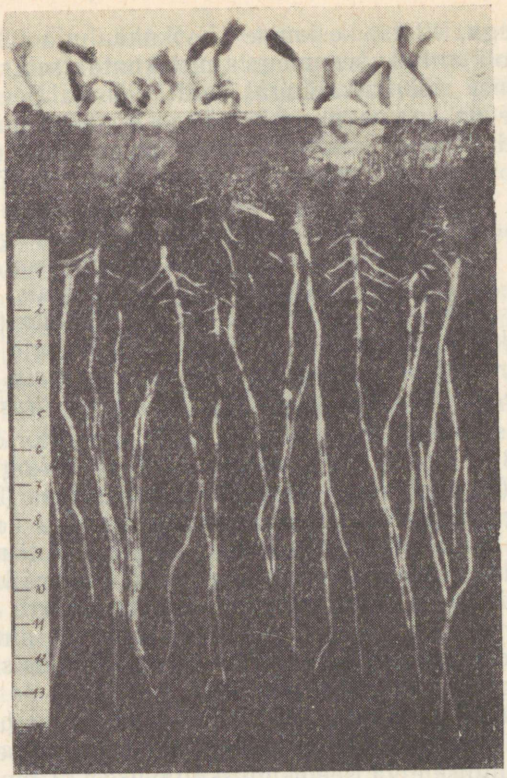
Ameerika Ühendriikides, kus näiteks juba 1919. aastal oli 25% teraviljakülvikutest ja 27% maisikülvikutest varustatud väetiste

külviritta andmise seadisega (Hurd, 1919—1920), veenduti samuti, et suurte väetiskoguste andmine külviritta vähendab saake. Paljud teadlased (Hicks, 1900; Harris, 1915; Allinson, 1918; Hutschenson a. Wolfe, 1918—1919; Col, 1923; Truog jt., 1925; Beaumont, 1926; Musgrave a. Col, 1927; Maxton, 1927; Miller a. Michell, 1927; Willis a. Piland, 1931), kes püüdsid selgitada nimetatud asjaolust tingitud saagilanguse põhjusi, leidsid, et külviritta antud suuremad väetiskogused vähendasid idanevust ja kahjustasid idandeid. Väetistest mõjus idanemisele kõige toksilisemalt diammofoss, seejärel kergesti lahustuvad lämmastik- ja kaaliumväetised ning kõige vähem fosforväetised, kui neid anti koos seemnega ja suuremates kogustes. Väiksemate väetiskoguste andmisel külviritta arenes näiteks maisil tugevam juurekava, kiirem oli maapealsete osade kasv ja ka valmimine varajasem (Truog jt., 1925).

Kõik need arvukad uurimistööde tulemused saidki aluseks senise väetiste andmise viisi muutmisele ja uute kombineeritud külvimasinate konstrueerimisele Ameerika Ühendriikides. Väetis antakse küll üheaegselt seemnekülviga, kuid ei asetata mitte külviritta, nagu varem, vaid külvirea kõrvale ja mõne sentimeetri võrra seemnest sügavamale. Teraviljade külvil, kus reavahed on kitsad, asetatakse väetis enamasti ühele poole külvirida (Richly, 1961) 2—3 sentimeetri kaugusele reast ja laiarealiselt külvatavate rühvelkultuuride (kartul, mais, söödajuurviljad) korral kahele poole külvirida (The yearbook of agric., 1960) nii, et seemne ja väetiseriba vahele jääks 4—5-sentimeetrine mullakiht.

Huvitav on märkida Ameerika tööstuse reageerimise kiirust uute masinate valmistamisel. Kui näiteks 1931. aastal New Jersey katsejaamas korraldatud väetamisviisi katsed kartuliga näitasid väetiste (NPK) külvirea kõrvale andmise vastuvaidlematut eelist suurte väetisnormide (kuni 2000 kg/ha) kasutamisel, müüdi juba 1932. aastal osariigis 150 uut tüüpi kartulipanemismasinat, mis asetas kahele poole mugulaid ja samal ajal külvirea kõrvale ka mineraalväetise.

Ameerika autorid märgivad väetise lokaalse andmise efektiivsust kahel põhjusel: 1) noored t a i m e d, millel ei ole veel küllaldaselt väljaarenenud juurekava, on sel teel paremini varustatud toitainetega taimekasvu alguses ning 2) fosfori- ja osaliselt ka kaaliumväetiste üleminek raskesti omastatavasse vormi on takistatud, nagu tavaliselt juhtub nende segunemisel mullaga (Соколов, 1947). Sellisel väetamisel saavad noored taimed hakata kasutama väetist tärkamisjärgsel kasvuperioodil, kui juurestik levib ka horisontaalsuunas. Nagu nähtub jooniselt nr. 35, algab näiteks herne idujuure hargnemine tärkamisel, misjärel taimerea kõrval olevad toitained muutuvad kättesaadavaks. Kõrsviljadel hakkab juurekava tihenema ja levima horisontaalsuunas alles pärast tärkamist, eriti alates võrsumisest, mil tekivad sekundaarsed juured. Seega saavad seemnerea kõrvale asetatud väetised kultuuridele kättesaada-



Joonis 35. Idujuured herne tärkamisel.

vaks alates võrsumisfaasist. Kirjeldatud väetamisviis, mis on USA-s põhiline kultuuride väetamise võte, kindlustab taimede vajadusi toitainete järele varajases kasvuperioodis, kuid mitte täielikult idanemisfaasis. Et aga idanemisfaasis kasutada olevad väetised avaldavad suurt mõju saagi suurusele, seda näitavad näiteks Texase põllumajandusliku katsejaama (О преимуществах конт., 1963) andmed. Nimetatud katseasutuses võrreldi külviritta antud väetiste toimet külvirea kõrvale ja hajusalt antud väetiste toimega. Lähtuti põhimõttest, et seemnega kontaktis olev väetise hulk oleks väike (ei kahjustaks idandeid), kuid kõikidel variantidel võrdne. Nii anti hajukülvis ja reaskülvis seemnerea kõrvale kummalgi juhul 101 kg N, 67 kg P_2O_5 ja 67 kg K_2O hektari kohta. Kolmandas variandis anti nimetatud väetiskogusest 22 kg P_2O_5 ja 22 kg K_2O koos seemnega külviritta ja ülejäänud — seemnerea kõrvale või hajusalt. Maisi terasaak oli juhul, kui osa väetist ($P_{22}K_{22}$) anti kon-

taktis seemnega, 42 ts, keskmise tõlvikukaaluga 236 g, ning kui kogu väetis oli antud seemnega mittekontaktselt, 38 ts hektari kohta, keskmise tõlvikukaaluga vaid 195 g. Seega enamsaak 4,0 ts/ha. See on enamsaak, mis näitab ka idanemisaegse väetamise efekti. Huvitav on seejuures märkida, et idanemisaegne väetamisrežiim on olulisel määral soodustanud just tõlvikute väljaarenemist — nende kaalu suurenemist. Tõlvikute väljaarenemine on otseses seoses idanemiskeskkonna tingimustega. Nimetatud katseasutuse andmetel on seemnega kontaktis antavad väetised efektsed siis, kui väetise kogused ei ületa järgmisi norme: N 11, P_2O_5 — 22 ja K_2O — 22 kg hektari kohta. Üksikutest elementidest, kui neid antakse eraldi, mõjub N-väetis idanemisele kõige kahjulikumalt (suuremates kogustes); *NPK-kompleksis ja väikestes kogustes ei mõju N-väetis negatiivselt, vaid positiivselt.*

Analoogilisi tulemusi on saanud ka teised autorid. A. L. Lõzin (Лызин, 1953) näiteks andis ühesugustes väetiskogustes ühe osa fosforväetist (P_{30}) künni alla (sügisel) ja teise osa (P_{15}) külviritta koos seemnega ning võrdles seda variandiga, kus kogu fosforväetis (P_{45}) anti künni alla. NK-väetised ($N_{30}K_{30}$) anti mõlemal juhul kevadise kultiveerimise eel. Suvinisu saak oli väiksema koguse (P_{15}) fosforväetise külviritta andmisel 2,3 ts võrra hektari kohta suurem kui variandis, kus kogu P-väetis (P_{45}) anti künni alla. Need katseandmed näitavad juba ka otsest idanemisaegset P-väetise mõju saagile, kuigi veel tinglikult.

V. I. Ozjorov (Озеров, 1960) andis väikese koguse fosforväetist (P_6) ühel juhul koos seemnega ja teisel juhul seemnerea kõrvale 5 cm kaugusele ja seemendussügavusest 2 cm sügavamale. Maisitõlvikute saak oli esimesel juhul 56 ts, teisel 53,8 ts hektari kohta. Seega andis seemnega kontaktis olev väike kogus fosforväetist, mis mõjustas noore taime arengut juba idanemisfaasist alates, hektarilt 2,2 ts võrra suurema tõlvikusaagi. Analoogilisi tulemusi sai ka N. R. Smõkova (Смыкова, 1964).

Toitainete omastamist üksikasjalikumalt käsitlevatest töödest (ilmuvad 1925. aastast) selgus, et taimed omastavad hästi fosforit juba kasvu algfaasides. Sel perioodil esinevast fosforipuudusest ja viimastest tingitud saagilangust pole võimalik vältida rikkaliku taimede toitmisega nende hilisemates kasvufaasides (Paccel, 1955). Kuid ikka mõisteti «kasvu algfaasi» all tärkamisjärgset kasvuperioodi. Nii näiteks korraldas W. E. Brenchley (1927) (esimesi autoreid, kes uuris toitainete omastamist seoses taimekasvufaasidega) oma katsed Rothamstedi katsejaamas odrataimedega, mille idanemisperiood oli kulgenud kõikidel ühesugustes tingimustes (märjas saepurus) ja alles tärganud taimed asetati 2-nädalaste perioodide viisi kord fosforirikkasse toitelahusesse, kord jälle toitelahusesse, kus fosfor täiesti puudus. Katsetulemuste alusel teeb autor järelduse, et *taimekasvu alguses mõjustab P-puudus terade moodustamist palju enam kui üheski teises hilisemas*

taimekasvuperioodis. Lähtudes nendest teoreetilistest alustest, on kuni viimase ajani rõhutatud taimede toitmise vajadust kasvuperioodi alguses (Найдин, 1959, 1960; Подвалова, 1962; Черемисинов, 1963; Усин, 1963; Кралин, 1964; Гулянин, 1964; Смирнов и Маркграф, 1960), kuid siiski ei selgitata selle toiterežiimi mõju saagi kujunemisele ainult idanemisfaasis.

Paljud autorid väidavad siiski, et taime kasv ja areng toimub tema heterotroofsel toitumisperioodil ainult seemnes olevate varuainete arvel. Veel 1959. aastal ütles V. G. Konarjov: «Täiesti kindel, et vegetatiivsete organite kasvu ja arengu tempo taimeelu varajastel etappidel sõltub täielikult idulehtedesse või endospermi talletatud lähtetoitainete hulgast ja kvaliteedist,» (lk. 220) tuginedes seejuures paljude autorite vastavatele töödele (Marek, 1877; Irving, 1910; Томашевский, 1935; Греков, 1940; Алов, 1941—1942; Будаков, 1946; Зыкова, 1945; Эйтинген, 1946; Литовченко, 1947; Картузова, 1953).

Samal ajal on ilmunud mitmeid uurimusi, mis näitavad vastupidist, et taim omastab toitaineid väliskeskkonnast juba idanemisperioodil ja need avaldavad suurt mõju taime edasisele kasvule ja arengule. Juba ammu on pandud tähele, et seemnete töötlemine fosforhappega tõstab nende idanevust, kui see on olnud madal (Lehmann, Aichele, 1931).

N. S. Avdonin (Авдонин, 1941) märgib, et fosforirikas toitekeskkond tõstab seemnete idanemisprotsenti ja -energiat. Rida autoreid tõendab, et mida parem on toitumine alates esimestest idanemispäevadest, seda suurem on saak ja parem selle kvaliteet (Самохвалов, 1936; Гусев, Раздрогов, 1938; Гусев, 1940; Борисоник, 1958; Тихонов, 1958; Левин, Соколова, 1962; Конев, 1963; Кудзин jt. 1963). Eriti ilmekalt näitavad idanemisaegse väetamise mõju B. Borisoniki katsed odraga. Seemnest 2 cm sügavamale asetatud PKN-väetis andis 3 aasta keskmisena 1,2 ts teri rohkem kui saadi sügiskünni alla antud sama väetise puhul.

Idanemisaegse toitumise mõju väliskeskkonna arvel näitavad ka kõik väetiskatsed granuleeritud superfosfaadi kasutamisel koos seemnega, kuigi ei ole võimalik eraldi välja tuua idanemisaegset väetamise efekti.

Peale selle on hulk töid, milles rõhutatakse küll taimede toitmise vajadust alates kõige varajasemast kasvufaasist, kuid uurimused ise pole haaranud kõige varajasemat kasvufaasi. Näiteks A. G. Šestakov ja J. M. Nozdrunova (Шестаков и Ноздрунова, 1951) korraldasid katsed nisu ja kaeraga, kusjuures fosforivajadust hakati uurima umbes tärkamise faasist alates. Katsed aga näitasid, et juba ühepäevane P-puudus katse algul kutsus esile nii märgatava saagi kui ka kvaliteedi languse.

Toitainete omastamist seemne idanemisel on üksikasjalikumalt uurinud L. A. Zujev (Зуев,1959). Kasutades märgitud aatomite meetodit, tegi ta kindlaks, et näiteks nisu omastab fosforit väli-

Fosforisisaldus nisu idandites L. A. Zujevi (1959) järgi

Idanemise kestus ööpäevi	Analüüsi objekt	100 idandi kuivaine kaal mg	P_2O_5 mg 100 g kuivaine kohta		P_2O_5 mg 100 g idandite kohta		Neeldunud P_2O_5 % summaarsest
			summaarne	neeldunud	summaarne	neeldunud	
1	Idu	260	2201	20,4	5,72	0,053	0,93
	Endosperm	3940	741	3,2	26,00	0,113	0,43
2	Iduvarred, idujuured	191	2345	55,6	4,55	0,108	2,37
	Endosperm	3000	823	6,1	24,70	0,183	0,74
5	Iduvarred	640	2113	245,0	13,50	1,570	11,60
	Idujuured	640	1266	209,0	8,10	1,340	16,50
	Endosperm	1900	985	11,2	18,80	0,230	1,10
6	Iduvarred	534	2287	377,0	12,20	2,010	16,50
	Idujuured	643	1580	458,0	10,10	2,940	28,90
	Endosperm	1610	1073	41,6	17,30	0,670	3,87

keskkonnast juba esimesest idanemispäevast alates. Seejuures omastavad embrüonaalne idu ja hiljem idujuured fosforit mitu korda rohkem kui endosperm (tab. 37).

Juba idanemise esimese ööpäeva kestel (pärast külvi) on idus olevast fosforhapendi hulgast ligemale 1% omastatud toitekeskkonnast, kahe ööpäeva kestel juba 2,37%. Kuue ööpäevase idanemisperioodi jooksul on 28,9% kogu idujuurtes olevast fosforhapendi hulgast omastatud väliskeskkonnast. Samal ajal on iduvarres 16,5% ja endospermis ainult 3,87% kogu fosforhapendi hulgast omastatud väliskeskkonnast. Need andmed näitavad väga selgesti, et arenev taim toitub idanemisperioodil mitte ainult seemnevarude arvel, vaid üsna suurel määral võtab toitaineid väliskeskkonnast.

Idanemiskeskkonna toiterežiimi mõju taimede kasvule on uurinud ka käesoleva töö autor alates 1956. aastast suviteraviljade ja hübriidkaalika juures, milleks rajati vegetatsioon- ja põldkatsed.

1. Suvinisu

Esialgsed uurimised idanemisaegse toiterežiimi mõju selgitamiseks, millega alustati Kuusiku katsebaasis 1956. aastal, olid orienteeriva iseloomuga. Katsed korraldati vegetatsioonkatsetena

sama mullaga, mida kasutati kõigis teistes sama aasta vegetatsioonkatsetes.

Katses külvati seeme esiteks kvartsliiva. Kontrollvariandis (var. 1) kasteti liiva destilleeritud veega, katsevariandis (var. 2) aga seemne külvi ajal NPK lahusega. Hiljem hoiti mullaniiskus vastaval tasemel destilleeritud veega kastes. Külviajal kasutatud toitelahus sisaldas liitris 1 g P_2O_5 superfosfaadina, 0,5 g K_2O kaaliumkloriidina ja 0,5 g N ammooniumsulfaadina. Sellise lahusega kasteti esiteks liiva (var. 2), et selle niiskus oli 65% tema maksimaalsest veemahutavusest. Mullaniiskus oli hiljem mõlemal juhul 65—55% piires maksimaalsest veemahutavusest.

Kui seemnetel ilmusid esimesed idujuurekeste otsad, korjati kõik seemned, mida liivas oli kummagi variandi jaoks vajalik arv, liivast välja ja külvati mullaga (tüüpiline kamarkarbonaatmuld) täidetud vegetatsiooninõudesse à 25 seemet (ilma valimata viies korduses). Igasse vegetatsiooninõusse anti seemendussügavusse 100 ml PK-väetist vesilahusena, et väetis jaotuks mullas ühtlaseks, eriti aga seemendussügavuses. Ühe liitri vee kohta võeti 6,25 g superfosfaati ja 2,25 g kaaliumkloriidi. Seeme kaeti pealt 4 cm paksuse kobeda mullakihiga. Edaspidine kastmine toimus põhja kaudu kraaniveega. Alates ümberkülvist hoiti mullaniiskus 65—55% piires.

Nagu näeme, ilmnes erinevus variantide 1 ja 2 toitekeskkonnas ainult külvist kuni idanemise alguseni (ümberkülvini), hiljem kulgesid idanemine ja kasv kõigiti ühesugustes tingimustes.

Katsetulemused olid küllaltki huvitavad. Taimi tärkas kontrollvariandis keskmiselt 22,8, katsevariandis aga 20,6. Seega vähendas külvi ajal antud NPK toitelahus mõnevõrra taimede tärkamise protsenti. Produktiivsete võrsete arvus aga ei olnud olulisi erinevusi. Kontrollvariandis oli võrseid 21,8 ja katsevariandis 21,0. Keskmine terade arv peas oli kontrollvariandis 19,7 ja katsevariandis 21,2. Seega oli katsevariandis pea keskmiselt 1,5 tera võrra rikkam. Ka 1000 tera kaal oli katsevariandil 1,3 g suurem kui kontrollvariandil.

Kõige selle tulemusena andis katsevariant keskmiselt ühe vegetatsiooninõu kohta 17,55 g ja kontrollvariant vaid 16,34 g teri. Seega andis variant, kus idanemine algas toitaineteta kvartsliivas, 6,9% võrra madalama saagi, võrreldes variandiga, kus kasvuperiood kulges toitainetega rikastatud kvartsliivas. Kuna antud katses toitainetevaene keskkond ümbritses idanevat seemet ainult üsna lühikest aega (põhiliselt seemne puudumise faasis), on ka arusaadav selle suhteliselt tagasihoidlik efekt.

2. Oder

Idanemisaegse toiterežiimi mõju selgitamiseks odra järgnevale kasvule rajati vegetatsioonkatsed EPA maaviljeluse kateedris 1965. aastal, kasutades metoodikat, mida kasutati õhu- ja veerežiimi uurimisel 1965. aasta katsetes. Selle metoodika kohaselt külvati seeme esiteks üsna väikese ruumalaga traatvõrktorbikutesse, mis olid ette nähtud idanemisperioodiks. Et torbikutest satuks võimalikult vähe idanemiskeskkonna mulda vegetatsiooninõudesse (kasvukeskkonda), külvati igasse torbikusse mitte üks, vaid 2 seemet pesana. Seemneks kasutati odra 'Maja' valitud seemet, kusjuures iga vegetatsiooninõu jaoks võetud seemne kaal oli ligilähedalt võrdne. Iga variant esines viies-kuues korduses. Katsevariandid on toodud tabelis 38.

Kasvukoha muld oli ühtlaselt väetatud PK-väetisega. Variantidele 1 ja 2 anti pärast ümberistutamist (tärkamisel) kastmisveega sama palju Prjanišnikovi toitelahust, kui palju anti seda variantidele 3 ja 4 külvi eel. N-väetis anti vesilahusena kastmisveega taimede täieliku tärkamise faasis. Samal ajal kaevati vegetatsiooninõud väljaspool kasvumaja mulda looduslikesse tingimustesse, kus mullaniiskust reguleerisid sademed.

Katsetulemused näitavad, et idanemisaegsel toiterežiimil on suur mõju tärganud taimede arvule, võrsumisele, pea pikkusele ja saagile (tab. 38).

Idanemisel kvartsliivas, mis oli niisutatud Prjanišnikovi toitelahusega (var. 3), tärkas taimi 19,1% võrra rohkem kui toitaineteta kvartsliivas (var. 1). Võrsumist on eriti hästi soodustanud kamar-leetmulla immutamine idanemisel (var. 4) Prjanišnikovi toitelahusega, mispuhul produktiivseid võrseid on keskmiselt ühe taime kohta 47,5% rohkem kui toitelahuseta variandis (var. 2). Mulla immutamisel Pranišnikovi toitelahusega idanemise ajal on terade arv peavõrse peas 19,5—28,8% võrra suurem.

Seepärast on suurenenud variantide saak, kui idanemiskeskkond oli rikastatud Prjanišnikovi toitelahusega (9,9—36,1%). Käesoleva katse tulemused näitavad eriti selgesti idanemisaegse mulla toiterežiimi suurt ja kaugeleulatuvat mõju.

Idanemisaegse mulla toiterežiimi mõju odrasaagile ('Maja') uuriti ka põldkatsetes 1964. ja 1965. aastal. Katsekohaks oli EPA Ülenurme õppe- ja katsemajand. Katsed korraldati ühel ja samal põllul teineteise otseses naabruses — ühesugustes mullastikutingimustes.

Katsepõllul oli nõrgalt leetunud ja nõrgalt happeline (pH 5,6—5,8) ning keskmiselt kultuuristatud kamar-leetmuld, keskmise raskusega liivsavi.

Idanemisaegse toiterežiimi mõju uurimiseks kasutati põlevkivituha-mullakomposti, mille koostis on antud lk. 96, ja orgaanilist vedelväetist, mis koosnes veise tahketest ja vedelatest lahjendatud

Idanemisaegse mulla toiterežiimi mõju odrale EPA maaviljeluse kateedris 1965. a.

	Variantide kirjeldus	Tärganud taimi		Produktiivseid võrseid 1 taime kohta		Teri peavõrse peas			Terasaak vegetatsiooniõu kohta		
		tk.	%	tk.	%	tk.	%	%	g	%	%
1	Idanemine kvartsliivas, tärkamisel ümberistutatud nõrgalt leetunud kamarleetmulda	18,3	100,0	3,24		15,4	100,0		20,96	100,0	
2	Idanemine nõrgalt leetunud kamarleetmullas, tärkamisel ümberistutatud samasse mulda	18,5		2,87	100,0	16,0		100,0	19,12		100,0
3	Idanemine kvartsliivas, mida katse rajamisel niisutati Prjanišnikovi toitelahusega, tärkamisel ümberistutatud nõrgalt leetunud kamarleetmulda	21,8	119,1	2,89		18,4	119,5		23,04	(109,9)	
4	Analoogiline variandiga 2, kuid idanemiskeskkonna muld niisutatud katse rajamisel Prjanišnikovi toitelahusega	17,2		4,24	147,5	20,6		128,8	26,02		136,1

Märkus. Variandid 1 ja 2 said pärast ümberistutamist kastmisveega sama palju Prjanišnikovi toitelahust, kui palju said variandid 3 ja 4 külvi eel.

Idanemiskeskkonna toiterežiimi mõju odrale Ülenurme õppe- ja katsemajandis 1964. a.

	Variantide kirjeldus	Tärganud taimi tk.	Terasaak			
			g/m²	%	%	%
1	Kontroll (ilma komposti ja vedelväetiseta)	672	291	100,0		
2	Põlevkivituha-mullakomposti [1] (14 t/ha) hajusalt pinnale ja rehitsetud 0—6 cm sügavusse mulda	687	308			
3	Sama kogus komposti külviritta seemne alla 1 cm sügavusse ca 1 cm paksuse kihina	666	287			
4	Vedelat laudaväetist [2] 0,7 l/m² hajusalt ja segatud 0—6 cm sügavusse	710	322			
5	Sama vedelväetis seemneritta 1 cm sügavusse seemne alla, 100 ml 1 jooksvale meetrile (0,7 l/m²)	640	309		100,0	
6	Sama nagu variant 5, kuid vedelväetis lahjendatud 2 korda	629	357	122,7	115,5	115,5
7	Sama nagu variant 5, kuid vedelväetis lahjendatud 4 korda	603	353	121,3	114,2	114,2
8	Sama nagu variant 5, kuid väetise asemel antud sama palju vett	586	309			100,0

[1] Koostis tabelis 21.
[2] Vedel laudaväetis sisaldas: 2 osa (mahuliselt) veise tahkeid väljaheiteid + 1 osa uriini, millele lisati 40% vett.

väljaheidetest (ilma allapanuta). Katselapi suurus oli 1 m² ja kordusi 6. Seemendussügavus 4 cm. Külvisenorm 750 idanevat seemet m²-le.

Katsetulemused näitavad selgesti idanemiskeskkonna väetise kontsentratsiooni tähtsust odrasaagile (tab. 39). Võrreldes kontrollvariandiga ei tõstnud külviritta antud n õ r g a l t lahjendatud veiseväljaheidetest koosnev orgaaniline vedelväetis (var. 5) nimetamisväärselt saaki. Kui aga orgaanilist väetist lahjendati 2—4 korda ja anti samuti külviritta, tõusis odrasaak eelmisega (var. 1) võrreldes 22,7 (var. 6) ja 21,3% (var. 7) võrra. Absoluutarvudes on saagi suurenemine veelgi tähelepanuväärsem. Kui näiteks variandi 5 saak kontrollvariandi suhtes tõusis 1 m² kohta ainult 18 g (saagitõus jääb katsevea piiridesse), siis variandi 6 saak tõusis 66 ja variandi 7 saak 62 g võrra, mis vastab 6,6 ja 6,2 tsentnerile hektari kohta. See näitab, et idanemiskeskkonnas on orgaanilise vedelväetise kontsentratsioonil suur tähtsus. Vähese lahjenduse

korral on selle efekt väike, suurema puhul (2—4 korda) aga arvestatav. Eriti selgesti nähtub mainitud väetise kontsentratsiooni mõju (külviritta andmisel) variandi 5 saagi võrdlemisel variantidega 6 ja 7. Kaks kuni neli korda väiksema väetisehulgaga saadi mitte üksnes sama kõrge, vaid isegi 15,5—14,2% võrra kõrgem saak.

Et saagitõusu andis madala kontsentratsiooniga orgaaniline vedelväetis ja mitte sellega kaasnev vesi, näitab variantide 6 ja 7 saakide võrdlemine variandiga 8. Enamsaak on variandi 6 kasuks 15,5 ja 7 kasuks 14,2%. Katses kasutatud põlevkivituha-mullakompost ei andnud efekti.

1965. aastal valiti katsevariandid selliselt, et oleks selgemini esile toodud taimede idanemisaegne toiterežiimi mõju (tab. 40). Katse rajamisel anti kõikidele katselappidele m^2 kohta 20 g superfosfaati ja 10 g kaaliumkloriidi ning taimede tärkamisel 10 g ammoonsalpeetrit. Oder ('Maja') külvati 3 cm sügavusse, 600 idanevat seemet m^2-le. Pärast tärkamist anti kontrollvariandile külviridade vahele 100 ml jooksva meetri kohta sama vedelväetist, mida anti variandile 4 külvi eel. Nagu näeme tabelis 40 toodud katseandmetest, ühtivad need eelmise katse tulemustega.

Kui võrrelda tärganud taimede arvu erinevates variantides, siis nähtub, et külvi eel antud orgaaniline vedelväetis mõjus tärganud taimede arvule erinevalt. Kontsentreerituna (var. 2) on ta pisut vähendanud tärganud taimede arvu, olgugi et selline tulemus pole statistiliselt küllaldaselt tõestatud. Mida enam on väetist lahjendatud (var. 6), seda suurem on tärganud taimede arv. Kõige suurem on aga tärganud taimede arv puhta vee kasutamisel külvireas külvi eel (var. 7, 8). Mullaniiskus oli külvi eel seemendussügavuses enne vee andmist külviritta 17%, mis vastab 45%-le maksimaalsest veemahutavusest. Nagu ilmneb toodud andmetest, oli muld külvi ajal veel parasniiske, kuid mullaniiskuse suurendamine tõstis siiski tärganud taimede arvu.

Eespool selgus, et liigne mullaniiskus vähendab tärganud taimede arvu. Seega on optimaalsel mullaniiskusel suur tähtsus taimkatte tiheduse kujunemisele ja seda on võimalik osaliselt reguleerida õige külviaja valikuga.

Kui võrrelda sügiseni säilinud taimede arvu tärganud taimede arvuga, siis nähtub, et kõige madalam on taimede säilimisprotsent variantidel 1, 8 ja 3. See tähendab, et just nendes variantides, kus idanemine toimus kas mõõdukalt niiskes mullas (var. 1) või küllalt kontsentreeritud väetisega idanemiskeskkonnas (var. 3) või liialt lahjendatud toitekeskkonnas (var. 8), langeb välja kasvuperioodi kestel hulk taimi. Kõige paremini säilisid taimed siis, kui idanemisperiood kulges küllaltki niiskes ja suhteliselt mõõduka kontsentratsiooniga toitekeskkonnas (var. 6, 5).

Peavõrsete peade terade arvus on erinevused (95%-lise tõenäolisusega) variantide 4 ja 7, 6 ja 7 ning 5 ja 8 vahel. Seega on

Tabel 40

Idanemisaegse toiterežiimi mõju odrale Ülenurme õppe- ja katsemajandis 1965. a.

	Variantide kirjeldus	Tärganud taimi		Koristamisel taimi				Teri peas, peavõrsel				Terasaak			
					% variandi				% variandi				% variandi		
		tk.	%	tk.	1	4	% tärganud taimedest	tk.	7	8	4	g/m²	1	7	8
					suhtes				suhtes				suhtes		
1	Kontroll, taimede tärkamisel anti külviridade vahele sama palju ja sama väetist nagu variandile 4 külvi ajal (2 osa veise tahkeid ekskremente + 1 osa uriini + 40% vett, vahekorras veega 1:2)	460	100,0	378	100,0		80,2	13,3				309	100,0		
2	Külvi eel anti hajusalt 0,7 l/m² vedelat laudaväetist (2 osa tahk. ekskremente + 1 osa uriini + 40% vett)	436		417			95,6	14,2				344			
3	Sama vedelväetis, mis var. 2, anti seemne alla külviritta 1 cm sügavusse 100 ml jm. kohta (0,7 l/m²)	470		385			81,9	14,4			108,3	336			
4	Analoogiline variandiga 3, kuid väetis lahjendatud 2 korda veega (0,7 l/m²)	459		369		100,0	84,7	13,3	105,5		100,0	359	(116,1)		
5	Analoogiline variandiga 4, kuid väetisekogus 2 korda suurem (1,4 l/m²)	467		413			88,4	14,0		106,9		387	125,2		(116,2)
6	Analoogiline variandiga 3, kuid väetis lahjendatud 4 korda veega (0,7 l/m²)	478		433			90,6	13,4	106,3			377	122,0	(117,1)	
7	Külviritta seemne alla 1 cm sügavusse anti 1 jooksva meetri kohta 100 ml vett (0,7 l/m²)	537	116,7	460	121,7	118,2	85,7	12,6	100,0			322		100,0	
8	Analoogiline variantidega 7, kuid vett 2 korda rohkem (1,4 l/m²)	566	123,0	463	122,5		81,8	13,1		100,0		333			100,0

lahjendatud orgaaniline väetis mõjunud pea pikkusele soodsalt, võrreldes sama koguse vee tarvitamisega. Variantide 3 ja 4 võrdlemine näitab, et suurema kontsentratsiooniga orgaaniline vedelväetis mõjus pea pikkusele soodsamalt kui lahjendatud väetis.

Suured on erinevused terasaagis. Idanemisaegse toiterežiimi mõju avaldub variantide 1 ja 4 saakide võrdlemisel. See asjaolu, et arenenud taimed võisid väetist kasutada juba idanemisfaasis (var. 4), suurendas odra terasaaki 16,1% võrra, võrreldes variandiga, kus taimed said väetist pärast tärkamist (var. 1). Absoluutarvudes on saagivahe 50 g m^2 kohta, mis annaks hektari kohta 5-tsentnerise saagivahe.

Variantide 3, 4, 5 ja 6 saakide võrdlemine näitab, et õige väetise kontsentratsiooni kasutamine idanemisfaasis annab suuri võimalusi odrasaagi suurendamiseks. Olgugi et mullaniiskuse kunstlik suurendamine külvi eel (var. 7, 8) tõstis tublisti tärganud taimede arvu, jäid need variandid saagilt siiski maha variantidest, kus vee asemel kasutati lahjendatud orgaanilist väetist (var. 4, 5, 6).

Edasiste uurimiste ülesandeks on selgitada igale kultuurile selline idanemisaegne toiterežiim, mis tagaks kõige suurema tärganud taimede arvu, nende parima säilivuse, suurima terade arvu peas ja seega ka kõrgeima saagi.

3. Hübriidkaalikas

Katsed idanemisaegse toiterežiimi mõju uurimiseks hübriidkaalikale ('Kuusiku') rajati Eerika katsemajandis 1964. ja 1965. aastal. Viimane neist kannatas olulisel määral maakirpude rüüste all, mistõttu selle katse andmeid ei saa kasutada.

Katsepõllu kamar-leetmuld oli nõrgalt leetunud ja keskmiselt kultuuristatud. Katsepõllul oli eelviljaks kartul, mis ei saanud orgaanilist väetist. Kogu katsepõld sai lappide viisi üldise põhiväetise (4 ts superfosfaati ja 2 ts kaaliumkloriidi hektari kohta), mis segati mulda 0—6 cm sügavusse.

Katselapi suurus oli 9 m^2 ja kordusi 6. Reavahe oli 60 cm ning taimede vahe reas 33 cm.

Katses kasutati toiterežiimi reguleerimiseks veise lahjendatud ekskremente samas vahekorras nagu eelmistes katsetes, kuid veega lahjendatud vahekorras 1 : 2 ja 1 : 4. Katsevariantide kirjeldused on toodud tabelis 41.

Kaalikaseeme külvati 20. mail. Taimed tärkasid 29. mail. Taimed harvendati pesas kahe pärislehe faasis, jättes igasse pessa 2 taime, ja anti samal ajal ka ammooniumsalpeetrit 120 kg/ha. Nädala pärast harvendati uuesti ja jäeti igasse pessa ainult üks taim.

Nagu näeme tabelis 41 toodud katseandmetest, on idanemiskeskkonna toiterežiim avaldanud olulist mõju hübriidkaalika

Tabel 41

Idanemiskeskkonna toiterežiimi mõju hübriidkaalikale Ülenurme õppe- ja katsemajandis 1964. a.

	Variantide kirjeldus	Taimedega pesade arv tärkamisel				Taimede arv koristamisel		Juurikaid		Pealseid
		tk.	% külvatust	% variandi 1	% variandi 3	tk.	%	ts/ha	%	ts/ha
				suhtes						
1	Kontroll, orgaanilise väetiseta	34,2	76,0	100,0	235,9	33,3	222,0	837,0	167,7	151,1
2	Vedel laudaväetis (2 osa veise tahkeid ekskremente + 1 osa uriini + 40% vett, vahekorras veega 1:2) antud katselapile hajusalt 1,4 l/m² külvi eel	32,8	72,9		226,2	32,8	219,3	916,0	183,4	170,0
3	Sama orgaaniline vedelväetis antud samas koguses külviritta (0,2 l jooksva meetri kohta) seemne alla 0,5 cm sügavusse	14,5	32,2	42,4	100,0	15,0	100,0	499,0	100,0	134,4
4	Analoogiline variandiga 3, kuid vedelväetis antud külviritta seemne alla 5—7 cm sügavusse	37,3	82,9		250,3	34,8	232,0	947,0	189,6	158,9
5	Analoogiline variandiga 3, kuid vedelväetis antud külviritta seemne alla 11—12 cm sügavusse	34,3	76,2		236,6	34,7	231,3	912,0	182,6	161,1
6	Sama orgaaniline vedelväetis vahekorras veega 1:4 antud külviritta seemne alla 0,5 cm sügavusse (0,4 l jooksva meetri kohta)	32,7	72,7		225,5	32,5	216,7	815,1	170,6	156,7
7	Analoogiline variandiga 6, kuid vedelväetise norm 0,2 l jooksva meetri kohta	33,3	74,0		229,7	32,2	214,7	872,2	174,8	174,4

taimedega pesade taimede arvule. Külviritta, seemne lähedusse (0,5 cm sügavusse) antud lahjendatud orgaaniline vedelväetis (var. 3) on suurel määral (67,8%) vähendanud hübriidkaalika tärganud taimede arvu. Kui aga sama vedelväetis anti seemnest 5—7 cm sügavamale (var. 4), ei ilmnenud selle kahjulik mõju taimede tärkamisele.

Huvitav on märkida, et 2 korda lahjem väetis ei avaldanud kahjulikku mõju taimede tärkamisele (var. 7), olgugi et see anti seemneritta seemnete alla samasse sügavusse nagu variandis 3. Veelgi rohkem pakub huvi asjaolu, et madalama kontsentratsiooniga vedelväetis (var. 6) ei avaldanud negatiivset mõju hübriidkaalika tärkamisele isegi siis, kui seda kasutati 2 korda suuremas koguses, s. t. võrdsetes kuivaine hulkades. Sellest nähtub, et *hübriidkaalika taimede tärkamist mõjustab idanemiskeskkonna orgaanilise väetise kontsentratsioon suspensioonis, mitte aga kasutatud väetisainete absoluutne hulk.*

Koristatud taimede arv oli peaaegu samasugune, mis kevadel tärkamiselgi. See näitab, et ka hübriidkaalika taimkatte tihedus määratakse primaarselt idanemisperioodil.

Vaadeldes juurviljasaake (juurikaid) näeme, et saagid on üldiselt väga kõrged, ka kontrollvariandis, kus ei kasutatud mingisuguseid orgaanilisi väetisi (isegi katsele eelneva paari viimase aasta kestel). Neis tingimustes ei ole kasutatud orgaanilise vedelväetise mõju olnud kuigi suur, jäädes enamasti katsevigade piiridesse. Väga suur on saagivahe kõikides variantides, võrreldes variandi 3 juurikasaagiga. Üks ja sama väetiseliik, antuna võrdses koguses, kuid viiduna mulda nii, et ta mõjustaks erinevaid hübriidkaalika arengufaase (var. 3, 4, 5), põhjustas kuni 90%-lisi erinevusi juurikasaagis.

Näib, et hübriidkaalikale on eriti ohtlik vähese lahjendusega veiseeksrementidest koosnev vedelväetis seemne idanemise alguses (var. 3).

Meie uurimised näitasid, et hübriidkaalika idujuur tungib tärkamise momendil 6—8 cm sügavuseni. Järelikult jõudsid ka variandi 4 taimede idujuured orgaanilise vedelväetisega väetatud keskkonda idanemisfaasis, kuid mitte idanemise alguses. Sellest tingituna oli saagivahe 3. variandiga (kus idujuur sai nimetatud väetisega kontakti juba idanemise alguses) võrreldes väga suur — 89,6%. Samal ajal aga nõrgema kontsentratsiooniga väetis (var. 6, 7), antuna samuti nii, et see mõjustaks idanemisfaasi algust, ei mõjunud hübriidkaalika juurikasaagile mitte negatiivselt, vaid positiivselt.

Hübriidkaalika lehtede saagis suuri erinevusi ei olnud, ka mitte variandi 3 saagiga võrreldes, sest hõreda taimkatte korral arenesid maapealsed osad paremini kui tihedama taimkatte korral.

KOKKUVÕTE

1. Nii vegetatsioon- kui ka põldkatsetes rakendatud katsemetoodika võimaldas selgitada idanemisfaasis valitseva mulla toiterežiimi mõju suviteravilja ja hübriidkaalika saagile ja selle struktuurile. Idanemiskeskkonna reguleerimise ühtluse saavutamiseks kasutati väetisi peamiselt vedelal kujul (ka orgaanilisi).

2. Idanemiskeskkonna rikastamine Prjanišnikovi toitelahusega (vegetatsioonkatsetes), võrreldes variandiga, mille sama hulk samasugust toitelahust anti taimede tärkamisel, suurendas odra põldtärkamise protsenti, produktiivsete võrsete arvu, terade arvu peavõrse peas ja terasaaki kuni 36,1%.

Odra terasaak suurenes põldkatses 16,1% idanemiskeskkonna rikastamisel orgaanilise vedelväetisega (veise lahjendatud väljaheited), võrreldes variandiga, kus sama väetis anti samasuguses koguses alles pärast odra tärkamist.

3. Idanemiskeskkonna reguleerimiseks kasutatav vedelväetis peab olema madala kontsentratsiooniga. Eriti tundlik on selles suhtes hübriidkaalikas. Kui näiteks veise väljaheidetest koosnev vedelväetis (2 osa tahkeid väljaheiteid ja 1 osa uriini + 40% vett) lahjendati veega vahekorras 1 : 4, ei ilmnenud sellist negatiivset deid juba idanemise alguses, vähenes hübriidkaalika tärganud taimede arv 57,6% ja saak 40,4% võrra. Kui aga sama vedelväetis lahjendati veega vahekorras 1 : 4, ei ilmunud sellist negatiivset mõju isegi siis mitte, kui väetist anti kahekordses koguses (kuivaine alusel). Seega ei ole määrava tähtsusega mitte orgaanilise aine hulk, vaid selle kontsentratsioon suspensioonis.

Mainitud vedelväetise kontsentratsiooni (lahjendus 1 : 2) suhtes oli hübriidkaalikas eriti tundlik idanemise algul. Kui aga sama kontsentratsiooniga vedelväetise mõju ilmnes alles idanemisfaasi lõpul (tärkamise eel), ei vähendanud see ei taimede arvu ega saaki, vaid suurendas tärganud taimede arvu ja ka saaki (võrreldes kontrollvariandiga).

V. IDANEMISKESKKONNA MÕJU PÕLLUKULTUURIDE MÕNINGATELE FÜSIOLOOGILIS-BIOKEEMILISTELE PROTSESSIDELE

Nagu eespool käsitletust selgus, avaldavad seemne idanemisaegsed keskkonnatingimused (mulla reaktsioon, temperatuuri-, vee-, õhu- ja toiterežiim) suurt mõju kultuuride edaspidisele kasvule ja arengule ning ka saagi kujunemisele.

Saagi suurus sõltub lisaks pinnaühikul olevale taimede arvule ka iga üksiktaime produktiivsusest. Taime produktiivsuse määrab temas kulgevad füsioloogilised ja biokeemilised protsessid — sünteesi intensiivsus.

Taime rakkudes toimuvad biokeemilised reaktsioonid mõjutavad rakkude ja kudede füüsikalis-keemilisi omadusi. Viimastest omakorda on sõltuvuses rakkudes ja kudedes toimuvad biokeemilised reaktsioonid — nende iseloom ja dünaamika. Taime rakkude ja kudede füüsikalis-keemiliste omaduste kindlakstegemine annab teatud ettekujutuse, kuivõrd soodsad või ebasoodsad on üldised tingimused antud kultuuri rakkudes või kudedes toimuvateks biokeemilisteks protsessideks, millest sõltub aminohapete ja valkude sünteesi intensiivsus ning fermentide aktiivsus.

Kõik taimede kasvuga seotud füsioloogilised protsessid ja biokeemilised reaktsioonid saavad alguse seemne idanemisel ja arenevad edasi ahelreaktsioonina, kusjuures iga järgnev sõltub eelnevast, mõjudes samal ajal ka rakkude ehitusele ja nende füüsikalis-keemilistele omadustele. Seepärast on loogiline, et taime hilisemal kasvuperioodil on taimede biokeemiliste reaktsioonide iseloom ja eriti nende dünaamika sõltuv teatud määral ka sellest, missuguse alguse nad saavad seemne idanemisel.

Käesolevas peatükis püütakse selgitada, kas ja mil määral mõjustavad idanemiskeskkonna tingimused nii idandite kui ka noorte taimede rakkude ja kudede füüsikalis-keemilisi omadusi (tsütoplasma pH-d ja selle isoelektrilist täppi ning rakkude ja kudede hapendus-taanduspotentsiaali), fermentide aktiivsust ja valkude aminohappelist koostist. Peale selle selgitatakse ka ida-

nemiskeskkonna mõju idandite ja noorte taimede hingamise intensiivsusele. Idanemiskeskkonda mõjustavatest teguritest pöörati tähelepanu peamiselt mulla reaktsioonile, vee-, õhu- ning toiterežiimile. Katsekultuurideks olid valge mesikas ja oder.

