

Eesti NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A-17346 II
121

ÜHINGU TEGEVLIIGE

P. RAHNO

**SÖÖTADE SÄILITAMISE JA
SÖÖDAVÄÄRTUSE TÕSTMISE
ALUSED**

Nr. 25 (121)

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1952

2/20292

A-17346 II
121

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

ÜHINGU TEGEVLIIGE
P. RAHNO

SÖÖTADE SÄILITAMISE JA
SÖÖDAVÄÄRTUSE TÕSTMISE
ALUSED

Handwritten text in a rectangular stamp, possibly a library or archival mark, including the word "SÖÖDA".

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1952

Trükoostukogu

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

20392

SISSEJUHATUSEKS

Uhisloomakasvatuse arendamisel ja selle produktiivsuse tõstmisel osutub otsustavaks teguriks püsiv ja tugev sööda- baas. Mitšuurinlik agrobioloogia, lähtudes organismi ja vä- liskeskkonna pideva vastastikuse mõjutamise põhimõtetest, on vaidlematult tõestanud, et loomakasvatuse edu oleneb kõigepealt pidamistingimustest, milledest üheks olulisemaks osutub otstarbekohane, rikkalik ja mitmekesine söötmine.

Olenevalt meie vabariigi kliimaatilistest tingimustest tuleb meil loomi suurema osa aastast laudas pidada ning see asjaolu asetab meie loomapidajate ette ülesande varuda suvel ja sügisel loomade jaoks küllaldaselt hulgal nii kõrs- kui ka mahlakaid söötasid laudaperioodiks. Vähene ja ühe- külgne söötmine eriti talvel oli üks peamisi põhjusi, mis- pärast üksikmajapidamistes loomakasvatus vajalikku edu ei saavutanud. Selles küsimuses on juba toimunud otsustav murrang seoses üleminekuga kolhoosikorrale. Näiteks söö- tade sileerimine, mida kodanliku korra ajal Eestis kasutati vaid üksikutes majandites, on viimaste aastate kestel levi- nud kõigis Eesti NSV kolhoosides ning 1952. aastal oli ette- nähtud juba 400 tuhande tonni silo valmistamine meie kol- hoosides. 1951/52. a. varuti Eesti NSV kolhoosides ligi 10 korda rohkem silo kui 1949/50. a. Sellist hoogsat tõusu on põhjustanud partei ja valitsuse lakkamatu hoolitsus meie sotsialistliku põllumajanduse igakülgse arengu eest. On püstitatud sajad silohoidlad, söötade purustamiseks tööle rakendatud traktorijaamade poolt traktori-silopurustajad, organiseeritud arvukaid kursusi, demonstratsioone ja ees- rindlaste kogemuste vahetamiseks korraldatud nõupidamisi. Kõik need üritused on juba põhjustanud tunduva edu ühis- loomakasvatuse produktiivsuse tõusu alal meie sovhoosides ja kolhoosides, eriti viimastel aastatel.

Saavutatud suurte edusammude kõrval söötade säilita- mise alal esineb aga ka tihtigi puudusi, näiteks silosöötade

riknemist üksikutes majandites. Enamasti on nende väärnähte põhjuseks puudulikud teadmised nii silovalmistamise kui ka paljude teiste loomasööda säilitamise ja töötlemise võtete praktilisest tähtsusest ja teoreetilistest alustest.

Käesoleva brošüüri ülesandeks on anda ülevaade põhjustest, mis esile kutsuvad söötade riknemise ning kätte näidata alused söötade