1. Idanemiskeskkonna mõju valge mesika rakkude ja kudede füüsikalis-keemilistele omadustele ja mõningatele füsioloogilis-biokeemilistele protsessidele

Valge mesika kasv ja areng, nagu nägime eespool, sõltub idanemiskeskkonna reaktsiooni tingimustest, mistõttu vastavate uurimiste tegemine on otstarbekas just mesika puhul.

a) Isoelektriline täpp ja pH

Kõikide organismide normaalne ainevahetus on võimalik ainult teatud kindlate rakusiseste pH-väärtuste piires. Mida kõrgemal arenguastmel on organism, seda kitsam on pH-väärtuste vahemik, mille piires viimane võib varieeruda, ilma et oleks häiritud organismi elutegevus. Nii näiteks võib kõikuda inimese vere pH normaalselt ainult 7,3 ja 7,5 piires (Гизе, 1959); selle langemine 7,0-ni või tõusmine 7,8-ni lõpeb inimese surmaga. See näitab rakkudes ja kudedes valitseva pH stabiilsuse määratu suurt tähtsust organismi normaalses elutegevuses. Taimede rakkudes ja kudedes on pH piirid normaalseks elutegevuseks laiemad, kuid see ei tähenda, et pH suurem kõikumine rakkudes ei avaldaks mõju ainevahetusele. H-ioonide kontsentratsioon, mille näitajaks on pH, määrab mitte ainult protoplasma valkude dissotsieerumise astet ja tema elektrilist laengut, vaid ka nende molekuli struktuuri (kvaternaarse). Kõigest sellest sõltub fermentide aktiivsus (Гизе, 1959), sest ka viimased koosnevad valkudest (fermendikandja) ja nende ainevahetuse produktidest (koeferment) (Овчаров, 1955).

A. Giese järgi (Гизе, 1959) H-ioonid ise kergesti rakku ei pääse, kuid soodustavad nõrkade hapete tungimist rakku. Näiteks happelises keskkonnas on süsihape enamasti molekulaarsel kujul ja ta pääseb kergesti rakku. Rakus ta dissotsieerub ja alandab selle pH-d. Alljärgnevalt püütakse selgitada, kas ja kui suurel määral muutub mesikaidandite rakkude pH ja nende isoelektriline täpp sõltuvalt idanemiskeskkonna tingimustest.

Vastavad uurimised korraldati EPA maaviljeluse kateedris aastail 1962—1964. Katsematerjalina kasutati erinevates arenguastmetes olevaid mesikaidandeid ja tärganud taimi, mis pärinesid selleks otstarbeks rajatud vegetatsioon- või põldkatsetest.

1962. aasta vastavad uuringud olid orienteeriva iseloomuga, mille eesmärgiks oli selgitada, kas happelises mullas idanenud

mesikaidanditest (uhmerdatud idandid) valmistatud vesileotise pH-s leidub erinevusi. Normaalsed tingimused loodi idanevatele mesikaseemnetele mulla reaktsiooni ja niiskuse reguleerimisega. Sel eesmärgil asetati vastavates vegetatsioonkatsetes tugevasti happelises mullas (pH 4,4) põlevkivituhk seemneritta seemnete alla. Teisel juhul külvati seeme ilma tuhata samasse mulda. Mõlemad variandid olid 50—40 ja 80—70%-lise niiskusega maksimaalsest veemahutavusest. Seemned idandati toatemperatuuris. pH määrati idanemata seemnetest (uhmerdatud) valmistatud vesilahuses ning idanemist vaevalt alustanud (pundunud seemned, ainult ca 10% seemnetest idujuurekene nähtav) seemnetest potentsiomeetriga. Kuna tulemused mullaniiskuse alusel sisuliselt ei erinenud, arvestati tulemused ainult idanemiskeskkonna pH erinevuste järgi, mis olid alljärgnevad:

1) idanemata seemnetes pH 6,75±0,01
2) lubjatud kamar-leetmullas idanemisel „ 6,55±0,02
3) lupjamata kamar-leetmullas idanemisel „ 6,42±0,03

Nagu näeme, langeb mesikaseemne idanemisel pH; see nähtus on kooskõlas paljude teiste autorite uurimustega (Small, 1929). Happelises keskkonnas idanemisel langeb idandite pH enam kui idanemisel lubjatud mullas. pH erinevus on 0,13±0,04 teise variandi kasuks ka juba idanemist vaevalt alustanud seemnetes.

1963. aasta katsed rajati väga tugevasti happelisele (pH 4,4) Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnast pärit mullale, mis oli asetatud 25 cm paksuse kihina keskmiselt happelisse mulda kaevatud vastavasse tranšeesse laboratoorseteks uuringuteks, järgmiste variantidega:

1 — mesikaseeme külvatud happelisse mulda;
2 — sama muld, kuid seemnereas seemnete all 1 mm sügavuses 2 mm paksuselt neutraalne mullakompost [1];
3 — analoogiline variandiga 2, kuid mullakompost asub seemnete all 3 cm sügavuses;
4 — sama muld, kuid seemnereas seemnete all 1 mm sügavuses 5 mm paksuselt sama mullakompost.

Külvisügavus oli 2 cm nagu varasemates põldkatsetes, samuti oli seeme külvi eel inokuleeritud. Katse rajamisel anti kõikidele variantidele hajukülvis (0—6 cm sügavusse) PK-väetist nii, et PK-väetise suhtes ühtlustusid kõik variandid (ka need, mis said muldkomposti ja selle koostises osaliselt ka PK-väetist).

Idandid analüüsiti idanemise algul, kui nad olid 1—1,5 cm pikkused, tärkamise eel ja pärast tärkamist. Elusates idandites ja taimedes määrati kudede pH ja isoelektriline täpp. Sama materjali kasutati ka teisteks määramisteks, mida vaatleme allpool. pH määrati ЛП-5 tüüpi potentsiomeetriga. Selleks tehti valge mesika idujuurtest (umbes 0,5 cm kaugusel juuretipust) ja iduvartest (1 cm

[1] Mullakomposti koostis ja reaktsioon vt. leheküljel 96.

idulehtedest allpool) alati ühepikkused (7 mm) lõigud, millesse viidi elektroodid (antimon- ja kalomel-).

Isoelektrilise täpi (IET) määramiseks võeti vastavad lõigud valge mesika idujuurtest ja iduvarrest samadest kohtadest, kus määrati pH. Määramine toimus Pishingeri meetodil.

Katsetulemused on toodud tabelis 42. Andmetest nähtub, et idanemiskeskkonna reaktsiooni mõju mesika idujuurte ja iduvarte rakkude ja kudede pH-le on üsna suur nii idandites kui ka tärganud taimedes. Happelisse mulda külvatud seemnetest arenenud idanditel, mille idujuurekene saavutas kontakti neutraalse keskkonnaga (kompostiga) idanemise alguses (var. 2 ja 4), on märgatavalt kõrgema pH-väärtuse ja madalama IET-ga kui need idandid, mille idanemine kulges happelises mullas (var. 1 ja 3). Tärkamise eel, mil 3. variandi idandite idujuurekesed jõudsid seemnerea alla 3 cm sügavusse asetatud neutraalse mullakompostini (joon. 10), idandite rakkude pH küll tõusis, kuid ei saavutanud variandi 2 taset. Tärganud taimedel tõusis 3. variandis pH iduvarre rakkudes veelgi, jäi ainult pisut maha variandi 2 taimede pH-st.

Esitatud andmetest nähtub, et mesikaidandid ja tärganud taimed, mille idanemise algus kulges neutraalses keskkonnas (var. 2, 4), suudavad ka oma hilisemates arenguastmetes säilitada sama pH taseme, mis neil oli idanemise algul, olgugi et nende juurte aktiivne tsoon hiljem ei olnud kontaktis seemne all oleva neutraalse keskkonnaga.

N. Potapovi ja T. Salamatova (Потапов, Саламатова, 1964) andmetel asub juurekarvakeste tekketsoon isegi lupiini idanditel, mille idujuur tärkamise momendil on märksa pikem kui mesikal, ainult 10—20 mm kaugusel juure tipust. Kuna juurekarvakeste eluiga on väga lühike (Рассел, 1955) ja uued juurekarvakesed tekivad alati juuretipu lähikonnas, tungides sügavamatesse mullakihtidesse, siis tärkamisel neid selles tsoonis, kus asus neutraalne kompost (1 mm sügavuses seemne all), vaevalt enam leidus. Nagu põldkatsete andmetest nähtus, kasvas mesikas, mille idanemisfaas osaliseltki kulges neutraalses keskkonnas, täiesti normaalselt happelisel mullal ka hilisemal arenguastmel. Seepärast võib arvata, et ka hiljem jääb nende taimede rakkude pH püsima normaalsele tasemele. A. B. Kljutšarjovi ja P. T. Straži (Ключарев, Страж. 1927) katsetes teraviljadega muutus rakumahla pH vastavalt keskkonna pH-le, olgugi et seeme oli eelidandatud.

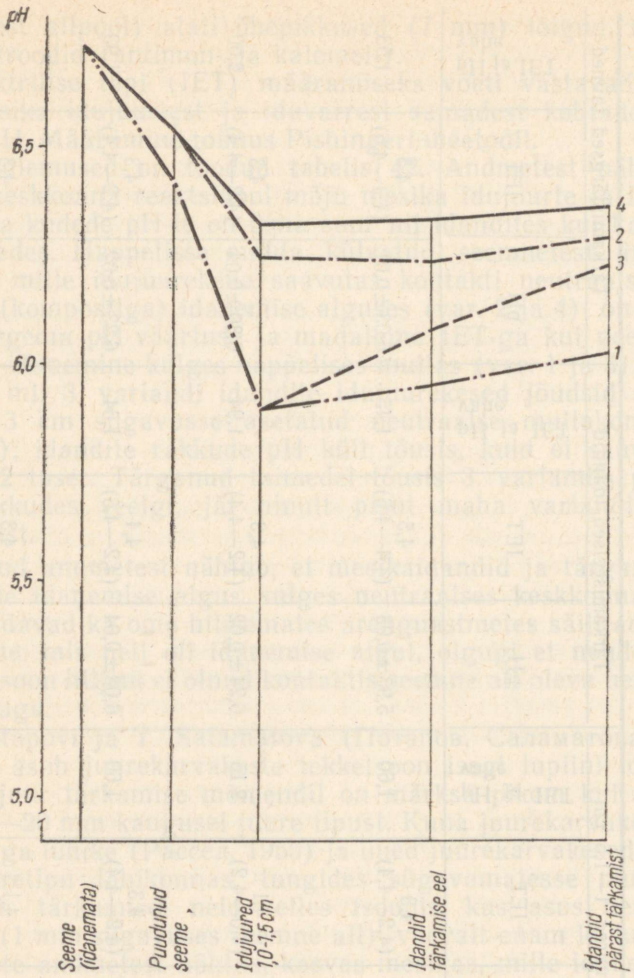
Mesika idujuure ja iduvarre rakkude pH oli happelises mullas idanenud ja ka samas kasvavatel taimedel (var. 1) märksa madalam kui neil, mis samuti kasvasid happelises mullas, kuid idanemise algus kulges neutraalses keskkonnas (var. 2, 4).

Erinevus mesikarakkude pH-s ilmneb happelises (var. 1 ja 3) ja neutraalses (var. 2 ja 4) keskkonnas idanevatel idanditel juba pärast pundumise faasi ja see erinevus järjest suureneb, jõudes

Idanemisaegse mulla reaktslooni mõju valge mesika rakkude ja kudede pH-le ning isoelektrilisele täpile (IET) erinevates arenguastmetes olevate idandite puhul EPA maaviljeluse kateedris 1963. a.

Variantide kirjeldus	Idujuured 1—1,5 cm			Tärkamiseelsed idandid			Tärkamisjärgsed taimed		
	pH	IET	pH ja IET vahe	pH	IET	pH ja IET vahe	pH	IET	pH ja IET vahe
1 Seeme külvatud happelisse mulda	5,90±0,01	4,3 (4,2—4,4)	1,60	5,95±0,03	4,5 (4,4—4,6)	1,45	6,03±0,01	4,5 (4,4—4,6)	1,53
2 Sama muld, kuid seemnereas seemnete all 1 mm sügavuses 2 mm paksune neutraalne mullakompostikiht [1]	6,25±0,03	4,1 (4,0—4,2)	2,15	6,24±0,02	4,3 (4,2—4,4)	1,94	6,30±0,04	4,3 (4,2—4,4)	2,00
3 Analoogiline 2-ga, kuid sama tüsedune mullakompostikiht asub 3 cm sügavuses seemnete all	5,90±0,02	4,3 (4,2—4,4)	1,60	6,08±0,04	4,4 (4,2—4,6)	1,64	6,23±0,02	4,3 (4,2—4,4)	1,93
4 Sama muld, kuid seemnereas asub 0,5 cm tüsedune sama kompostikiht [1] 1 mm sügavuses	6,33±0,02	4,1 (4,0—4,2)	2,23	6,34±0,02	4,3 (4,2—4,4)	2,04	6,37±0,02	4,3 (4,2—4,4)	2,07

[1] Komposti koostis lk-l 96.



Joonis 36. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika idandite pH-le (EPA maaviljeluse kateedris 1963. a.)

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.

idanemise alguses (idujuur 1—1,5 cm) kõige kõrgema väärtuseni (joon. 36). Edasises arengus erinevused idandite pH-s variantide vahel vähenevad, kuid variantide 1 ja 4 pH on küllaltki erinev.

Kuna keskkonna suhteliselt neutraalsema reaktsiooni puhul on üldiselt ülekaalus fermentide sünteetiline tegevus (vastavalt kultuurile) (Сисакян, 1954), oli ka variantide 2 ja 4 taimedel juba

pärast idanemise algust paremad eeldused intensiivsemaks kasvuks kui variantide 1 ja 3 taimedel.

Üldiseks nähtuseks on see, et rakkude pH idandite arenemisega tõuseb. Variantide 2 ja 4 idanditel oli see väiksem, variandi 1 idanditel aga suurem. Kõige suurem pH tõus oli variandi 3 taimedel.

Ka idandite rakkude IET-is toimusid iseloomulikud muutused. Kuni tärkamiseni oli neutraalses keskkonnas idanemist alustanud (var. 2 ja 4) idandite rakkude IET madalam kui happelises keskkonnas idanenutel (var. 1 ja 3). Pärast tärkamist olid erinevused mainitud näitajates ainult variandi 1 taimedega võrreldes. Ülejäänud variantides erinevusi ei olnud.

Vastavalt pH muutustele rakuplasmas on isoelektrilise täpi muutumine paratamatu, seda kinnitavad ka katsed (tab. 42). Paljud autorid loevad IET-d tähtsaks näitajaks organismi elujõu hindamisel, eriti koos pH suurusega. Nii on T. I. Roskini (Роскин, 1946), L. B. Levinsoni ja Z. P. Kanarskaja (Левинсон, Канарская, 1947), V. G. Konarjovi (Конарев, 1948—I), I. V. Moskovi (Москов, 1960) ja paljude teiste autorite arvates organismi elujõud, järelikult ka kasvuenergia seda suurem, mida suurem on vahe raku pH ja IET vahel. Noorte organismide rakkudes on pH ja IET vahe alati suurem kui vanade rakkudes (Конарев, 1948—I). Kui erinevus raku pH ja IET vahel läheneb 0-le, on organismi surm paratamatu (Конарев, 1948—I). Tabelis 42 toodud pH ja IET vahed näitavad, et neutraalses keskkonnas idanemist alustanud (var. 2 ja 4) idanditel olid need märksa suuremad kui happelises mullas idanenutel (var. 1 ja 3). Pärast tärkamist oli variandi 3 taimedel mainitud näitaja tublisti suurenenud, kuid ei saavutanud variantide 2 ja eriti variandi 4 taset. Üldiseks nähtuseks on, et tärkamise eel oli idandite pH ja IET vahe madalam kui idanemise algul (välja arvatud variant 3). Tärganud taimedel see suurenes, kuid ei saavutanud idanemise alguses esinevat taset.

Analoogilised tulemused ilmnesid 1964. aasta katsetes.

b) Hapendus-taanduspotentsiaal

Nagu teada, mõistetakse kaasaegse elektronteooria järgi hapendus-taandusprotsesside all keemiliselt reageerivate ainete aatomite või ioonide vahel toimuvaid elektronide (molekulide vahelistes reaktsioonides ka H-aatomi) ülekandumist (ümberpaigutust), kusjuures reaktsiooni seda osa, kus reageeriva aine aatom või ioon annab ära oma elektroni (molekul annab ära H-aatomi), nimetatakse hapendusprotsessiks; sama reaktsiooni teist poolt, kus teise reageeriva aine aatom või ioon (molekul) saab juurde elektroni (vastavalt H-aatomi), nimetatakse taandusprotsessiks (Clark, 1923—1925; Писаржевский, 1956; Martos, 1959). Järelikult on hapendajaks need ained, mis põhjustavad reageeriva aine aatomites elektronide vähenemise (molekulist H eemaldumise) ja seega

sageli ka positiivse laengu omandamise, ning taandajateks need, mis kutsuvad esile reageeriva aine aatomites elektronidega (molekulis H-ga) rikastamise ning seile tagajärjel sageli ka negatiivse laengu omandamise. Kuna selles protsessis on tegemist elektronide liikumisega, on võimalik nende protsesside dünaamikat, s. o. keemiliste reaktsioonide intensiivsust mõõta potentsiomeetriga (Работнова, 1957). Et bioloogilises ainevahetuses esinevad hapendus-taandusprotsessid valitsevatena, näitab hapendus-taanduspotentsiaal kõige ulatuslikumalt biokeemiliste protsesside, s. t. ainevahetuse intensiivsust ja suunda (Работнова, 1957), eriti kui seda määratakse elusates taimedes.

Hapendus-taanduspotentsiaal (E) sõltub V. Nernesti järgi hapendajate ja taandajate kontsentratsioonidest:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\text{hapendaja}}{\text{taandaja}}. \quad (1)$$

Kui lahuses (samuti ka rakkudes) on mitu paari hapendajaid ja taandajaid, asuvad nad kõik keemilises tasakaalus ja selle komplitseeritud ainete segu hapendus-taandusolukorra iseloomustamiseks on küllalt, kui võtta ükskõik missugune hapendaja-taandaja paar ja määrata selle potentsiaal (Работнова, 1957).

Kuna vesinik võib esineda nii hapendajana (H^+) kui ka taandajana (H_2), on eriti sobiv võtta see paar. Et molekulaarne vesinik koosneb kahest vesinikuaatomist, omandab hapendaja ja taandaja vesiniku kontsentratsioonide suhe sellise kuju: $\frac{(H^+)^2}{(H_2)}$, kusjuures molekulaarse vesiniku kontsentratsiooni väljendajaks on selle gaasiline rõhk (atmosfäärides). Hapendus-taanduspotentsiaali vesiniku suhtes tähistatakse Eh-ga ja Nernsti valem on pärast vastavate konstantide asendamist järgmine:

$$Eh = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{(H^+)^2}{(H_2)}. \quad (2)$$

Kuna E_0 kujutab endast potentsiaali, kus hapendaja ja taandaja kontsentratsioonid on tasakaalus, vastab see normaalvesinikelektroodi potentsiaalile (Работнова, 1957), mille suurus tingimisi loetakse nulliks, et võrrelda teiste elektroodide potentsiaale. Kui valemis 2 teha vastav asendus ja $\frac{RT}{nF}$ konstandi asemele panna vastav suurus, omandab Nernsti valem järgmise kuju:

$$Eh = 0{,}029 \lg \frac{(H^+)^2}{(H_2)}. \quad (3)$$

Eh suurus vastab potentsiomeetrilt loetud pingele voltides (või vastavalt millivoltides). Nagu näeme, sõltub Eh H-ioonide ja mittedissotsieerunud H_2 kontsentratsioonist.

L. Rabotnova (1957) soovitab kasutada bioloogias, analoogiliselt pH-ga, hapendus-taanduspotentsiaali näitajana indeksit rH_2, kus on arvesse võetud ka keskkonna pH. A. Frey-Wyssling (Фрей-Висслинг, 1948) tähistab sama indeksit rH-ga.

Valemit 3 võib väljendada ka järgmiselt:

$$Eh = 0{,}029[\lg(H')]^2 - \lg(H_2). \quad (4)$$

Kui esitatud valemis märkida molekulaarse vesiniku rõhu negatiivne logaritm rH_2-ga analoogiliselt $-\lg(H')$-ga, mida teatavasti märgitakse pH-ga, ja teha valemis 4 vastavad asendused, saame

$$Eh = 0{,}029[-2pH - (-rH_2)] = 0{,}029(rH_2 - 2pH),$$

kust

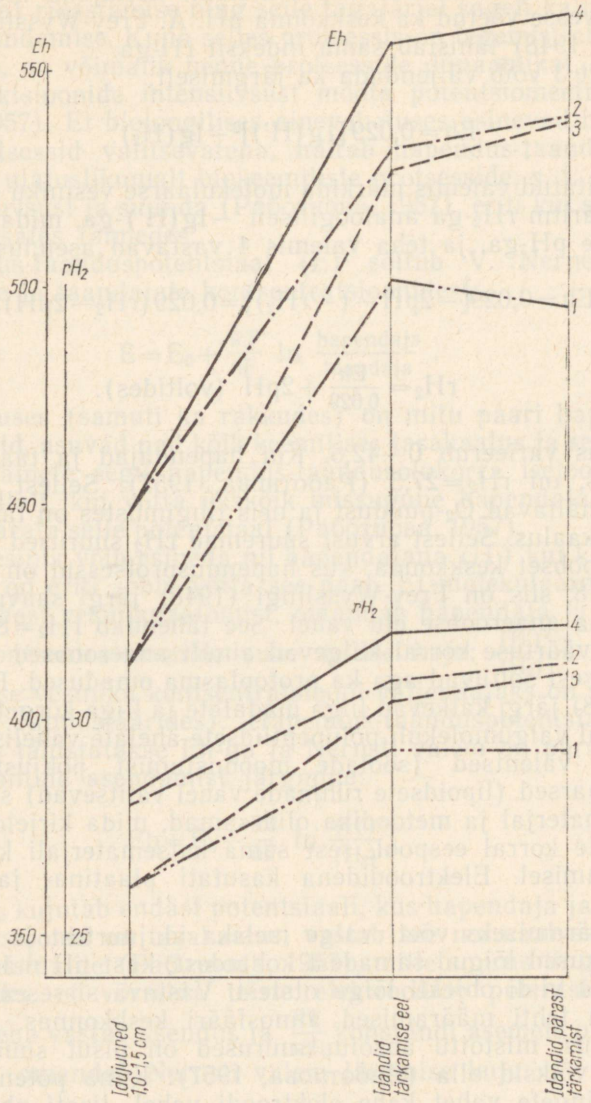
$$rH_2 = \frac{Eh}{0{,}029} + 2pH \text{ (voltides)}. \quad (5)$$

rH_2 suurus varieerub 0—42,6. Kui hapendajad ja taandajad on tasakaalus, on $rH_2 = 27{,}3$ (Работнова, 1957). Sellest väiksemad suurused näitavad O_2-puudust ja neis tingimustes on taandusprotsessid ülekaalus. Sellest arvust suuremad rH_2 suurused iseloomustavad aeroobset keskkonda, kus hapendusprotsessid on ülekaalus. Kui $rH_2 = 8$, siis on Frey-Wysslingi (1948) järgi saavutatud piir aeroobse ja anaeroobse elu vahel. See tähendab $rH_2 = 8$ ja madalama rH_2 väärtuse korral kulgevad ainult anaeroobsed protsessid. rH_2 suurusest sõltuvad aga ka protoplasma omadused. Frey-Wysslingi (1948) järgi katkevad liiga madalate ja liiga kõrgete rH_2 suuruste puhul valgumolekuli polüpeptiidsete ahelate vahelised heteropolaarsed valentsed (soolade moodustumist põhjustavad) ja homeopolaarsed (lipoidsete rühmade vahel valitsevad) sidemed.

Katsematerjal ja metoodika olid samad, mida kirjeldasime pH määramiste korral eespool, sest sama katsematerjali kasutati ka Eh määramisel. Elektroodidena kasutati plaatina- ja kalomelelektroode.

Eh määramiseks võeti valge mesika idujuurtest ja iduvartest 7 mm pikkused lõigud samadest kohtadest, kust pH määramiseks. Elektroodid viidi objekti lõigu otstest. Vastava sisseseade puudumise tõttu tehti määramised atmosfääri keskkonnas, mitte aga lämmastikus, mistõttu absoluutsuurused on pisut suuremad kui tegelikult võiksid olla (Работнова, 1957). Kuna potentsiomeeter mõõdab pingete vahet kahe elektroodi vahel, lisati absoluutsuuruste saamiseks potentsiomeetri näidule juurde kalomelelektroodi pinge. Vastavad uurimised viidi läbi 1963. ja 1964. aastal paralleelselt pH ja IET määramistega.

Katsetulemused olid sarnased mõlematel aastatel. Vaatleme vaid 1963. aasta andmeid, mis olid eriti iseloomulikud. Nagu nähtub tabelis 43 toodud andmetest, on variantide 1 ja 3 idandite (idu-



Joonis 37. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika idandite hapendustaanduspotentsiaalile (Eh) ja indeksile rH_2 (EPA maaviljeluse kateedris 1963. a.)

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.

Tabel 43

Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju valge mesika idandite ja tärganud taimede kudede hapendus-taanduspotentsiaalile EPA maaviljeluse kateedris 1963. a.

Variantide kirjeldus	Idujuured 1—1,5 cm		Tärkamiseelsed idandid		Tärganud taimed	
	Eh	rH_2	Eh	rH_2	Eh	rH_2
1 Seeme külvatud happelisse mulda	412±7	26,0±0,2	501±5	29,2±0,2	495±5	29,2±0,2
2 Sama muld, kuid seemnereas seemnete all 1 mm sügavuses 2 mm paksune neutraalne mullakompostikiht	446±10	27,9±0,4	531±10	30,8±0,3	539±8	31,2±0,3
3 Analoogiline variandiga 2, kuid sama tüsedune mullakompostikiht asus 3 cm sügavuses seemnete all	411±4	26,0±0,1	526±11	30,3±0,4	538±13	31,0±0,5
4 Sama muld, kuid seemnereas asus 0,5 cm tüsedune sama kompostikiht 1 mm sügavuses	466±7	28,1±0,2	557±7	31,9±0,2	564±7	32,1±0,2

juured 1—1,5 cm) Eh ja rH_2 suurused täiesti võrdsed ja tublisti madalamad kui variantide 2 ja 4 vastavad suurused. See on ka arusaadav, sest idanemise algul ei ole 3. variandi idandite juured veel jõudnud 3 cm sügavuses asuva neutraalse kompostini. 3. variandi idandid on selles arengufaasis analoogilises olukorras variandi 1 idanditega.

Tärkamise eel olid kõikide variantide idandites Eh ja rH_2 suurused tublisti tõusnud. Selles arengufaasis oli erinevus üksikute variantide järgi küllaltki suur. Kõige väiksemad olid näitajad kontrollvariandi idandites. Variandi 2 idanditel on Eh ja rH_2 näitajad märksa kõrgemad kui kontrollvariandil ja 4. variandi idanditel omakorda kõrgemad kui variandil 2. Variandi 3 idandite vastavad suurused olid ka tublisti tõusnud, kuid ei küündinud siiski variandi 2 tasemele (joon. 37).

Tärkamiseelsest faasist tärkamisjärgseni jätkub Eh ja rH_2 tõus kõikide variantide taimedes, välja arvatud kontrollvariant, kus taimede Eh näitab koguni languse tendentsi, kuna rH_2 suurus jääb püsima endisele tasemele. Variandi 2 vastavad näitajad on kontrollvariandi suhtes tunduvalt suuremad ja variandis 4 on need omakorda suuremad kui variandi 2 taimedel. Variantide 2 ja 3 taimede Eh ja rH_2 näitajates ei ole tärganud taimedel enam olulist erinevust, kuigi viimase vastavad suurused on pisut väiksemad.

Nagu jooniselt 37 nähtub, on hapendus-taanduspotentsiaal mesika idandites järsult tõusnud alates idanemise algusest kuni tärkamiseelse arenguſaasini. Tärganud taimedes on ta vaid pisut kõrgem või koguni madalam (var. 1) kui tärkamiseelsetes idandites. See näitab, et biokeemiliste reaktsioonide aktiivsus tõuseb eriti tärkamise eel. Sõltuvalt keskkonnatingimustest jõuavad nad nimetatud ajaks kõrgemale või madalamale tasemele, mis on aluseks edasise ainevahetuse, seega ka kasvuintensiivsuse kujunemisele. *Mesikataimed, mille idanemisfaas kulges kultuurile ebasoodsas happelises keskkonnas (var. 1), jõuavad tärkamisfaasi suhteliselt nõrgalt väljakujunenud biokeemilise aktiivsusega (madal Eh ja* rH_2*). Nendel taimedel, mis said idanemisel kauem viibida kultuurile soodsas keskkonnas (var. 4), arenes tärkamisfaasini jõudes väga kõrge biokeemiline aktiivsus.* Biokeemiline aktiivsus sõltub ka fermentide aktiivsusest.

c) Mõningate fermentide aktiivsusest

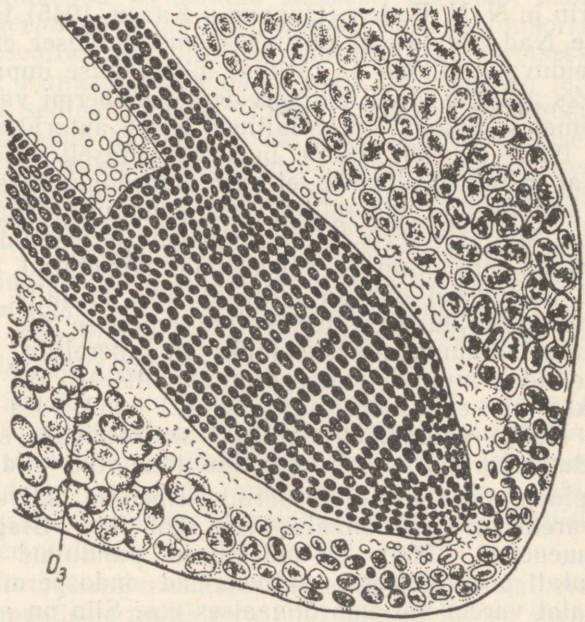
Seemnete idanemisel on fermentatiivsed protsessid esmajärgulise tähtsusega. Fermendid on n.-ö. «kõrgemaks võimuks», mis äratab seemned puhkevast olekust ja paneb neis liikuma biokeemilise ahelreaktsiooni, mille nähtavaks tulemuseks on seemnete idanemine, taimede tärkamine ja kasvamine kuni uute seemnete valmimiseni. Viimastesse kätketakse see keeruline mehhanism, mis on võimeline kordama kõike uuesti. See arengutee kood on paigutatud iga seemne idurakkudesse ja sama tsükkel kordub, hoolimata erinevustest keskkonnatingimustes. Kuigi taime arengutee jääb samaks, muutub ometi üksiktaimede korral (sama sordi piires) biokeemiliste protsesside dünaamika, mis suurel määral sõltub samuti keskkonnatingimustest, eriti pH-st, nagu seda esimesena väljendas kuulus taani biokeemik S. P. Sörensen (Кретович, 1961) ja mida kinnitavad teiste teadlaste hilisemad uurimused (Рубин, 1949; 1953; Опарин, 1952; Сисакян, 1954). Eriti suur tähtsus on fermentide aktiivsusel seemne idanemisel. Siin pannakse alus biokeemilisele ahelreaktsioonile. Viimane kujutab endast väga komplitseeritut ja rangelt koordineeritut sadadest tuhandetest keemilistest üksikreaktsioonidest koosnevat protsessi, mille kestel tärkab, kasvab ja paljuneb see või teine organism vastavalt kujunevatele reaktsioonidele (Опарин, 1963). Kõiki neid reaktsioone katalüüsitakse vastavate fermentide süsteemidega.

Valminud seemnes on suur hulk hapenduvaid fermente, nagu oksüdaase, peroksüdaase, dehüdraase, samuti taandavaid, nagu katalaasi, mis funktsioneerivad hingamissüsteemi komponentidena (Цингер, 1958). Eriti palju on valminud seemnes peroksüdaase, mis N. V. Zingeri järgi on väga püsivad ja võivad säilida seemnes ka pikema säilitamise korral. Peale nende sisaldub valminud seemnes ka amülaase, proteaase, lipaase jne. (Цингер, 1958). Suur osa

puhkeseisundis olevate seemnete fermentidest on mitteaktiivses olekus (Кретович и Козьмина, 1950). Fermentide peamine varu seemnes on koondunud idusse ja kilbikesse — scutellumi (Цингер, 1958).

Peale fermentide on valminud seeme veel rikas mitmesugustest füsioloogiliselt aktiivsetest ainetest (glutatioon, kasvu regulaatorid, vitamiinid). Ka need on koondatud peamiselt idusse või kilbikesse (Кудряшов, 1948; Овчаров, 1955; Цингер, 1958; Дагис, 1959), välja arvatud heteroauksiin ja askorbiinhape, mis valminud seemne idus peaaegu või üldse puuduvad (Giroud, 1938; Hatcher, 1945). Need asuvad endospermi aleuroonkihis, kuid seemne idanemisel leidub neid just idus (Кудряшов, 1948; Овчаров, 1955; Цингер, 1958). Kõik need ained on ühel või teisel viisil seotud fermentide tegevusega (Кудряшов, 1948; Овчаров, 1955; Цингер, 1958). Sealjuures kasvuregulaatoreid leidub alati seal, kus on tegemist rakkude biosünteesiga, juuretippudes, kasvukuhikutes (Ракитин, 1953).

Embrüonaalne idu on ümbritsetud endospermi koega, kusjuures lootele kõige ligemas kihis on rakuseinad kadunud, koosnedes vormituist limataolistest plasmaosistest (joon. 38). Zingeri histokeemilised uurimused näitavad, et rakulise struktuurita limane kiht sisaldab aminohappeid, suhkruid, anorgaanilist fosforit, askorbiin-



Joonis 38. Kukekannuse valminud seemne idu pikilõik koos rakulise struktuurita (limase) endospermi kihiga (Цингер, 1958).

O_3 — limataoline tsoon idu ümber.

hapet, s. t. kõike, mida vajab loote ainevahetus. Embrüonaalse eo suur vitaalsus nähtub ka tema märksa intensiivsemast hingamisest, võrreldes seemne ülejäänud osadega (Леман и Айхеле, 1936, Кретович и Козьмина, 1950).

Idanemisel vabanevad fermendid inaktiivsest olekust ja astuvad tegevusse (Рубин, 1956; Цингер, 1958; Благовещенский, 1960). Peale selle tekib neid juurde idanemisprotsessis (Hübner, 1955). Idanemise kõige esmaseks protsessiks on vee ja õhuhapniku omastamine seemne poolt, mille tagajärjel seeme pundub. Vee omastamine ei ole mitte seemne kõikidel kudedel ühesugune. Siin on jällegi idu esireas. Ta imab vett ja pundub mitu korda kiiremini kui seemne ülejäänud koed (Lehmann und Aichele, 1931; Stiles, 1949).

M. S. Jakovlevi (Яковлев, 1939) uurimustel täidab teraviljade seemnetes embrüonaalse eo varustamisel veega tähtsat osa idusoomus (epiblast), mis kiirendatud korras imab idusse vett ja toitelahuseid. Vesi koos õhuhapnikuga loob eeldused fermentide aktiveerumiseks. Kuna idusse on koondunud suurem osa seemnes leiduvatest fermentidest ja ta omastab ka vee kiiremini kui seemne ülejäänud osad, võib arvata, et just siit algab fermentatiivne tegevus. G. Haberlandt märkis juba 1918. aastal, et ka idu ise produtseerib aineid, mida suunab ümbritsevate kudede lõhustamiseks. A. I. Oparin ja N. N. Kaden (Опарин и Каден, 1945) läksid veelgi kaugemale. Nad väitsid oma uurimistulemuste alusel, et nisu endospermis leiduvate valkude ja tärklise lõhustamise impulss seemne idanemiseks antakse idust, aktiveerides endospermi vastavaid fermente. Samal seisukohal on ka mitmed teised autorid. L. G. Paleg (1960—I, 1960—II, 1961, 1962) uuris igakülgselt odra idanemise füsioloogiat ja tuli järeldusele, et odra embrüonaalsesse idusse on kätketud endogeenne giberelliin, mis suundub idanemise algul endospermi. Siin aktiveerib ta hüdrolüüsivad fermendid, mis lõhustavad tärklise, proteiinid ja rakuseinad. Nimetatud autori järkjärgulised uurimused odraga näitasid ikka ja jälle, et kontroll endospermi hüdrolüüsivate fermentide tegevuse üle on iduł ja selle protsessi liikumapanevaks jõuks on giberelliin, mis seemne niiskumisel idus muutub endospermi mobiliseerivaks hormooniks ja kantakse üle endospermi (Paleg jt., 1962). Ka jaapanlane H. Yomo (1960) väidab, et amülaasi aktiveerivaks substantsiks, mida produtseerib odra embrüonaalne idu, võib olla giberelliin.

Vastupidise näite, kus endospermi fermendid aktiveeruvad idanemisel varem kui embrüonaalses eos, toob A. V. Blagoveštšenski (Благовещенский, 1960). Ta märgib, et pundunud nisuterades, mida jahutati pikemat aega, aktiveerusid endospermi fermendid paar nädalat varem kui embrüonaalses eos. Siin on aga tegemist n.-ö. surutud olekuga, kus ka fermentide süsteem käitub nähtavasti teisiti kui normaalsetes tingimustes.

Fermendid mitte ainult et lõhustavad suure molekulkaaluga

inertseid varuaineid väiksemateks ja aktiivsemateks ühenditeks (Paleg, 1960—II), vaid nad etendavad ka väga tähtsat osa uute ainete sünteesimisel, mis algab üheaegselt seemne idanemisega (Проскуряков и др., 1933; Tabares, 1944; Родионова, 1960; Благовещенский, 1960). Fermendid on oma iseloomult väga labiilsed, sõltudes H-ioonide kontsentratsioonist, hapendus-taandusreaktsioonidest ja paljudest muudest teguritest (Кретович, 1961; Ленингер, 1961) ja iga fermendi aktiivne tegevus on piiritletud üsna kitsaste pH-suurustega (Гизе, 1959; Кретович, 1961). Seepärast on arusaadav, et normaalne ainevahetus, seega ka intensiivne kasv saab ilmneda ainult siis, kui keskkonnatingimused, eriti aga selle reaktsioon, vastavad kultuuris väljakujunenud fermentide süsteemi nõuetele. Ebasoodsad keskkonnatingimused (ka mõne üksiku kasvuteguri suhtes) kutsuvad esile häireid fermentide süsteemi üksikute lülide tegevuses. D. S. Tšernjavski ja D. N. Jerusalimski (Чернявский и Иерусалимский, 1965) näitasid, et fermentatiivsete protsesside kiiruse, seega ka bioloogiliste protsesside intensiivsuse määrab fermentide süsteemi ahela kõige aeglasema reaktsioonivõimega lüli.

Hoopis suuremal määral mõjuvad ebasoodsad keskkonnatingimused taimele idanemisfaasis, võrreldes hilisemate kasvufaasidega. Siin häirivad ebasoodsad keskkonnatingimused mitte üksnes juba väljakujunenud fermentide süsteemi tegevust, vaid ka fermentide süsteemi enda väljakujunemist. Selliseş olukorras ei saa kulgeda ülesehituseks vajalikud biokeemilised protsessid kuigi intensiivselt. Kuna ainevahetus ja raku struktuur on teineteisega lahutamatult seotud (Браше, 1960), arenevad niisugustes tingimustes uued rakud halvema struktuuriga kui normaalses olukorras. Puuduliku struktuuriga rakud on nagu halva ehituse ja sisseseadega ettevõte, mis ei ole võimeline andma küllaldasel määral vajaliku kvaliteediga toodangut. Kuna taimede juures on rakud üheaegselt nii «toodanguks» kui ka «tootmisvahendiks», arenevad ebasoodsas idanemiskeskkonnas idandid, *millel on välja kujunenud väike «tootmisvõime» — väike sünteesivõime, mis on tingitud puudulikult arenenud raku struktuurist ja häiretest fermentide süsteemis ning selle tegevuses.*

Üheks käesoleva uurimuse eesmärgiks oli selgitada, kuidas mõjustab idanemiskeskkond (põhiliselt mulla reaktsiooni suhtes) mõningaid taime hingamissüsteemi fermentide aktiivsust. Valge mesika idandites ja taimedes määrati katalaasi ja polüfenooloksüdaasi aktiivsuse sõltuvus idanemisel esinevaist väliskeskkonna tingimuste erinevusest.

Katsekultuuriks oli mesikas, mis saadi 1964. aasta kevadel väga tugevasti happelisele mullale rajatud katsest Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas. Katsevariandid ja metoodika oli samasugune nagu pH sõltuvuse selgitamisel (tab. 42).

Fermentide aktiivsuse määramisel olid uurimisobjektiks igast variandist:

I pundunud mesikaseemned (400 tk.);
II idandid, mille pikkus ca 1 cm (200 tk.);
III idandid, mille pikkus ca 2 cm (200 tk.);
IV idandid, mille pikkus ca 3 cm (200 tk.);
V idandid tärkamise eel (200 tk.);
VI tärganud taimed (50 tk.);
VII idulehed (50 tk.);
VIII idulehed esimese pärislehe ilmumisel (50 tk.);
IX idulehed koos esimese pärislehega (50 tk.);
X pärisleht esimese kolmiklehe ilmumisel (50 tk.).

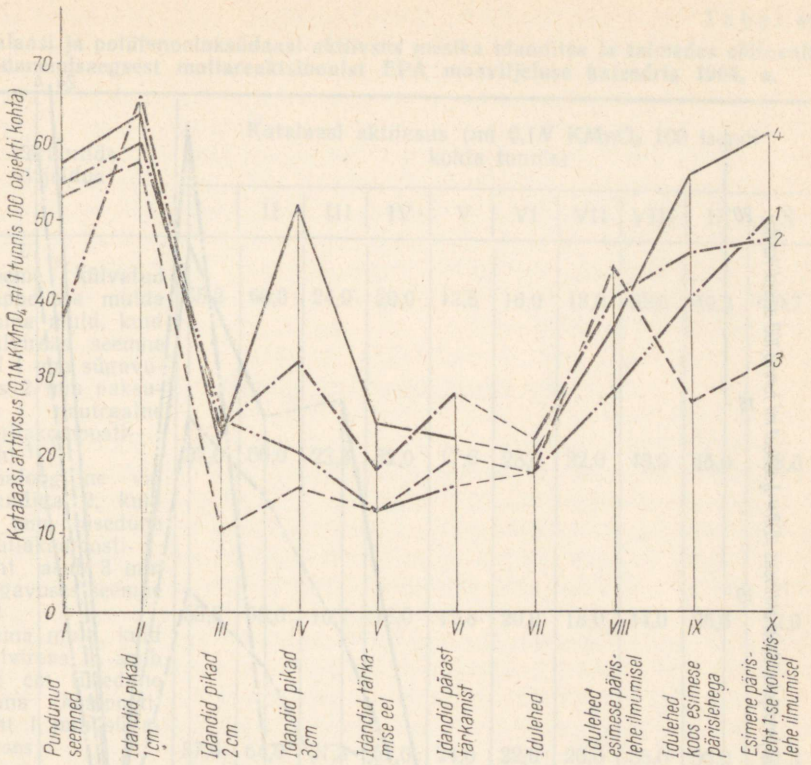
Fermentide aktiivsus määrati alati elusatest isenditest EPA maaviljeluse kateedris. Katalaasi aktiivsus väljendati 0,1*N* $KMnO_4$ lahuse milliliitrite arvuna, mida kulus isendi kohta tunnis (Bachi ja Oparini meetod). Polüfenooloksüdaasi aktiivsuse väljendajaks on 0,01*N* I_2-lahuse kulu milliliitrites 100 isendi kohta tunnis (Michlini ja Bronovitskaja meetod).

Nagu nähtub tabelist 44 ja eriti jooniselt 39, on katalaasi aktiivsuse dünaamika idanemise algusest kuni pärislehe faasini mesikaidandites ja taimedes üsna muutlik. Pundunud seemnetes ja idanemise alguses (idud 1 cm) on see üldiselt kõrge, siis aga langeb järsku (idandid 2 cm) ning tõuseb uuesti, kui idandid on 3 cm pikkused. Tärkamise eel aktiivsus langeb jälle tublisti ning pisut tõuseb tärganud taimedes. Edasine kulg on üldiselt tõusu suunas. Variantide järgi on erinevused olemas, kuigi näib esinevat ka ebatäpsusi katsemetoodikas.

Idanemise alguses (II) on teise ja neljanda variandi, s. t. neutraalses keskkonnas idanemist alustanud isenditel katalaasi aktiivsus suurem kui happelises keskkonnas idanenud (var. 1 ja 3) isenditel. 2 cm pikkuste idandite korral (III) on see vahelduv, kuna esineb üldine suur katalaasi aktiivsuse langus. Alates 3 cm pikkustest idanditest (IV) on neutraalses keskkonnas idanemist alustanud isenditel (var. 2 ja 4) katalaasi aktiivsus tunduvalt kõrgem kui variantide 1 ja 3 idanditel. Sama nähtus ilmneb, olgugi mõne väikese kõrvalekaldega, ka tärkamisjärgsel perioodil.

Joonisel 39 nähtub eriti selgesti, et katalaasi aktiivsus idanemisel (IV) võib muutuda sõltuvalt väliskeskkonna tingimustest. Ka A. M. Kuzin (Кузин, 1964) märgib, et fermentide aktiivsus idanemise algul muutub üsna suurel määral. Nimetatud autor käsitles seemnete kiiritamise tagajärjel esineva bioloogilise aktiivsuse põhjusi.

Kuna katalaasil on täita väga tähtis ülesanne — ainevahetusel tekkiva H_2O_2 lõhustamine, mis taime rakkudele on mürgise toimega (Koštíř, 1963), on väga tähtis selle fermendi aktiivsuse tõus taimele normaalsete ainevahetustingimuste loomisel.

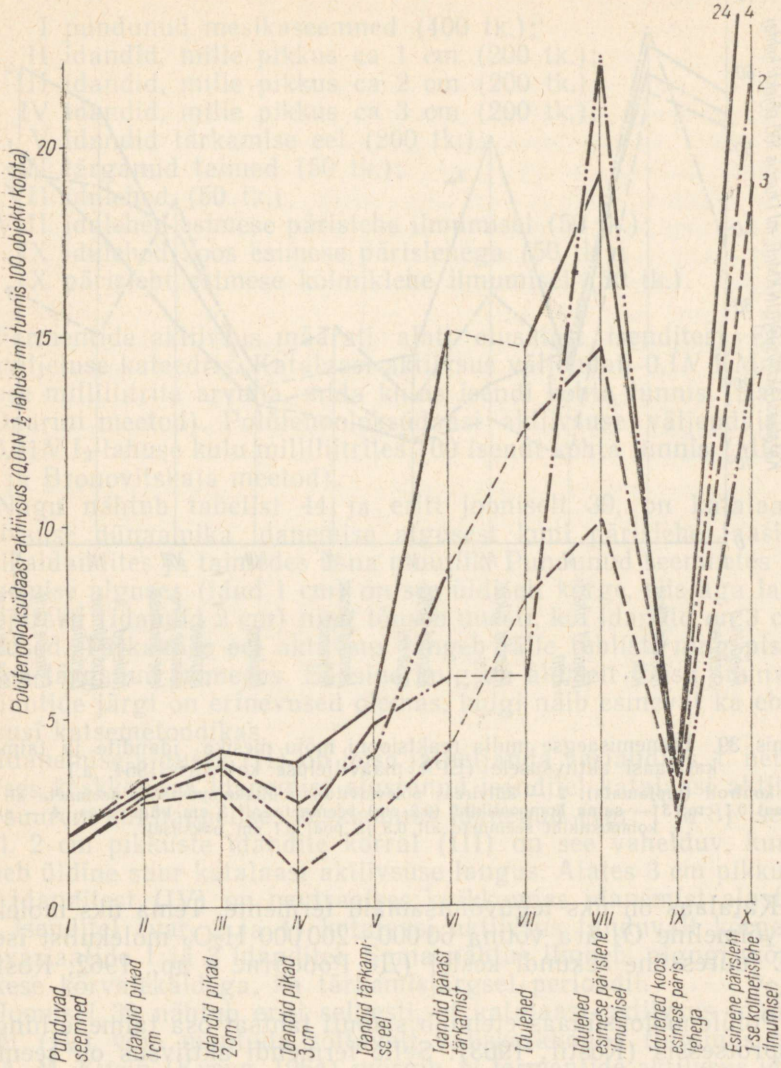


Joonis 39. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika idandite ja taimede katalaasi aktiivsusele (EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.)

1 — **kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm kügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.**

Katalaas on üks teguvõimsamaid fermente. Tema üks molekul on võimeline O_2 ära võtma 60 000—200 000 H_2O_2 molekulist isegi 0° C juures ühe sekundi kestel (Де Робертис и др., 1962; Koštiř, 1963).

Polüfenooloksüdaas etendab samuti tähtsat osa taimede hingamisprotsessis (Koštiř, 1963). Selle fermendi aktiivsus on seemne idanemisfaasis üsna madal, olgugi et ta idanemisprotsessi arenemisega järjest suureneb (joon. 40). Järsu tõusu saavutab mainitud ferment tärganud taimedes, kus tema aktiivsus suureneb mitmekordselt, võrreldes idanditega. Sama tendents jätkub ka hiljem idulehtedes, kuid esimese pärislehe tekkemomendil polüfenooloksüdaasi aktiivsus idulehtedes langeb väga järsult. Et see nähtus esineb kõikide variantide puhul, näib see olevat reeglipärane. Idu-



Joonis 40. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika idandite ja taimede polüfenooloksüdaasi aktiivsusele (EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.).

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete alla 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.

Tabel 44

Katalaasi ja polüfenooloksüdaasi aktiivsus mesika idandites ja taimedes sõltuvalt idanemisaegsest mullareaktsioonist EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.

Variantide kirjeldus	Katalaasi aktiivsus (ml 0,1*N* $KMnO_4$ 100 isendi kohta tunnis)									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1 Seeme külvatud happelisse mulda	55,2	60,0	24,0	20,0	12,8	16,0	18,0	28,0	40,3	50,7
2 Sama muld, kuid külvireas seemne all 1 mm sügavuses 2 mm paksune neutraalne mullakompostikiht	37,6	66,0	23,3	32,0	17,6	28,0	22,0	40,0	46,0	48,0
3 Analoogiline variandiga 2, kuid 2 mm tüsedune mullakompostikiht asub 3 mm sügavuses seemne all	53,6	58,0	10,7	16,0	12,8	20,0	18,0	44,0	26,6	32,0
4 Sama muld, kuid külvireas asub 0,5 cm tüsedune sama kompostikiht 1 mm sügavuses	57,6	64,0	21,3	52,0	24,0	22,0	20,0	36,0	56,0	61,3
	Polüfenooloksüdaasi aktiivsus (ml 0,01*N* I_2-lahust 100 isendi kohta tunnis									
1 Seeme külvatud happelisse mulda	1,6	3,0	3,7	2,1	4,8	6,0	6,0	22,0	1,9	14,0
2 Sama muld, kuid külvireas seemne all 1 mm sügavuses 2 mm paksune neutraalne mullakompostikiht	2,0	3,4	3,9	2,8	4,0	9,0	12,5	14,5	3,1	21,3
3 Analoogiline variandiga 2, kuid 2 mm tüsedune mullakompostikiht asub 3 mm sügavuses seemne all	1,6	2,9	3,1	1,0	2,4	4,2	8,0	10,0	2,2	18,7
4 Sama muld, kuid külvireas asub 0,5 cm tüsedune sama kompostikiht 1 mm sügavuses	2,0	3,2	4,2	3,8	5,2	15,0	14,5	19,0	3,4	24,0

lehed nagu annaksid oma funktsioonid üle pärislehtedele, kus-juures järsult langeb ka nende fermentatiivne aktiivsus. Pärislehtedes sama fermendi aktiivsus tõuseb järsult. Mis puutub variantidevahelistesse erinevustesse, siis on need isegi palju selgemad kui eelmise fermendi aktiivsuse näitajate võrdlemisel. Alates seemne pundumise momendist kulgevad neutraalses keskkonnas idanemist alustanud seemnete polüfenooloksüdaasi aktiivsust iseloomustavad kõverad (var. 2 ja 4), peale mõne erandi, kõrgemal tasemel kui happelises mullas idanenud isendite (var. 1 ja 3) samad näitajad. Seejuures püsivad erinevused selle fermendi tegevuse intensiivsuses ka mesika pärislehe faasis variandi 2 ja eriti variandi 4 taimede kasuks (joon. 40).

d) Hingamise intensiivsus

Taimede elus on hingamisprotsessil põhiliselt kaks tähtsamat ülesannet. Esiteks ta on energiaallikaks, mis on vajalik mitmesuguste sünteesivate reaktsioonide toimumiseks, s. o. kasvamiseks, paljunemiseks, toitainete ja vee omastamiseks ning edasitoimetamiseks jne. Teiseks tekib hingamisprotsessis ka väga palju ja väga mitmesuguseid labiilseid ühendeid, mis kujutavad endast orgaanilise aine transformeerumisel (muundumisel) tekkivaid vaheprodukte ja mida kasutatakse ära sünteesivates reaktsioonides uute rakkude ja kudede ülesehitamisel (Таусон, 1950; Кретович, 1961).

C. E. Clifton (1952) hindab hingamisprotsessi rohkem sellest seisukohast, et ta hangib assimilatsiooniks materjale — «poolfabrikaate», kui seisukohast, et ta on ka keemilise energia allikas. V. O. Tauson (1950) aga märgib, et energeetilised seosed on sageli, võib olla ka alati, üheks tähtsamaks faktoriks, mis määrab väga mitmesuguste füsioloogiliste protsesside ja biokeemiliste reaktsioonide suuna ja keemilise iseloomu.

Aastakümnete kestel vaadeldi hingamist kui sünteesile vastandlikku protsessi, mille käigus orgaanilised ühendid lagunevad kuni lõpp-produktideni (CO_2, H_2O ja mineraalained). B. A. Rubin (Рубин, 1963) aga näitab, et hingamise puhul ei ole tegemist sünteesile vastandliku nähtusega, vaid ühe ja sama ülesehitusprotsessi teise variandiga, mis on vajalik kõikidele heterotroofsetele organismidele toitainete assimilatsioonis ja ainete ümbertöötamis-ülesehitusprotsessis. Hingamisprotsessile tuginevat ülesehitussüsteemi kasutavad ka kõik autotroofsed organismid oma toitumiseks ja kasvamiseks öötundidel, kui fotosünteesi võimalus puudub. Hingamine toimub ka rohelise taime neis organites ja kudedes, kus puudub klorofüll.

Hingamine, nagu fotosünteeski, täidab toitumisfunktsioone — energiasaamise funktsioone. Need talitlused erinevad teineteisest ainult energia ja toitainete liigi poolest. Kui fotosünteesis kasutatakse toitainetena anorgaanilisi ühendeid (mineraalsooli, CO_2 ja

H_2O) ning energiana päikesekiirguse elektromagneetilist energiat, siis hingamisprotsessis kasutatakse toitainetena orgaanilisi ühendeid ja energiana keemiliselt seotud energiat (Рубин, 1963).

Nagu teada, on hingamisprotsess seotud mitmesuguste orgaaniliste ainete (sahhariidid, valgud, rasvad) hapendumisega, mis toimub vesiniku järkjärgulise ülekandmise teel hapendatavalt substraadilt hapnikule. Seejuures tekib väga palju mitmesuguseid vaheprodukte ja eraldub energia. Need mõlemad on vajalikud ülesehituseks (Рубин, 1954). Hingamisprotsessist saadav energia ei eraldu alati kõik soojusena, mida taim ei saa kasutada, vaid seostatakse keemiliselt, makroergiliste ühenditena (Рубин, 1954), millest kõige energiarikkam on nukleotiid-adenosiintrifosfaat (ATF), mis sisaldab 10 000—16 000 kalorit ühe g-molekuli kohta (Гизе, 1959; Пейве, 1961). Sellisena on ta edasiviidav sinna, kus teda parajasti vajatakse. Sellest pöörduvate reaktsioonidega keerulisest protsessist võtab osa ka väga palju mitmesuguseid fermente, mis moodustavad ühtse koordineeritud tegevusega süsteemi. Need fermendid jagatakse kahte suurde rühma: dehüdraasid ja oksüdaasid (Гизе, 1959). Esimesed viivad glükolüüsiprotsessi kuni püroviinamarihappeni, milline protsess (Ordin, 1958) võib kulgeda nii anaeroobses kui ka aeroobses keskkonnas (БСЭ, 1952). Selles protsessis annab ühe g-molekuli glükoosi lõhustumine kuni püroviinamarihappeni energiat umbes 20 000 cal (Гизе, 1959). Oksüdaasid astuvad tegevusse selle protsessi lõppfaasis, mille ülesandeks on süsteemist kõrvaldada eraldunud vesinik, sidudes seda hapnikuga. Seega saavad oksüdaasid tegutseda ainult vaba hapniku manulusel, mida saadakse õhust (Рубин, 1954; Гизе, 1959). Sellest protsessist võtab osa fermentide pikk ahelik, kus tekib ka 3 mooli ATF-i (Де Робертис и др., 1962).

Kõik hingamisprotsessi fermendid, nii anaeroobsest kui ka aeroobsest faasist osavõtjad, kaasa arvatud ka ATF-i süntees, on koondatud erilistesse raku «energiageneraatoritesse» — mitokondritesse, nagu see ilmneb uuematest uurimustest (Де Робертис и др., 1962; Рубин, 1963; Овчаров, 1964). J. V. Artšihhovskaja ja B. A. Rubini (Арчиховская и Рубин, 1954) andmetel sõltub oksüdaaside osavõtu ulatus hingamisfermentide süsteemis, s. t. hingamisprotsessi aeroobse ja anaeroobse faasi vahekorrast, temperatuurist ja O_2 kontsentratsioonist. See vahekord on Rubini (Рубин, 1954) andmetel väga tähtis ja sellest oleneb ka taimede vegetatsiooniperioodi pikkus ning isegi taimede vastupanuvõime kahjulikele mikroorganismidele. Oksüdaaside suurem osatähtsus hingamisprotsessis tõstab taimede vastupanuvõimet (Рубин, 1954).

Kuidas aga mõjub väliskeskkonna pH ja eriti idanemisaegne pH idandite ning tärganud taimede hingamise intensiivsusele, selle kohta on andmeid kirjanduses üsna vähe. Oksüdatsiooniprotsessi intensiivsust hingamisel näitab ka omastatud O_2 hulk.

Käesoleva uurimuse üheks ülesandeks oli selgitada, kuidas

mõjustab seemne idanemisaegne väliskeskkonna pH erinevus mesika idandite ja tärganud taimede hingamise intensiivsust väga tugevasti happelisel mullal kasvades.

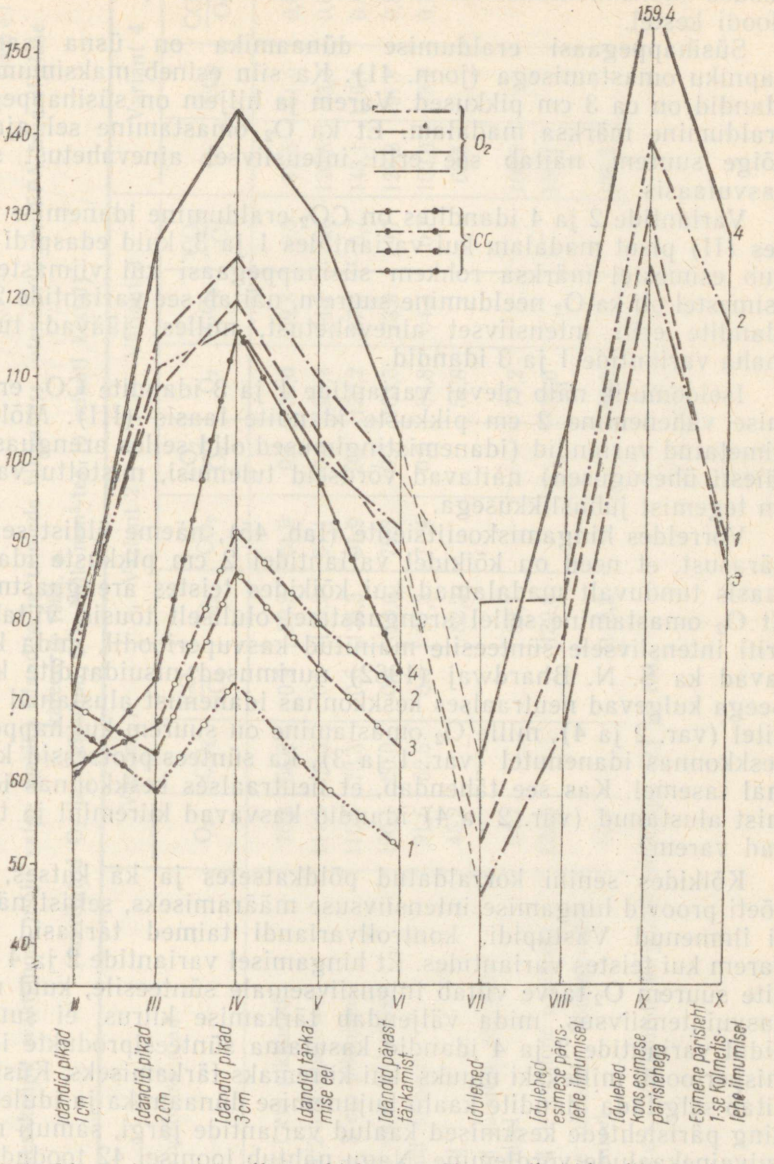
Katsematerjaliks olid mesika idandid, tärganud taimed ja lehed, mis pärinesid samast katsest, kust võeti proovid fermentide aktiivsuse määramiseks. Ka proovivõtmise ajad olid samad. Hingamise intensiivsuse määramiseks võeti igast variandist 150 idandit või 100 tärganud taime või 50 lehte. Idandid puhastati mullast mitte pesemisega, vaid mehaaniliselt filterpaberiga. Enne määramist hoiti kõiki proove 1 tund niiskes toatemperatuuris, kus aurumine oli minimaalne. Kasutatud O_2 ja eraldunud CO_2 hulk määrati Warburgi aparaadi abil.

Katsetulemustes on toodud 100 isendi kohta 10 minuti kestel tarvitatud O_2 ja eraldunud CO_2 hulk mm^3-tes. Nagu nähtub tabelis 45 ja joonisel 41 toodud andmetest, on hapniku tarbimises suured erinevused. O_2-tarve on juba idanemise alguses, kui idujuured on alles 1 cm pikkused (II), küllaltki suur — isegi suurem kui tärganud taime (VII) idulehtedel. Idujuurte arenemisega suureneb O_2-tarve pidevalt kõikides variantides ja jõuab maksimumini, kui idandi pikkus koos idujuurega on ca 3 cm (IV). Siitpeale hakkab O_2-tarve ühe indiviidi kohta järsult vähenema. Tärkamiseelsetel idanditel (V) on O_2-tarve väiksem kui 3 cm pikkustel (IV), tärganud taimedel (VI) omakorda väiksem kui tärkamiseelsetel taimedel (V).

Kuna hilisemal arenguastmel ei määratud enam kogu taime O_2-tarvet, vaid ainult maapealsetel osadel, siis diagrammi parempoolne osa ei ole vasakpoolsega otseselt seostatav.

Huvitav on see, et idulehtede (VII) hapnikutarve on hingamisel madalam kui idanditel idanemise alguses (II). Pärislehe tekkimisel (VIII) O_2-tarve pisut suureneb, kuid tagasihoidlikult. Idulehtedel koos esimese pärislehega (IX) on O_2-tarve järsult tõusnud, kuid pärislehtedel üksi (ilma idulehtedeta), esimese kolmetislehe tekkimisel (X), on see väiksem. Selline seaduspärasus ilmneb kõikides variantides.

Jooniselt 41 nähtub, et O_2-tarve hingamisel on olnud reeglipäraselt suurem kogu uuritud perioodi kestel nende variantide idanditel ja taimedel, mille idanemise algus kulges neutraalses keskkonnas (var. 2, 4). Variandi 3 idandite ja taimede vastavad näitajad on mõnevõrra madalamad kui näiteks variandil 2, olgugi et vähemalt tärkamise momendist alates on nad ühesugustes kasvutingimustes. Kontrollvariandi (var. 1) vastavad suurused on peaaegu alati kõige väiksemad. Eriti suur on olnud O_2 tarbimine 4. variandi idanditel juba idanemise algusest alates, kui idud on alles 2 cm pikkused. Kuna idanemise alguses arenes idu ontogeneetiliselt pikema perioodi kestel pH suhtes soodsas keskkonnas, näitab see, kui suure tähtsusega on suurema kasvuenergia saavutamisel



Joonis 41. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika idandite ja taimede hingamise intensiivsusele (EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.).

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.

soodsa idanemiskeskkonna loomine võimalikult pikema kasvuperioodi kestel.

Süsihappegaasi eraldumise dünaamika on üsna sarnane hapniku omastamisega (joon. 41). Ka siin esineb maksimum, kui idandid on ca 3 cm pikkused. Varem ja hiljem on süsihappegaasi eraldumine märksa madalam. Et ka O_2 omastamine sel ajal oli kõige suurem, näitab see eriti intensiivset ainevahetust selles kasvufaasis.

Variantide 2 ja 4 idandites on CO_2 eraldumine idanemise alguses (II) pisut madalam kui variantides 1 ja 3, kuid edaspidi eraldub esimestel märksa rohkem süsihappegaasi kui viimastel. Et esimestel oli ka O_2 neeldumine suurem, näitab see variantide 2 ja 4 idandite eriti intensiivset ainevahetust, millest jäävad tublisti maha variantide 1 ja 3 idandid.

Iseloomulik näib olevat variantide 1 ja 3 idandite CO_2 eraldumise vähenemine 2 cm pikkuste idandite faasis (III). Mõlemad nimetatud variandid (idanemistingimused olid selles arenguastmes täiesti ühesugused) näitavad võrdseid tulemusi, mistõttu vaevalt on tegemist juhuslikkusega.

Võrreldes hingamiskoefitsiente (tab. 45), näeme üldist seaduspärasust, et need on kõikidel variantidel 2 cm pikkuste idandite faasis tunduvalt madalamad kui kõikides teistes arenguastmetes. Et O_2 omastamine sellel arenguastmel oluliselt tõusis, viitab see eriti intensiivsele sünteesile mainitud kasvuperioodil, mida kinnitavad ka S. N. Bhardwaj (1962) uurimused nisuidandite kohta. Seega kulgevad neutraalses keskkonnas idanemist alustanud idanditel (var. 2 ja 4), mille O_2 omastamine on suurem kui happelises keskkonnas idanenutel (var. 1 ja 3), ka sünteesiprotsessid kõrgemal tasemel. Kas see tähendab, et neutraalses keskkonnas idanemist alustanud (var. 2 ja 4) idandid kasvavad kiiremini ja tärkavad varem?

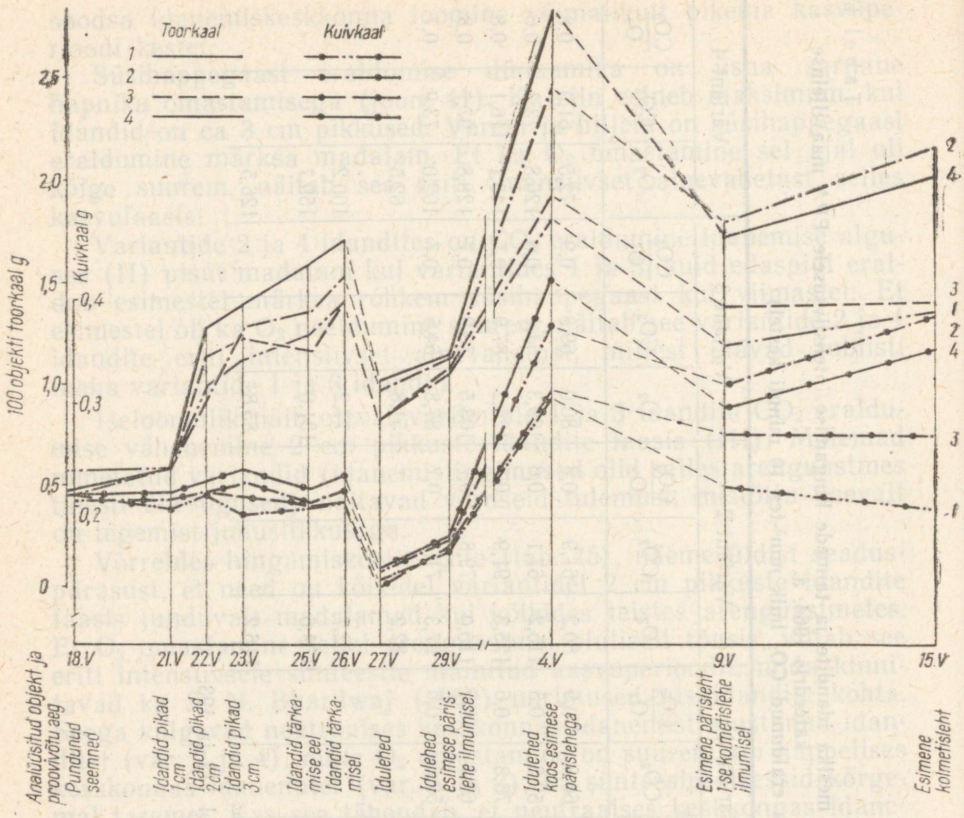
Kõikides senini korraldatud põldkatsetes ja ka katses, kust võeti proovid hingamise intensiivsuse määramiseks, sellist nähtust ei ilmnenud. Vastupidi, kontrollvariandi taimed tärkasid pisut varem kui teistes variantides. Et hingamisel variantide 2 ja 4 idandite suurem O_2-tarve viitab intensiivsemale sünteesile, kuid näilik kasvuintensiivsus, mida väljendab tärkamise kiirus, ei suurene, pidid variantide 2 ja 4 idandid kasutama sünteesiprodukte idanemisperioodil millekski muuks kui kiiremaks tärkamiseks. Küsimust aitab selgitada idandite kaalu kujunemise dünaamika ja idulehtede ning pärislehtede keskmised kaalud variantide järgi, samuti nende kuivainekaalude võrdlemine. Nagu nähtub joonisel 42 toodud andmetest, on variantide 2 ja 4 idandite toorkaalud juba idanemisperioodi kestel (23.—27. V) märksa suuremad kui variantides 1 ja 3. Idulehtede, eriti esimese pärislehe faasis see vahe suureneb esimeste kasuks veelgi. Ka kuivaines esinevad analoogilised erinevused. Variandi 2 ja 4 idandite kuivaine koguhulk on juba idanemis-

Tabel 45

Idanemiskeskkonna reaktsiooni mõju valge mesika idandite ja taimede hingamise intensiivsusele EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.
(tarvitatud O_2 ja eraldunud CO_2 hulk mm^3-tes 10 minuti kestel)

Proovivõtmise ajad	Variant 1			Variant 2			Variant 3			Variant 4		
	O_2	CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$	O_2	CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$	O_2	CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$	O_2	CO_2	$\frac{CO_2}{O_2}$
II Idandid 1 cm pikkused	76,8	66,8	0,9	80,2	61,9	0,8	80,0	69,8	0,9	72,5	61,0	0,8
III Idandid 2 cm pikkused	111,5	59,3	0,5	115,2	67,1	0,6	109,3	64,1	0,6	126,8	73,3	0,6
IV Idandid 3 cm pikkused	116,5	73,3	0,6	125,3	91,9	0,7	120,2	87,0	0,7	143,1	116,1	0,8
V Idandid enne tärkamist	100,1	60,0	0,6	110,0	79,8	0,7	103,5	73,9	0,7	128,8	97,7	0,8
VI Tärganud taimed	91,6	52,5	0,6	97,3	71,4	0,7	87,8	64,5	0,7	102,0	73,9	0,7
VII Idulehed	45,2			82,2			51,8			62,5		
VIII Idulehed esimese pärislehe ilmumisel	64,2			82,7			77,2			100,2		
IX Idulehed + esimene pärisleht	124,5			139,6			131,0			159,7		
X Esimene pärisleht kolmetislehe ilmumisel	89,7			116,2			85,8			126,5		

Märkus. Variantide kirjeldus leheküljel 173 ja 193.



Joonis 42. Idanemiskeskkonna mõju mesika idandite ja lehtede kasvuintensiivsusele (100 objekti kaal) väga tugevasti happelisel kamar-leetmullal (Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1964. a.).

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas põlevkivituha-mullakompostikiht seemnete all 0,1 ja peal 0,1 cm; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,5 ja peal 0,1 cm paksuselt.

perioodi lõpul mõnevõrra suurem kui variantides 1 ja 3. See näitab, et variantide 2 ja 4 idandid on olnud tüsedamad ning jõulisemad kui variantide 1 ja 3 idandid. Sellega ongi seletatav esimeste suurem O_2-tarve hingamisel. *Et juba idanemisperioodil suurema toorja kuivainekaalu saavutamine on hilisemaks jõulisemaks kasvuks väga oluline, näitavad variantide 2 ja 4 taimede lehtede kaalumise andmed.* Kuigi antud katses idulehtede kaaludes ei ole suuri erinevusi käsitletud variantide rühmade vahel, on juba *esimese päris-lehe faasis variandi 2 ja 4 taimede kasvuintensiivsus märgatavalt suurem kui variantides 1 ja 3.*

Idanemisaegne intensiivsem hingamisprotsess ei ole mõjustanud soodsamas idanemiskeskkonnas arenenud idandite tärkamise

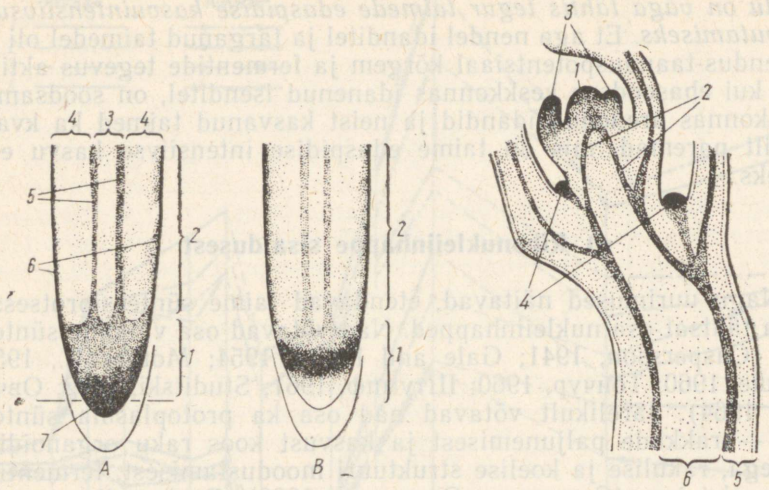
kiirust, vaid selle tulemusel kasvasid jõulisemad idandid ja taimed. Öeldu on väga tähtis tegur taimede edaspidise kasvuintensiivsuse saavutamiseks. Et aga nendel idanditel ja tärganud taimedel oli ka hapendus-taanduspotentsiaal kõrgem ja fermentide tegevus aktiivsem kui ebasoodsas keskkonnas idanenud isenditel, on soodsamas keskkonnas arenenud idandid ja neist kasvanud taimed ka kvaliteedilt paremad, mis on taime edaspidise intensiivse kasvu eelduseks.

e) Ribonukleiinhappe sisaldusest

Nagu uurimused näitavad, etendavad taime sünteesiprotsessis väga tähtsat osa nukleiinhapped. Nad võtavad osa valkude sünteesist (Caspersson, 1941; Gale and Folks, 1954; Mothes jt., 1958; Браше, 1960; Тончур, 1960; Штумпф, 1961; Studitski, 1962; Овчаров, 1964). Järelikult võtavad nad osa ka protoplasma sünteesist — rakkude paljunemisest ja kasvust koos raku organoidide tekkega, rakulise ja koelise struktuuri moodustamisest, fermentide sünteesist jne. (Сисакян и Одинцова, 1960). Peale selle on nukleiinhapete ainevahetusega seotud fosforileerimisprotsess (Giroud, 1938; Gifford, 1955; Seekevitz and Potter, 1955), vitamiinide teke (Soldo, 1955) ja morfo- ning histogeneesiprotsessid (Pohl, 1954). Samuti on nukleiinhapete struktuuri elemendid — nukleotiidid ja nukleosiidid — paljude fermentide prosteetilise rühma koosseisus ja võtavad osa rakusisesest keemilise energiasüsteemi korraldamisest ja energialiikumisest (Энгельгард, 1945; Браше, 1960). Nagu nähtub, on rakkude konstitutsiooniliste elementide ülesehitus, seega ka nende sünteesiprotsess, otseselt või kaudselt seotud nukleiinhapete ja nende ainevahetusega.

Nukleiinhapetest on desoksüribonukleiinhape (DNH) kui pärilikkuse informatsiooni kandja (Хочкис, 1957; Браше, 1960) väliskeskkonna tingimustest vähe mõjutatav (Brown, Roll, 1955; Браше, 1960). Seepärast kasvabki odraseemnest ikka oder ja kaeraseemnest kaer jne., vaatamata väliskeskkonna tingimustele. Seevastu on aga ribonukleiinhape (RNH) väliskeskkonna tingimuste suhtes tundlik (Stafford, 1951; Белозерский, 1959, 1960; Браше, 1960; Сисакян, Одинцова, 1960). Just viimasega on rakus otseselt seotud valkude süntees — seda väitsid esimestena (1941) rootslane T. Caspersson ja belglane Jean Brachet (Studitski, 1962) ja kinnitasid lõplikult E. F. Gale'i ja J. P. Folkes'i (1954) ning teiste (Mothes, 1958; Тончур, 1960; Штумпф, 1961) uuringud. Järelikult sõltub RNH ainevahetusest ka fermentide süsteemi tegevus ja fosforileerimisprotsess — raku energiasüsteemi funktsioneerimine.

Et nukleiinhapped etendavad suurt osa taimede kasvuprotsessis, näitab juba seegi, et nende kontsentratsioon on eriti kõrge kasvavates rakkudes.



Joonis 43. DNH (A) ja RNH (B) jaotus juure tipus (Конарев, 1959).
1 — embrüonaalne vööde; *2* — rakkude suurim kasvuvööde; *3* — korpus; *4* — tuunika; *5* — peritsükkel; *6* — tuunika; *7* — subepidermaalne kiht.

Joonis 44. Nukleiinhapete jagunemine herne varre tipus (Конарев, 1959).
1 — embrüonaalne vööde; *2* — prokambium; *3* — lehtede algmed; *4* — pungade algmed; *5* — esikoor; *6* — korpus.

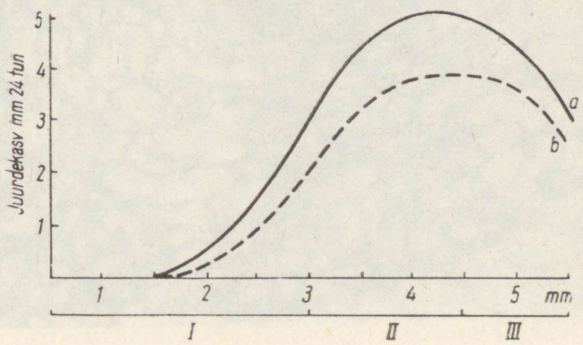
Juba käesoleva sajandi algul märkisid L. A. Ivanov (Иванов, 1905) ja V. K. Zalesski (Залесский, 1912), et nukleoproteiidid on koondatud peamiselt intensiivselt kasvavatesse taimeosadesse. Sedasama on märkinud hiljem ka mitmed autorid spetsiaalselt RNH kohta. Nii näitasid T. Caspersson ja J. Schultz 1939. aastal, et RNH-d leidub rikkalikult sibula juurte tippudes (Caspersson, 1941). V. G. Konarev (Конарев, 1955) määras kuupäevaste aedoaidandite juurtes RNH sisaldust üksikute kasvuvöötmete järgi ja leidis, et kõige kõrgem ribonukleiinhappe sisaldus on embrüonaalses vöötmes, mis asub juuretipu 3 mm pikkuses lõigus. Rakkude suurimas kasvuvöötmes, s. o. embrüonaalsest vöötmest kuni juurekarvakeste alguseni, on RNH sisaldus vaid 74% eelmisest. Juurekarvakestega vöötmes oli seda 55% ja juurekarvakestest kuni juurekaelani ainult 23%. Sama nähtus ilmneb ka taime varres. RNH sisaldus on kõige kõrgem varre embrüonaalkoes (Конарев, 1959).

RNH sisaldust suurima kasvuvöötme kudedes näitavad ülevaatlikult Konarevi poolt esitatud joonised (joon. 43, 44). Kuna embrüonaalses kasvuvöötmes on rakud väikesed ja asuvad tihedalt üksteise kõrval ning ilma vakuoolideta, ei anna esitatud joonised veel õiget ettekujutust RNH kontsentratsioonist raku kohta.

Konarev (Конарев, 1959) tegi kindlaks üheaegselt RNH määramisega kasvuvöötmes ka RNH sisalduse üksikutes rakkudes ja leidis, et näiteks aedoa juurerakud sisaldavad rakkude suurimas kasvuvöötmes RNH-d kuni 2 korda rohkem kui rakud embrüonaalses vöötmes. Ka rakkude kuivainesisaldus on selles kasvuvöötmes 2,5—3 korda suurem kui embrüonaalsetes rakkudes. Et raku ruumala on Konarevi järgi embrüonaalses koes 8—9, mõnede teiste autorite järgi koguni 20—30 korda (Броун и др., 1955) väiksem kui rakkudel nende suurimas kasvuvöötmes, siis loomulikult on RNH kontsentratsioon pinnaühiku kohta esimesel juhul suurem, mida näeme ka joonistel 43 ja 44. Samasuguseid tulemusi on saanud ka paljud teised autorid (Holms jt., 1955). Idujuurte rakud suurimas kasvuvöötmes vakuoolide tekkimise tagajärjel üksnes ei suurene ruumalalt, vaid nendes on ka kuivaine hulk iga raku kohta suurem kui sama juure embrüonaalsetes rakkudes. See näitab nendes rakkudes toimuvat intensiivset sünteesiprotsessi, mis on väga heas korrelatsioonis RNH hulgaga. Järelikult toimub embrüonaalsetes ja eriti kasvavates rakkudes intensiivne RNH ja seoses sellega ka valkude ning kõikide teiste rakuosiste, kaasa arvatud ja fermentide (Конарев, 1959) süntees. Rakkude vananedes väheneb nendes nukleiinhapete absoluutne hulk, sealhulgas ka RNH (Конарев, 1959). RNH võtab osa mitte üksnes fermentide sünteesist, vaid ta on sageli ka ise fermentide koostisosaks (Конарев, 1959).

Et RNH-d esineb suurel määral just seal, kus toimub rakkude paljunemine ja nende väljakasvamine, on RNH-l nähtavasti väga tähtis funktsioon mainitud protsessides. Seda on tõendanud ka paljud autorid (Brachet, 1942; Левинсон, Канарская, 1947; Stich, 1954; Mazin, 1955; Monselise jt., 1962; Сатарова, Творус, 1965).

Näiteks B. P. Kaufmann ja N. K. Das (1954, 1955) asetasid

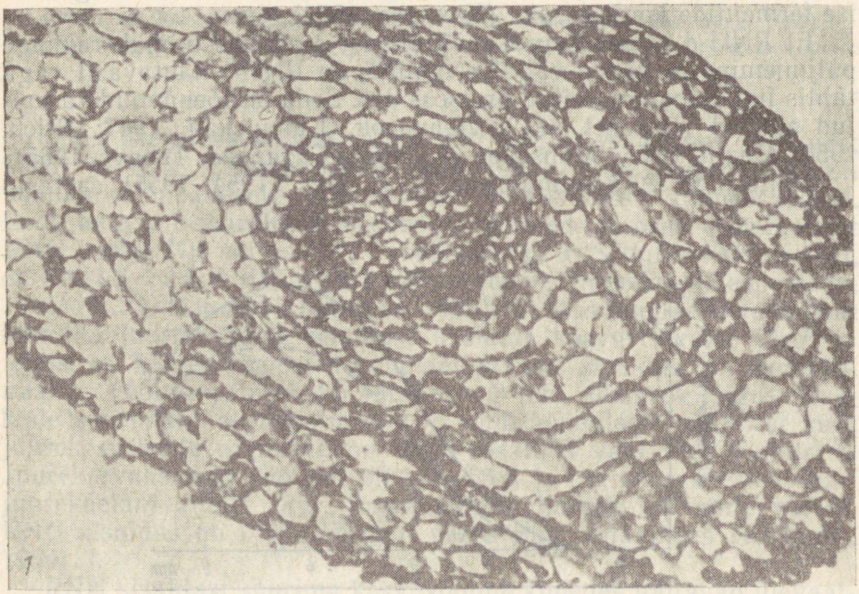


Joonis 45. Hüpokotüüli pikutikasvu intensiivsus (Конарев, 1959).
a — päevalill; *b* — aeduba. Kasvuvöötmed hüpokotüüli alusest arvates: I — alumine, II — keskmine, III — ülemine.

mõnede taimede kasvavad juured ribonukleaasi lahusesse, mille tagajärjel ilmnesid ebanormaalsused rakkude mitoosis. Tähendab, RNH olemasolu on normaalseks rakkude paljunemiseks tingimata tarvilik.

M. M. Yeoman (1962) uuris aedoa juurte kasvu sõltuvust RNH-st. Ta lõikas 2—2,5 cm pikkuste idujuurtega idanditel 10 mm pikkused juuretipud ja asetas need toitelahusesse, kusjuures ühel juhul lisati toitelahusele ka ribonukleaasi. Tulemused olid väga huvitavad. Ribonukleaasi puudumisel kasvasid idujuurte lõigud 6 päeva kestel 50 mm pikkusteks; kui toitelahus sisaldas 1 μg/molekuli ribonukleaasi, oli sama perioodi kestel juurte pikkus 32 mm, 5 μg/molekuli ribonukleaasi korral vaid 20 mm ja 100 μg/molekuli ribonukleaasi korral jäi kasv seisma juba katse teisel päeval ning juurelõikude pikkus ulatus ainult 13 mm-ni.

Seemne idanemisel siirdub RNH varuorganitest kasvavatesse (Oota jt., 1953, 1954; Cherry and Hageman, 1961), kuid nagu näitavad A. Smirnovi (Смирнов, 1956). A. Marcuse ja J. Feeley (1962) ning teiste (West, 1962) uurimused, on idujuured ja isegi nende üksikud osad samuti võimelised sünteesima nukleiinhappeid. Näiteks suurenes A. Marcuse jt. katsetes nelja päeva vanuste



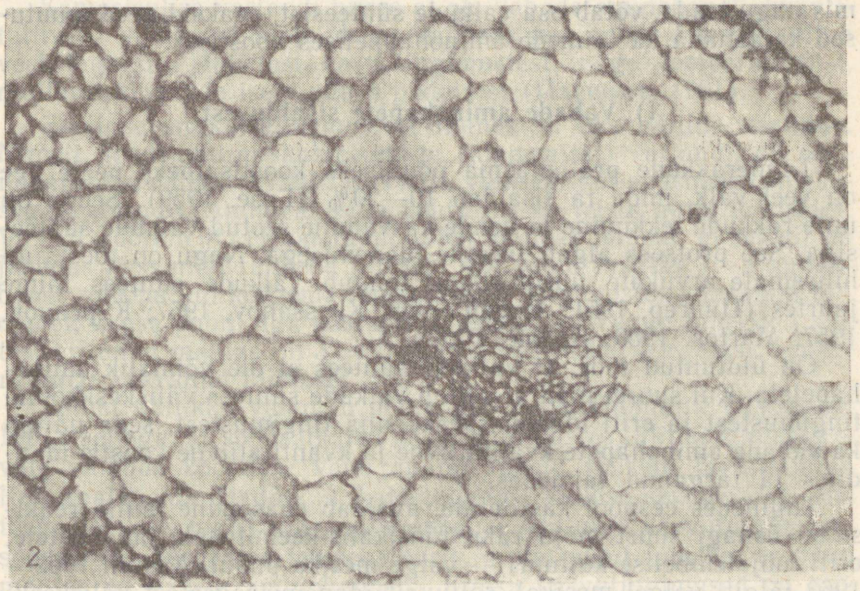
Joonis 46. RNH sisaldus mesika idandi rakkude diferentseerumise vöötmes (idandid 1,5—2 cm pikkused).

Muld väga tugevasti happeline, kuid külvireas seemnete all 1 mm sügavuses asus 2 mm tüsedune neutraalne põlevkivituha-mullakompostikiht.

hiinapähkli idujuurte 2 mm pikkuste lõikude poolt omastatud P^{32} impulsside hulk 240 minutilise katseperioodi kestel 96-lt 85 000-ni ja RNH nukleotiididesse seotud P^{32} impulsside hulk 3-lt 17 800-ni ühe minuti kohta. Samasugune nähtus ilmneb ka DNH juures. Sellest nähtub, et *idanemisel ei kasutata üksnes varuorganites olevat nukleiinhapete varu, vaid idujuurtes toimub ka selle väga intensiivne süntees.*

Nagu eespool kogesime, on RNH sisaldus rakus kõige suurem rakkude suurimas kasvuvöötmes. Nagu näitavad Konarevi (Конарев, 1959) uurimused, on nendes vöötmetes ka kõige intensiivsem kasv (joon. 45). Kasvu intensiivsus sõltub aga M. M. Yeomani (1962), L. W. Woodstocki ja F. Skoogi (1962) uurimustel suurel määral ka RNH kontsentratsioonist. N. A. Satarova ja E. K. Tvorus (Сатарова, Творус, 1965) märgivad, et RNH sisalduse ja valgu sünteesi intensiivsuse vahel valitseb positiivne korrelatsioon.

Kuna RNH on üsna labiilne ühend (Браше, 1960), eriti selle need teisendid, mis on seotud aminohapete ülekandega ribosoomidesse ja valgu sünteesi kõige olulisemate ülesannetega (Николаев, 1964), allub ta ka keskkonna muutustele. Et väliskeskkonna muutused (pH) mõjustavad ka rakusisest pH suurust, kerkis küsimus,



Joonis 47. RNH sisaldus mesika idandi rakkude diferentseerumise vöötmes (idandid 1,5—2 cm pikkused).
Analoogiline eelmisega, kuid neutraalne kompostikiht asus seemnete all 3 cm sügavuses.

kas ja kui suurel määral on RNH sisaldus sõltuv väliskeskkonna pH-st.

Katsematerjaliks kasutati pH suhtes väliskeskkonna tingimustele võrdlemisi hästi reageerivaid mesikaidandeid, mille idujuurtest ja rakkude diferentseerumise tsoonist (15 mm juuretipust) tehti vastavad preparaadid.

RNH määramisel kasutati J. Brachet (Spanhof, 1964) värvimismeetodit. RNH hulga üle otsustati visuaalselt, värvi intensiivsuse järgi. Mesikaidandid pärinesid samadest katsevariantidest 1, 2, 3 ja 4, mida käsitlesime eespool (lk. 173). RNH määrati siis, kui mesikaidandid olid 2—3 cm pikkused.

Katsetulemused on näha joonistel 46 ja 47. Nagu selgub, on RNH sisaldus happelises mullas idanenud idandite idujuurte rakkudes silmanähtavalt väiksem kui nende idandite rakkudes, kus idanemise alguses idujuurekene saavutas kontakti neutraalse mullakompostiga.

Saadud tulemused on kooskõlas näiteks R. G. Saakjani ja G. P. Petrosjani (Саакян, Петросян, 1964) andmetega, kes leidsid, et soolakmullas idanenud viinamarjataimed sisaldasid kogu vegetatsiooniperioodil taime lehtedes vähem RNH-d kui need taimed, mille idanemine toimus normaalsetes tingimustes.

Kui väliskeskkonna tingimused mõjustavad RNH sisaldust, mis nagu teada, võtab osa valkude sünteesist, peaksid need muutused kajastuma ka taimede aminohappelises koostises.

f) Vabade aminohapete sisaldusest

Taimerakkude protoplasma põhiliseks koostisaineks peale vee on veel valk, mida ta sisaldab 10—20% (Гизе, 1959). Seega on uute rakkude tekkimine ja nende kasvamine seotud valkude sünteesiga. See protsess algab seemne idanemisega. Nagu on tõestatud hilisemate arvukate uurimistega, toimub valkude süntees taime juurtes (Цингер, 1951; Jensen, 1955; Kurssanov, 1957; Курсанов, 1957, Martos, 1959; Браше, 1960).

On üldtuntud tõde, et valkude süntees ei ole võimalik aminohapeteta. Kui suurel määral sõltub valkude süntees väliskeskkonna tingimustest ja eriti idanemiskeskkonna tingimustest, seda näitab ka vabade aminohapete kvalitatiivne ja kvantitatiivne koostis idandites ja tärganud taimedes.

Tuginedes eespool käsitletule, avaldab ebasoodne mulla reaktsioon üsnagi suurt mõju raku füüsikalis-keemilistele omadustele, eriti lubjalembelise kultuuri — valge mesika puhul. Aastail 1962—1963 jälgiti valgel mesikal, sõltuvalt idanemisaegsetest väliskeskkonna tingimustest, ka vabade aminohapete koostist.

1962. aastal rajatud katse oli orienteeriva iseloomuga.

Katsematerjalina kasutati mesika idandeid ja tärganud taimi või nende lehti. Katsematerjal analüüsiti toormaterjalina. Amino-

happed määrati paberkromatograafiliselt EPA maaviljeluse kateedris, kasutades W. Matthiase (1954) nn. kiilribade meetodit.

Lähestikku asuvate aminohapete eraldamiseks rakendati veel teisi võtteid, mida üksikasjalikumalt on käsitletud varemavaldatud töödes (Haller, Piirsalu, 1963). Aminohapete kvantitatiivse sisalduse üle erinevates variantides otsustati visuaalselt ribade värvuse intensiivsuse järgi, hinnates 5-pallilises süsteemis. Seega on esile toodud ainult suuremad muutused, mis olid silmaga eristatavad. Uurimistulemustest selgus, et idanenud seemnete vabade aminohapete hulk on üldiselt märksa suurem kui idanemata seemnetes, mis on ka loomulik, sest idanemisega kaasneb ju proteolüütiliste fermentide tegevus ja seega valkude lõhustumine aminohapeteks. Võrreldes idanemata seemnetega oli idandites eriti tublisti tõusnud seriini-, asparagiinhappe ja metioniinisisaldus. Histidiini + lüsiini + arginiini hulk summaarselt ei ole peaaegu muutunud, kuigi ilmnevad muutused üksikute variantide vahel. Huvitav on aga see, et glütsiin kaob kõikides variantides idanemisel ja ilmub uuesti alles idulehtedes.

Nendeks aminohapeteks, mille kvantitatiivne hulk silmanähtavalt sõltub idanemiskeskkonna tingmustest, oli asparagiinhape, asparagiin, seriin, metioniin, histidiin + lüsiin + arginiin ja tsüstiin + tsüsteiin ning α-alaniin.

Samasisulise variandi piires ei ole vabade aminohapete kvantitatiivsed muutused alati ühesuunalised, sest nende koostis sõltub veel teistestki üldistest kasvutingimustest, nagu temperatuurist, mullaniiskusest ja isegi päeva pikkusest (Плешков, 1961).

Esialgsetest katsetulemustest ilmnes ka üks näiline vastuolu. Nimelt, soodsama niiskusrežiimiga (idanemisel) variandil oli aminohapete sisaldus (kvantitatiivselt) väiksem kui ebasoodsa niiskusega variandil. Andmeid selle kohta on ka teiste autorite töödes. V. P. Dadõtkin jt. (Дадыткин, 1955) näiteks leidsid, et maisil on jahedas kasvanud taimede juurtest eraldatud mahlas 1—2 aminohapet rohkem kui kõrgema temperatuuri tingimustes kasvanud taimedel; kapsa puhul aga vastupidi: jahedas kasvanud taimede juurtest eritunud mahlas oli 3 aminohapet vähem kui kõrgemas temperatuuris kasvanud taimedel.

Sellist näilikku vastuolu põhjendab J. M. Dubinina (Дубинин, 1961) sellega, et soodsamates kasvutingimustes lülitub sünteesitavate valkude koostisse vabu aminohappeid rohkem ja kiiremini. Kui analüüsida Dadõtkini katsetulemusi sellest seisukohast, siis tõepoolest on maisi kui soojalembelise kultuuri kasvutingimused soodsamad kõrgemas temperatuuris, mille puhul juurtest eritatud mahlas on vähem aminohappeid. Kapsa kasvutingimused on aga soodsamad suhteliselt madalamas temperatuuris.

1963. aastal rajati katse taimmaterjali saamiseks aminohappelise koostise uurimiseks väga tugevasti happelisele (pH — 4,4) mullale.

1963. aastal arvutati uurimistulemused 1000 tera keskmise kuivaine kaalu kohta protsentides. Aminohapped määrati toormaterjalis.

Aminohapete kvantitatiivseks määramiseks densitometreeriti kromatogrammid automaatselt registreerival densitomeetril. Uuritavate kromatogrammide laikude densitometreerimisel saadud kõverate pindalad mõõdeti planimeetri abil. Samades tingimustes saadi standardaminohapete erinevate kontsentratsioonidega lahuste kromatografeerimisest andmed kalibreerimiskõverate ehitamiseks üksikutele aminohapetele. Kalibreerimiskõveratelt leiti paberile kantud proovis aminohapete sisaldus µg-des.

Uurimismaterjali saamiseks rajati põldkatse järgmiste variantidega:

1 — kontroll, seeme külvati happelisse mulda;
2 — seemnerea alla ca 1 mm sügavusse asetati 2 mm paksune neutraalne mullakompostikiht;
3 — seemnerea alla 3 cm sügavusse asetati 2 mm paksune samasugune mullakompost;
4 — seemnerea alla ca 1 mm sügavusse asetati 3 cm paksune samasugune mullakompostikiht.

Vabade aminohapete määramine mesika idandites ja tärganud taimedes toimus joonisel 48 märgitud arenguastmetes.

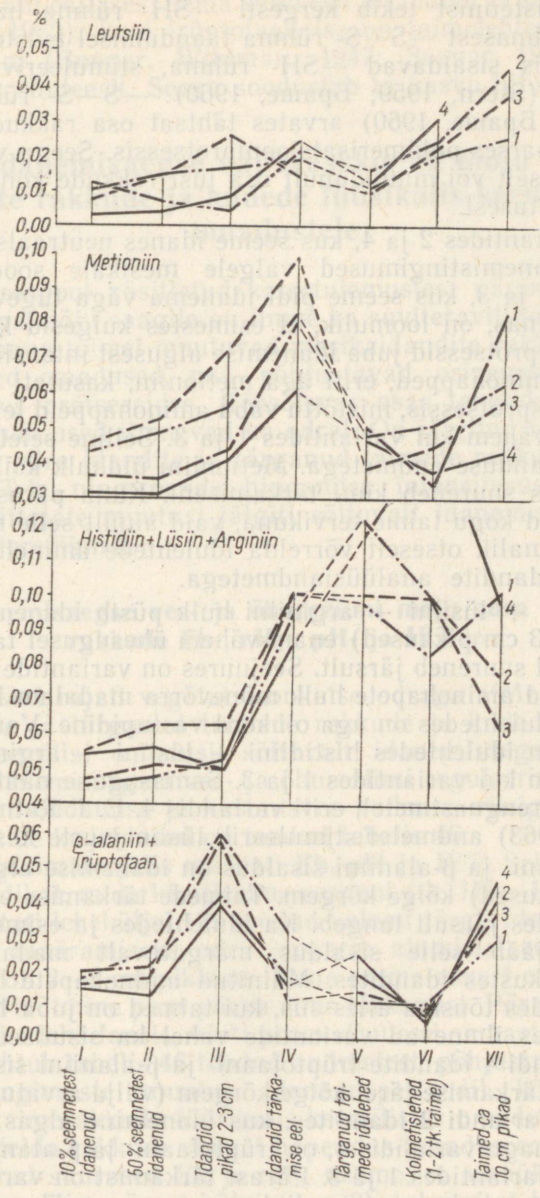
Katsetulemused on esitatud ainult nende aminohapete kohta, kus esinevad variantidevahelised erinevused.

Leutsiinisisalduses näib olevat üsna reeglipärane erinevus variantide järgi. Neutraalses keskkonnas arenenud (var. 2 ja 4) idandites on leutsiinisisaldus idanemise algul (pundumisest kuni idandid 2—3 cm pikkused) tunduvalt madalam kui happelises keskkonnas (var. 1 ja 3) idanemisel. Alates tärkamiseelsest faasist on tulemused vastupidised (joon. 48).

Metioniinisisalduses on teatud määral analoogia. Kuni idandite tärkamiseelse faasini kulgevad variantide 2 ja eriti 4 metioniinisisalduse graafikud märksa madalamal tasemel kui variantidel 1 ja 3. Alates tärkamisfaasist kaob reeglipärasus variantide järgi.

Mitmete autorite (Byerrum jt., 1952, 1954; Ordin jt., 1957; Sato jt., 1957, 1958) uurimused näitavad, et metioniinitarve suureneb rakus eriti rakuseinte kasvamisega, seega rakkude väljakasvamise ja nende diferentseerumise võõtmes. Kuna idujuurtel algab rakkude suurim kasvuvööde mõne millimeetri kauguselt juuretipust, millele omakorda järgneb rakkude diferentseerumise vööde, algab ka rakuseinte intensiivne kasv juba alates idanemise algfaasist.

Metioniin aga võib mitmete biokeemiliste muundumiste järel anda tsüsteiini ja tsüstiini (Майстер, 1961). Viimati mainitud ühenditest sisaldab esimene aktiivset —SH- ja teine —S—S- rühma,



Joonis 48. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju mesika vabade aminohapete sisaldusele (EPA maaviljeluse kateedris 1963. a.).

1 — kontroll (lupjamata); *2* — külvireas seemnete all 0,1 cm sügavuses 0,2 cm paksune põlevkivituha-mullakompostikiht; *3* — sama kompostikiht (0,2 cm) seemnete all 3 cm sügavuses; *4* — sama kompostikiht seemnete all 0,1 cm sügavuses 3 cm paksuselt.

kusjuures tsüsteiinist tekib kergesti —SH- rühma hapendumisel tsüstiin ja viimasest —S—S- rühma taandumisel tsüsteiin.

Ained, mis sisaldavad —SH- rühma, stimuleerivad rakkude paljunemist (Stern, 1959; Браше, 1960). —S—S- rühm etendab J. Brachet (Браше, 1960) arvates tähtsat osa rakkude mitoosis, valkude lineaarses polümerisatsiooniprotsessis. Seega võtab metioniin kas otseselt või muundunult osa just rakkude konstitutsioonilisest ülesehitusest.

Kuna variantides 2 ja 4, kus seeme idanes neutraalses keskkonnas, olid idanemistingimused valgele mesikale soodsamad kui variantides 1 ja 3, kus seeme pidi idanema väga tugevasti happelises keskkonnas, on loomulik, et esimestes kulgesid ka biokeemilised sünteesiprotsessid juba idanemise algusest intensiivsemalt kui viimastes. Aminohapped, eriti aga metioniin, kasutati täielikumalt ära ülesehitusprotsessis, mistõttu vabu aminohappeid leidub variantides 2 ja 4 vähem kui variantides 1 ja 3. Selline seletus on kooskõlas ka kirjanduse andmetega. Metioniini üldhulk kõikide variantide idandites suureneb kuni tärkamiseni. Kuna pärast tärkamist ei analüüsitud kogu taime tervikuna, vaid ainult selle maapealseid osi, pole võimalik otseselt võrrelda idulehtede aminohapete sisaldust kõigi idandite analüüsiandmetega.

Histidiini + lüsiini + arginiini hulk püsib idanemise alguses (idandid 2—3 cm pikkused) enam-vähem ühesugusel tasemel, kuid tärkamise eel suureneb järsult. Seejuures on variantide 2 ja 4 idanditel mainitud aminohapete hulk mõnevõrra madalam kui variantides 1 ja 3. Idulehtedes on aga olukord vastupidine. Variantide 2 ja 4 taimedel on idulehtedes histidiini + lüsiini + arginiini märgatavalt rohkem kui variantides 1 ja 3. Samasugune nähtus püsib ka hilisematel arenguastmetel, eriti variandis 4. E. I. Ratneri jt. (Ратнер и др., 1963) andmetel stimuleerib lüsiin juurte kasvu.

Trüptofaani- ja β-alaniini sisaldus on idanemise algul (idandid 2—3 cm pikkused) kõige kõrgem. Taimede tärkamise eel see kõikides variantides järsult langeb. Ka idulehtedes ja esimestes kolmetislehtedes jääb selle sisaldus märgatavalt madalamaks kui 2—3 cm pikkustes idandites. Mainitud aminohapete hulk hakkab mesika lehtedes tõusma alles siis, kui taimed on juba 10 cm pikkused. Seejuures ilmnevad variantide vahel ka sisulised vastuolud. Nii on variandi 4 idandite trüptofaani- ja β-alaniini sisaldus kõige madalam ja tärkamise järel kõige kõrgem (välja arvatud VI proovivõtu aeg). Variandi 2 idandites, kus idanemine algas neutraalses keskkonnas nagu variandis 4, on trüptofaani- ja β-alaniini sisaldus kõrgem kui variantides 1 ja 3. Pärast tärkamist on variandi 2 mainitud aminohapete kurv variandi 4 omaga enam-vähem ühesugusel tasemel.

Kuna mõned autorid (Цингер, 1958; Благовещенский, 1960) peavad trüptofaani ja alaniini idanemisprotsessi inhibiitoriteks, on saadud tulemused põhjendatud.

Trüptofaani eellaseks tema sünteesil on indool ja seriin (Прусакова, 1960, 1962), kuid trüptofaan ise on taimelehtedes eellaseks heteroauksiini (Bonner, Wildman, 1947; Зединг, 1955; Потапов и др., 1959) sünteesil. Seega soodustab ta kasvu hilisemas faasis.

2. Idanemisaegse väliskeskkonna mõju odra idandite rakkude ja kudede füüsikalis-keemilistele omadustele

Kõigist eespool käsitletud katsetulemustest nägime, et idanemiskeskkonna mõju saagile on ilmne ka suviteraviljade puhul. Idanemiskeskkonna toimel muutuvad mesikaidandite rakkude füüsikalis-keemilised omadused, mis põhjustavad erinevusi ka nende biokeemilistes protsessides. Käesolevas osas tahetakse selgitada, kas samad nähtused ilmnevad ka odral. On jälgitud idanemiskeskkonna mõju odra idandite ja tärganud taimede rakkude pH-, Eh-, rH_2- ja IET-le ning nende hingamise intensiivsusele. Kõikide mainitud näitajate muutusi jälgiti sõltuvalt idanemisaegsest veeõhu- ja toiterežiimist.

a) Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra iduvarre rakkude Eh-, rH_2-, pH- ja IET-le

1964. aastal rajati vegetatsioonkatse odraga ('Maja'), et määrata idandite ja tärganud taimede rakkude ja kudede mõningaid füüsikalis-keemilisi omadusi, sõltuvalt idanemisaegsest vee-õhurežiimist. Idanemisaegset vee- ja õhurežiimi reguleeriti mulla niiskusastme suurendamise ja kastmisvee andmise viisiga. Vastavate katsevariantide kirjeldused on toodud tabelis 46.

Elusas taimmaterjalis määrati Eh, pH ja IET. Selleks kasutati sama metoodikat, mida käsitlesime eespool (lk. 173—174, 179), rH_2 suurus arvutati leheküljel 179 toodud valemi järgi. Idanemisperioodil kasutati määramiseks odra iduvarre alumist, seemnelähedast osa, kui see oli 2—3 cm pikkune. Kuna seeme asus 4 cm sügavuses, toimus proovivõtmine paar päeva enne tärkamist. Pärast tärkamist, poolteise-kahe lehe faasis, võeti proovid uuesti samast kohast.

Nagu nähtub tabelis 46 toodud andmetest, põhjustab lühiajaline keskkonnatingimuste muutus idanemisperioodil küllaltki suuri muudatusi taimerakkude füüsikalis-keemilistes omadustes.

Kui vaadelda rakkude võimet hapendus-taandusreaktsioonideks, mida näitavad suurused Eh ja rH_2, näeme, et ainuüksi 3-päevane puudulik õhurežiim pärast külvi (var. 2) (olgugi et hiljem toimus idanemine normaalse vee- ja õhurežiimi tingimustes) kutsus esile Eh ja rH_2 märgatava languse isegi tärkamiseelsel perioodil. Huvitav on nähtus, et normaalse mullaniiskuse (60—55% maksimaalsest veemahutavusest) tingimustes, kui niiskuse reguleerimiseks kasu-

Tabel 46

Idanemisaegse vee- ja õhurežiimi mõju odra idandite iduvarre ja tärganud taimede maa-aluse varrelüli rakkude Eh-, rH_2 ja IET-le EPA maaviljeluse kateedris 1964. a.

Variantide kirjeldus	Iduvarre alumises osas enne tärkamist					Samas kohas pärast tärkamist		
	Eh	rH_2	pH	IET	pH ja IET vahe	Eh	rH_2	pH
1 Kontroll, mullaniiskus 60—55% (maksimaalsest veemahutavusest), kastmine vegetatsiooninõu põhja kaudu	379±2	25,1±0,1	6,03±0,01	3,4	2,63	361±6	24,4±0,1	5,98±0,03
2 Mullaniiskus pärast külvi 3 ööpäeva kestel 80—75%, kastmine pinnalt; hiljem kastmine vegetatsiooninõu põhja kaudu ja niiskus 60—55%	368±2	24,5±0,1	5,88±0,02	3,6	2,28	379±3	25,1±0,1	6,00±0,03
3 Mullaniiskus pärast külvi 3 ööpäeva kestel 60—55%, kastmine vegetatsiooninõu põhja kaudu, seejärel kastmine pinnalt, niiskus kuni tärkamiseni 80—75%, hiljem 60—55%	341±1	23,4±0,1	5,83±0,02	3,6	2,23	378±2	25,0±0,1	5,98±0,03
4 Mullaniiskus kogu aeg 60—55%, kastmine tärkamiseni pinnalt, hiljem vegetatsiooninõu põhja kaudu	355±1	24,0±0,1	5,88±0,02	3,6	2,27	382±3	25,2±0,1	6,08±0,01

tatud vesi anti mullapinna kaudu (var. 4) (mitte aga vegetatsiooninõu põhja kaudu, nagu kontrollvariandis), põhjustas see tärkamiseelsel perioodil Eh ja rH_2 languse. See näitab, et oder on idanemisperioodil väga tundlik õhurežiimi halvenemise suhtes. Eelöeldu on kooskõlas ka teraviljade saakide kujunemisega seoses idanemisperioodil esinevate sademete hulgaga, millele juhtisime tähelepanu III peatükis.

Väga huvitav on see, et ka rakkude pH sõltub idanemisaegsest vee-õhurežiimist. Ajutise õhurežiimi halvenemisega kaasneb odra iduvarre rakkude pH vähenemine kuni 0,2 ühiku võrra.

Isoelektrilise punkti muutused on analoogilised eelmiste näitajatega. Kontrollvariandi idanditel on ta 0,2 pH ühiku võrra madalam kui teistel. Et rakkude pH oli kontrollvariandi idanditel kõrgem kui teistel, kujunes ka pH ja IET vahe kontrollvariandi idanditel märksa suuremaks kui teiste variantide idanditel. Suurem pH ja IET vahe aga iseloomustab taimede suuremat elujõudu ja kasvuenergiat.

Tärkamisjärgsel kasvuperioodil on Eh, rH_2 ja pH suurused kontrollvariandi taimedel samades kudedes väiksemad kui teiste variantide taimedel. Statistiliselt on siin erinevused 95%-lise tõenäolisuse tasemel ainult Eh suurustes, mitte aga rH_2 ja pH puhul, sest pH üksikmääramistes ei olnud sellist stabiilsust nagu idanemisfaasis.

Saadud tulemused on kooskõlas kirjanduse andmetega. Nii märgib G. M. Grineva (Гринева, 1963), et taimedes, mis kannatavad hapnikupuuduse all, rikutakse biokeemiliste protsesside suunda, see aga soodustab taimes toksiliste ainevahetusproduktide kogunemist ja eritumist. Kahtlemata kajastuvad need muutused raku füüsikalis-keemilistes omadustes.

b) Idanemisaegse toiterežiimi mõju odra iduvarre rakkude Eh-, rH_2- ja pH-le

1965. aastal kasutati taimi Eh ja pH määramiseks vegetatsioonkatsetest, kus uuriti idanemisaegse toiterežiimi mõju odra saagile. Ka siin kasutati sama metoodikat nagu kõikides eelmistes katsetes Eh ja pH määramiseks.

Määramise objektiks oli odra iduvarre seemnelähedane osa, kust võeti vastavad lõigud Eh ja pH määramiseks tärkamise eel ja pärast odra tärkamist poolteise-kahe lehe faasis. Katsevariantide kirjeldus on toodud tabelis 47.

Nagu esitatud andmetest nähtub, avaldab ka idanemisaegne toiterežiim suurt mõju odra iduvarre rakkude füüsikalis-keemilistele omadustele. Kui vaadelda idandite iduvarre rakkude Eh ja rH_2 suurusi, siis näeme, et need on kvartsliivas idanevatel isenditel (var. 1) kõige madalamad. Kui aga kvartsliivale lisati Prjanišnikovi toitelahust (var. 3), tõusid tunduvalt Eh ja rH_2 suurused. Isegi

Tabel 47

Idanemisaegse toiterežiimi mõju odra idandite iduvarre ja tärganud taimede maa-aluse varrelüli rakkude Eh-, rH_2- ja pH-le EPA maaviljeluse kateedris 1965. a.

Variantide kirjeldus	Iduvarre alumises osas					
	enne tärkamist			pärast tärkamist		
	Eh	rH_2	pH	Eh	rH_2	pH
1 Idanemine kvartsliivas, tärkamisel ümberistutatud nõrgalt leetunud kamar-leetmulda	383±1	25,0±0,1	5,87±0,03	450±2	27,5±0,1	5,98±0,02
2 Idanemine nõrgalt leetunud kamar-leetmullas, tärkamisel ümberistutatud samasugusesse mulda	403±3	25,8±0,3	5,96±0,02	461±2	28,0±0,1	6,08±0,02
3 Idanemine kvartsliivas, mida katse rajamisel niisutati Prjanišnikovi toitelahusega, tärkamisel ümberistutatud nõrgalt leetunud kamar-leetmulda	430±4	27,0±0,1	6,07±0,02	471±3	28,5±0,1	6,13±0,01
4 Analoogiline variandiga 2, kuid idanemiskeskkonna muld niisutati katse rajamisel Prjanišnikovi toitelahusega	426±2	26,9±0,2	6,09±0,02	500±3	29,6±0,1	6,18±0,01

Märkus. Variandid 1 ja 2 said tärkamisel niisama palju Prjanišnikovi toitelahust, nagu seda said variandid 3 ja 4 katse rajamisel. Ümberistutamise agrotehnika lk. 139.

küllaltki hästi väetatud katsepõllumullale lisatud Prjanišnikovi toitelahus (var. 4) tõstis idanemise ajal tublisti odra iduvarre rakkude Eh ja rH_2 suurusi. Samasugune olukord ilmnes ka samade kudede pH-väärtustes. Idanemiskeskkonna toiterežiimi paranemisega tõuseb pidevalt ka nende pH.

Jälgides tärganud taimedes Eh, rH_2 ja pH muutusi variantide vahel, näeme, et ilmneb sama seaduspärasus, olgugi et taimed kasvavad ühesugusel toiterežiimil. Kvartsliivas idanenud taimedel on kõik mainitud näitajad kõige madalamad.

Huvitav on see, et Prjanišnikovi toitelahusega immutatud kvartsliivas idanenud odrataimedel (var. 3) on Eh, rH_2 ja pH näitajad suuremad kui katsepõllu mullas ilma toitelahuseta idanenud (var. 2) taimedel. Katsepõllu muld, mida idanemisfaasis immutati toitelahusega, andis kõige kõrgemate Eh, rH_2 ja pH näitajatega taimed. Samasugused variantidevahelised erinevused jäävad püsima ka pärast tärkamist, olgugi et tärkamise eel (ümberistutamisel) said Prjanišnikovi toitelahust ka variantide 1 ja 3 taimed. Kõik see näitab idanemisaegse toiterežiimi suurt tähtsust taimede kõrge kasvuenergia kujunemisel.

KOKKUVÕTE

1. Idanemiskeskkonna tingimused mõjustavad taimerakkude füüsikalis-keemilisi omadusi ja biokeemiliste protsesside aktiivsust. Seejuures ei ilmne need nähtused üksnes seemne idanemisperioodil, mil vastavad keskkonnatingimused avaldasid otsest mõju, vaid ka taimede tärkamisjärgsel kasvuperioodil, mil kasvutingimused ühtlustusid.

2. Valge mesika seemne idanemisega kaasneb rakkude pH langemine, mis kestab kuni idujuurte ilmumiseni (1—$1^1/_2$ cm pikkused). Siitpeale, sõltuvalt idanemiskeskkonna tingimustest, jääb idujuurte rakkude pH kas püsima samale tasemele või tõuseb.

3. Valge mesika idujuurte rakkude pH on happelises mullas idanemisel tunduvalt (kuni 0,43 pH ühiku võrra) madalam ja nende IET suurema pH-astme juures, võrreldes idanditega, mis arenesid samuti happelises mullas, kuid mille idujuur saavutas kontakti seemne alla asetatud neutraalse mullakompostiga juba idanemise algperioodil. Sellest tingitult on raku pH ja IET vahe esimesel juhul märgatavalt väiksem kui viimasel.

Kui idujuur saavutas kontakti mullakompostiga alles tärkamisel, suurenes tärganud taimede iduvartes rakkude pH ja (määratuna samast kohast, kus tärkamise eel) langes isoelektrilise täpi asukoht (pH suhtes), jäädes siiski maha nende taimede näitajatest, mille idujuured saavutasid idanemise algul kontakti neutraalse mullakompostiga.

4. Valge mesika idandite rakkude hapendus-taanduspotentsiaal (Eh) ja indeks rH_2 suurenesid idanemisperioodil järsult. Kuna

seemne idanemisel happelises mullas olid idandite rakkude Eh ja rH_2 juba idanemise algperioodil märksa madalamad kui nendel, mille idujuur saavutas idanemise algul kontakti seemneritta asetatud neutraalse kompostiga, jäid need suurused ka tärkamise eel esimesel juhul tunduvalt madalamateks kui teisel juhul.

Tärganud taimede iduvarte rakkude Eh ja rH_2 jäid happelises mullas idanenud ja kasvanud taimedel kas samale tasemele või langesid pisut, kuna taimedel, mille idujuur juba idanemise algul saavutas kontakti neutraalse mullakompostiga, olid need kindlalt tõusva tendentsiga ning märksa kõrgemad.

Taimedel, mille idujuur idanemisperioodi lõpul (tärkamisel) saavutas kontakti samasuguse neutraalse mullakompostiga, tõusid tärkamisel Eh ja rH_2, kuid jäid siiski maha nende taimede näitajatest, mille idujuured saavutasid kontakti sama mullakompostiga idanemise algul.

5. Idanemiskeskkonna mõju kajastub valge mesika fermentide aktiivsuses.

a) Katalaasi aktiivsuse dünaamika oli idanemisperioodil vaheldav, kuid tal olid siiski ka mõned üldiseloomulikud jooned. Mainitud fermendi aktiivsus oli pundunud seemnetes ja idanemise alguses kõikide variantide idanditel kõige kõrgem. Hiljem langes see järsult ja jäi enam-vähem samale tasemele kogu idanemisperioodil. Tärkamisjärgsel kasvuperioodil katalaasi aktiivsus taimelehtedes pidevalt suurenes.

Vaadeldes katalaasi aktiivsust kogu idanemisperioodil ja tärkamisjärgsel perioodil erinevate variantide järgi, tuli ilmsiks seaduspärasus. Nimelt kulgevad idandite ja taimelehtede rakkudes katalaasi aktiivsust näitavad kõverad mõnevõrra kõrgemal tasemel seal, kus idujuured saavutasid kontakti neutraalse keskkonnaga juba idanemise alguses, võrreldes nendega, kus kontakt saavutati idanemisfaasi lõpul, või kus nii idanemine kui ka hilisem kasv toimusid happelises keskkonnas. Eriti ilmne on see alates idandite 2 cm pikkusest kasvufaasist.

b) Mesikaseemnete pundumise faasist alates suurenes polüfenooloksüdaasi aktiivsus pidevalt kõikide variantide idanditel ja jõudis maksimumini idulehtedes ajal, kui hakkab kasvama esimene pärisleht. Esimese pärislehe faasis idulehtede + esimese pärislehe polüfenooloksüdaasi aktiivsus langes väga järsult ja tõusis uuesti sama järsult taime esimese kolmetislehe kasvu alguses. Üksikute variantide vahel olid samad erinevused nagu katalaasi korral.

6. Idanemiskeskkonna mõju avaldus valge mesika idandite ja tärganud taimede hingamise intensiivsuses.

a) Hapniku neeldumise dünaamika kulges valge mesika idanemise algusest alates laineliste tõusude ja langustega kõikides variantides. Idanemisfaasis tõusis O_2 neeldumine mesika idandite hingamisprotsessis kõige kõrgemale, kui idandid olid ca 3 cm pik-

kused. Tärkamise eel oli idandite O_2-tarve juba väiksem ja see vähenes veelgi taimede tärkamisel.

Mesika maapealsete osade O_2 neeldumine oli kõige väiksem idulehtedes. Esimese pärislehe ilmumise faasis oli idulehtede O_2 neeldumine (koos areneva pärislehega) juba märksa suurem ja idulehtedes koos pärislehega jõuab O_2 neeldumine maksmumini, kui esimene pärisleht on juba välja arenenud.

Esimese kolmetislehe arenemise algul oli pärislehe O_2 neeldumine (koos areneva kolmetislehega) väiksem kui pärislehel koos idulehtedega.

Kui vaadelda mesika idandite ja taimede maapealsete osade O_2 neeldumist üksikute variantide järgi, oli see märksa kõrgem nende variantide isendites, kus mesika idujuured said kontakti neutraalse keskkonnaga juba idanemise algul. Kui idanemine ja kasvamine toimus happelises mullas, või kui idujuured saavutasid kontakti neutraalse keskkonnaga alles tärkamisel, oli O_2 neeldumisvõime alati väiksem ka tärkamisjärgsel perioodil.

b) Valge mesika hingamisprotsessis kulges CO_2 eraldumine enam-vähem paralleelselt O_2 neeldumisega, kuid siiski märksa madalamal tasemel.

7. RNH sisaldus oli happelises mullas idanenud valge mesika idandite idujuurte kudedeks diferentseeruvates rakkudes silmanähtavalt väiksem kui nende idandite vastavates rakkudes, kus idujuurekene saavutas kontakti neutraalse keskkonnaga idanemise alguses.

8. Valge mesika vabade aminohapete sisaldus sõltus idanemiskeskkonna tingimustest. Nendeks aminohapeteks ja amiididekс, mille kvantitatiivne hulk märgatavalt sõltus idanemiskeskkonna tingimustest, olid asparagiinhape, asparagiin, seriin, metioniin, histidiin + arginiin ja tsüstiin + tsüsteiin ning β-alaniin.

Metioniini hulk oli valge mesika seemne pundumisel ja idanemise alguses märksa väiksem nendes idandites, mille idujuur saavutas kontakti neutraalse keskkonnaga juba idanemise algul, võrreldes seemne idanemisega happelises keskkonnas (normaalses mullaniiskuses). See viitab metioniini täielikumale ärakasutamisele sünteesiprotsessis nendes idandites, kus idanemise algus kulges neutraalses keskkonnas. Et aga metioniin võib muutuda mitmete biokeemiliste muundumiste tagajärjel tsüsteiiniks ja tsüstiiniks, mis sisaldavad —SH- ja —S—S- rühmi, mis stimuleerivad rakkude paljunemist ja valkude lineaarset polümerisatsiooniprotsessi rakkude mitoosi protsessis, siis etendab metioniin tähtsat osa konstitutsioonilises ülesehituses — rakkude kvaliteedi kujunemises.

Trüptofaani- ja β-alaniini sisaldus oli nendes idandites, mille idujuur saavutas kontakti neutraalse keskkonnaga juba idanemise algul ja kasvas neis tingimustes pikemat aega, märksa madalam kui happelises keskkonnas idanemisel, eriti aga seemne pundumise ja idanemise alguse faasides. Idanemise hilisemas faasis erinevu-

sed variantide trüptofaanisisalduses sisuliselt kadusid. Et aga taime lehtedes on trüptofaan eellane heteroauksiini sünteesil, soodustab see tärkamisjärgses faasis kasvu.

9. Idanemisaegne mulla vee- ja õhurežiim mõjustab odraidandite rakkude pH, Eh ja rH_2 suurusi ning nende IET paiknemist.

Kõrge mullaniiskus, millega kaasneb mulla puudulik õhustamine, vähendas odraidandite pH-d, Eh-d, rH_2-te ja tõstis IET-d. Selle tulemusena vähenes viimasel juhul pH ja IET vahe.

10. Idanemisaegne mulla toiterežiim mõjustas odraidandite ja taimerakkude pH, Eh ja rH_2 suurusi samuti oluliselt. Toitainete puudumine või nende nappus idanemiskeskkonnas vähendas odraidandite iduvarre rakkude pH ja Eh ning rH_2 suurusi. Sama nähtus jäi püsima ka tärganud taimedes (samas proovivõtmise kohas), olgugi et kasvutingimused tärkamisest alates ühtlustusid.

VI. IDANEMISKESKKONNA MÕJU TAIMEDE SÜNTEESIVÕIME KUJUNEMISELE

Paljud autorid (Сисакян, 1952; Броун и др., 1955; Конарев, 1959; Белозерский, 1960; Кретович, 1961; Stern, 1959) on rõhutanud, et bioloogias valitseb tihe seos struktuuri ja ainevahetuse vahel. Struktuurist sõltub ainevahetuse suund ja intensiivsus ning vastupidi. Seega sõltub ainevahetusest ka taime raku struktuur ja viimasest tema ainevahetus.

Taimede saak oleneb kahest tegurist: 1) taimede arvust pinnaühikul ja 2) üksiktaimede produktiivsusest. Produktiivsus sõltub taimede kasvu intensiivsusest, viimane omakorda kasvuaegsetest väliskeskkonna tingimustest ja taimede sünteesivõimest. Taimede sünteesivõime on seoses nende geneetiliste omadustega, kuid ühe ja sama sordi piires ning ühesuguse seemnematerjali puhul üsnagi suurel määral ka väliskeskkonna tingimustega.

Eelmistest peatükkidest (I, II, III, IV) selgus, et seemne idanemiskeskkonna tingimustest sõltub nii taimkatte tihedus pinnaühikul kui ka taime produktiivsus ja seega ka saak.

V peatükis nägime, et seemne idanemiskeskkonna tingimustest olenevad rakkude füüsikalis-keemilised omadused, idandite ja taimede fermentide aktiivsus, hingamise intensiivsus ja vabade aminohapete sisaldus. Kõik need on väga tähtsad faktorid, millest sõltub taimede ainevahetus ja nende kasvu intensiivsus.

1. Väliskeskkonna mõju rakkude ja nende organoidide ehitusele

Taime sünteesivaks struktuuriühikuks on rakk. Tema sünteesivõimest sõltub kogu taime sünteesivõime kujunemine. Raku sünteesivõime kujuneb selle geneetilise informatsiooni alusel, mis on omane antud liigile ja sordile. Siin on tegemist väga keerulise biokeemilise protsessiga, mida mõjustavad ka väliskeskkonna tingimused.

a) Rakkude ja kudede sünteesivõime kujunemine tsütoloogilis-biokeemilisest seisukohast

Rakkude sünteesivõime areneb nende väljakasvamise jooksul. Uued rakud tekivad embrüonaalsetes kudedes vastavate rakkude pooldumise teel, kusjuures jagatakse täpselt pooleks pärilikkuse informatsiooni kandev DNH (Kalda jt., 1965, Palm, 1965). Samuti jagatakse enam-vähem pooleks ka RNH ning tsütoplasma kõikide seal asuvate struktuuriosistega. Järelikult saavad tütarrakud geneetiliselt samasuguse kvaliteediga «sisseseade», nagu oli emarakul, kuid tsütoplasma ja seal sisaldava RNH ning teiste struktuuri elementide suhtes ainult poole väiksemas koguses. Sõltuvalt sellest, missuguse sünteesivõimega oli poolduv emarakk, kujuneb ka tütarrakkude kasv ja areng (normaalsetes kasvutingimustes). Raku edasises kasvus raku ruumala suureneb isegi kuni 30 ja temas leiduva kuivaine hulk kuni 10 korda (Броун и др., 1955). Seega peab suurenema vasttekkinud tütarrakus ka protoplasma hulk. Järelikult seisab noortel rakkudel ees intensiivne sünteesiperiood, kus raku protoplasma täieneb kõikide sisalduvate organoidide, fermentide ja muude vajalike struktuuriosistega. Kogu see protsess toimub aga tingimustes, milles taim areneb.

Ebasoodsates keskkonnatingimustes on esiteks pidurdunud rakkude mitoos, teiseks ei kujune rakkude kasvamisel mitte enam sama kvaliteediga tsütoplasma koos seal arenevate organoidide ja fermentide süsteemiga nagu soodsates tingimustes.

Rakkude mitoos nõuab näiteks rangelt aeroobset keskkonda (Beatty, 1946; Браше, 1960, 1961). Peale selle on vajalikud —SH-rühmi sisaldavad ained (Morgan jt., 1956), RNH ja keemiline energia makroergiliste ühenditena (Браше, 1960).

Valgumolekuli primaarse struktuuri moodustavad α-aminohapetest koosnevad siksakilised polüpeptiidsed ahelad (Фрей-Висслинг, 1948; Frey-Hyssling a. Mühlethaler, 1965; Николаев, 1964; Tähepõld, 1964) mis Frey-Wysslingi (1948) järgi tsütoplasma tingimuste suhtes on üsna püsivad. Nendesse ahelatesse lülitatud aminohapete arvust, omadustest ja lülitumise järjekorrast ning nende perioodilisusest sõltuvad valgumolekuli keemilised omadused, mis määravad raku ainevahetuse suuna ja dünaamika.

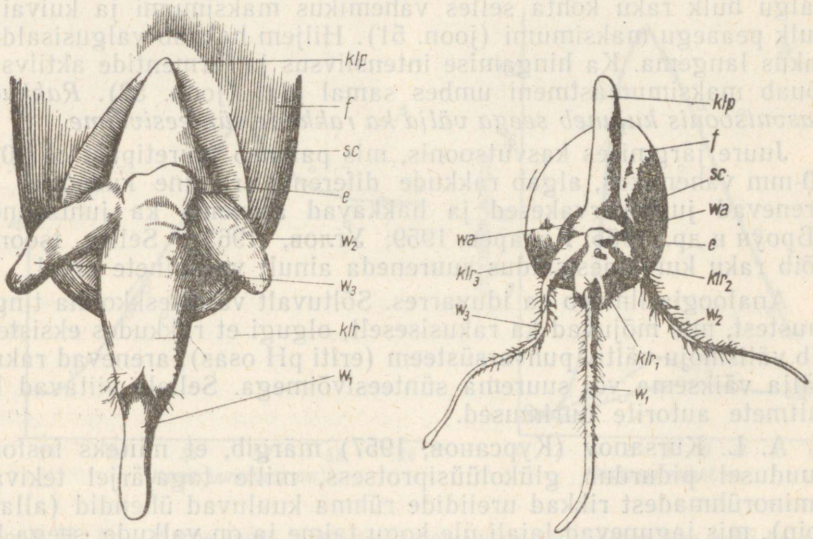
Valgumolekulisse lülitunud aminohapete hulk ja lülitumise järjekord määratakse kindlaks matriitsi põhimõttel, olenevalt DNH ja RNH molekuli ehitusest (Simisker, 1962; Tohver, 1966; Николаев, 1964). Valgumolekuli «vormi valamine» — üksikute aminohapete kohaleasetamine — toimub RNH osavõtul tsütoplasmas (ribosoomides). Kuid selle protsessi dünaamika sõltub ka väliskeskkonna tingimustest.

Eespool nägime, et mesikataimed, mille idanemisfaas kulges happelises mullas, ei olnud võimelised edasi kasvama, olgugi et nad alates tärkamisest olid samasugustes tingimustes nagu taimed,

mille idanemisfaas osaliselt kulges reaktsiooni suhtes neutraalses keskkonnas. Viimased aga kasvasid normaalselt isegi väga happelises mullas. Tõenäoliselt tekkisid siin juba idanemisfaasis kaugeleulatuvad muutused rakkudes, mis põhjustasid selliseid tulemusi.

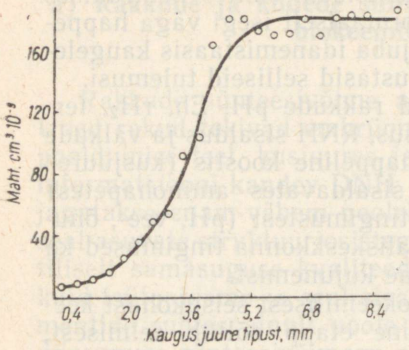
Nagu V peatükis nägime, sõltuvad rakkude pH, Eh, rH_2, fermentide aktiivsus, hingamise intensiivsus, RNH sisaldus ja valkude isoelektriline täpp (IET) ning aminohappeline koostis (kusjuures muutused ilmnevad ka —SH-rühmi sisaldavates aminohapetes) üsnagi suurel määral väliskeskkonna tingimustest (pH, vee-, õhu- ja toiterežiim). Järelikult mõjutavad väliskeskkonna tingimused ka rakkude arengut ja nende sünteesivõime kujunemist.

Kuna taime kasv kujutab endast biokeemilisest seisukohast keerulist ahelreaktsiooni, kus iga järgmine etapp sõltub eelmisest, mõjutavad taime saagikuse kujunemist juba need protsessid, mis toimuvad kasvu alguses — seemne idanemisel. Idanemisel hakkavad looterakud paljunema kõigepealt embrüonaalse juure osas — areneb idujuur ning pisut hiljem ka teised idujuured ja iduvars (joon. 49). Rakkude paljunemise tsentrumid asuvad idujuurte ja iduvarre tippudes. Nii näiteks toimub R. Browni jt. (Броун и др., 1955) uurimustel rakkude paljunemine hernel vähem kui 0,5 mm-lises tsoonis juuretipust arvates. Rakkude kasvutsoon, mis järgneb vahetult nende paljunemise (embrüonaalsele) tsoonile, ulatub samade autorite uuringute põhjal kuni 5 mm-ni juuretipust arvates.

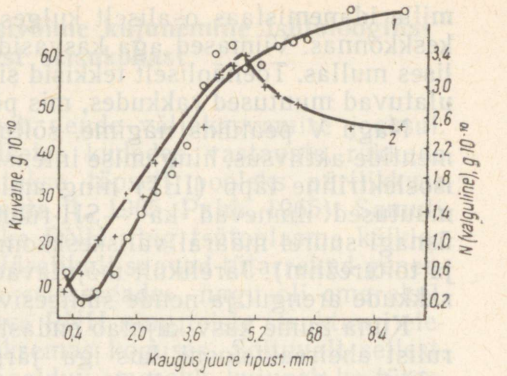


Joonis 49. Nisu idanemise alguses (Hübner, 1955).

klp — koleoptiil; *f* — seemnekest; *sc* — scutellum; *e* — epiblast; W_1, W_2, W_3 — idujuured; *klr* — koleoriisa.



Joonis 50. Herne juure rakkude keskmine ruumala (arvestused ühele rakule) juure tipust erinevates kaugustes (Броун, Рейт, Робинсон, 1955).



Joonis 51. Herne juure kuivaine- ja valgulämmastiku sisaldus (arvestatud ühe raku kohta) erinevates osades juure tipust arvates (Броун, Рейт, Робинсон, 1955).

1 — kuivaine; *2* — valgulämmastik.

Selles vahemikus kasvavad rakud välja oma normaalsuuruseni (joon. 50) ning täieneb ka rakkude «sisseseade». Näiteks saavutab valgu hulk raku kohta selles vahemikus maksimumi ja kuivaine hulk peaaegu maksimumi (joon. 51). Hiljem hakkab valgusisaldus rakus langema. Ka hingamise intensiivsus ja fermentide aktiivsus jõuab maksimumastmeni umbes samal ajal (joon. 52). *Rakkude kasvutsoonis kujuneb seega välja ka rakkude sünteesivõime.*

Juure järgmises kasvutsoonis, mis paikneb juuretipust ca 10—20-mm vahemikus, algab rakkude diferentseerumine kudedeks — arenevad juurekarvakesed ja hakkavad arenema ka juhtsooned (Броун и др., 1955; Конарев, 1959; Углов, 1963). Selles tsoonis võib raku kuivainesisaldus suureneda ainult varuainete arvel.

Analoogia ilmneb ka iduvarres. Sõltuvalt väliskeskkonna tingimustest, mis mõjuvad ka rakusiseselt, olgugi et rakkudes eksisteerib välismõju vältiv puhversüsteem (eriti pH osas), arenevad rakud välja väiksema või suurema sünteesivõimega. Sellele viitavad ka mitmete autorite uurimused.

A. L. Kursanov (Курсанов, 1957) märgib, et näiteks fosforipuudusel pidurdub glükolüüsiprotsess, mille tagajärjel tekivad aminorühmadest rikkad ureiidide rühma kuuluvad ühendid (allantoin), mis jagunevad laiali üle kogu taime ja on valkude, seega ka fermentide sünteesiks vähesobivad. See kahtlemata vähendab arenevate rakkude sünteesivõimet.

P. M. Smirnovi ja F. A. Judini (Смирнов, Юдин, 1964) järgi

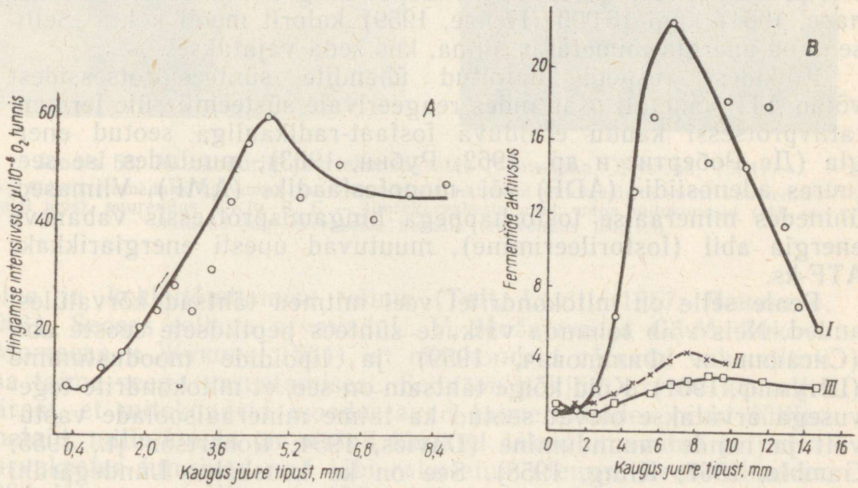
mõjub fosfori vähesus või puudumine esimestel elupäevadel kahjulikult kogu taime hilisemale kasvule ja arengule.

G. I. Abolin (Аболин, 1949) leidis, et ühekülgne väetamine kudede embrüonaalses kasvufaasis viib väikeste rakuliste kudede tekkimisele.

Üldiselt on teada, et taime jõulist ja lopsakat kasvu (normaalsetes valgustingimustes) iseloomustavad histoloogiliselt suurte ja hästi arenenud rakkudega koed (Прусакова, 1963; Кулешов, 1963). Väikerakulisus, mis iseloomustab näiteks kseromorfseid taimi, on seotud tavaliselt väikese kasvuenergiaga ja sageli ka madala saagikusega.

Väetiste ja veerežiimi mõju embrüonaalsete ja postembrüonaalsete rakkude kasvule on näidanud veel mitmed autorid (Лобов, 1945, Чижов, 1946; Володарский 1948; Андреева, 1948; Конарев, 1948—II, 1949—I, 1949—II, 1949—III; Прусакова, 1953).

Kõigest eespool käsitletust näeme, et rakkude konstitutsioonilise valkude ja teiste raku struktuuriosiste süntees algab seemne idanemisega idujuurte ja iduvarre embrüonaalsetes rakkudes ja kestab samades rakkudes kuni nende väljakasvamiseni. Järelikult kujunevad välja ka taime raku protoplasma omadused peamiselt embrüonaalsetes kudedes ja rakkude kasvutsoonides. Iga taim omab idujuurtes ja maa-aluses varreosas sellise suuruse ja sün-



Joonis 52. A — Herne juure hingamise intensiivsus (arvestatud ühe raku kohta) selle erinevates osades juure tipust arvates. B — Kaunvilja juure fermentide aktiivsus (arvestatud ühe raku kohta) tema erinevates osades juuretipust arvates. I — inventaasi aktiivsus; II — dipeptidaasi aktiivsus; III — happelise fosfataasi aktiivsus. (Броун, Рейт, Робинсон, 1955).

teesivõimega rakke, nagu nad kujunesid välja idanemisperioodil. Samuti on ka maa-aluse varreosa primaarsete juhtsoonte läbilaskevõime määratud idanemisfaasis. Mõnedel taimedel võivad need hiljem suureneda, teistel aga mitte.

Raku ainevahetuse intensiivsus on väga suurel määral seotud ka raku organoididega, millest väärivad erilist tähelepanu mitokondrid.

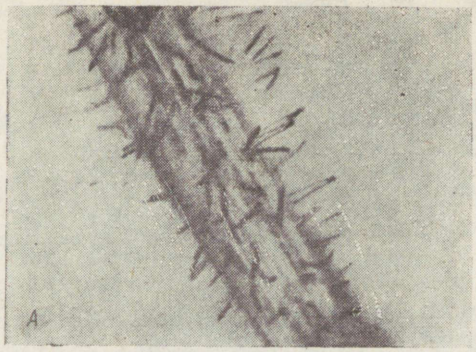
b) Keskkonnatingimuste mõju mitokondrite ehitusele ja tegevusele

Mitokondrid, mis avastati 1894. aastal Altmani (Де Робертис и др., 1962) poolt, ja mis esinevad kõikides taimede ja loomade rakkudes, välja arvatud sinivetikad (Можаева и Жукова, 1963), kujutavad endast ainulaadseid «energiageneraatoreid». Nagu teada, on valkude, nukleiinhapete, polümeersete süsivesikute, rasvade, lipoidide ja teiste ühendite sünteesiks vaja energiat. Selleks otstarbeks kasutatakse rakus ära hingamisprotsessis vabanev energia. See protsess toimub vastava fermentidesüsteemi abil ja on paigutatud põhiliselt mitokondritesse (Браше, 1960, 1961; Де Робертис и др., 1962; Рубин, 1963). Järelikult toimub energia hankimine mitokondrites. Hingamisprotsessis vabanev keemiline energia kasutatakse ära enamikul juhtudel adenosiintrifosfaathappe (ATF) sünteesiks (Рубин, 1963), mille molekul koosneb adeniinist, riboosist ja kolmest fosforhappe radikaalist ning sisaldab 8000 (Николаев, 1964) kuni 16 000 (Пейве, 1959) kalorit mooli kohta. Sellisena on energia toimetatav sinna, kus seda vajatakse.

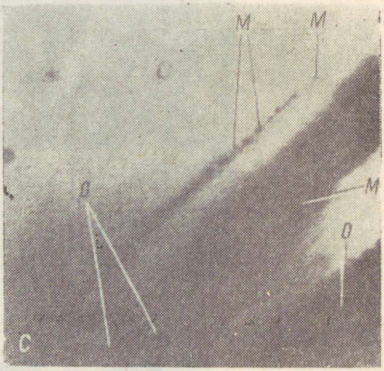
Kõikidest eespool mainitud ühendite sünteesiprotsessidest võtab ATF vahetult osa, andes reageerivale süsteemile üle fermentatiivprotsessi kaudu eralduva fosfaat-radikaaliga seotud energia (Де Робертис и др., 1962; Рубин, 1963), muutudes ise seejuures adenosiidi- (ADF) või -monofosfaadiks (AMF). Viimased, ühinedes mineraalse fosforhappega hingamisprotsessis vabaneva energia abil (fosforileerimine), muutuvad uuesti energiarikkaks ATF-ks.

Peale selle on mitokondritel veel mitmed tähtsad kõrvalülesanded. Neis võib toimuda valkude süntees peptiidsete seoste abil (Сисакян и Филипович, 1959) ja lipoidide moodustumine (Штумпф, 1961). Kuid kõige tähtsam on see, et mitokondrite tegevusega arvatakse olevat seotud ka taime mineraalsoolade vastuvõtt ja nende muundumine (Davies, 1954; Robertson jt., 1955; Gamble, 1957; Kling, 1958). See on ka kooskõlas Lundegårdhi (1960) hüpoteesiga, et mineraalsoolade neelamine taimejuurte poolt on seotud elektronide ülekandmisega tsütokroomfermentide süsteemi osavõtul. See süsteem asub peamiselt mitokondrites (Де Робертис и др., 1962; Сисакян и Момолова, 1962).

Mitokondrite üheks iseloomulikumaks jooneks on nende paisu-





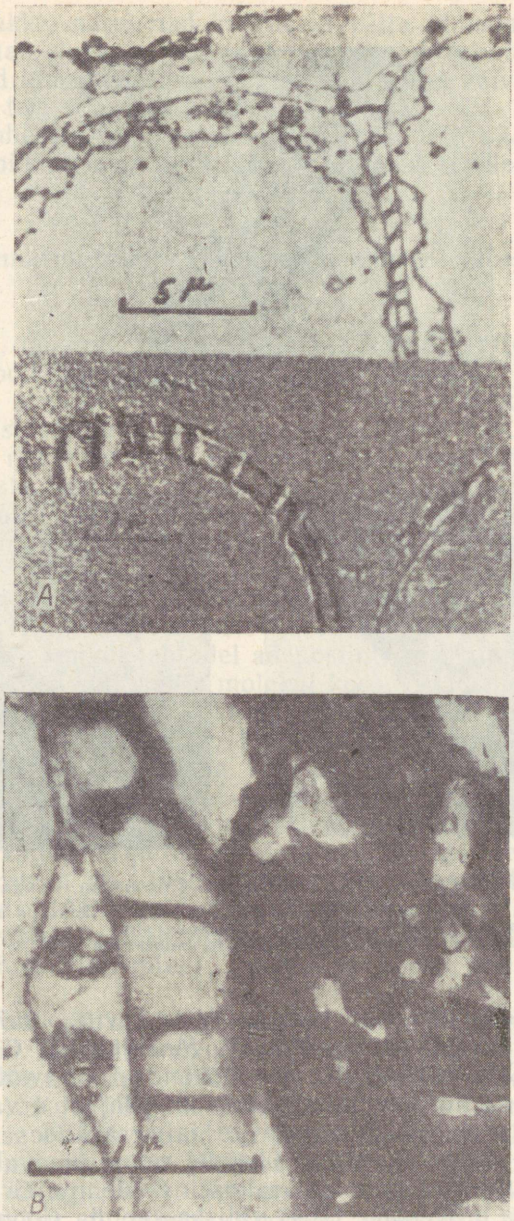


Joonis 53. Mitokondrid juurtekarvakestel (Можаева, Жукова, 1964).

A — üldpilt (tumedaks värvunud juurekarvakesed näitavad mitokondrite suurt kontsentreerumist neis), suurendus 10×10. B, C — juurekarvakeste pind: näha mitokondrid (M), mis ulatuvad juurekarvakeste pinnale (suurendus 100×1,3).

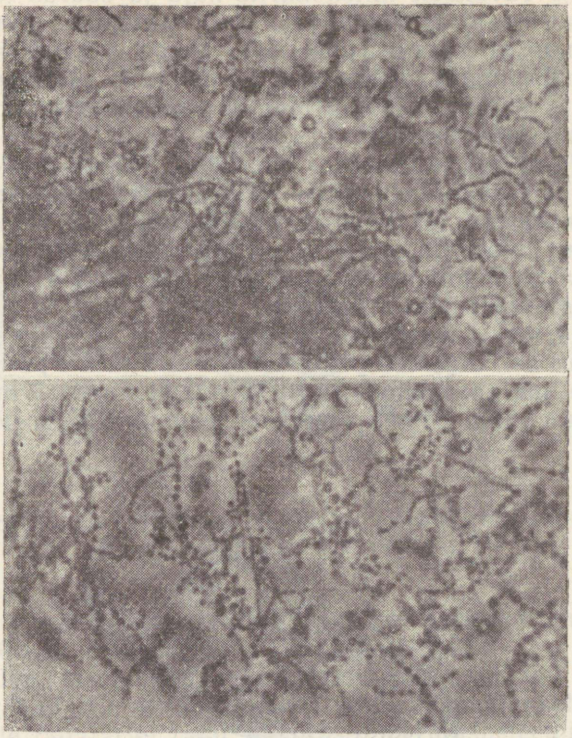
mine ja kokkutõmbumise võime (Taft, Levitt, 1957; Ленингер, 1961). Seoses sellega arvavad L. V. Možajeva ja G. M. Žukova (Можаева и Жукова, 1964), et mitokondrid võtavad vahenditult osa taime veega varustamisest. Seda on põhjust arvata ka sellepärast, et mitokondrid moodustavad taimerakkudes pikki lülilisi ahelaid, mille kaudu on seotud üksikud rakud omavahel ja juurekarvakestes tungivad nad läbi rakuseina (Jenny, Grossenbacher, 1963; Можаева и Жукова, 1964) väliskeskkonda (joon. 53, 54, 55).

Mitokondritel on täita raku ainevahetusprotsessis väga tähtsad ülesanded ja nende tegevuse dünaamikast on otseselt sõltuv ka rakkude kemosünteesi dünaamika. Mitokondrite tegevuse intensiivsus oleneb nende arvust rakus ja ehitusest (Де Робертис и др.,



Joonis 54. Rakkude seinad läbitud mitokondrite poolt — mustad triibud (Jenny, Grossenbacher, 1963).

A — side kahe raku tsütoplasma vahel, B — mitokondrid tungivad läbi rakuseina väliskeskkonda.



Joonis 55. Mitokondrite ahelad protoplasma pinnal (Можаева, Жукова, 1964).

1962). Nii mitokondrite arv kui ka nende ehitus on muutuv ja seotud rakus valitsevate tingimustega.

Mitokondrite submikroskoopiline ehitus on toodud G. E. Palade, F. Sjöstrandi ja Rodeni (Де Робертис и др., 1962) järgi joonisel 56. Nad kujutavad endast submikroskoopilisi pikergusi põiekesi, mis taimerakkudes tihti moodustavad pärlikeetaolisi niite (Можаева и Жукова, 1963).

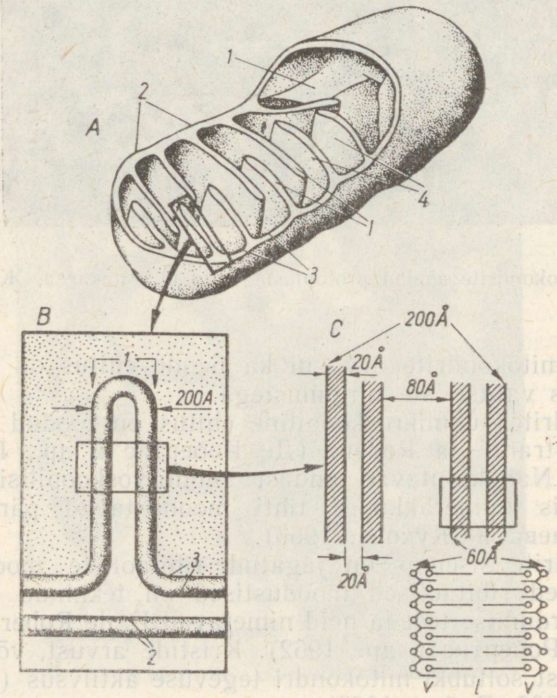
Mitokondrite sisemus on jagatud ribitaoliste moodustistega osadeks. Need ribitaolised moodustised on tekkinud mitokondri siseseina kurdumise teel ja neid nimetavad E. de Robertis jt. kristideks (Де Робертис и др., 1962). Kristide arvust, või õigemini nende pinnast sõltubki mitokondri tegevuse aktiivsus (Де Робертис и др., 1962; Рубин, 1963).

Mitokondri kuju ja suurus, seega ka kristide arv sõltub raku pH-st ja tema osmootsest rõhust. Madala pH juures võtavad nad tavaliselt mullikese kuju ning kristide arv väheneb (Де Робертис

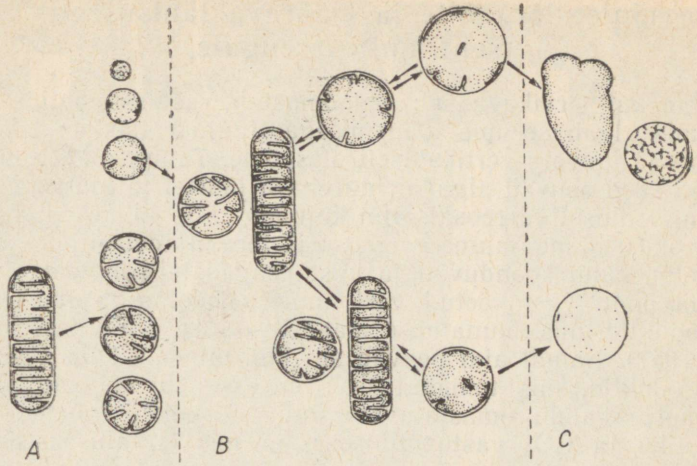
и др., 1962). Tavaliselt mitokondrite kuju ja suurus taastub, kui saabuvad normaalsed tingimused, kuid suuremate muutuste korral nad enam ei taastu (joon. 57). Seega võivad rakusisesed muutused, mis, nagu nägime eespool (V pt.), sõltuvad ka väliskeskkonna tingimustest, põhjustada ka mitokondrite arvu vähenemist ja nende kuju muutust.

Mitokondrid «pärandatakse» emarakult tütarrakkudele mitoosi protsessis, kuid raku kasvamisel tekivad uued mitokondrid vanadest pungumise teel (Maltzahn, Mühlethaler, 1962, Frey-Wyssling, Mühlethaler, 1965). Ca-puudusel on täheldatud näiteks odra kasvukuhiku rakkude mitokondrite kasvus ebanormaalsusi — struktuuri desorganisatsiooni (Marinos, 1962).

Mitokondrite ainevahetust mõjustab ka aeratsioon. Näiteks eraldub glükoosi anaeroobsel lõhustumisel 2 mooli püroviinamarihapet ja selline energiahulk, millest jätkub ainult 2 mooli ATF-i tekkeks, kuna sama ühendi aeroobsel lõhustumisel eraldub samuti



Joonis 56. Mitokondri ultrastruktuuri skeem (Palade, Sjöstrandi, Rodeni järgi). A — sise- ja välismembraani asetuse kolmemõõtmeline skeem. B — mitokondriaalsed vaheseinad. C — nende molekulaarne struktuur: *1* — vaheseinad; *2* — välismembraan; *3* — sisemembraan; *4* — maatriks; *v* — valk; *l* — lipiidid.



Joonis 57. Skeem, mis illustreerib mõningaid mitokondrites täheldatud muutusi (Gansler, Rouiller, 1956).

2 mooli püroviinamarihapet, kuid sellise energiahulgaga, mis võimaldab 30 mooli ATF-i teket (Гринева, 1963).

On selge, et kõikidel neil juhtudel, kui esinevad ebanormaalsused mitokondrite struktuuris või muus raku ainevahetuses, kannatab selle tagajärjel raku keemilise energiasüsteemi täiuslikkus, langeb tema sünteesivõime ja kasvu intensiivsus.

Kõike kokku võttes võime ütelda, et rakus toimuvate biokeemiliste protsesside üldsuund toimub DNH kontrolli all ja on sama sordi isenditel üldjoontes ühesugune, kuid mainitud protsesside dünaamika sõltub RNH sisaldusest ja selle ainevahetusest, millest omakorda olenevad kõik teised rakus toimuvad protsessid ja mille dünaamika sõltub väliskeskkonna tingimustest. Järelikult kujuneb rakkude ja kudede sünteesivõime neis väliskeskkonna tingimustes, mis valitsevad rakkude paljunemise, kasvu ja nende diferentseerumise faasides.

Taime kui terviku arengu seisukohalt on väga tähtis, et valitseksid võimalikult soodsad väliskeskkonna tingimused juba idanemisfaasist alates, kus pannakse alus tulevaste sünteesiorganite (juurte ja maapealsete osade) ning juurekaelas asuvate juhtsoonte arengule. Viimastel on tulevase taime toitainete ja veega varustamise seisukohalt nii-öelda strateegiline tähtsus.

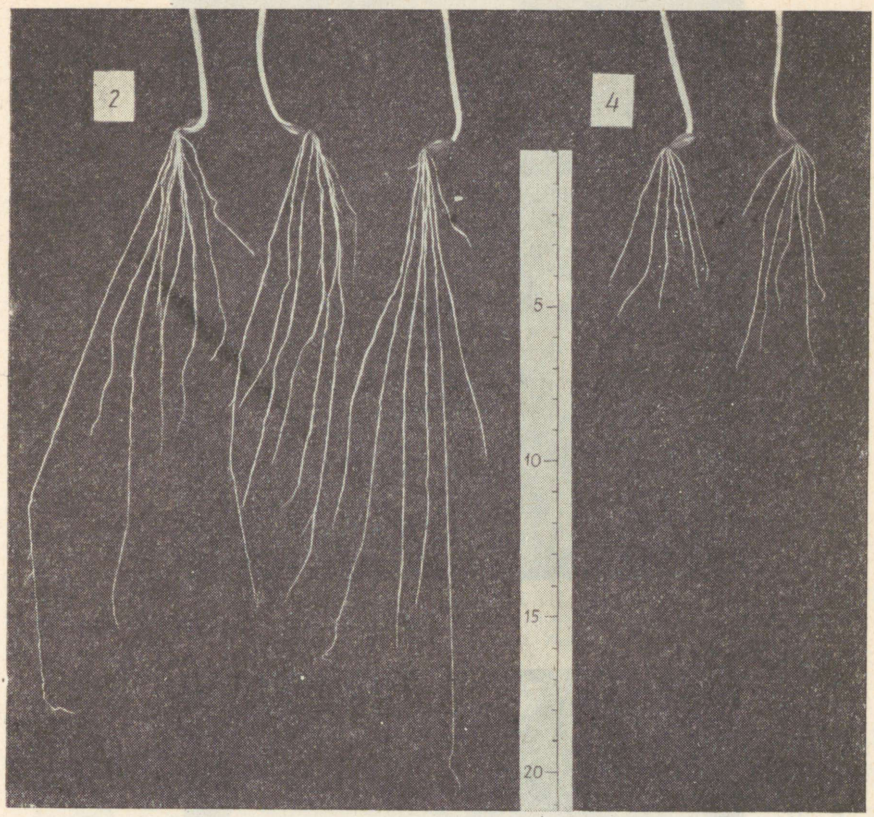
2. Idanemiskeskkonna mõju taime tulevaste sünteesiorganite ja määrava tähtsusega tsentrumite arengule

Taime kui terviku kasvu iseloomustab vastassuunaline liikumine, mis algab seemne idanemisega. Idujuur hakkab kasvama allapoole ja iduvars vertikaalselt ülespoole. Taime kõige esimesed rakud ja koed asuvad algaval juurel või juurtel ja iduvarrel, hilisemal maa-alusel varreosal. Siin kujuneb välja taime väga tähtis koondkeskus — maa-alune varreosa ja teraviljadel hiljem ka võrsumissõlm, kuhu koonduvad ja kust peavad läbi minema juurtesüsteemi poolt vastuvõetud vesi, mineraalsoolad ja juurte sünteesiproduktid, mis suunatakse maapealsetesse organitesse (Курсанов, 1957). Samal ajal peavad siit läbi minema kõik assimilatsiooniproduktid, mis toimetatakse juurtesse kui tähtsad aktseptorid juurte kaudu omastatavate mineraalsoolade, ammooniumlämmastiku ja CO_2 vastuvõtmiseks, ja mis on aluseks juurtes toimuvate valkude, nukleiinhapete ja väga paljude teiste eluliselt tähtsate ühendite sünteesiks (Kurssanov, 1957). Kuna paljudel kultuuridel maa-aluse varreosa ja juurte diameetrid jäävadki sellisteks nagu seemne idanemisel, on arusaadav, kui tohutu suurt tähtsust omab selle tsentrumi normaalne väljakujunemine kogu taime sünteesivõime kujunemise seisukohalt. Juured on igal taimel esmajärjekorras arenevad organid, mille arengust sõltuvad kõik teised.

a) Juurte süsteem

Seemne idanemisel hakkab kõigepealt arenema idujuur ja alles seejärel iduvars. Näiteks areneb nisul kõigepealt peaidujuur, millele järgneb veidi hiljem esimene paar kõrvalidujuuri (joon. 49-*a*), mis varsti jõuavad kasvus esimesele järele (joon. 49-*b*). Sel ajal on jõudnud ka iduvars kasvada umbes seemne pikkuseks. Idanemise ajal, kuni esimese lehe ilmumiseni, areneb nisul tavaliselt veel teinegi paar kõrvalidujuuri (Петинов, 1959). Kahe-kolme lehe faasis, sõltuvalt sordist, areneb nisul veel 1—2 koleoptiilset juurt. Kokku võib nisul areneda 7—8 idujuurt (Petinovi järgi). Idujuurte arv sõltub sordist, kuid ka ühe ja sama sordi piires võib nende arv kõikuda. A. I. Nosatovski (Пшеница, 1957) järgi sõltub nisu idujuurte arv embrüonaalse idu tugevusest, mis omakorda sõltub seemne kaalust.

Autori uurimused näitavad, et idujuurte arv võib oleneda ka idanemiskeskkonna tingimustest. Joonisel 58 on toodud odra ('Maja') idujuurte arv ja nende areng kolme lehe faasis. Variandi 2 seeme idanes 60%-lise mullaniiskuse juures (maksim. veemahut.) ja pärast tärkamist hoiti niiskus ühe-kahe lehe faasis 80% piires. Variandis 4 idanes seeme 80%-lise mullaniiskuse



Joonis 58. Odra primaarsete juurte areng võrsumise alguses, sõltuvalt idanemiskeskkonna tingimustest.

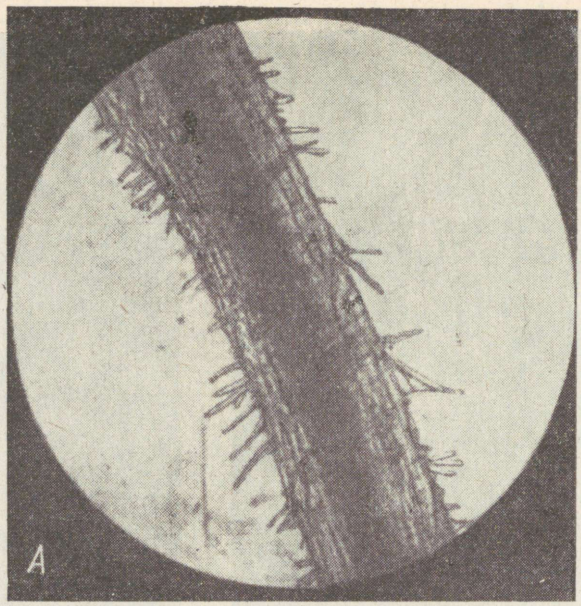
2 — mullaniiskus külvist tärkamiseni 60% maksimaalsest veemahutavusest, tärkamisest ühekahe lehe faasini 80% piires hiljem jälle 60%; *4* — mullaniiskus külvist tärkamiseni 80%, hiljem 60%.

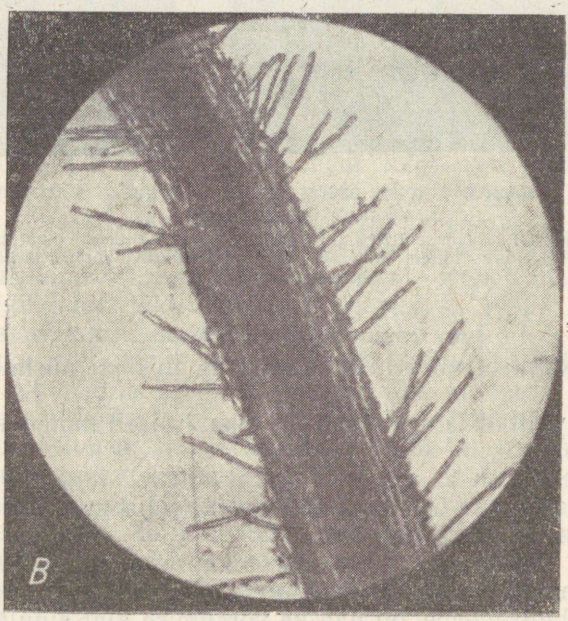
juures ja tärkamisel viidi niiskus 60%-ni, mis jäi püsima ka hiljem.

Seeme oli valitud ja arvuliselt ning kaaluliselt mõlemas variandis võrdne.

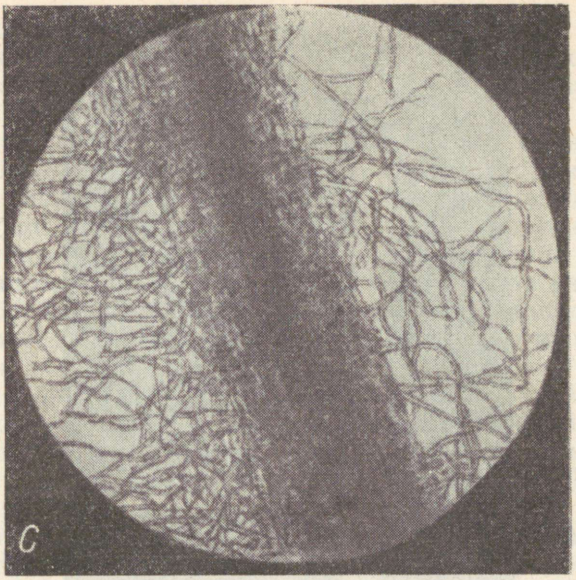
Nagu näeme, on 2. variandi odrataimedel idujuuri 7—8, 4. variandi taimedel aga 6—7. A. Nosatovski (Пшеница, 1957) järgi on odral normaalselt 7 idujuurt.

Eriti suur on erinevus idujuurte pikkuses. Liigniiskes mullas idanedes arenevad lühikesed idujuured. Nad ei tungi kuigi sügavale mulda. Nagu näeme, on nad ka võrsumise ajal ainult 5—7 cm pikkused, olgugi et mullaniiskus oli juba ammu normaalne. Samal





Joonis 59.



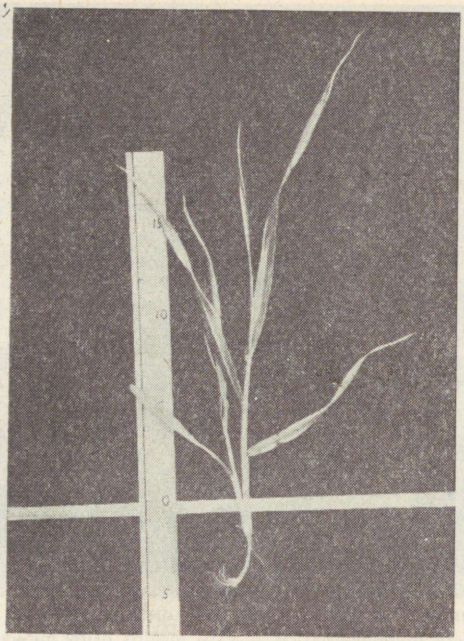
Joonis 59. Juurekarvakeste areng kaera idujuurtel (Смирнов, Маркграф, 1960). A — ilma fosforväetiseta (toitelahuses). B — vähe fosforit (0,039 mg-ioone H_2PO_4 cm³). C — palju fosforit (0,19 mg-ioone H_2PO_4 cm³).

ajal on nende taimede juured, mille idanemisfaas kulges normaalsetes niiskustingimustes (var. 2), tunginud juba 20 cm sügavusse ja sügavamale, olgugi et pärast tärkamist valitses liigniiskus.

Silmanähtav erinevus on idujuurte jämeduses: variandis 2 on odra juured jämedamad kui variandis 4.

Et taim juba idanemisfaasis tugevasti reageerib väliskeskkonna tingimustele, sealhulgas ka toitainetele, näitavad P. M. Smirnovi ja G. Markgrafi (Смирнов и Маркграф, 1960) katsed kaera idanditega. Fosfori täielikul puudumisel või selle nappuse korral toitelahuses arenesid juurekarvakesed nõrgalt (joon. 59-*a*, *b*); nad on lühikesed ja neid on pinnaühiku kohta vähe. Fosforirikkas toitekeskkonnas on aga juurekarvakeste kasv lopsakas (joon. 59-*c*). Ei ole kahtlust, et viimasel juhul arenevad ka juurerakud paremini välja, mis avaldab mõju juurte süsteemi täiuslikumale arengule ja iduvarre jõulisemale kasvule. See mõjustas omakorda maapealsetes organites suurema sünteesivõimega rakkude ja kudede arengut (kui hilisemad kasvutingimused seda võimaldavad). Nii pannakse alus suurele saagile.

Ka mulla aeratsiooniaste avaldab suurt mõju juurekarvakeste arengule. Näiteks oli N. G. Potapovi ja T. S. Salamatova (Потапов, Саламатова, 1964) andmetel lupiini idujuurtel juurekarvakeste



Joonis 60. Odrataim arenema hakanud sekundaarsete juurtega (võrsesõlmest) 1965. a. kuival kevadel.

tsoon tugeva aeratsiooni korral 2—7- ja nõrga aeratsiooni korral 2—4-cm-lises tsoonis juuretipust arvates. Esimesel juhul oli juurekarvakeste tsooni ulatus 5, teisel vaid 2 cm. Taime varustamine toitainete ja veega oli esimesel juhul 2 korda parem kui teisel. Seega võisid idujuured ka meie eespool toodud katsetes (joon. 58) areneda normaalsetes niiskustingimustes juba algusest peale jämedamatena kui liigniiskes mullas, kus aeratsioonitingimused olid halvad.

Paljud autorid (Кравцов, 1928; Сказкин, 1939; Красовская, 1947; Балаж, 1954) on tõestanud, et idujuured ei sure mitte sekundaarsete juurte kasvuga, nagu seda varem arvati (Прянишников и Якушкин, 1938; Ротмистров, 1939; Viljams, 1950), vaid nad varustavad taime toitainete ja veega kuni vahaküpsuseni. Nii arvab I. V. Krasovskaja (Красовская, 1925), et idujuured hangivad taimele kuni kõrsumisfaasini ca $^2/_3$ kogu tema veetarbest, hiljem aga $^1/_4$.

Kuni võrsumisfaasini on ju idujuured ainukesed taime varustajad. Põuasel aastal, kui muld võrsesõlme piirkonnas on kuiv, võib sekundaarsete juurte tekkimine viibida või koguni puududa (Казакевич, 1925; Кравцов, 1928; Сказкин, 1939). Näiteks autori tähele-

panekute kohaselt hakkasid Eestis 1965. aasta põuasel suvel odra sekundaarsed juured arenema alles viie lehe faasis (joon. 60). Sel ajal on aga embrüonaalses peas pähikute algmete tekkimine juba lõppenud.

Nagu nägime, on idujuured teraviljadel ainukesed taime varustajad toitainete ja veega kuni embrüonaalse pea diferentseerumiseni ja kauemgi. Seepärast on võimsate idujuurte areng taime kõrge saagikuse kujunemisel väga oluline. Kui idanemisfaasis arenevad idujuured nõrgalt — on peenikesed ja nende arv väike, ei suuda taim sellest tekkinud puudujääke tasa teha ka juurekava hilisema võimsama arenguga. Nimelt ei suurene idujuurte arv hilisemas taimekasvufaasis ning nende läbilaskevõime määrab juurte diameeter maa-alusest varrest väljumisel — õigemini juhtsoonte kimpude ristlõike summaarne pind nimetatud kohas. Viimane on tavaliselt korrelatsioonis juure läbimõõduga. Jämedatel juurtel on ka suuremad juhtsooned ja vastupidi. Kuna kõrreliste juurtel kambiaalne kasv puudub, omandavadki idujuured sellise läbilaskevõime, nagu see areneb neil idanemisfaasis.

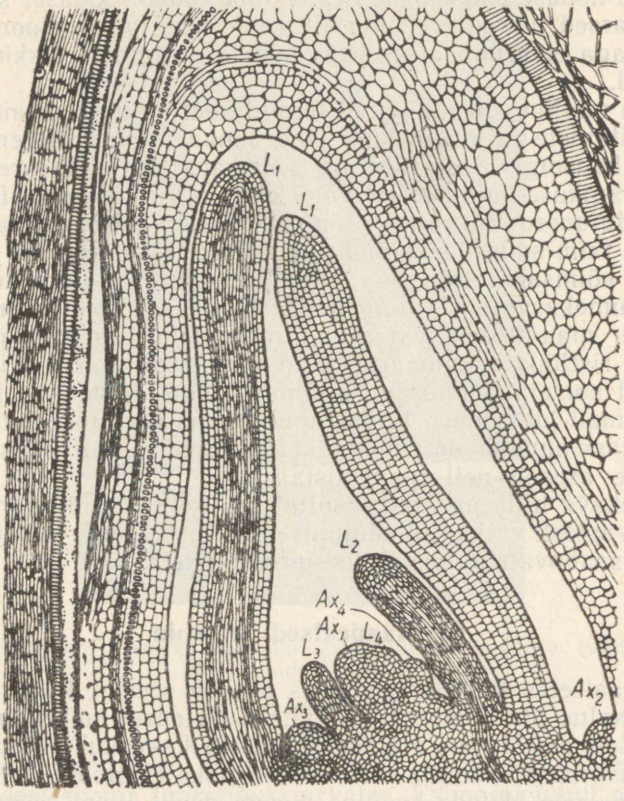
Juurekava hilisem areng sõltub ka sellest, kui suur on maa-alusest varrest väljuvate idujuurte läbilaskevõime maapealsetest osadest saabuvatele fotosünteesiproduktidele.

b) Maapealsed organid

Normaalsetes kasvutingimustes areneb seemet kandval taimel embrüonaalne idu hästi välja. Näiteks on odral embrüonaalses ja puhkeolekus asuvas eos algmed (pungad) kasvukuhikutena olemas peale peavõrse veel kolme kõrvalvõrse jaoks (joon. 61), mis asuvad embrüonaalsete lehtede kaenlas. Seega peaks igast seemnest arenema uus odrataim, millel on vähemalt 4 võrset. Kolmest embrüonaalsete lehtede kaelas asuvast algmest arenevad 3 primaarset kõrvalvõrset kolme esimese kõrresõlme juures, mille areng algab juba idanemisperioodil üheaegselt apikaalse (peamise) punga kasvuga. Peale selle võivad areneda sekundaarsed kõrvalvõrsed, mis tekivad pärast tärkamist iga järgneva kõrresõlme juures, sõltuvalt apikaalse meristeemi aktiivsusest (Sarvella jt., 1962). Lisaks nendele võivad tekkida veel lisavõrsed, mis arenevad nii primaarsete kui ka sekundaarsete kõrvalvõrsete juures (joon. 62). Seega määravad võrsete arvu suurelt osalt idanemisaegsed kasvutingimused. Kui idanemisaegsed kasvutingimused on ebasoodsad, areneb välja ainult apikaalne pung (joon. 63).

Teoreetiliselt on võimalik sekundaarsete kõrvalvõrsete arenemine tärkamisjärgsel perioodil, kuid nagu hiljem selgub, osutub see võimatuks, kui idanemisfaas on kulgenud ebasoodsates tingimustes.

Taimedel, mille idanemisfaas on kulgenud ebasoodsates tingimustes, arenevad idulehed juba märksa väiksematena kui nendel,



Joonis 61. Valminud odraseemne idu pikilõik Lermeri ja Holzneri järgi (Sarvella, Nilan, Konzak, 1962).

Ax_1 — peavõrse alge; Ax_2, Ax_3, Ax_4 — primaarsete kõrvalvõrsete algmed; L_1, L_2, L_3, L_4 — lehtede algmed.

mille idanemisfaas kulges soodsas keskkonnas. Näiteks meie vegetatsioonkatsetes 1961. aastal kaalus mesikataime iduleht (pärast tärkamist) seemne idanemisel happelises mullas (pH=4,7) keskmiselt 5,6 mg, neutraalses mullas (pH=6,8), idanedes aga 8,7 mg. Samasugune nähtus on ilmnenud ka paljudes põldkatsetes. Võtame näiteks katse mesikaga Koosa sovhoosi Sookalduse osakonnas 1964. aastal. Jälgiti kasvu dünaamikat seemne pundumisest alates kuni esimese kolmetislehe tekkimiseni erinevate variantide idanditel ja taimedel (joon. 42). Jooniselt 42 näeme, et need idandid, mille idujuurekene leiab kontakti neutraalse keskkonnaga juba idanemise alguses (var. 2 ja 4), saavutavad idandite suurema toorkaalu juba idanemise ajal, võrreldes nende isenditega, mis pidid idanema happelises keskkonnas (var. 1 ja 3). Idanemisfaasis saa-

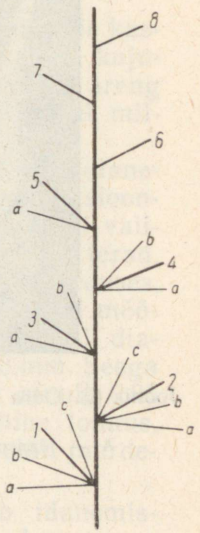
vutatud edumaa kasvus säilib ka pärast tärkamist ja hilisemates kasvufaasides järjest suureneb.

Olgugi et variandi 3 taimed saavutasid tärkamise ajal kontakti neutraalse keskkonnaga (vt. joon. 10), ei suuda nad omada sellist kasvuintensiivsust nagu nende variantide taimed, mis jõudsid sama keskkonnani juba idanemise alguses. Idanemisfaasis kulgeb 3. variandi idandite kasvuintensiivsus umbes niisamuti nagu kontrollvariandis (var. 1).

Saadud tulemused on kooskõlas ka Ariyanayagami ja Stebbinsi (1962) seisukohtadega: odrasortide kasvuintensiivsuse üle saab otsustada juba idandite meristeemi aktiivsuse järgi, s. t. idanemisfaasis saavutatud kasvuintensiivsuse alusel.

Alati ei ole siiski võimalik hinnata tulevase taime kasvuintensiivsust ainult idandite kaalu alusel, sest võivad esineda sellised väliskeskkonna tingimused, mis ei luba realiseerida rakkude potentsiaalset kasvuintensiivsust juurdekasvu suurenemisena kasvu alguses. Selline nähtus ilmnes näiteks 1965. aastal katsetes mesikaga. Põuane kevad pidurdas puuduliku mullaniiskuse puhul enam nende idandite kasvu, mis olid kontaktis neutraalse kompostiga, sest komposti koostises olev hügroskoopne põlevkivituhk vähendab veelgi taimele kättesaadavat mullaniiskust. Sellest tingitult jäid neutraalsel foonil idanenud idandite ja tärganud taimede idulehtede kaalud tunduvalt maha happelisel foonil idanenud isenditest.

Fermentide aktiivsuse määramine näitas siiski neutraalsel foonil idanenud isendite suuremat aktiivsust kui happelisel. Pärast esimesi sademeid jõudsid neutraalses keskkonnas idanenud taimed kasvus kiiresti ette happelises keskkonnas idanenud taimedest. Absoluutne saagi suurus jääb niisugusel korral muidugi madalamaks kui normaalsetes niiskustingimustes idanenud taimedel. Maapealsete organite kasvuintensiivsus sõltub aga näiteks teraviljadel ka maa-aluse varrelüli arengust.



Joonis 62. Primaarsete ja sekundaarsete kõrvalvõrsete arengu skeem (Sarvella, Nilan, Konzak, 1962).
1, 2, 3 — primaarsed kõrvalvõrsed: *4, 5, 6, 7, 8* — sekundaarsed kõrvalvõrsed: *a, b, c* — lisavõrsed.



Joonis 63. Odra iduvarre pikilõik kahe lehe faasis (EPA maaviljeluse kateedris 1965. a.).

A — idanemine 55—45%-lise mullaniiskuse juures (maksim. veemahutav.).
B — idanemine 80—75%-lise mullaniiskuse juures.

c) Teraviljade maa-alune varrelüli ja selle kiudsoonte kimbud

Teraviljade maa-alune varrelüli, mis ulatub idujuurte kinnituskohast kuni võrsumissõlmeni, on äärmiselt suure n.-ö. strateegilise tähtsusega. Siit läbivad juurtest maapealsetesse osadesse ja maapealsetest organitest juurtesse liikuvad ained. Nagu eespool nägime, on teraviljadel idujuured ainukesed taime varustajad kuni võrsumisfaasini, mil toimub kasvukuhiku diferentseerumine pähikuteks. Kuna võrsumisfaasis hakkavad sekundaarsed juured alles arenema, on sel ajal nende tegevus taime varustamisel veel suhteliselt väike. Kui muld on võrsumissõlme sügavuses kuiv, viibib sekundaarsete juurte areng tunduvalt või neid ei teki hoopis, nagu seda nägime eespool. Järelikult on embrüonaalse pea arengu faasis idujuured peamised taime varustajad toitainete ja veega ning see toimub taime maa-aluse varrelüli kaudu. On selge, et mida jämedam on nimetatud varreosa, seda suurem on tema läbilaskevõime ja vastupidi.

Maa-aluse varrelüli läbimõõdu ja temas leiduvate juhtsoonte süsteemi läbilaskevõime määratakse ära juba idanemisfaasis. Maa-aluse varrelüli moodustavad needsamad rakud, mis arenesid välja teravilja iduvarres. Kui idanemistingimused olid soodsad, arenesid iduvarres suured rakud ja iduvars kujunes selle tagajärjel jäme. Olid aga idanemistingimused halvad, arenesid väikesed rakud ja kidur iduvars, millel ka diameeter on tavaliselt väike. Et aga teraviljade varrel nagu juurtelgi puudub sekundaarne (kambiaalne) kasv, määrab idanemisel kujunev iduvarre diameeter maa-aluse varrelüli läbimõõdu.

Nagu nägime eespool (lk. 198), järgneb rakkude suurimale kasvuvõõtmele nende diferentseerumise vööde, kus hakkavad kujunema juhtsooned. Ka nende areng, eriti nende läbilaskevõime areng sõltub sellest, kui suured ja millise sünteesivõimega on rakud, millest nad moodustuvad.

Et maa-aluse varrelüli diameeter määratakse tõesti juba idanemisfaasis, seda näitavad vastavad mõõtmised. Odra vegetatsioonkatsetes 1965. aastal, kus igasse vegetatsiooninõusse külvati valitud ja kaalult kontrollitud, ühesuguse raskuse ja suurusega terad, mõõdeti maa-aluse varrelüli diameetrid seemne otseses läheduses, tärganud ja kolme lehe faasis olevatel taimedel. Tärkamisel mõõdeti 28 taime ja kolme lehe faasis 36 taime maa-aluse varrelüli diameetrid. Nende suurus oli esimesel juhul 0,88, teisel 0,93 mm. Seega suurenes diameeter tärkamisest kuni võrsumisfaasini ainult 0,05 mm või 5,7% võrra. Mille arvel nimetatud suurenemine toimus, selle kohta pole andmeid. Igal juhul on maa-aluse varrelüli juurdekasv tärkamise ja võrsumise vahemikus väike.

Et teraviljade maa-aluse varrelüli jämedus sõltub idanemiskeskkonna tingimustest, näitavad teisedki katsed. Maa-aluse varrelüli diameeter määrati 1965. aastal korraldatud vegetatsioonkatse-

Tabel 48

Idanemisaegse toiterežiimi (A) ja mulla reaktsiooni (B) mõju odra maa-aluse varrelüli jämedusele ja juhtsoonte suurusele ning lehtede rakumahla kontsentratsioonile 1965. aasta vegetatsioonkatsetes EPA maaviljeluse kateedris

Variantide kirjeldus	Maa-aluse varrelüli			Maa-aluse varrelüli juhtsoonte kimpude				Rakumahla kontsentratsioon			
	diam. mm	ristlõige		keskm diam	arv	summaarne ristlõige		tärkamisel 1. lehel		võrsumisel 4. lehel	
		mm²	%			mm²	%	refrakt näit.	suhkru %	refrakt näit.	suhkru %
A											
2 Idanemine nõrgalt leetunud kamar-leetmullas, tärkamisel ümberistutatud samasse mulda, mis sai ümberistutamisel sama palju Prjanišnikovi toitelahust nagu variant 4 külvi ajal	0,97	0,740	100,0	0,113	12,5	0,01002	100,0	1,3397	4,8	1,3429	6,9
4 Analoogiline eelmisega, kuid idanemiskeskkonna muld niisutati Prjanišnikovi toitelahusega katse rajamisel	1,16	1,056	142,7	0,131	12,5	0,01347	134,4	1,3399	4,9	1,3444	7,9
B											
1 Idanemine tugevasti happelises (pH 4,2) kamar-leetmullas, tärkamisel ümberistutatud viljakasse, nõrgalt happelisse kamar-leetmulda	0,92	0,664	100,0	0,118	12,8	0,01093	100,0	—		—	
2 Idanemine viljakas, nõrgalt happelises kamar-leetmullas, tärkamisel ümberistutatud samasse mulda	1,07	0,899	135,4	0,125	12,8	0,01127	112,2	—		—	
3 Idanemine viljakas, nõrgalt happelises kamar-leetmullas, tärkamisel ümberistutatud tugevasti happelisse (pH 4,2) kamar-leetmulda	1,08	0,916	138,0	0,129	13,1	0,01306	119,5	—		—	

tes, kus jälgiti idanemisaegse mulla reaktsiooni ja toiterežiimi mõju odrasaagile. Vastavad mõõtmised tehti sügisel katse koristamisel. Kõikidel analüüsiks võetud taimedel mõõdeti nimetatud varrelüli seemne otsesest lähedusest 0,01 mm täpsusega. Igast variandist mõõdeti esimeses (A) katses 107—114 ja teises (B) 56—75 taime. Vastavad andmed on toodud tabelis 48. Nagu selgub, on nii idanemisaegne toiterežiim kui ka mulla reaktsioon avaldanud olulist mõju odra maa-aluse varrelüli lõplikule jämedusele. Tabelis 48 toodud A-katses olid odra kasvutingimused tärkamisest alates täiesti ühesugused. Erinevus oli ainult idanemisfaasis, kus variandi 4 taimed said kasutada Prjanišnikovi toitelahust juba idanemisfaasist alates, variandi 2 taimed said toitelahust kasutada alles pärast tärkamist. Maa-aluse varrelüli diameeter oli aga 4. variandi taimedel 19,6% võrra suurem kui 2. variandi taimedel. Varre ristpind samal kohal oli aga esimesel juhul koguni 42,7% võrra suurem viimasest. Kuna varre ristpinna suurusest sõltub tema läbilaskevõime, on sellisel erinevusel määratu suur tähtsus taime edasisele kasvuintensiivsusele.

Analoogiline nähtus ilmneb ka B-katses. Variandi 1 seemned idanesid tugevasti happelises mullas väikestes traatvõrktorbikutes; meetodi kirjeldus lk. 139. Tärkamise eel istutati nad koos traatvõrktorbikuga samasugusesse mulda, kus kasvasid variandi 2 taimed juba külvist alates. Et kasvutingimused oleksid katsetehniliselt võrdsed, istutati 2. variandi idandid koos samasuguste torbikutega ümber tärkamise eel, kuid samasse mulda. Variandi 2 odrataimede maa-alune varrelüli on aga keskmiselt 16,3% ja keskmine ristlõike pind koguni 35,4% võrra suurem kui 1. variandi taimedel.

Variandi 3 taimed kasvasid tärkamisest alates hoopis halvemates tingimustes kui näiteks 1. variandil. Ometi on nimetatud varrelüli diameeter esimestel 17,4% ja ristpind 38,0% võrra suurem kui viimastel. Seda tingis asjaolu, et 3. variandi taimede idanemisperiood kulges märksa soodsamates tingimustes kui 1. variandi taimedel. Esimese ja kolmanda variandi võrdlemine annab eriti selge ettekujutuse, kui suure tähtsusega on idanemiskeskkonna mõju teravilja saagivõime kujunemisele.

Maa-aluse varrelüli läbilaskevõimet ei määra mitte selle läbimõõt või ristpind, vaid temas asetsevate juhtsoonte kimpude suurus ja nende arv ehk teiste sõnadega — juhtsoonte summaarne läbilaskepind. Sellepärast määrati samade katsetaimede maa-aluse varrelüli juhtsoontekimpude keskmine diameeter ja nende ristpind. Nendes suurustes esinevad samasugused seaduspärasused nagu varrelüli diameetris (tabel 48).

See on kooskõlas ka P. A. Genkeli (Генкель, 1958) uurimustega, kus päevalille peajuure juhtsooned suurenesid silmanähtavalt nendel taimedel, mille seemet külvi eel karastati põuakindluse suhtes Genkeli ja Kolotovi meetodil.

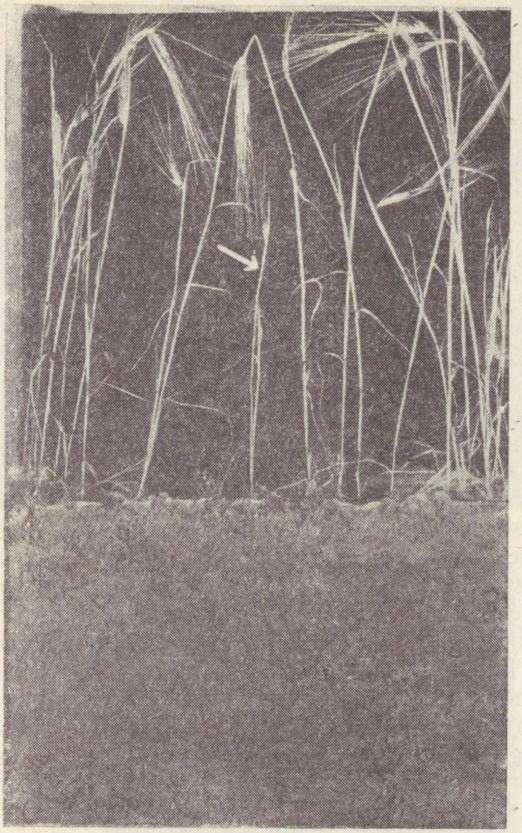
Juhtsoonte läbilaskepinna kõrval on suur tähtsus varre läbilas-



Joonis 64. Oder ühes külvireas.

kevõime kindlakstegemisel veel rakumahla kontsentratsioonil, millest sõltub imemisjõud. Sellepärast määrati tabelis 48 A-katses rakumahla kontsentratsioon tärganud taimedel (1 lehes) ja võrsumisfaasis 4 lehes (altpoolt lugedes). Ka need andmed kinnitavad idanemiskeskkonna kaugeleulatuvat mõju. Juba tärganud taimedel ja eriti võrsumisfaasis olevate taimede lehtedes on rakumahla kontsentratsioon, seega ka nende imemisjõud suurem siis, kui idanemiskeskkonna tingimused olid soodsamad.

Kõigest sellest näeme, et kui odral kulgeb idanemisperiood kultuurile soodsates tingimustes, areneb iduvars välja tugevana. Ta on suure diameetriga, mahutades endasse suurema läbilaskepinnaga juhtsooned. Peale selle arenevad taimel suurema rakumahla kontsentratsiooniga lehed, mille tagajärjel suureneb taime imemisjõud.



Joonis 65. Oder samast külvireast nagu joonisel 64, kuid sellest ca 1,5 m eemal

Suure läbilaskevõimega juhtsoonte võrk tagab kasvavate rakkude ja kudede normaalse varustamise veega ja vajalike toitesoolade ning sünteesiproduktidega, mis omakorda kindlustab rakkude ja kudede normaalse arengu ning väljendub taime lopsakas kasvus.

Nõrgalt väljaarenenud juhtsooned mainitud taimeosades ei suuda kasvavaid rakke ja kudesid normaalselt varustada vee ja vajalike toitainetega isegi siis mitte, kui mullas on neid piisavalt. Järelikult võib nende taimede saak kujuneda madalamaks, kui ilmastikulised ja agrotehnilised tingimused taime tärkamisjärgsel kasvuperioodil seda eeldasid. Teiselt poolt on võimalik, et idanemisfaasis areneb välja teraviljataimede suur potentsiaalne saagikus (suur taimede arv pindühikul ja igal üksiktaimel suure sünteesivõimega rakud ja koed ning suure läbilaskevõimega tähtsad organid — idujuurte vanimad osad ja maa-alune varrelüli). Niisugused taimed

on võimelised andma suuremat saaki isegi siis, kui ilmastikutingimused tärkamisjärgsel kasvuperioodil polnud kõige soodsamad.

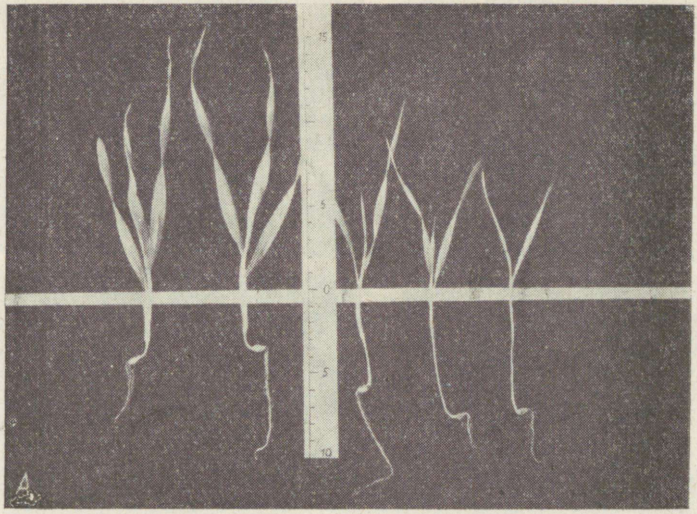
Nagu näeme, ei pruugi kultuuride saak alati olla kooskõlas ilmastiku- ja teiste väliskeskkonna tingimustega, mis valitsevad taimede fotosünteesiperioodil. Nendele, kes püüavad saagi suurust viia sõltuvusse ainult nendest väliskeskkonna tingimustest, mis valitsevad sel perioodil, kui toimub kultuuri põhiline orgaanilise aine loomine, saab tihti osaks pettumus. Igasugused saagi kõikumised saavad meile mõistetavaks ainult siis, kui analüüsida ka seda taimekasvuperioodi, kus määratakse kultuuri potentsiaalne saagikus.

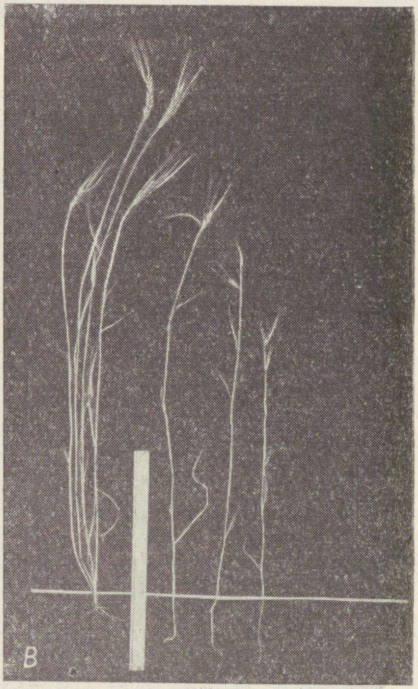
Kuivõrd siin toodud teoreetilised seisukohad on kooskõlas tegelikkusega, näitab meile ka tootmispõldudel tehtud üksiktaimede saagikuse analüüs.

Võtame näiteks EPA Raadi õppe- ja katsemajandi odra 1964. aastal nn. «Kopli» põllult. Juuresolevad fotod (joon. 64, 65) on tehtud nimetatud põllult ühest ja samast külvireast, kusjuures nende vahemaa on ca 1,5 m. Esimesel (joon. 64) on 40-cm külvirea lõigus 34 produktiivset võrset, kusjuures igas peas on keskmiselt 15,6 tera; saagivõime hektari kohta arvutatuna 41,8 ts. Teisel (joon. 65) on niisama pikas sama külvirea lõigus vaid 20 produktiivset kõrt, millel peas on keskmiselt vaid 13,3 tera. Viimase saagivõime on hektari kohta väljendatuna 20,9 ts. Tekib küsimus, miks on viimasel juhul samas külvireas kõrte arv märgatavalt väiksem ja nende hulgas palju rohkem kidurate peadega kõrsi kui esimeses. Huumushorisont on mõlemal juhul ühesugune. Kas tõesti olid joonisel 65 noolega märgitud taimel keskkonnatingimused toitainete ja vee omastamiseks halvemad kui tema naabertaimedel, millel on arenenud enam-vähem normaalse pikkusega pead? On ju teada, et teravilja taimede juured levivad ca 40-cm diameetriga ringis. Järelikult on nimetatud taimede juured üksteisest läbi kasvanud ja suur hulk nendest toitainetest ja veest, mida kasutasid lopsakamad taimed, olid kättesaadavad ka nende vahel kasvavale kidurale taimele. Seega ei saa kidura taime tekkimist seletada nende väliskeskkonna tingimustega, mis valitsesid tärkamisjärgsel perioodil, mil hakkasid kasvama taime maapealsed organid ja arenema pea.

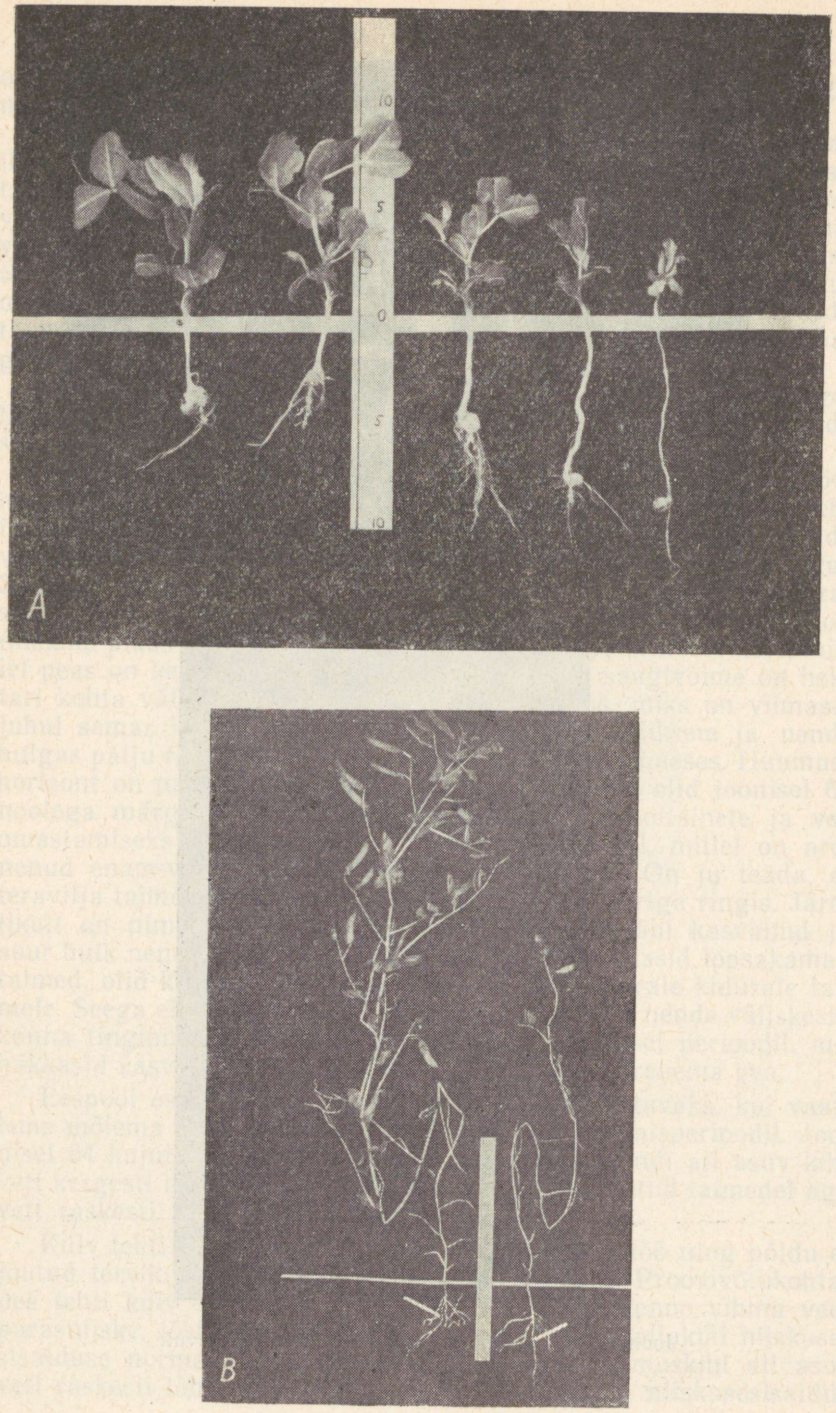
Eespool esitatud küsimus muutub aga mõistetavaks, kui vaatleme mõlema taimerühma arengutingimusi idanemisperioodil. Joonisel 64 kujutatud taimerühmal on huumushorisondi all asuv kiht vett kergesti läbilaskev saviliiv. Joonisel 65 kujutatud taimedel aga vett raskesti läbilaskev liivsavi.

Külv tehti 11. mail, kuid vihm katkestas külvitöö ning põldu ei jõutud tervikuna nimetatud päeval täis külvata. Proovivõtukohtades tehti külv siiski vihma eel. Kuna muld oli enne vihma veel parasniiske, tõstis juurdetulnud vihm pealmise mullakihi niiskusesisalduse normaalsest kõrgemale. Seal, kus huumuskihi all asus vett raskesti läbilaskev mullakiht, tõusis lokaalne niiskusesisaldus





Joonis 66. Seemendussügavuse mõju odra kasvule.
A — tärkamise järel; B — koristamisel.



Joonis 67. Seemendussügavuse mõju herne kasvule.
A — tärkamise järel; B — koristamisel.

seemendussügavuses märksa kõrgemale kui seal, kus aluskiht vett läbi laskis. Kuna ka järgnevatel päevadel kuni 17. maini sadas vihma, idanesid joonisel 65 toodud taimed märksa suurema mullaniiskuse, resp. puuduliku ohustatuse tingimustes kui joonisel 66 toodud taimed. Eespool käsitletud teoreetiliste aluste põhjal osa taimi hukkus idanemisperioodil ja osal arenes madal potentsiaalne saagivõime.

Et idanemisaegne tugev vihm võib varakevadel kahju teha ja saagikust vähendada, seda näitavad Paide rajooni «Võitluse» kolhoosi kogemused 1964. aastal, mida käsitlesime leheküljel 151—152 (joon. 34).

Ja lõpuks veel üks küsimus, mis näitab idanemisperioodi otsustavat tähtsust saagikuse kujunemisel. On üldiselt teada, et sügava seemendamise korral jääb taimede kasv kiduraks ja saak väikeseks. Kasv pidurdub niisugusel korral juba tärkamisjärgses faasis (joon. 66, 67) ja taim ei suuda saavutada normaalset kasvuhoogu ka hiljem, olgugi et keskkonnatingimused seda võimaldaksid.

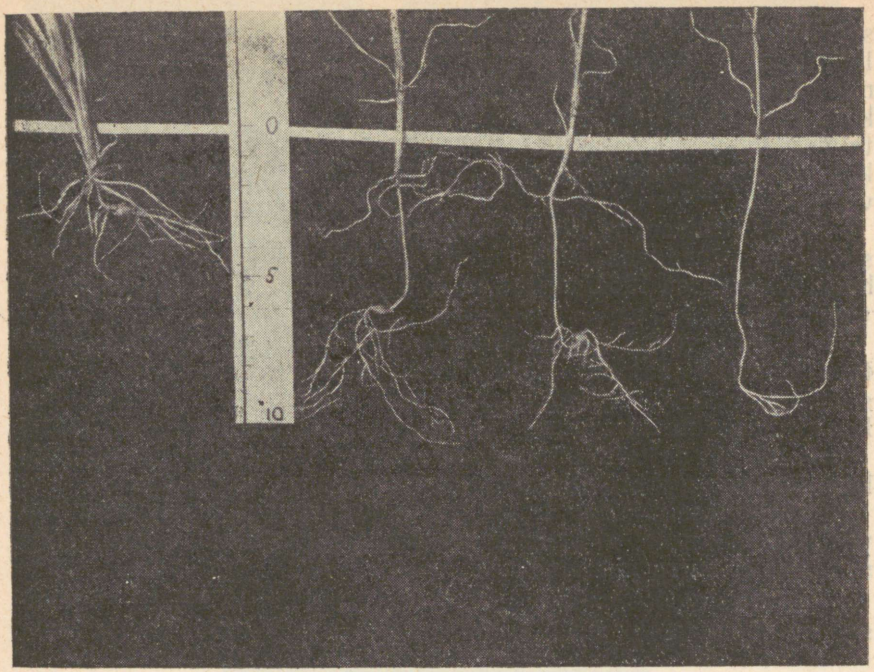
Miks on see nii? Kas taime juurte süsteem satub selletõttu halvemasse olukorda, et seemendussügavus on normaalsest mõne sentimeetri võrra suurem?

Raske uskuda, sest taimede juured tungivad ju meetri sügavuseni ja sügavamale. Pealegi algab näiteks teraviljade juurte maksimaalne levikuala meie sademetehulga (ca 600 mm aastas) juures alles 8—10-sentimeetrisest horisondist allapoole (Рассел, 1955). Tõsiasi on küll see, et sügavalt seemendatud taime maa-alune varreosa areneb peenike (joon. 68), mis määrab ka taime juhtsoonte ehituse.

Teraviljadel aga areneb võrsumissõlm, millest võrsumisfaasis arenevad sekundaarsed juured ja mainitud kasvufaasist alates ei pruugi toitained liikuda peenikese, võrsumissõlmest allpool oleva varrelüli kaudu. Seega võiks olukord võrsumisfaasist alates paraneda ning saagi suurus siiski tõusta.

Tegelikult on just nendel taimedel, mille algareng on olnud kehv (joon. 66, 68), ka sekundaarsete juurte areng puudulik. Kuna näiteks joonistel 66, 67 toodud kidurad taimed on võetud nende kõrval olevate lopsakate taimede otsesest lähedusest (vahemaa 5—15 cm), ei saa neil keskkonnatingimused toitainete ja vee osas tärkamisjärgsel kasvuperioodil olla nii suuresti erinevad. Tähendab, taime hilisem, *tärkamisjärgne kasvuintensiivsus ei sõltu ainult neist väliskeskkonna tingimustest, mis valitsevad tärkamisjärgsel kasvuperioodil.*

Järelikult näitab eeltoodud arutlus, et *tärkamisjärgne taime areng ja tema kasvuintensiivsus sõltub suurel määral ka sellest, missuguse potentsiaalse kasvuvõime omandas arenev taim idanemisfaasis, mis on seotud suure sünteesivõimega rakkude ja kudede ning hästi väljaarenenud juhtsoonte arenguga n.-ö. strateegiliselt tähtsates taimeosades.*



Joonis 68. Maa-aluse varrelüli ja sekundaarsed juured joonisel 66 toodud odrataimedel.

Soodsad väliskeskkonna tingimused idanemisfaasis põhjustavad rakkude normaalse paljunemise primaarses idujuures ja iduvarres ning nende täiusliku väljaarenemise, mille tulemusena saadakse jõulised idandid, milles arenevad hästi välja nii juhtsooned kui ka teraviljadel primaarsed embrüonaalsed kõrvalvõrsed.

Maapealsete organite arengu dünaamika sõltub sellest, kui suurel määral on arenevad rakud ja koed varustatud vajalike toitainetega, mis saabuvad juurtest (konstantse päikesekiirguse korral). Juurte arengu intensiivsus (normaalsetes keskkonnatingimustes) sõltub aga omakorda sellest, kuidas maapealsed organid varustavad neid assimilaatidega — aktseptoritega, mis on vajalikud mullast võetavate toitainete vastuvõtuks ja valkude ning teiste eluliselt tähtsate ühendite sünteesiks. Juurtes sünteesitud ühenditest kasutatakse osa ära juurte süsteemi edasiarenguks, teine osa (Kursakovi järgi ca 50%) aga suunatakse maapealsete organite ehitamiseks. Kuna taime maapealsed osad ja ka juurtesüsteem intensiivse kasvu korral järjest peab suurenema, eeldab see seda, et juurekael ja varre maa-alune osa peavad olema võimelised läbi laskma järjest enam alt üles ja ülevalt alla suunduvaid mitmesuguseid aineid.

Taimede hea varustamise korral toitainete ja veega paljunevad rakud embrüonaalsetes kudedes normaalselt ja kasvavad ka hästi välja, kusjuures nende sisseseade on samuti täiuslik. Niisugused rakud ja koed on tavaliselt suure sünteesivõimega, mis tagabki orgaanilise aine suure akumulatsiooni — lopsaka kasvu ja suure saagi.

Häired taime hilisemas varustamises võivad tekkida ainult siis, kui mullas on puudus toitainetest ja veest, või halvast õhurežiimist.

Niisugusel korral jäävad maksimaalsel määral kasutamata need eeldused, mis olid taimedel välja arenenud kõrgeks saagiks, ning paratamatult on tegemist saagilangusega. Et aga taime juurekava hästi välja arenes, on ka neis tingimustes taim ikkagi paremini varustatud vajalike toitainete ja veega kui nõrga juurekavaga taimed samades tingimustes. Järelikult ei ole saagilangus sel juhul eriti suur.

Kui taime algareng idanemisfaasis on toimunud puudulikes väliskeskkonna tingimustes, on rakkude paljunemine idandi kasvukuhikutes pidurdatud ja nende areng ning kasv takistatud. Selle tagajärjel arenevad väikesedimensioonilised rakud ja nende sisseseadegi on jäänud ühes või teises osas puudulikuks. Tulemuseks on aeglane idanemine ja kidurad idandid ning juhtsoonte puudulik väljaarenemine eluliselt tähtsates taimeosades.

Kui sellised taimed on tärkamisjärgsel kasvuperioodil soodsates väliskeskkonna tingimustes, ei kasva taimed hiljemgi lopsakalt, arenevaid rakke ja kudesid ei suudeta küllaldasel määral varustada. Põhjus on selles, et eriti teraviljadel nende nõrgalt väljaarenenud juhtsoonte tõttu jääb saak madalaks ja korrelatsioon väliskeskkonna tingimuste ning saagi suuruse vahel on rikutud.

KOKKUVÕTE

1. Kuna rakud paljunevad embrüonaalsetes kudedes ja kasvavad välja suurimas kasvuvöötmes, mis asub nende paljunemiskoha vahetus läheduses, kujuneb ka nende sisemine ehitus (protoplasma hulk ja kvaliteet koos organoidide ja fermentide süsteemiga) vastavalt tingimustele, mis valitsevad rakkudes nende paljunemise ja kasvu ajal.

Et rakkude füüsikalis-keemilised omadused sõltuvad ka väliskeskkonna tingimustest, oleneb nende kasvu dünaamika ja nende sisemine peenstruktuuriline ehitus samuti väliskeskkonna tingimustest. Teiste sõnadega — rakkude kvaliteet, seega nende sünteesivõime (ühe ja sama sordi piires) kujuneb välja vastavalt sellele, missugused on väliskeskkonna tingimused rakkude paljunemise, nende kasvu ja kudedeks formeerumise ajal.

2. Seemne idanemisega algab taime arengufaas, mil pannakse alus eluliselt tähtsate organite — juurte ja tulevase varre tekkeks. Juurte üleminekukoht varreks, mis välja areneb idanemisperioodil,

kujutab endast n.-ö. strateegiliselt väga tähtsat keskust, sest siitkaudu kulgeb ju kogu taimes toimuv toitainete liikumine. Juhtsoonte läbilaskevõimest sõltub tulevaste maapealsete organite toitainete ja veega varustamise dünaamika. Samuti oleneb sellest ka juurte varustamine assimilatsiooniproduktidega — aktseptoritega, et vastu võtta mineraalsooli, ammooniumlämmastikku, süsihappegaasi jt. ühendeid ning sünteesida neist nukleiinhappeid, valke, fermente ja muud, mis on vajalikud nii juurte kui ka maapealsete organite kasvuks.

3. Teraviljadel (odral) sõltub idujuurte arv ja nende kasv idanemiskeskkonna tingimustest. Näiteks arenevad odral liigniiskes ja õhuvaeses mullas suhteliselt peenikesed idujuured, mille arv ja ka pikkus on tavalisest väike.

Kuna teraviljade juurtel puudub sekundaarne (kambiaalne) kasv, määravadki kogu taime varustusvõime idanemisfaasis arenenud idujuured, mis kujunevad juurte süsteemi aluseks.

4. Iduvarrest kujuneb tulevase taime vars — selle maa-alune osa, kust samuti peavad läbi minema toitained. Järelikult sõltub läbilaskevõimest tulevase taime varustamine. Et teraviljade varrel, samuti kui juurtelgi, puudub kambiaalne kasv, oleneb kogu taime varustusvõime sellest, missuguse läbilaskevõimega on idandi see varre osa, mis hiljem on varre maa-alune osa. Ebasoodsates idanemistingimustes areneb teraviljadel peenike varre maa-aluse osa alumine lüli ja väikese läbilaskevõimega juhtsooned.

Olgugi et mesikal on küll olemas kambiaalne kasv, sõltub temagi hilisem kasv idanemiskeskkonna tingimustest. Järelikult määravad idanemisfaasis arenenud rakud ja koed, millel on madal sünteesivõime, kogu taime hilisema kasvuintensiivsuse.

VII. TÖÖST TULENEVAD PRAKTILISED JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD SAAGIKUSE TÕSTMISEKS JA SAADUSTE OMAHINNA ALANDAMISEKS

Kõigist eespool käsitletud uurimustest ja teoreetilistest arutlustest selgub, et saak ja selle suurus kujunevad vastavalt sellele, missugusena on välja arenenud kultuuri produktsioonivõime ja kasvutingimused igal konkreetsel põllul vegetatsiooniperioodi kestel.

Kultuuri produktsioonivõime, mis sõltub pinnaühikul kasvavast taimede arvust ja iga üksiktaime toodanguvõimest, areneb välja juba vegetatsiooniperioodi alguses — põhiliselt idanemisfaasis.

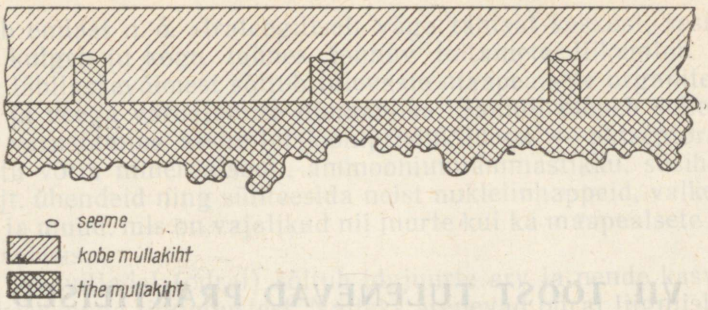
1. Kõrge saagi saamiseks vajalikud eeldused

Kõrge saagi saamiseks tuleb tagada normaalne taimkattetihedus, mille iga üksiktaime produktiivsus oleks keskpärane või üle selle. Võtame näiteks odra kui meil kõige levinuma teraviljakultuuri. 1000 tera keskmise kaalu korral (45 g) on 50-tsentnerise hektarisaagi saamiseks vaja, et iga m^2 annaks kas

600 produktiivset kõrt à 18 tera peas,
700 produktiivset kõrt à 16 tera peas või
800 produktiivset kõrt à 14 tera peas.

Nagu nendest arvudest nähtub, ei ole selles midagi erakordset. 600—800 produktiivse kõrreni jõudmine m^2-le ei ole suur ülesanne, kui arvestada seda, et külvame ju 550—600 idanevat seemet m^2 kohta ning lisaks oder ka võrsub.

Odrapea 14—16 teraga on üsna keskpärane, kui arvestada, et hästi arenenud odrapead sisaldavad 22—28 tera (2-realisel odral). Ülesanne seisneb järelikult selles, *et iga väljakülvatud idanemisvõimeline seeme põllul ka tärkaks ja annaks elujõulise taime.* Selline nõue kehtib mitte üksnes teraviljade, vaid kõikide kultuuride kohta. See eeldab, et idanemiskeskkond oleks seemnele soodne ning vee-, õhu- ja toiterežiimilt ning mulla reaktsioonilt võimalikult homogeenne. *Mullaharimistöid on tarvis teha sellise kvaliteediga, et muld oleks ühtlaselt peen ja vajalikus sügavuses kobe igal üksi-*



Joonis 69. Mullaprofiili tihedus, mis loob optimaalsed idanemistingimused.

kul cm²-l, samal ajal soodsa niiskusega ja seemendussügavuses või veidi sellest allpool ka ühtlase toiterežiimiga, kusjuures väetiste kontsentratsioon idaneva seemne läheduses ei tohi olla kõrge. Peale selle peab iga väljakülvatud seeme lasuma ühtlases sügavuses nii, et tal oleks hea kontakt alt ülespoole suunduva mullaniiskusega. Samaaegselt peab mulla õhuvahetus olema soodne, s. t. õhuhapniku küllaldane juurdepääs idanevale seemnele ning seemne otsesest lähedusest mullast ja idanevast seemnest eralduva süsihappegaasi kerge väljapääs atmosfääri. Järelikult *on optimaalne, kui muld on ühtlaselt peen ja kobe 5—6—8 cm sügavuses* (sõltuvalt kultuuri külvisügavusest), *kuid muld külvireas seemne all normaalselt tihe ja seemnepealne mullakiht tingimata jälle kobe.* Kuna kultuuride normaalne seemendussügavus kõigub 2—5 cm piirides, peaks muld seemneridade vahel seemendussügavuses ja pisut sügavamal olema kobe (joon. 69). See aitaks kaasa soodsale õhuvahetusele ja looks optimaalsed idanemistingimused, seega ka hea põldtärkamise ja jõuliste tõusmete arengu (muidugi siis, kui ka seeme on igati kvaliteetne).

2. Saagi tootmiseks rakendatava tehnoloogia põhilised puudused

Praegune rakendatav agrotehnika ja seejuures kasutatavad masinad-riistad ei võimalda alati normaalsete kasvutingimuste loomist kõikidele väljakülvatud seemnetele ja neist arenevatele taimedele, mistõttu idanemisvõimelistest väljakülvatud seemnetest tärkab ainult teatud osa; seejuures jääb taimkate hõredaks ja üksiktaimed on ebaühtlase saagiga, mis paratamatult viib keskmise saagi pinnaühikult alla. Peale selle on saagi saamiseks senini rakendatud tootmistehnoloogia väga kulukas ega anna kuigi suuri võimalusi saaduste omahinna alandamiseks.

Tööstussaaduste hulk on tohutult suurenenud ning omahind vähenenud tänu tootmistehnoloogia pidevale täienemisele. Põllu-

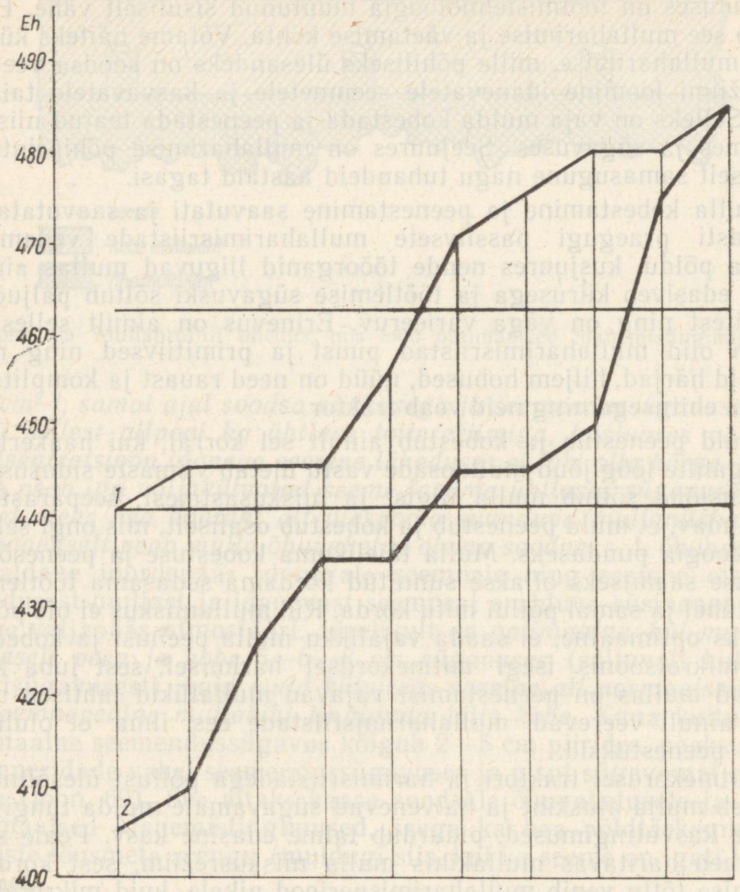
majanduses on tootmistehnoloogia muutunud sisuliselt vähe. Eriti kehtib see mullaharimise ja väetamise kohta. Võtame näiteks külvieelse mullaharimise, mille põhiliseks ülesandeks on soodsa vee- ja õhurežiimi loomine idanevatele seemnetele ja kasvavatele taimedele. Selleks on vaja mulda kobestada ja peenestada teatud niiskuseastmes ja sügavuses. Seejuures on mullaharimise põhiprintsiip sisuliselt samasugune nagu tuhandeid aastaid tagasi.

Mulla kobestamine ja peenestamine saavutati ja saavutatakse enamasti praegugi passiivsete mullaharimisriistade vedamisel mööda põldu, kusjuures nende tööorganid liiguvad mullas ainult riista edasiveo kiirusega ja töötlemise sügavuski sõltub paljudest teguritest ning on väga varieeruv. Erinevus on ainult selles, et varem olid mullaharimisriistad puust ja primitiivsed ning neid vedasid härjad, hiljem hobused, nüüd on need rauast ja komplitseerituma ehitusega ning neid veab traktor.

Muld peenestub ja kobestub ainult sel korral, kui haakeriista tööorganite löögijõud mullaosade vastu ületab viimaste sidususjõu. Sidususjõud sõltub mulla liigist ja niiskusastmest, seepärast on arusaadav, et muld peenestub ja kobestub osaliselt, mis ongi sellise tehnoloogia puuduseks. Mulla täielikuma kobestuse ja peenesõmeralisuse saamiseks ollakse sunnitud kordama sedasama töötlemisvõtet ühel ja samal põllul mitu korda. Kui mullaniiskus ei ole põllutöödeks optimaalne, ei saada vajalikku mulla peenust ja kobedust igas mikrotsoonis isegi mitmekordsel harimisel, sest juba kord haritud mullas on peenestamist vajavad mullatükid lahtised ning need ainult veerevad mullaharimisriistade ees, ilma et oluliselt enam peenestuksid.

Mitmekordsel traktori ja harimisriistadega põllust ülesõitmisel tiheneb mulla aluskiht ja halvenevad sügavamale mulda tungivate juurte kasvutingimused, pidurdub taime edasine kasv. Peale selle halveneb haritavas mullakihis mulla niiskusrežiim, sest korduva harimise tõttu venib mullaharimisperiood pikale, kuid mikroreljeef jääb siiski ebatasaseks.

Samuti on väga vähe muutunud väetamise tehnoloogia, olgugi et väetiste liigiline koostis on mitmekesistunud. Väetiste põllule laialikülvamise printsiipi on rakendatud aastasadu kuni tänapäevani, kusjuures seda tehakse mulla väetamise, mitte aga taime toitmise seisukohalt. On selge, et niisugusest väetamisviisist tuleneval ebaühtlasel jaotamisel (nii orgaaniliste kui ka mineraalväetiste osas) ei saa juttugi olla kõikide taimede toitmisest, eriti seemne idanemisfaasis. Et teha selgeks väetamise ühtluse tähtsust, toon ühe võrdluse kaubandusest. Mis juhtuks näiteks siis, kui kaubandusorganid jaotaksid tarbijate igapäevased vajalikud toiduained juhuslikult ainult vabariigi mõningate punktide vahel? Olgugi et inimestel on liikumiseks jalad ja igasugused moodsad liiklemisvahendid, ometi tekitaks see äraarvamata häireid nende igapäevases elus. Taimed on aga rangelt seotud kasvukohaga, kuhu on



Joonis 70. Põlevkivituha mullaga segunemise ühtluse mõju mesika idandite Eh-le. *1* — põlevkivituhk segati mullaga erilise hoolikusega; *2* — sama kogus põlevkivituhka segati tavalisel viisil.

pandud seeme ja nendel pole võimalik minna oma igapäevase «leiva» järele kaugemale, kui ulatuvad nende juured.

Kasvuperioodi alguses ja eriti idanemisel on juurekava territoriaalselt väga vähe levinud ning praktiliselt saab ta kasutada ainult mõnes kuupsentimeetris mullas olevaid toitevarusid, mis asuvad idujuurte otseses läheduses. Puuduvad seal toitained või on neid liialt palju — mõlemad juhud mõjuvad kahjulikult taime produktiivsuse kujunemisele. Et see tõesti nii on, toon näite katsetest valge mesikaga. Võrdne kogus sõelutud põlevkivituhka (10 g) segati võrdse väga tugevasti happelise mullakogusega (0,5 kg). Esimesel juhul (1) kihiliselt ja väga hoolikalt, teisel juhul (2) aga

tavalisel viisil pinnale puistates ja kolmel korral mullaga segamini segades. Kummassegi nõusse külvati võrdne hulk ühesuguse kvaliteediga mesikaseemet (hajusalt 2 cm sügavusse). Tärkamise eel määrati kummastki nõust 10 idandil (ilma valikuta) Eh. Tulemused on toodud üksikmääramiste alusel suuruste tõusvas järjekorras joonisel 70. Nagu näeme, kulgeb kõver nr. 1 märksa kõrgemal tasemel kui nr. 2. Seega oli ka biokeemiliste protsesside aktiivsus 1. juhul juba alates idanemisest tunduvalt kõrgem kui 2. juhul, olgugi et kasutati võrdseid väetiskoguseid. Kahtlemata kajastub see ka iga üksiktaime edaspidises arengus ja saagis.

Praegune külvitehnika jätab samuti palju soovida. Olemasolevad külvimasinad ei taga kõikidele väljakülvatud seemnetele ühtlast külvisügavust, vaid see varieerub 0-st kuni 10—12 cm-ni. Selliselt külvatud seeme kannatab idanemisel esimesel juhul niiskusepuuduse, teisel ebanormaalse õhuvahetuse all.

Kuna kõiki juba mainitud võtteid (väetamist, mullaharimist, külvi) rakendatakse üksikvõtetena eraldi, on külvi tehnoloogiline protsess selline, et väetiste külvist kuni külvitöö lõpetamiseni sõidetakse igast põllust üle mitmesuguste riistadega 4—8 korda. Sellest tingituna venib külviaeg pikaks, töö on kallis ning kasvutingimused paljudele taimedele bioloogiliselt siiski mittevastavad.

3. Milline peaks olema teoreetilistele nõuetele vastav saagitootmise tehnoloogia põhimõtteliselt?

Selleks et kõik väljakülvatud seemned saaksid areneda normaalsetes vee-, õhu- ja toiterežiimi ning mulla reaktsiooni tingimustes võimalikult kogu idanemisperioodi kestel, peab väetiste jaotamine vähemalt külvireas olema ühtlane ja väetise kontsentratsioon madal. Põhiväetis tuleb anda sügiskünni eel hajusalt.

Samuti peab mulla kobestamine ja peenestamine olema ühtlane kõikjal ning külvisügavus stabiilne iga üksiku seemne osas, kusjuures iga seeme peab asuma mullas selliselt, et ta on varustatud üheaegselt küllaldaselt veega ja õhuhapnikuga. Samal ajal ei tohi süsihappegaasi kontsentratsioon ülemääraselt suureneda idaneva seemne otseses läheduses, sest see halvab areneva taime tsütoloogilisi ja biokeemilisi protsesse (Končalova, 1962). *Kõiki neid nõudeid on võimalik täita ainult sel juhul, kui senised passiivsed mullaharimisriistad asendatakse aktiivsematega; väetisi (kaasa arvatud laudaväetis) tuleks kasutada (vähemalt külviajal) põhiliselt vedelväetistena ning mulla külvieelne ettevalmistamine, väetamine ning külv tuleb ühendada üheks tööoperatsiooniks.*

Külvieelne mullaharimine peaks baseeruma sellistel riistadel, mis ühe operatsiooniga valmistavad põllu külviks ette, peenestades ja kobestades mulda vajalikul määral ja vajalikus sügavuses.

Väetiste ühtlane jaotamine mullas, näiteks külvireas, on võimalik ainult vedelväetiste puhul. Sel teel tagatakse vajalik väetis-

ainete kontsentratsioon kõikidele idanevatele seemnetele ja võimalikult kogu idanemisperioodiks, mis on kõrge saagi saamiseks eriti suure tähtsusega.

Kui tulevikus meilgi ehitatakse loomalautu, kus allapanu ei kasutata ja loomade väljaheited eemaldatakse teatud hulga uhtveega vedelal kujul (selliseid lautu on praegu juba Lääne-Euroopas ja USA-s), on idanemiskeskkonna reguleerimiseks võimalik kasutada ka orgaanilist väetist isegi külvireas, mis kahtlemata looks üsna suured võimalused saagi tõstmiseks.

Vedelväetise kasutamist on väga lihtne mehhaniseerida. Eriti tuleb seda hinnata laudast saadava väetise korral, sest sõnniku senine väljavedu põllule on olnud üks kulukamaid operatsioone, mis tõstab väetatava kultuuri omahinda.

Laudatööde mehhaniseerimise seisukohalt on orgaanilise vedelväetise tootmine ka kõige vähem inimtööd nõudev. Need puudused, mis meil selletüübiliste lautade puhul on ilmnenud, on kindlasti ajutist laadi ja ei tohiks takistada nende lautade edasist kasutuselevõtmist.

Vedelväetise kasutamisel on muld ka hilisema harimise korral seemne all vajalikul määral niiske ja selle kihi vastu surutakse väljakülvatud seeme vastava reatihendaja ketta abil. Kuna seemnepealne mullakiht jääb aga kobedaks, säilib külvireas niiskus kauem ning idanemine võib kõikjal toimuda ka niiskuse suhtes normaalsetes tingimustes.

Mullaharimise, väetamise ja külvitööde ühendamine üheks tööoperatsiooniks vähendaks mitmekordselt töö mahtu. Seega lüheneks külvitööde periood senisega võrreldes tublisti, mistõttu oleks võimalik valida kõige sobivam aeg mullaharimiseks ja külvitöödeks. Mulla tallamine traktori ja põllutööriistadega väheneks samuti 4—8-kordselt, seejuures aga haritud muld jääks üldse tallamata. Mullaharimisriistad ei tohiks pikuti võtta kuigi palju ruumi ja neid peaks olema võimalik asetada rippriistana traktori taha vahetusse lähedusse, edasi peaks järgnema väetamise- ja külviagregaat samuti rippriistana. Viimane ei tarvitse olla kuigi raske, sest vedelväetisepaak ei pruugi koormata külvikut, vaid traktorit. Sellise agregaadi kogupikkus oleks mitu korda lühem kui senised üksteise järele haagitud kultivaatoritest ja äketest koosnevad agregaadid. Omakorda suureneks manööverdamisvõime. Viimane on eriti oluline meie suhteliselt väikestel põllutükkidel.

Sellise mullaharimis-väetamis-külviagregaadi kasutamist takistab muidugi olulisel määral põldude kivisus. Kuid see ei tohiks pidurdada progressi. Meil on juba praegugi piirkondi, kus kive pole; ning kivised põllud tuleb koristada. Selleks otstarbeks vastavate mehhanismide loomine ei peaks olema kuigi raske ülesanne. Ja kive, eriti väikseid, saab suure eduga kasutada heade siseteede rajamiseks, millega oleks lahendatud ka majandite siseteede küsimus.

4. Milliseks peaks kujunema tuleviku maaviljelus üldjoontes?

Muidugi mõista peaksid kõik tööoperatsioonid olema ratsionaliseeritud ja mehhaniseeritud. Ka põllumajanduslikud ehitised peaksid vastama samadele põhimõtetele ning paiknema otstarbekalt.

Juba nüüd töötavad meie põldudel peamiselt traktoristid, kombainerid, autojuhid, mehhaanikud, elektrikud, insenerid ja agronoomid. Nende osatähtsus tulevikus kahtlemata suureneb veelgi ja lihttööliste arv väheneb miinimumini.

Saagi kindlustamine algaks ka edaspidi juba sügisel. Viljakoristamise järel, milleks kasutatakse veelgi täiuslikumaid kombaine, antakse põldudele põhiline väetis, millele järgneks kohe künd.

Kuna põhku poleks enam vaja ei loomasöödaks ega ka allapanuks, peaks see jääma põllule orgaaniliseks väetiseks. Kombainid koristaksid seega ära ainult viljapead, kuna kõrs jääks kasvama. (Mahalangevate umbrohuseemnete idanevuse hävitamiseks tuleb kombainid varustada vastava seadiga.) Seega suureneks kombainide läbilaskevõime ja väheneks töö maht, mis on seotud põhu kokkupanekuga, lauta veoga, sõnniku koristamisega, selle põllule veoga ja laotamisega. Õled on lämmastikuvaesed ja selleks et tema lagunemine kulgeks normaalselt ning väetusefekt oleks kõrge, on vaja anda künni eel põllule ka põhiline mineraal- (PK) ja orgaaniline väetis. Otstarbekas on anda need samuti vedelväetisena (välja arvatud lubiväetis), kuid võimalikult kontsentreeritult ja hajusalt, et iga sissekünatav kõrs saaks rikastatud lämmastiku ja teiste toitainetega. Sellisel teel muutuksid õled samasuguseks sõnnikuks nagu allapanu laudas, kuid selle erinevusega, et lagunemine toimub täielikult mullas ja selles protsessis eralduv süsihappegaas aitaks kaasa muldade kultuuristumisele ja taime kasvutingimuste parandamisele. Õlgede lagunemine mullas on küllalt pikk periood, sest mikrobioloogiline protsess ei vaibu ka talvel (Рахно, 1964). Ja seejuures saadakse sama efekt võrratult odavamalt. Mineraalväetistega rikastatud vedela laudaväetise veab põllule ja laotab laiali (seda ka väga ühtlaselt) kõrgsurveseadisega tsisternauto, mis ühtlasi ka segab selle väetise vastavas basseinis enne tsisterni täitmist. Seega asendaks ainult üks inimene senise väga palju töökäsi nõudnud sõnniku ja mineraalväetiste põllule toimetamise.

Ainsa operatsiooniga küntud maa muidugi tasandatakse ja tema pealmise kihi puhastamiseks umbrohtudest on samasugused võimalused, nagu neid kasutame praegugi. Seega läheks põld lume alla hästi ettevalmistatult — väetatult, tasandatud mikroreljeefiga ja umbrohtudest puhastatud pealispinnaga.

Kevadkülv koos mullaharimise ja külviaegse täiendava väetamisega tehakse eespool kirjeldatud viisil, kasutades agregaati, mida võiks nimetada *külvikombainiks*.

5. Mida annab kirjeldatud tootmistehnoloogiliste põhimõtete ellurakendamine?

Kirjeldatud tootmistehnoloogiast tulenevaid kõiki hüvesid on raske ette näha ja neid rublades kokku võtta, kuna selle rakendamise ulatus ei piirdu ainult Eesti NSV-ga. Seepärast võib ära märkida ainult mõningaid olulisemaid põhimõttelist laadi muutusi. Selge on see, et taimekasvu tingimused ühtlustuvad ja paranevad kõikidel taimedel, mistõttu ka antud sordi saagivõime pääseb täielikumalt mõjule, millega kaasneb tunduv saagi tõus ning saagid erinevatel aastatel muutuvad stabiilsemaks.

Senine töö kvaliteet mullaharimisel, väetamisel ja külvil sõltub väga palju inimestest, kes seda tööd teevad ja juhivad, nende teadmistest ja oskustest. Kirjeldatud kompleksagregaadi rakendamisel, mis ühendaks kõik nimetatud tööd ja teeks need üheaegselt, hoolitseks töö kvaliteedi eest peamiselt masin. Agronoomi ja mehhanisaatori ülesandeks jääks ainult masina õigeaegne käikulaskmine ja eelduste loomine häireteta tööks. Masin reguleeriks kasvutingimused igale idanevale seemnele nii nagu vaja ja kui seejuures arvestatakse ka ilmastikutingimusi, on tulemuseks normaalne taimkattetihedus vastava külvisenormi korral ja lopsakad ühtlaselt arenevad taimed (muidugi kvaliteetse seemne puhul), millel on suur produktsioonivõime. Tärkamisjärgsel kasvuperioodil valitsevad kasvutingimused määravad selle, kas taimed saavad realiseerida oma väljakujunenud toodanguvõime saagina 100%-liselt või alla selle.

Saagi omahind peaks tublisti vähenema, olgugi et tootmisega tegelevad peamiselt kõrgemapalgalised spetsialistid, sest töö maht väheneb tublisti. Näiteks peaks vähenema töö maht üksnes külvieelse mullaharimise ja väetamise osas senisega võrreldes mitu korda, samuti jääksid ära teraviljapõhu koristamisega, selle lauta veoga ja laudast sõnnikuna väljaveoga ning põllule laotamisega seotud tööd. Juurde tuleksid küll orgaanilise vedelväetise transportimisega seotud tööd, kuid see töö oleks hästi mehhaniseeritav.

Väetiste kasutamine muutuks palju ratsionaalsemaks, mistõttu saadakse palju väiksemate väetiskoguste kasutamisel senisest märksa suuremaid saake, mis kajastuks nii saaduste omahinnas kui ka kogu rahvamajanduslikus tootmises.

6. Kuidas rakendada maaviljelusliku tootmise ratsionaliseerimise põhimõtteid kiiremini praktikasse?

Käsitletud põhimõtete praktikasse rakendamine eeldab vastavate masinate olemasolu. Neid aga veel ei ole. Järelikult tuleb sellised agregaadid luua. Samuti on vaja põllud kividest puhastada. Ka selleks on vaja masinaid. On vaja veel üksikasjalikult selgitada

igale kultuurile soodsaim vee-, õhu- ja toiterežiim, eriti idanemisfaasis, mis tagaks maksimaalse toodanguvõime ja saagi. Senini on küsimust uuritud peamiselt põhimõttelisest seisukohast — kas idanemiskeskkonna tingimused avaldavad mõju kultuuride saagile? Olgugi et praegu võib sellele küsimusele vastata jaatavalt, ei saa öelda, et probleem on lahendatud. Peale selle on vaja kohandada loomakasvatushooned allapanuta pidamisele ja ekskrementide vedelal kujul eemaldamisele. Kõige selle juures kerkib üles väga palju lisaküsimusi ja suuri raskusi, mis on tarvis eelnevalt lahendada. Järelikult tuleb kõigepealt hoogustada teaduslikku uurimistööd ja hästi koordineerida uurimisasutuste tegevus.

KOKKUVÕTE

Suure saagi saamiseks on vaja tagada normaalse tiheduse ja suure toodangu võimega taimkate. Seepärast peaksid kõik väljakülvatud seemned idanema võimalikult soodsates tingimustes, s. t. et idanemiskeskkond oleks vee-, õhu- ja toiterežiimilt ning mulla reaktsioonilt võimalikult ühtlane. Ühtlase idanemiskeskkonna kõikidele väljakülvatud seemnetele võime saada sel korral, kui seniste passiivsete mullaharimisriistade asemel võetakse tarvitusele aktiivsemad, tahkete väetiste asemel vedelad väetised (vähemalt külvi eel) ning mullaharimine, väetamine ja külv ühendatakse üheks operatsiooniks, mis tagaks ka saaduste omahinna tunduva vähenemise.

ÜLDKOKKUVÕTE

Maaviljelus on fundamentaalne tootmisala, mille tasemest sõltub kõikide teiste tootmisharude areng — kogu majanduslik ja kultuuriline areng. Kasvatatavate kultuuride saagikuse tõstmine ja saaduste omahinna alandamine on seega äärmiselt suure rahvamajandusliku tähtsusega ülesanne. Kahjuks on meil põllukultuuride saagikus üldiselt veel madal ja, mis veelgi olulisem, saagid on ka ebastabiilsed, eriti üksikute põldude, majandite, rajoonide ja vabariikide lõikes. See on madala keskmise saagi põhjuseks.

Saakide kõikumise ja nende madala taseme põhjusi on otsitud peamiselt ilmastiku, mullastiku ja põldude väetamise erinevustest, mis on valitsenud sellel taimekasvuperioodil, kus toimub taimedel põhiline orgaanilise aine loomine — fotosüntees.

Käesolevas töös on pööratud erilist tähelepanu taimekasvu kõige esimesele faasile — seemne idanemisperioodile — ja püütud näidata, et sel perioodil valitsevad väliskeskkonna tingimused oluliselt mõjustavad põllukultuuride saagi kujunemist. Idanemiskeskkonna tingimused põhjustavad saakides sageli suuri kõikumisi üldiselt ka soodsates kasvutingimustes. Öeldut oli raske põhjendada senistest tõekspidamistest lähtudes.

Seemne idanemistingimusi ja nende mõju taimede tärkamisele on uuritud väga põhjalikult juba möödunud sajandil. Kas aga idanemiskeskkonna tingimuste mõju kajastub ka taimede hilisemas kasvus ja eriti saagis, selle kohta on andmeid kirjanduses üsna vähe.

Kui arvestada seda, et seemne kunstlikku jaroviseerimist ja taimede karastamist on seotud seemne idanemisaegsete keskkonnatingimuste reguleerimisega ja selle mõju jälgimisega taimede saagis, olgugi küll peamiselt temperatuuri suhtes, tuleks korrigeerida eespool öeldut. Nende küsimuste selgitamiseks on ilmunud väga palju töid, eriti jaroviseerimise kohta. Jaroviseerimisel lähtutakse taimede stadiaalsuse teooriast, kusjuures jaroviseerimise staadium ei pruugi olla tingimata seotud idanemisperioodiga, vaid see võib toimuda ka tärkamisjärgselt. Et aga tärganud taimi on väga raske kunstlikult jaroviseerida, siis tehakse seda tavaliselt idanemist vaevalt alustanud seemnete korral, olgugi et teoreetiline alus jääb samaks. Küll aga on taimede karastamise menetlus seotud peamiselt idanemisperioodiga. Sellealased uurimused käsitlevad peamiselt külmakartlikke kultuure (kurk, tomat).

Teiste taimekasvutegurite idanemisaegset mõju kultuuride saagile on uuritud väga vähe. Temperatuuri kui taimekasvuteguri kõrval on pööratud senini siiski suhteliselt suuremat tähelepanu sellele, kuidas on mõjunud taime hilisemale kasvule ja arengule idanemisaegne mulla reaktsioon ja Ca-sisaldus. Siin on välja jõutud suure teoreetilise tähtsusega üldistusteni (Prjanišnikov, Blagovidov, Zalesski ja Kedrov-Zichman), kuid lubiväetiste kasutamise praktiliste võtete soovitamisel autorid (Kornilov, Blagovidov, Zalesski) ise ei lähtu iga kord tehtud teoreetilistest üldistustest.

Töös on uuritud seemne idanemisaegsete keskkonnatingimuste erinevuste mõju valge mesika, lutserni, odra, suvinisu, kaera ja hübriidkaalika saagile. Lubjalembeliste kultuuride puhul (mesikas, lutsern, oder) on peamine tähelepanu pööratud mulla reaktsioonile. Idanemisaegse temperatuurirežiimi mõju on uuritud suvinisul, vee- ja õhurežiimi mõju suvinisul, odral ja kaeral ning idanemisaegse toiterežiimi mõju suvinisul, odral ja hübriidkaalikal.

Faktiline materjal on saadud vastavatest põldkatsetest, mida on korraldatud nõrgalt kuni väga tugevasti happelistel kamar-leetmuldadel väga mitmesugustes katsekohtades (65) aastail 1957—1965. Nendele lisanduvad vegetatsioonkatsed (18) aastail 1955—1965 ja tootmiskatsed (17) aastail 1960—1965.

Paralleelselt põld- ja vegetatsioonkatsetega viidi läbi laboratoorsed uuringud, kusjuures tehti 12 500 mitmesugust analüüsi, nende hulgas 1500 biokeemilist.

Seemne idanemisaegsete keskkonnatingimuste mõju selgitamiseks kultuuride saagi kujunemisele kasutati võrdlevat meetodit, kus variantidevahelised erinevused esinesid peamiselt idanemisperioodil. Erinevuste saavutamiseks idanemisperioodil kasutati:

a) seemnete eelidandamist kasvukoha mullast (happeline, parasniiske) erinevas (karbonaatses, liigniiskes) mullas;

b) neutraalse või nõrgalt leeliselise väetise (põlevkivituha ja mitmesuguse koostisega põlevkivituha-mulla-komposti) kihilist asetamist külviritta nii, et idujuured saavutasid nendega kontakti esimesel juhul idanemise algul, teisel juhul alles tärkamisel või veelgi hiljem;

c) idanemisaegse külvisügavuse suurendamist (aeratsiooni muutmine) seemet katva mullakihi kunstliku tõstmisega pärast külvi;

d) idanemisaegse õhuvahetuse takistamist mullas vastavate kunstlike pinnakatete kasutamise ja mullaniiskuse suurendamisega;

e) taimede ümberistutamist tärkamise eel ühest keskkonnast teise (ilma juurekava vigastamata).

Uurimistulemustest võib teha alljärgnevad üldistused.

1. Idanemiskeskkonna tingimused mõjustavad väga suurel määral põllukultuuride põldtärkamist, taimede säilivust ja talvekindlust ning saaki, sealjuures teraviljadel ka võrsumist, terade arvu peas ja 1000 tera kaalu.

2. Seemne idanemisel avaldavad mõju põllukultuuride tärkamisjärgsele kasvule ja arengule mulla reaktsioon ning mulla vee-, õhu-, toite- ja soojusrežiim.

3. Idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju on eriti suur lubjalembeliste kultuuride (valge mesikas, lutsern, oder) puhul — saagivahed võivad olla isegi 10-kordsed. Seejuures on määrava tähtsusega asjaolu, et vähemalt idanemise algus kulgeks kultuurile mulla reaktsiooni suhtes soodsas keskkonnas.

Valge mesikas ja lutsern kui äärmiselt lubjalembelised kultuurid on võimelised kasvama normaalselt ja andma kõrget saaki ka väga tugevasti happelistel (pH 4,0) muldadel, kui nende idanemisfaas kulges kultuurile reaktsiooni suhtes osaliseltki (idanemise algul) soodsas keskkonnas.

Kui idanemisfaas kulgeb kultuurile (mesikas, lutsern) reaktsiooni suhtes ebasoodsas keskkonnas ja taimede juured saavutavad kontakti reaktsiooni suhtes soodsa keskkonnaga alles tärkamisel või veelgi hiljem, hävib hulk taimi juba esimese kasvuaasta kestel ja järelejäänute kasvuintensiivsus on väike. Talvekindlus on nendel taimedel samuti väike, mistõttu näiteks mesika saak on kuni 88,6% võrra madalam kui variantides, kus taime idujuured saavutasid kontakti sama (reaktsiooni suhtes soodsa) keskkonnaga juba idanemise algul.

Valge mesika ja lutserni idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju nende saagile on kinnitanud ka arvukad tootmiskatsed Tartu ja Põlva rajooni majandites, kus seemnega kontaktis olev põlevkivituhk (hajusalt pinnale, tuhk ja seeme koos mulda äestatud) on andnud näiteks valgel mesikal kuni 58,9% võrra kõrgema haljasmassi-

saagi kui sama suure põlevkivituhakoguse andmisel enne kultiveerimist.

Ka odra korral on idanemisaegse mulla reaktsiooni mõju ilmne. Seemendussügavusse antud lubiväetise efekt oli 30,8% võrra kõrgem kui sama suure koguse lubiväetise andmisel künni alla.

4. Idanemisperioodil valitsev lühema kestusega temperatuurirežiim (vegetatsioonkatsetes), mis ei põhjusta jarovisatsioonistaadiumi läbimist, avaldab samuti mõju suviteravilja (suvinisu) taimkattetihedusele ja saagile, kusjuures suhteliselt madal ja sagedaste öökülmadega temperatuurirežiim (seemendussügavuses —6—+6° C 10 päeva kestel) vähendab saaki. Samal ajal suhteliselt madal, kuid stabiilne t° (seemendussügavuses 0—+6°) ei vähendanud ega tõstnud saaki.

5. Idanemisperioodil valitsev vee- ja õhurežiim mõjustab suurel määral suviteraviljade (suvinisu, oder, kaer) põldtärkamist, võrsumist, terade arvu peas ja saaki, kusjuures idanemise algperiood on otsustava tähtsusega. Näiteks on seemne pundumisel ja idanemise alguses valitsenud kõrge mullaniiskus (100—90% väliveemahutavusest) vähendanud huumusrikkal gleistunud kamarleetmullal tärganud odrataimede arvu enam kui 60% ja saaki 36%, võrreldes samal perioodil valitsenud mõõduka niiskusega (62—58%). Kui samal mullal odra idanemise algus (iduvars seemnepikkune) kulges mõõdukas niiskuses (62—58% väliveemahutavusest) ja tärkamise eel tõusis mullaniiskus 100—90%-ni, ei ilmnenud taimede arvu ega saagi vähenemist.

Odra terasaaki vähendas samuti niiskuse nappus (42—37% väliveemahutavusest) seemne idanemisperioodil kuni 23,9%, võrreldes samal perioodil valitsenud normaalse niiskusega (62—58%). Samuti vähendas odra terasaaki puudulik mulla õhurežiim, mis kaasnes seemet katva mullakihi tihendamisega (normaalse mullaniiskuse puhul) või selle tüseduse suurendamisega (sügav seemendus), või niiskuse suurenemisega seemet katvas mullakihis.

Suviteravilja saakide ebastabiilsuse on sageli põhjustanud idanemisperioodil valitsenud vee- ja õhurežiim. Külvile järgnev suurem sademetehulk (eriti raskema lõimisega muldadel ja kõrgema põhjaveeseisuga põldudel), kui külv oli tehtud mullaniiskuse seisukohalt õigeaegselt, võib põhjustada suuri saagilangusi.

6. Ka seemne idanemisaegse toiterežiimi mõju avaldub põllukultuuride tärkamisjärgses kasvus ja arengus. Näiteks suurendas idanemiskeskkonna rikastamine Prjanišnikovi toitelahusega (vegetatsioonkatses) odra põldtärkamist, produktiivsete võrsete arvu, terade arvu peavõrse peas ja terasaaki kuni 36,1%, võrreldes variandiga, kus sama toitelahus anti niisama suures koguses taimede tärkamisel. Sedasama kinnitavad ka põldkatsed, kus idanemiskeskkonna rikastamisel vedelväetisega suurenes odra terasaak 16,1% võrra, võrreldes variandiga, kus sama väetis anti odra tärkamisel.

Idanemiskeskkonna rikastamisel vedelväetistega mõjuvad posi-

tiivselt ainult väikese kontsentratsiooniga väetised. Suurema kontsentratsiooni puhul võivad nad avaldada isegi negatiivset mõju, mis kajastub eriti tärkavate taimede arvu vähenemises. Eriti tundlik on hübriidkaalikas.

7. Mida kauem saab idujuur areneda kultuurile soodsas keskkonnas, seda suurem on saak.

8. Idanemiskeskkonna tingimused kajastuvad ka taimerakkude füüsikalis-keemiliste omaduste kujunemises ja sellest sõltuvalt biokeemiliste protsesside aktiivsuses.

Mulla reaktsiooni suhtes ebasoodsas idanemiskeskkonnas arenenud mesikaidanditel on näiteks madalam raku pH ja kõrgem IET, väiksem pH ja IET vahe, madalamad Eh ja rH_2 näitajad, väiksem fermentide (katalaasi, polüfenooloksüdaasi) aktiivsus, väiksem hingamise intensiivsus, eriti madal O_2 neeldumine, madalam RNH sisaldus ja mõningad erinevused ka vabade aminohapete sisalduses, kui neil mesikaidanditel, mille idanemise algus kulges mulla reaktsiooni suhtes mesikale soodsas keskkonnas. Samasugused erinevused jäävad püsima ja suurenevad ka tärganud taimedel.

Mesikataimedel, mille idanemisfaas kulges happelises mullas, kuid idujuur sai tärkamisel kontakti neutraalse või nõrgalt leeliselise keskkonnaga, omandasid ka hiljem idulehtedes ja lehtedes mõningal määral madalama pH ning väiksema pH ja IET vahe, märksa madalama katalaasi ja polüfenooloksüdaasi aktiivsuse ning O_2 neeldumise kui need taimed (samad organid), mis saavutasid kontakti soodsa keskkonnaga juba idanemise alguses.

Vabadest aminohapetest tuleb märkida eriti metioniini madalamat sisaldust nendes mesikaidandites, mille idanemise algus kulges neutraalses keskkonnas.

Ka idanemisaegne mulla-, vee-, õhu- ja toiterežiim mõjustavad idandite rakkude pH-d, Eh ja rH_2 suurusi ning IET asukohta.

Puudulik õhurežiim, mis kaasnes mulla kõrge niiskusega, vähendas odraidandite pH-d, Eh-d, rH_2-te ja tõstis IET-d, mille tagajärjel vähenes oluliselt pH ja IET vahe.

Toitainete puudumine või nende nappus idanemiskeskkonnas vähendas tunduvalt odraidandite iduvarre rakkude pH, Eh ja rH_2 suurusi. Sama nähtus ilmnes ka tärganud taimedes (samas proovivõtukohas), olgugi et kasvutingimused tärkamisest alates ühtlustusid.

9. Et rakkude füüsikalis-keemilised omadused on teatud määral sõltuvad väliskeskkonna tingimustest ja nendest sõltub ka rakkude ja kudede biokeemiline aktiivsus, määravad väliskeskkonna tingimused osaliselt ka rakkude sünteesivõime. Kuna rakud arenevad ja kasvavad välja rakkude kasvutsoonides, areneb samas tsoonis põhiliselt välja ka nende sünteesivõime. Vastavalt sellele arenevad näiteks ka rakkude diferentseerumise tsoonis juurekarvakesed ja juhtsooned kas täiuslikud või vähem täiuslikud.

Kuna seemne idanemisfaas on kõikidel taimedel seotud juurte

ja varre ühenduskoha arenguga, mille kaudu hiljem paljudel juhtudel liiguvad toitained ja vesi juurtest maapealsetesse organitesse ja vastupidi, pannakse idanemisperioodil alus väga tähtsa keskuse (juure või juurekaelte ja nende lähedaste juureosade ning maaaluse varreosa) arenemiseks, millel on n.-ö. strateegiline tähtsus taime organite (juurte ja maapealsete osade) varustamisel.

Et teraviljadel näiteks puudub kambiaalne kasv, määravad kogu taime varustusvõime idanemisfaasis arenenud idujuured, nende arv ja läbilaskevõime ning iduvarre läbilaskevõime.

10. Seemne idanemisperioodil mullas valitsev liigniiskus (puudulik õhustatus) vähendas odral idujuurte arvu (7—8 asemel 6—7 tk.), diameetrit ja juurte pikkust tunduvalt.

Idanemiskeskkonna rikastamine Prjanišnikovi toitelahusega suurendas odra:

a) iduvarre diameetrit kuni 19,6%;
b) iduvarre ristpinda kuni 42,7%;
c) iduvarre juhtsoonte summaarset ristpinda kuni 35,4%;
d) lehtede rakumahla konsentratsiooni.

Analoogilised tulemused ilmnesid odral ka siis, kui ainult idanemisperiood kulges soodsa mulla reaktsiooniga viljakas mullas, kuid pärast tärkamist kasvasid odrataimed väheviljakas ja tugevasti happelises mullas, võrreldes taimedega, mille idanemisperiood kulges väheviljakas ja väga tugevasti happelises mullas, kuid pärast tärkamist kasvasid viljakas mullas.

11. Seemne idanemisel ilmnenud puudujäägid ei hüvitu tärkamisjärgsete kasvutingimuste paranemisega. Seemne idanemisperioodil määratakse ära kogu taime potentsiaalne sünteesivõime.

Tärkamisjärgsel kasvuperioodil valitsevatest väliskeskkonna tingimustest sõltub, kas taimedel idanemisperioodil kujunenud potentsiaalne sünteesivõime realiseerub täielikult või osaliselt.

Suure potentsiaalse saagivõimega taimed on võimelised andma küllaltki kõrget saaki ka sel korral, kui hilisemad kasvutingimused ei ole kõigiti soodsad. Vastupidi, madala potentsiaalse saagivõimega taimed ei ole võimelised andma kõrget saaki ka sel korral, kui tärkamisjärgsed kasvutingimused on kõigiti soodsad.

12. Põllukultuuride (mesika, lutserni, suviteraviljade, hübriidkaalika) saakide sõltumine idanemiskeskkonna tingimustest, olles heas kooskõlas idanemisfaasis ilmnevate taime füsioloogiliste ja biokeemiliste näitajatega ning anatoomiliste muutustega, on üldbioloogiline seaduspärasus.

KIRJANDUS

Ahr, F. 1914. Mitteilungen der D. L.G., 7—8.

Allinson, F. E. 1918. Some Availability Studies with Ammonium Phosphate and its Chemical and Biological Effects upon the Soil. Soil Sci., 5.

Allison, F. C. 1930. Can Nodule Bacteria of Leguminous Plants Fix Atmospheric Nitrogen in the Absence of the Host. Journ. of Agricult. Research, 39, 893.
Tsit.: Турчин Ф. Б. Новые данные о механизме фиксации атмосферного азота в клубенках бобовых растений. «Почвоведение», 10, 1959.

Ariyanayagam, D. V., Stebbins, G. L. 1962. Developemental Studies of Cell Differentiation in the Epidermis of Monocotyledons. III. Interaction of Luviremental and Genetic Factors on Stomatal Differentiation in three Genotypes of Barley. Develpmt. Biol. 4 (1).

Arrhenius, O. 1926. Kalkfrage. Bodenreaktion und Pflanzenwachstum.

Aruksaar, H., Liidemaa, H., Martin, I., Mürk, H., Nei, I., Põikfik K. 1964. Üld- ja agrometeoroloogia. Tallinn.

Avery, G. Engel, F. 1954. Protein Synthesis in Relation to Cell Grouwth. Rapp. et Communs. Huitieme Congr Internal. Bot. Paris, sec. 11—12.
Tsit.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 116.

Beatty, A. V. 1946. Oxygen Consumption and Cell Division in the Leaves of Ligustrum Lucidum and Hedera Helix. Amer. Journ. Bot., 33, 145—148.
Tsit.: Синнот Э. Морфогенез растений. М., 1963, lk. 59.

Beaumont, A. B. 1926. Effect of Different Methods of Fertilizer Application on Seed and Seedling. Amer. Fest. 65 (7).

Bhardwaj, S. N. 1962. Studies and Early Seedling Metabolism in Wheat The Journal of the Indian Botanical Society, 41, 1.

Bonner, J. Wildman 1947. Grorith, 11, 51.
Tsit.: Пруссакова Л. Д. Синтез триптофана в листьях пшеницы в зависимости от фазы клеток листа и водного режима. Физиол. раст., 9, 4. 1962.

Brachet, J. 1942. Arch. biol. (Liége) 53, 207.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 213.

Brenchley, W. E. 1927. The Phosphate Requirement of Barley at Different Periods of Growth. Ann. Bot. 43, 89.

Brown, G. B., Roll, P. M. 1955. «The Nucleic Acids» (E. Chargaff and J. N. Davidson eds.), Vol. 2, p. 341. Acad. Press, New York.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 102.

Byerrum, R. U. and Flokstora, J. H. 1952. Possible Origins of the Methoxyl Carbon of Lignin Barley (Hordeum vulgare). Fed. Proc. 11.
Tsit.: Shrift, A. A. Role for Methionine in Division of Chlorella Vulgaris. Plant Physiology, 35, 4, 1960.

Byerrum, R. U., Flokstora, J. H., Dewey, L. J. and Ball, C. D. 1954. In Corporation of Formate and the Methyl Group of Methionine into Methoxyl Groups of Lignin. Journal of Biol. Chem., 210.

Caspersson, T. 1941. Naturwissenschaften, 28, 33.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 13.

Cherry, J. H. and Hageman, R. N. 1961. Nucleotide a. Ribonucleic Acid Metabolism of Corn Seedlings. Plant Physiol. 36.
Clark, M. Studies in Oxidation-Reduction (серия работ Кларка с сотрудниками, опубликованная в 1923—1925 гг. в U.S. Public Health Reports). Tsit.: Работнова И. Л. Роль физико-химических условий (pH и rH_2) в жизнедеятельности микроорганизмов. М., 1957.
Clifton, C. E. 1946. Microbial Assimilation. Advances in Enzymology, 6. Tsit.: Работнова И. Л. Роль физико-химических условий (pH и rH_2) в жизнедеятельности микроорганизмов. М., 1957.
Clifton, C. E. 1952. Oxidative Assimilation by Microorganisms. The Enzymes, II.
Col, D. G. 1923. Ammophos, its Effect upon Seed Germination and Plant Growth. N. Y. Agr. Exp. Sta. Bull.
Currie, J. A. 1962. The Importance of Aeration in Providing the Right Conditions for Plant Growth. J. Sci. Food Agr., 13, 7.
Davies, R. E. 1954. Simposia of the Society for Experimental Biology. Academic Press, New York, VIII.
Tsit.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Eichfeld, J. ja Priilinn, O. 1955. Anname happelistele muldadele lubiväetise koos seemnega. «Rahva Hääl» 20. aprill.
Falk, H. 1962. On the Physiology of the Golgi Apparatus in the Root Cap of Onion. Zeitschr. für Naturforschung, 17 b, 12
Frey-Wyssling, A. and Mühlethaler, K. 1965. Ultrastructural Plant Cytology. Elsevier publ. comp., Amsterdam—London—New-York.
Gale, E. P. and Folkes, J. P. 1954. Nature, 173, 4417.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 13.
Gamble, I. L. 1957. The Journ. of Biological Chemistry, 228, 2.
Tsit.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Gansler, H., Rouiller, G. 1956. Modifications Physiologiques et pathologiques du chondriome. Allg. path. Bakt., 19, 2.
Tsit.: Е. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Общая цитология. М., 1962, lk. 163.
Geisler, G. 1964. Untersuchungen zum Einfluss der Bodenluft auf das Wurzelwachstum, Zeitsch. f. Acker- u. Pflanzenbau, 118, 4.
Gifford, P. B. 1955. The Role of a Polynucleotide in Oxidative Phosphorylation. J. Amer. Chem. Soc., 77, 21.
Tsit.: Сисакян Н. М. и Одинцова М. С. Нуклеиновые кислоты клеточных структур растений. Изв. АН СССР, сер. биол., 6, 1960.
Giroud, A. 1938. L'acide ascorbique dans la cellule et les tissus. Protoplasmamonographien. Berlin.
Tsit.: Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958, lk. 64.
Col, D. G., 1923. Ammofos its Effect upon Seed germination and Plant Growth. N. Y. Agr. Exp. Sta. Bull.
Haberlandt, G. 1918. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.
Tsit.: Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958, lk. 64.
Haller, E. 1947—I. Suviteraviljade külviaegade valikust. Tallinn.
Haller, E. 1947—II. Suviteraviljade külviaegade valik seoses looduslikkude võimalustega ja selle tähtsus viljade saakidele ning umbrohutõrjele erinevatel mullaliikidel Eestis. (Dissertatsioon.) Tartu Riiklik Ülikool.
Haller, E. 1951. Valge mesika kasvatamine ja kasutamine. Tallinn.
Haller, E. 1953. Valge mesikas haljasväetis- ja söödataimena. Agrotehnika, söödatootmise ja loomade söötmise küsimusi. Tallinn.
Haller, E. 1957—I. Valge mesika tähtsus mullaviljakuse tõstmisel ja söödabaasi parandamisel Eesti NSV-s. Agrotehnika küsimusi Eesti NSV-s. Tallinn.

Haller, E. 1957—II. Idanemiskeskkonna mõju valge mesika kasvule. «Sotsialistlik Põllumajandus», 12.
Haller, E. 1961. Idanemiskeskkonna mõju mesika ja lutserni idanemisjärgsele kasvule ja arengule. «Sotsialistlik Põllumajandus», 15.
Haller, E., Piirsalu, L. 1963. Idanemiskeskkonna mõju valge mesika aminohappelisele koostisele. EPA teaduslike tööde kogumik, 35.
Hallik, O. 1941. Mulla lubjasus Valgamaal. «Nõukogude Agronoomia», 2.
Hallik, O. 1948. Lõuna-Eesti põllumuldade lubjasus ja kohalike magevee-lubisetete tähtsus selle reguleerimisel. Tartu.
Hallik, O. 1950. Põllumuldade lubjasus ja nende lupjamise tähtsus Eesti NSV-s. Tallinn—Tartu.
Hallik, O. 1953. Saakide tõstmine happeliste muldade lupjamise abil Eesti NSV-s. Agrotehnika, söödatootmise ja loomade söötmise küsimusi. Tallinn.
Hallik, O. 1959. Lupjamise mõju mullaviljakusele Eesti NSV-s. «Sotsialistlik Põllumajandus», 3.
Hallik, O. 1963. Agrokeemia. Tallinn.
Hallik, O. 1965. Happeliste muldade lupjamine Eesti NSV-s. Tallinn.
Hanks, R. J. and Thorn, F. C. 1957. Seedling Emergence of Wheat, Grain Sorghum, and Soybeans as Influenced by Soil Crust Strength and Moisture Content. Soil Science Society of America Proseedings. 21, 4.
Hansen, U. 1915. Mitteilungen der D.L.G., 9.
Harris, F. S. 1915. Effect of Alkali Salts in Soils on the Germination and Growth of Crops. Journ. Agr. Res., 5.
Hatcher, R. S. J. 1945. Studies on the Vernalisation of Cereals. Ann. Bot. New Series, 11, 35.
Hicks, G. H. 1900. The Germination of Seeds as Affected by Certain Chemical Fertilizers. U.S. Dep. Agr. Div. Bot. Bull., 24.
Hiltner, E. 1924. Zur Frage der Bodenreaktion und Kalkbedürftigkeit landwirtschaftlicher Bücher. Prakt. Be. d. Bayr. Landesanst.
Tsit.: Arrhenius, O. Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum, 1926.
Hoagland, D. R. 1917. The Effect of Hydrogen and Hydroxylion Concentration on the Growth of Barley Seedlings. Soil Sci. 1917.
Tsit.: Arrhenius, O. Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum, 1926.
Holmes, B. E., Mec, L. K., Hornsey, S., Gray, L. H. 1955. The Nucleic Acid Content of Cells in the Meristematic Elongating and Fully Elongated Segments of Roots of Vicia Faba. Exptl. Cell Ros., 8. 1.
Tsit.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 113.
Höhn, K. 1955. Zur Frage, der Bedeutung der Nucleinsäuren für die Wachstumvorgänge der Pflanzen. Beitr. Zitologie der Pflanzen, Bd. H. H. 2—3, Berlin.
Hurd, W. D. 1919—1920. The Need of Fertilizer Distributing Machinery. Potato Mag., 2, 10.
Tsit.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947, lk. 300.
Hutcheson, T. B. and Wolfe, T. K. 1918—1919. The Effect of Fertilizers on the Germination of Seeds. Virginia Agr. Exp. Sts. Ann. Rept.
Tsit.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947, lk. 298.
Hübner, R. 1955. Der Same in der Landwirtschaft. Göttingen, 1955.
Irwing, A. A. 1910. The Beginning of Photosynthesis and the Development of Chlorophyll. Ann. Bot., 24 (805).
Tsit.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 220.
Jenny, H., Grossenbacher, 1963. Root-Soil. Boundery Zones as Seen in the Electron Microscope. Soil Sci. Soc. Amer. Pros., 27 (3).
Jensen, W. A. 1955. Expl. Cell Research. 10 222.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 260.

Kaddan, M. T. 1963. Salinity Effects on Growth of Rice at the Seedling and Inflorescense Stages of Development. Soil. Sci. 96 (2)
Kalda, A., Kukk, E., Masing, V., Trass, H., Vaga, A. 1965. Botaanika. Tallinn.
Kaufmann, B. P., Das N. K. 1954. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S., 40, 1052.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 213.
Kaufmann, B. P., Das N. K. 1955. Chromosoma, 7, 19.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 213.
Kitse, E., Piho, A., Reintam, L., Rooma, I. ja Tarandi K. 1962. Mullateadus. Tallinn.
Kling, H. 1958. Protoplasma, Bd. 49, 3—4, 1958.
Tsit.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Končalova, M. N. 1962. The Effect of Carbon Dioxide on the Cellular Structures of Wheat, Barley and Onion. Biol. Plant. Acad. Scient. Bohemocl., 4. Реф. журн. биол., 4 А, 1963.
Kostíř, J. 1963. Allgemeine Biochemie. Jena.
Krall, A. R. and Purvis, M. R. 1957. Nucleotid Specificity of Phosphorylation by Isolated Spinach Chloroplasts. Plant Physiol., IV, 32.
Kurssanov, A. L. 1957. The Root System as an Organ of Metabolism Radioisotopes in Scientific Research, IV.
Lehmann, R. und Aichele, F. 1931. Geimungsphysiologie der Gräser. Stuttgart.
Lemon, E. R. 1962. I Soil Aeration and Plant Root Relations Agron. Journ. 54.
Lemon, E. R. and Wiegand, C. L. 1962. Soil Aeration and Plant Root Relation. II Root Respiration. Agron. Journ. 54.
Leverton, R. M. 1959. Amino Acids. Food. The Yearbook of Agriculture.
Lindner, H. und Lindner, H. 1962. Über Ursachen und Ausmass von Differenzen zwischen Keimfähigkeit und Feldaufgang von Pisum sativum L. Zeitschr. f. Landwirtsch. Vers. u. Untersuchw. 8, 1/2.
Lundegårdh, H. 1960. Pflanzenphysiologie. Jena.
Lõssenko, T. D. 1949. Agrobioloogia. Tartu.
Maltzahn, K. von, Mühlethaler, K. 1962. Observations on Division of Mitochondria in Dedifferentiating Cells of Splachnum Ampullaceum (L). Experientia, 18 (7).
Marcus, A. and Feeley, J. 1962. Nucleic Acid Changes in the Germinating Peanut. Biochim. et Biophys. Acta 61 (5).
Marek, G. 1877. Über den physiologischen Werth der Reservestoffe in den Samen von Phaseolus vulgaris. Habilitations Schrift, Halle.
Tsit.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 220.
Marions, N. G. 1962. Studies on Submikroscopic Aspects of Mineral Deficiencies. I. Calcium Deficiency in the Shoot Apex of Barley. Amer. Journ. of Bot., 49 (8).
Martos, V. 1959. Acta Biol., Acad. Scient. Hung 10, 157 and 10, 169.
Tsit.: Тарасенко Н. Д. и Коваленко С. П. О передвижении соединений типа нуклеиновых кислот по проводящей системе растений. Физиол. раст. 9, 2. 1962.
Matthias, W. 1954. Über ein papierchromatographischer Verfahren für Serienuntersuchungen in der Pflanzenzüchtung. Der Züchter, 24, 11/12.
Maurice, F. G. 1806. Traitè des engrais, Genève.
Tsit.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947, lk. 261.
Mazin, D. 1955. Symposia Soc. Exptl. Biol., 9, 235.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 213.
Maxton, L. L. 1927. Effect of Fertilizer on the Germination of Seeds. Soil Sci. 23.
Mc Bryde, I. M. 1889. Modes of Applying Fertilizers on Cotton. South Carolina Agr. Exp. Sta. Ann. Rep., 2, 186.

Tsit.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947, lk. 296.
Mehring, A. L. and Cumings, G. A. 1930. Factors Affecting the Mechanical Application of Fertilizers to the Soil. U. S. Dept. Agr. Techn. Bull., 182.
Tsit.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947.
Miller, C. E. a. Michell, I. E. 1927. Effect of Rate and Method of Application of Fertilizer on the Germination of White Beans. Journ. Amer. Soc. Agron., 19.
Monselise, S. P., Cohen, A., Kessler, B. 1962. Changes in Ribonucleic Acid and Dioxyribonucleic Acid in Developing Organe Leaves, Plant Physiol. 37 (5).
Morgan, J. F., Morton, H. J., Campbell, M E., Guerin, L. E. 1956. Matl. Cancer Inst., 16, 1405.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 222.
Mothes, K., Böttger, I., Wollgiehn, R. 1958. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Nucleinsäure und Eiweissstoffwechsel in grünen Blättern. Naturwissenschaften, 45, 13.
Musgrave, G. W. and Col, D. G. 1927. Influence of Fertilizer Treatments on Stand or Germination of Cotton. Journ. Amer. Soc. Agron., 19.
Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei märtsipleenum, 1965.
Oota, Y., Fugii, R. and Osawa, S. 1953. Journ. of Biochem. (Japan), 40
Tsit.: Marcus, A. and Feeley, J. Nucleic Acid Changes in the Germinating Beanut. Biochim. et Biophys. Acta, 61 (5), 1962.
Oota, Y. and Osawa, S. 1954. Migration of «Storage RNA» from Cotyledon into Growing Organs of Bean Seed Embryo. Experientia, 10.
Ordin, L., Cléland, R. and Bonner, J. 1957. Methyl Esterifloation of Cell Wall Constituents under the Influence of Auxin. Plant Physiol., 32.
Ordin, L. 1958. The Effect of Water Stress on the Cell Wall Metabolism of Plant Tissue. Radioisotopes in Scientific Research, vol. IV.
Palade, G. E. 1956. Electron Microscopy of Mitochondria and other Cytoplasmic Structures. Henry Ford Hosp. Inst. Symposium, 185.
Tsit.: Е. де Робертис, В. Новинский и Ф. Саэс. Общая цитология. М., 1962, lk. 158.
Paleg, L. G. 1960—I. Physiological Effects of Gibberellic Acid. I. On Carbohydrate Metabolism and Amylase Activity of Barley Endosperm. Plant Physiol., 35.
Paleg, L. G. 1960—II. Physiological Effects of Gibberellic Acid. II. On Starch Hydrolyzing Enzymes of Barley Endosperm. Plant Physiol., 35.
Paleg, L. G. 1961. Physiological Effects of Gibberellic Acid, III. Observations on Its Mode of Action on Barley Endosperm. Plant Physiol. 36.
Paleg, L. G., Sparrow, D. H. B., Jennings, A. 1962. Physiological Effects of Gibberellic Acid. IV, On Barley Grain with Normal, x-Irradiated, and Excised Embryos. Plant Physiol., 37.
Palm, V. 1965. Vestlusi keemia vallast. Tallinn.
Piho, A. 1964. Ratsionaalne külvikord tagab põllumaa efektiivse kasutamise. «Sotsialistlik Põllumajandus,» 17, 1964.
Pohl, R. 1954. Jahre Wuchstofforschung. Naturwiss., 41, 392.
Richards, L. A. 1953. Modulus of Rupture as an Index of Crusting of Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17.
Richly, C. B. 1961. Jacobson P. and Hall C. W. Agricultural Engineers' Handbook. New York — Toronto — London.
Robertson, R. N., Wilkins, M. I., Hope, A. B. 1955. Nature. 175, 4458.
Tsit.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Salter, R. M. and McIlvain, T. C. 1920. Effect of Reaction of Solution on Germination of Seed and on Growth of Seedlings. Journ. Res.
Tsit.: Arrhenius, O. Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum, 1926.

Sarvella, P., Nilan, R. A., Konzak, C. F. 1962. Relation of Embryo Structure, Node Position, Tillering and Depth of Planting to the Efects of x-Rays in Barley. Radiation Bot., 2 (2).
Sato, C. S., Byerrum, R. U. and Ball, C. D., 1957. The Biosynthesis of Pectinic Acid Methyl. Esters through Transmethylation from Methionine. Journ. of Biol. Chem., 294, 1957.
Sato, C. S., Byerrum, R. U., Albersheim, P. and Bonner, J. 1958. Metabolism of Methionine and Pectin Esterification in a Plant Tissue. Journ. of Biol. Chem., 233.
Schumacher, W. 1864. Die Ernährung der Pflanze. Berlin.
Tsit.: Wollny, E. Saat und Pflege der landw. Kulturpflanzen. Berlin, 1885.
Séekevitz, Ph. and Potter, V. R. 1955. Biochemical Structure of Mitochondria. I. Intramitochondrial Components and Oxidative Phosphorylation. J. Biol. Chem., 215, 1.
Tsit.: Сисакян П. М. и Одинцова М. С. Нуклеиновые кислоты клеточных структур растений. Изв. АН СССР, сер. биол., 6, 1960.
Siegel, S. M. and Rosen, L. A. 1962. Effects of Reduced Oxygen Tension of Germination and Seedling Growth. Physiol. Plant, 15, 3.
Simisker, J. 1962. Valgu biosünteesist. «Eesti Loodus», 5.
Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissenschaften zu Wien 1875. LXXI (1. Abth.).
Tsit.: Прянишников Д. О. О распадении белковых веществ при прорастании. М., 1895.
Small, J., 1929. Hydrogen Ion Concentration in Plant Cells and Dissues. Protoplasma-Monographien, 2.
Tsit.: Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958.
Soldo, A. T. 1955. Vitamin B_{12} and Nucleic Acid Production in Euglena. Arch. Bioch. and Bioph., 55.
Tsit.: Сисакян П. М. и Одинцова М. С. Нуклеиновые кислоты клеточных структур растений. Изв. АН СССР, сер. биол., 6, 1960.
Sortenberg, A. 1948. Mikronaeringsstoffmangelsykdommer pa Planter. Meddelelser fra det Norske Myrselkar, 4.
Tsit.: P Hirmo, A. Vaskväetise efektiivsusest ja tarbest Eesti NSV turvasmuldadel, 1960. (Dissertatsioon.)
Spanhof, L. 1964. Einführung in die Praxis der Histochemie. Jena.
Specht, G. et al 1960. Albrecht-Thaer Archiv (TDP), 4, 7.
Tsit.: Мордашев А. И. Опыт возделывания белого донника. С.-х. за рубежом. Растениеводство, 7, 1961.
Sprengel, C. 1847. Meine Erfahrungen aus dem Gebiete d. allgem. u. spez. Pflanzenkultur. Bd. I. Leipzig.
Tsit.: Wollny, E., E. Saat und Pflege der landw. Kulturpflanzen. Berlin, 1885.
Stafford, H. A. 1951. Intracellular Localization of Enzymes in Pea Seedlings. Physiol. Plant. 4.
Stern, H. 1956. Sulphhydryx Groups and Cell Division. Sciense. 124.
Stern, H. 1959. Mitosis and Metabolic Organisation. Bot. Rev., 25.
Stich, H., 1954. Chromosoma, 6, 199.
Tsit.: Браше Ж. Биохимическая цитология. М., 1960, lk. 213.
Stickler, F. C. 1962. Seedling Depth and Use of Press Wheels as Factors Affecting Winter Barley and Winter Wheat Yields in Kansas. Agron. Journ., 54, 6.
Stiles, I. E., 1949. Relationship of Water to the Germination of Bean Seeds. Plant Physiology, 24.
Studitski, A. 1962. Elavad piisad. Tallinn.
Sutter, H., 1963. Lutserni külviaegadest katteviljata külvil. EPA teaduslike tööde kogumik, 28.
Tabares, L. G. 1944. The Protein Metabolism of Hordeum Vulgare During the Germination Period. Annales Read. Acad. Farm., 10, 669.

Tacke, B., 1915. Über Drilldüngung. Mitteilungen der. D.L.G., 9.
Taft, D. L., Levitt, I. 1957. Physiology Plantarum, 10. I.
Tsit.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
The Yearbook of Agriculture. 1960. Power to Produce.
Tiver, N. S. 1960. The Role of Lime on Pasture Estabilishment on Leached Acid Soils in Southern Australia. 8 th International Grassland Congress. Mineral Nutrition of Forages.
Tohver, V. 1966. Nukleiinhapped ja pärilikkuse informatsiooni probleem kaasaegses mikrobioloogias. «Eesti Loodus», 5.
Truog, E., Harper, H. I., Magistad, O., Parker, F. W. and Sykora, I. 1925. Fertilizer Experiments: Method of Application and Effect on Germination, Early Growth, Hardness, Root Growth, Lodgins, Maturity, Quality and Yield. Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bull., 65.
Tähepõld, L. 1964. Aktuaalseid probleeme kaasaegses biokeemias (I). «Eesti Loodus», 3.
Wadleigh, C. H. 1957. Growth of Plants. The Yearbook of Agriculture, Soil.
Weber, E. 1961. Grundriss der biologischen Statistik. Jena.
Werner, R. 1873. Die preuss. Expedition nach Japan, China u. Siam in den Jahren 1860—1862. Leipzig.
Tsit.: Wollny, E. Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, 1885, 340.
West, S. H. 1962. Protein, Nucleotide and Ribonucleic Acid Metabolism in Corn During Germination under Water Stress. Plant Physiol. 37(5).
Viljams, V. R. 1950. Mullateadus. Tartu.
Wilkins, M. B. and Warren, D. M. 1963. The Influence of Low Pertial Pressures of Oxygen on the Rhythm in the Growth Rate of the Avena (sativa) Coleoptile. Planta, 60, 33.
Willis, L. G. and Piland, I. R. 1931. Ammonium Calcium Balance a. Concentrated Fertilizer Problem. Soil Sci., 31.
Wolff, E. 1856. Die naturgesetzl. Grundlagen des Ackerbaues. Leipzig.
Tsit.: Wollny, E. Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, 1885, 341.
Wollny, E. 1885. Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin.
Woodstock, L. W. Skoog, F. 1962. Distribution of Growth, Nucleic Acids, and Nucleicacid Synthesis in Seedling Roots of Zea Mays. Amer. Journ. of Bot. 49.
Yeoman, M. M. 1962. The Effect of Ribonuclease on the Growth of Pea Root Journ. Expt. Bot., 13(39).
Yomo, H. 1960. Studies on the Amylase Activating Substances. Purification of the Amylase Activating Substance in the Barley Malt (2) and its Properties. Hakko Kyoksi Shi., 18.

Аболин Г. И. 1949. Рост и строение листьев у злаков в связи минеральным питанием и влажностью почвы. ДАН СССР, CVIII, 1.
Авдонин Н. С. 1941. Вопросы системы питания растений. Труды Ин-та зернового хозяйства нечерноземной полосы. М.
Авдонин Н. С., Кузина Е. В. и Лебедева Л. А. 1954. Отношение многолетних трав и реакции среды в зависимости от их роста и развития. Вопросы повышения плодородия почв нечерноземной полосы. Издат. Московского университета.
Авдонин Н. С. 1957. Алюминий и плодородие почв нечерноземной полосы СССР. Вестник сельскохозяйственной науки, 2.
Авдонин Н. С. и Колосова Н. А. 1959. О влиянии реакции среды на [с.-х.] растения. Вестник с.-х. науки, 12.
Алексеев Е. К. 1948. Зеленое удобрение в СССР. М.
Алешин Е. П. 1959. Водный режим рисового поля на период прорастания семян риса. Физиол. раст., 6, 6.

Алов А. С. 1939. Эффективность рядового удобрения зерновых культур при посеве. Свекловичное полеводство, 3.
Цит.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений, М.—Л., 1947, lk. 288.
Алов А. С. Насыщение семян удобрениями. Научн. отчет Всесоюзн. научно-исслед. ин-та свекловичного полеводства за 1941—1942 гг.
Цит.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 220.
Андреева Т. Ф. 1948. Влияние фосфорного питания на процесс фотосинтеза и на рост подсолнечника. Тр. ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, 6, 1.
Арциховская Е. В. и Рубин Б. А. 1954. Дыхание растения как приспособительная функция. Усп. совр. биол., 37, 2.
Цит.: Шахов А. А. Энергетика и взаимосвязь светового и корневого питания растений. Растение и среда IV, М., 1962.
Бабенко В. И. и Коваленко П. К. 1959. Влияние pH раствора при предпосевной обработке на некоторые биохимические показатели семян урожая ячменя. Научн. записки Одес. пед. ин-та, 24, 1.
Бабенко В. И. и Коваленко П. К. 1959. Влияние комплексной предпосевной обработки семян на ранние фазы роста ячменя. Научн. записки Одес. пед. ин-та, 24, 1.
Балаж Ф. 1954. Исследования по развитию корней у зерновых культур. Acta Agronomica Acad. Sci. Hung., IV Fase. 1—2.
Цит. Петинов Н. С. Физиология орошаемой пшеницы. М., 1959, lk. 14.
Белик В. Ф. 1963. Влияние закалки семян переменными температурами на физиологические особенности и холодостойкость огурцов. Физиол. раст., 10, 3.
Беликов П. С. и Дмитриева И. И. 1963. Изменения фосфорных соединений и газообмена у колеоптилей ячменя в условиях высокой температуры. Известия ТСХА, 3.
Белозерский А. Н. 1959. Нуклеопротеиды и нуклеиновые кислоты растений и их биологическое значение. XIV Баховское чтение, АН СССР, М.
Белозерский А. Н., Спирин А. С. 1960. Chemictry of the Nucleic Acid of Microorganisms. «The Nucleic Acids» ed. Chargaffa. Davudson. Acad. Press N—Y, 3, 147—185.
Цит.: Спирин А. С., Смирнов В. Н. Информационная РНК и регулярные механизмы белкового синтеза у бактерий. Изв. АН СССР. Сер. биол. 4, 1962.
Благовещенский А. В. 1960. Итоги работ по преодолению затрудненной репродукции растений. Исследования по биологии и биохимии прорастания. АН СССР. Труды главн. ботан. сада, VII.
Борисоник З. Б. 1958. Влияние условий питания в начальной период на рост и развитие ячменя. Удобрение и урожай, 6.
Браше Ж. 1960. Биохимическая цитология. М.
Браше Ж. 1961. Биохимическая эмбриология. М.
Броун Р., Рейт В. и Робинсон Е. 1955. Механизм роста растительных клеток. Современные проблемы цитологии, М.
БСЭ, 1952. Том 15, lk. 336.
Будаков А. Ф. 1946. Влияние крупности семян на урожай. Селекция и семеноводство, вып. 9/10.
Вербин А. А., Квасников В. В., Клечетов А. Н., Чижевский М. Г. 1958. Земледелие, М.
Виноградский С. Н. 1952. Микробиология почвы. М.
Владимирова З. Л. 1952. Влияние термической обработки семян на плодоношение огурцов. Рефераты докладов ТСХА, вып. 16.
Володарский Н. И. 1948. Влияние азотного питания на рост листьев табака. ДАН СССР, IX, 5.

Воронова А. Е. 1956. Закалка семян и рассады теплолюбимых культур. Изд. МСХ РСФСР.
Воронова А. Е 1959. Сельское хозяйство Сибири, I, 81.
Ганссен Р. 1962. География почв. М.
Генкель П. А. 1958. Физиология растений с основами микробиология. М.
Гирфанов В. К. 1963. Агробиологические основы ранних сроков сева яровой пшеницы на Южном Урале. Вестник с.-х. науки, 7.
Гизе А. 1959. Физиология клетки. М.
Голубев Б. А. 1954. Кислые почвы и их улучшение. М.
Греков П. И. 1940. Увеличенное питание зародыша яровых пшениц эндоспермом и влияние его на 1-е поколение. ДАН СССР, XXVII, 8.
Гринева Г. М. 1963. Об образовании и выделении спирта корнями растений в анаэробных условиях. Физиология раст., 10, 4.
Гулякин И. В. 1964. Удобрение зерновых культур. Известия ТСХА, 1.
Гусев Е. П. и Раздрогов Н. И. 1938. Внесение фосфора с семенами ячменя. Хим. соц. земледелия, 2.
Гусев Е. П. 1940. Новый способ внесения удобрений. Хим. соц. земледелия, 5.
Дагис И. К. 1959. Влияние биос-группы в цветках, плодах и семенах некоторых растений. Рост растений. Изд. Львовского университета.
Дагис И. К. 1964. Состояние покоя семян у растений дынь Балтийского побережья и способы повышения их всхожести. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. М.
Дадыткин В. П., Шалицкая В. Д., Матэрных Л. Ф. 1955. О влиянии температуры на содержание аминого азота в растениях. Докл. АН СССР, 101, 2.
Де Робертис Е., Новинский В., Саэс Ф. 1962. Общая цитология, М.
Дубинина И. М. 1961. Метаболизм корней при различном уровне аэрации. Физиол. раст., 8, 4.
Жуков Я. М. 1898. Краткое описание Пархомовского имения П. И. Харитоненко с приложением отчета по произведенным исследованиям и полевым опытам. Киев.
Цит.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. Изд. АН СССР, 1947, lk. 273.
Зайкевич А. Е. 1880. Об устройстве опытного поля в Тростянце в имении Л. Е. Кениг. Харьков.
Цит.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. Изд. АН СССР, 1947, lk. 263.
Залесский В. К. 1912. Превращение и роль соединений фосфора в растениях. Харьков.
Цит.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 34.
Зеддинг Г. 1955. Ростовые вещества растений. Изд-во иностр. лит.
Цит.: Прусакова Л. Д. Синтез триптофана в листьях пшеницы в зависимости от фазы клеток листа и водного режима. Физиол. раст., 9, 4. 1962.
Зуев Л. А. 1959. Поглощение из питательной среды и использование запасного фосфора семян растениями в начальный период развития. Труды Всесоюзн. н.-и. ин-та удобрений и агропочвоведения, 33.
Зыкова Г. И. 1945. Влияние предпосевного воздействия солями калия на развитие и урожай овса. Докл. Всесоюзн. совещ. по физиол. раст., IV, 2. Изд. АН СССР, М.
Цит.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959, lk. 220.
Иванов Л. А. 1905. О превращениях фосфора в растении в связи с превращениями белков, СПб.
Казакевич Л. И. 1925. Экология корневых систем. Краткий отчет о работе отд. прикл. бот. за 1924 г., Саратов.
Цит.: Петунов И. С. Физиология орошаемой пшеницы. М., 1959, lk. 14.

Картузова М. А. 1953. Сила начального роста как метод биологической оценки качества семян. Селекция и семеноводство, 2.
Кедров-Зихман О. К., Ярусов С. С. и Кожевникова А. Н. 1952. О сроках и способах внесения извести под клевер и тимофеевку. Доклады ВАСХНИЛ, 5.
Кедров-Зихман О. К. и Алямовский И. И. 1956. О мероприятиях по известкованию кислых почв. Удобрение и урожай, 12.
Кедров-Зихман О. К. и Семенова Ф. И. 1959. Действие известкования почвы на с.-х. растения в зависимости от периода вегетации последних. Труды Всесоюзн. н.-и ин-та удобр. и агропочвоведения, 33.
Ключарев А. В., Страж Р. Г. 1927. Влияние роста зерновых злаков на реакцию почвы и реакции почвы на кислотность сока этих растений. Из «Записок Белор. гос. акад. с.-х.» III, Горки.
Кнопов Т. В. 1957. Известкование кислых почв, мелиорация солонцов и рыхлых песков. Удобрение и урожай, 11.
Коваленко П. К. и Бабенко В. И. 1959. Влияние pH раствора на предпосевную обработку семян и развитие ячменя. Научн. работы студентов Одес. с.-х. ин-та, I.
Конарев В. Г. 1948—I. Возрастные изменения в клетках растения и изоэлектрическая точка протоплазмы. Докл. АН СССР, IIX, 4.
Конарев В. Г. 1948—II. Возраст клеток растения и отношение клеточных оболочек к кислым и основным краскам. ДАН СССР, IIX, 5.
Конарев В. Г. 1949—I. Углеродно-азотный режим и формообразовательные процессы в растении. Учен. зап. Чкал. гос. пед. ин-та, I(2), Чкалов.
Конарев В. Г. 1949—II. Влияние минерального питания и условий прохождения световой стадии на углеродный и азотный обмен у проса и пшеницы. Вестн. Чкал. отд. Всесоюзн. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 3.
Цит.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез раст. М., 1959, lk. 260.
Конарев В. Г. 1949—III. Влияние условий азотного и фосфорного питания на характер роста и развития злаков в условиях короткого и длинного дня. Уч. зап. Чкал. гос. пед. ин-та, 4.
Конарев В. Г. 1955. О распределении нуклеиновых кислот в точках роста побега и корня. ДАН СССР, 102, 2.
Конарев В. Г. 1959. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М.
Конев Н. Ф. 1963. О преимуществах контакта удобрений с корнями кукурузы. Сельское хозяйство за рубежом, 8.
Корнеев П. К. 1962. Влияние предпосевной стимуляции на некоторые физиологические процессы и урожай кукурузы. Физиол. раст., 9, 5.
Корнилов М. Ф., Благовидов Н. Л., Залесский С. К. 1951. Известкование почв. Л.
Кравцов М. Н. 1928. Опыт по изучению корневой системы яровой пшеницы. Научно-агроном. ж., I, 2.
Кралин П. И. 1964. Биологическая теория питания растений и удобрение полей. Вестник с.-х. науки, сер. биол., I.
Красильников Н. 1949. Микроорганизм почвы и урожайность растений. Агробиология, 2.
Красовская И. В. 1925. Корневая система растений и рост ее в зависимости от внешних факторов. Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 15, 5.
Красовская И. В. 1947. Корневая система яровой пшеницы и рост ее в зависимости от внешних условий. Научный отчет Ин-та зерн. хоз-ва Юго-Востока СССР за 1943—1945 гг., Саратов.
Цит.: Петинов Н. С. Физиология орошаемой пшеницы. М., 1959, lk. 14.
Кретович В. Л. и Козьмина Н. П. 1950. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Учебник для вузов пищевой промышленности под ред. акад. А. И. Опарина, М.

Цит.: Цингер И. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958.
Кретович В. А. 1961. Основы биохимии растений. М.
Кудзин Ю. К., Дамаскина А. С. и Чернявская Н. А. 1963. Условия начального питания и продуктивность кукурузы. Агробиология, 5.
Кудряшов Б. А. 1948. Биологические основы учения о витаминах. М.
Кузин А. М. 1964. К теории предпосевного γ-облучения семян. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. М.
Кулешов Н. Н. 1963. Агрономическое семеноведение. М.
Курсанов А. Л. 1957. Корневая система растений как орган обмена веществ. Изв. АН СССР, серия биологии, 6.
Лебин Ф. И. и Яковлев А. П. 1960. Опыт повышения плодородия подзолистых почв. Земледелие, 7.
Левин А. М., Соколова Е. П. 1962. Влияние припосевного удобрения на развитие кукурузы. Агробиология, 2.
Левинсон Л. Б., Канарская З. П. 1947. Содержание рибонуклеиновой кислоты в клетке во время деления. Докл. АН СССР, 58.
Ленингер А. Л. 1961. Современные проблемы биофизики, I. Изд. ИЛ.
Цит.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Леман Е. и Айхеле Ф. 1936. Физиология прорастания семян злаков, М.
Цит.: Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958.
Литовченко А. Г. 1947. О критическом периоде питания у озимой пшеницы. ДАН СССР.
Литовченко А. Г. 1947. Значение крупности зерна озимой пшеницы в образовании резервного узла кущения и перезимовка растения. ДАН СССР, LV, 2.
Лобов М. Ф. 1945. К вопросу об анатомических особенностях ксероморфной структуры листьев злаков. Докл. Всесоюзн. совещ. по физиол. раст., 2. Изд. АН СССР, М.
Лызин А. Л. 1953. Влияние гранулированного суперфосфата и органо-минеральных гранул на урожай яровой пшеницы при орошении. Советская агрономия, 3.
Мартьянова К. Л. 1960. Результаты производственных опытов по внедрению метода предпосевного закаливания ячменя к засухе. Физиол. раст., 7, 3.
Майстер А. 1961. Биохимия аминокислот. М.
Мещеряков А. М. 1937. Опыты по изучению влияния алюминия на рост растений. Журн. Химизация социалистического земледелия, 9.
Минина Е. Г., Игрицкая Е. Б., Мацкевич П. П., Граммати-кати О. Г., Еремир А. А. 1945. Возрастные изменения растений в разных условиях влажности среды. Докл. Всесоюзн. совещ. по физиологии раст., 4, 2.
Мищустин Е. Н. 1956. Микроорганизмы и плодородие почвы. М.
Можаева Л. В., Жукова Г. М. 1963. Микроскопические наблюдения за митохондриями растительных клеток. Изв. ТСХА, I.
Можаева Л. В. и Жукова Г. М. 1964. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3.
Москов И. В. 1960. Цитофизиологическое изучение семян пшеницы в покое и при прорастании. Физиология устойчивости растений. Тр. конференция 3—7 марта 1959 г., М.
Нартов А. 1771. Об удобрении пашен искусством. Об известии, материалах оной и способах, как оную жечь [перевод с английск.]. Тр. Вольно-Экон. О-ва XIX, II.
Цит.: O. Hallik. Lõuna-Eesti põllumuldade lubjasus ja kohalike mage-vee-lubisetete tähtsus selle reguleerimisel. Tartu, 1943, lk. 10.

Найдин П. Г. 1935. Об осеннем внесении удобрений. Химизация соц. земледелия, 9—10.
Цит.: Соколов А. В. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л., 1947.
Найдин П. Г. 1959. Методические указания по географической сети опытов с удобрениями, 2.
Найдин П. Г. 1960. Методические указания по географической сети опытов с удобрениями, 3.
Николаев Л. А. 1964. Химия клетки. М.
Овчаров К. Е. 1947. Белок — основа жизненных процессов. Наука и жизнь. Изд. АН СССР.
Овчаров К. Е. 1955. Витамины в жизни растений. М.
Овчаров К. Е. 1964. Перспективы изучения физиологии семян в связи с новыми достижениями биологической химии. Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений. М.
Озеров В. И. 1960. Припосевное удобрение кукурузы на выщелоченных черноземах лесостепи УССР. Питание и применени удобрений. Труды ВИУА, 36.
Опарин А. И. и Каден Н. Н. 1945. Превращения β-амилазы в прорастающих семенах пшеницы. Биохимия, 10. I.
Опарин А. И. 1952. Изменения действия энзимов в растительной клетке под влиянием внешних воздействий. Изд. АН СССР, М.
Опарин А. И. 1963. Жизнь как форма движения материи. М.
О преимуществах контакта удобрений с корнями кукурузы. Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, 8, 1963.
О применении минеральных удобрений и ирригации в капиталистических странах. М., 1963.
Петинов Н. С. 1959. Физиология орошаемой пшеницы. М.
Пейве Я. В. 1961. Биохимия почв. М.
Пирсон Р. 1959. Известкование и эффективность удобрений. Сельское хозяйство за рубежом. Земледелие, 5.
Писаржевский Л. В. 1956. Электрон в химии. Киев.
Плешков Б. П., Фауден Л. 1959. Содержание свободных аминокислот и аминокислотный состав белков листьев ячменя в зависимости от условий минерального питания и возраста растений. Изв. ТСХА, 5.
Плешков Б. П. 1961. Аминокислоты растений. Изв. ТСХА, 6.
Подвалкова И. А. 1962. К вопросу о характере минерального питания яровой пшеницы в онтогенезе. Физиол. раст., 9, 1.
Потапов Н. Г., Обручева Н. В. и Матоти М. К. 1959. Сб. рост растений. Изд-во Львовск гос. ун-та.
Потапов Н. Г., Саламатова Т. С. 1964. Влияние некоторых ингибиторов на дыхание зон роста корня люпина. Физиол. раст., 11, 5.
Потапов Н. Г., Суманова В. Е. 1966. Значение зон корня люпина в поглощении и превращении нитратов. Физиол. раст., 13, 2.
Поляновский О. Л. и Кретович В. Л. 1957. О количественном определении и биосинтезе триптофана в растениях. Доклады АН СССР, 112, 6.
Поляновский О. Л. и Кретович В. Л. 1959 Биосинтез триптофана в колосе пшеницы. Изв. АН СССР, сер. биол., 3.
Поляновский О. Л. 1959. Современные представления о биосинтезе циклических аминокислот у микроорганизмов и растений. Усп. совр. биол., 47, 3.
Проскуряков Н. И., Бундель А. А., Корнев И. 1933. Биохимические показатели муки и зерна различных стадий прорастания. Сов. мукомолье и хлебопечение, 3.
Прусакова Л. Д. 1953. Направленное изменение анатомического строения яровых пшениц при орошении. Канд. диссерт. Ин-та физиол. раст. АН СССР.

Прусакова Л. Д. 1960. Влияние водного режима на синтез триптофана и рост листьев у пшеницы. Физиол. раст., 7, 2.
Прусакова Л. Д. 1962. Синтез триптофана в листьях пшеницы в зависимости от фазы клеток листа и водного режима. Физиол. раст., 9, 4.
Прусакова Л. Д. 1963. Рост листьев в связи с содержанием аминокислот и ДНК при различном водном режиме. Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. М.
Прянишников Д. Н. 1895. О распределении белковых веществ при прорастании. М.
Прянишников Д. Н. и Якушкин И. В. 1938. Растения полевой культуры [Частное земледелие]. Сельхозгиз.
Цит.: Петинов Н. С. Физиология орошаемой пшеницы. М., 1959.
Пшеница в СССР. Под редакцией П. М. Жуковского. М., 1957.
Работнова И. Л. 1957. Роль физико-химических условий [pH и pH_2] в жизнедеятельности микроорганизмов. М.
Ракитин Ю. В. 1953. Проблема стимуляции растений в связи с задачами сельского хозяйства. Усп. соврем. биол., 36, 3.
Рассел Э. 1955. Почвенные условия и рост растений. М.
Ратнер Е. И., Смирнов А. М., Хуан Кун-Шу, Ухина С. Ф. 1963. Усвоение аминокислот в качестве источника азота изолированными корнями люцерны и целыми растениями гороха в стерильной культуре. Физиол. раст., 10, 6.
Раудсеп А. М. 1957. Опыт овощеводов закрытого грунта. Сельхозгиз.
Рахно П. Х. 1964. Сезонная динамика почвенных бактерий. Таллин.
Родионова Н. А. 1960. Изменения белкового комплекса семян нута в процессе прорастания. Исследования по биологии и биохимии прорастания. Труды Главн. бот. сада АН СССР, VII.
Роскин Т. И. 1946. Изоэлектрические пункты клеток и их изменения в норме, развитии и патологии. Усп. совр. биол., 22, 2.
Ротмистров В. Р. 1939. Корневая система сельскохозяйственных растений и урожай. Сов. агрономия, 8.
Рубин Б. А. 1949. О роли ферментативных процессов во взаимоотношении растения с внешней средой. Сборник «Проблемы биохимии в мичуринской биологии», I.
Рубин Б. А. 1953. Обмен веществ в растительном организме и внешняя среда. Природа, 6.
Рубин Б. А. 1954. Физиология растений I. М.
Рубин Б. А. 1956. Физиология растений II. М.
Рубин Б. А. 1963. Проблемы обмена энергии в зеленом растении. «Агробиология», 6.
Саакян Р. Г. и Петросян Г. П. 1964. О влиянии почвенного засоления на содержание нуклеиновых кислот и азотистых веществ листьев винограда. Физиол. раст., II, 4.
Самохвалов Г. К. 1936. Влияние намачивания семян в солевых растворах на развитие и урожай мягких и твердых форм яровых пшениц. Хим. соц. земледелия, 4.
Сатарова Н. А., Творус Е. К. 1965. Влияние высоких температур и засухи на содержание РНК и синтез белка в растениях. Изв. АН СССР, Сер. биол., I.
Сисакян Н. М. 1952. Проблема единства внешнего и внутреннего в биологическом обмене веществ. М.
Сисакян Н. М. 1954. Биохимия обмена веществ. Изд. АН СССР. М.
Сисакян Н. М., Филиппович И. И. 1959. Известия АН СССР, 6.
Цит.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Сисакян Н. М., Одинцова М. С. 1960. Нуклеиновые кислоты клеточных структур растений. Изв. АН СССР. Сер. биол., 6.
Сисакян Н. М., Момолова И. М. 1962. Биохимические функции митохондрий растений. Изв. АН СССР, Сер. биол., 3.

Сказкин Ф. Д. 1939. К морфологии корневых систем при недостатке воды в почве в различные периоды развития овса. Ученые зап. Ленингр. гос. пед. ин-та им. А. И. Герцена, 25 кафедра ботаники.
Смирнов А. 1956. Метод культуры изолированных корней. Физиол. раст., 3.
Смирнов П. М. и Маркграф Г. 1960. О развитии зародышевых корней овса и интенсивности поглощения ими фосфора в зависимости от условий питания. Изв. ТСХА, 5.
Смирнов П. М. и Юдин Ф. А. 1964. Эффективность минеральных удобрений при местном внесении. Изв. ТСХА, I.
Смыкова Н. Р. 1964. Изменение урожайности и качества кукурузы под влиянием питания в начальный период роста. Физиологическое обоснование системы питания растений. М.
Соколов А. В. 1947. Распределение питательных веществ в почве и урожай растений. М.—Л.
Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. [Перевод с английского.] М.
Суманов Е. Я., Лантев Ю. П. и Клюквина Ю. В. 1962. Промораживание повышает энергию прорастания и всхожесть семян. Вестник сельскохоз. науки, I.
Таусон В. О. 1950. Основные положения растительной биоэнергетики. М.
Тихонов Н. И. 1958. Влияние минеральных удобрений на урожай яровых пшеницы и сена многолетних трав при разных сроках и способах внесения. Сборник трудов [Сумская с.-х. опытная станция]. Киев—Сумы.
Томашевский И. А. 1935. Влияние запасного крахмала семени на прирост сухого вещества озимой пшеницы в начальные фазы роста. Советск. ботаника, 5.
Цит.: Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., 1959.
Тончур В. С. 1960. Некоторые вопросы взаимосвязи биосинтеза белка и нуклеиновых кислот. Успехи соврем. биол. XLIX, 2.
Тройцкий Д. С. 1954. Труды Плодов. ин-та им. И. В. Мичурина, 10, 157.
Турчин Ф. В. 1959. Новые данные о механизме фиксации атмосферного азота в клубеньках бобовых растений. Почвоведение, 10.
Углов П. Д. 1963. Влияние предпосевного закаливания семян яровой пшеницы к засухе в условиях целинного края. Физиол. раст., 10, 4.
Усин Г. Е. 1963. Влияние предпосевного удобрения и механизированного ухода на урожай безрассадных помидоров. Вестник сельскохоз. науки, 8.
Федоров М. В. 1954. Почвенная микробиология. М.
Фрей-Висслинг А. 1948. Субмикроскопическое строение протоплазмы и ее производных. М.
Халлер Э. К. 1953. Белый донник как зеленое удобрение в Эстонской ССР. Научная сессия по вопросам биологии и сельского хозяйства. Рига, 22—26 окт. 1951 г. М.
Халлер Э. К. 1956. Возделывание белого донника на зеленый корм и удобрение. За высокие урожаи в Прибалтийских республиках. М.
Халлер Э. 1963. О путях быстрейшего поднятия плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Сборник научных трудов Эст. сельскохоз. академии, 35.
Халлер Э. 1964. Влияние условий среды прорастания на биохимические процессы в проростках и урожайность растений. Биохимические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. М.
Халлер Э. 1966. Влияние условий внешней среды в период прорастания семян на формирование урожая полевых культур. (Dissertatsioon EPA raamatukogus.)
Хейуорд Х. [Hayward, H. E.] и Бернстейн Л. [Bernstein, L.] 1959. Факторы, влияющие на рост растений на засоленных почвах. Сельское хозяйство за рубежом, 9.
Хохлачева Н. А. 1947. Практические выводы из опыта работ с овощными

культурами и картофелями. Краснодарская зональная ов.-картоф. селекц. станция, 2, 13.
Хочкис Р. Д. 1957. Биологическая роль дезоксипентозонуклеиновых кислот «Нуклеиновые кислоты». Под ред. Чаргаффа и Дэвидсона, Изд-во ИЛ, М.
Цит.: Спирин А. С., Смирнов В. Н. Информационная РНК и регулярные механизмы белкового синтеза и бактерий [обзор]. Изв. АН СССР, сер. биол., 4, 1962.
Цингер Н. В. 1951. Причины медленного прорастания семян пионов. Труды Главн. бот. сада АН СССР, II.
Цингер Н. В. 1958. Семя, его развитие и физиологические свойства. М.
Черемисинов Г. А. 1963 Эффективнее использовать удобрения. Вестник сельскохоз. науки, 12.
Чернавский В. С. и Иерусалимский Н. Д. 1965. К вопросу об определяющем звене в системе ферментативных реакций. Изв. АН СССР, сер. биол., 5.
Чижов Б. А. 1945. Особенности роста листьев яровой пшеницы и влияние на них азотного питания. ДАН СССР.
Шедеров С. Г. 1960. Известкование кислых почв. Сельхозгиз.
Шестаков А. Г. и Ноздрунова Е. М. 1951. Влияние кратковременных исключений фосфора из питательного раствора в первый период на фосфорный обмен и урожай растений. ДАН СССР, 78, 2.
Штумпф П. К. 1961. Международный биохимический конгресс, симпозиум II. М.
Цит.: Можаева Л. В. и Жукова Г. М. Растительные митохондрии и их участие в нагнетании воды корнями. Изв. ТСХА, 3, 1964.
Шутов Д. А., Беляев Н. В. и Кандина Г. В. 1955. Изв. Молд. фил. АН СССР, 2, 31.
Цит.: Белик В. Ф. Влияние закалки семян переменными температурами на физиологические особенности и холодостойкость огурцов. Физиол. раст., 10, 3, 1963.
Эдельштейн В. И. 1964 Комплексная механизация выращивания овощных технических культур и картофеля. Изв. ТСХА, 4.
Эйтинген Г. Р. 1946. Рост дуба в зависимости от веса желудей. Советск. агрономия, 8/9.
Энгельгард В. А. 1945. Фосфорная кислота и функции клетки. Изв. АН СССР, сер. биол., 2.
Эпштейн Э. и Конке Х. 1959. Влияние внесения органического вещества на аэрацию почвы. Сельское хозяйство за рубежом, 7.
Эшфорд Р. [Ashford, R] и Болотон Дж. [Boloton, J.] 1963. Влияние серы, азота и инокуляции клубеньковыми бактериями на рост белого донника. Сельское хозяйство за рубежом. Растениеводство, 2.
Яковлев М. С. 1939. О значении эпипласта в зародыше пшениц. ДАН СССР, XXII, 9.
Цит.: Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., 1958.
Ярусов С. С. 1955. К обоснованию приемов дробного внесения извести в севообороте малыми дозами. Известкование дерново-подзолистых почв. Труды ВИУА, 31.

Эльмар Халлер. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ПЕРИОД ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР. На эстонском языке. Художественное оформление Т. Ару. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja H. Avarsoo. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja A. Muna. Korrektor E. Bitter. Laduda antud 28. V 1969. Trükkida antud 18. XI 1969. Läti NSV Staicele paberivabriku trükipaber nr. 1, 60×90/16. Trükipoognaid 17,25+0,42 (3 kleebist). Arvestuspoognaid 19,71. Trükiarv 2000. Tellimuse nr. 3353. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu Ülikooli 17/19. I

Hind rbl. 1.05.

Kontrolleksemplar

A-30259

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU
1 0300 00125676 9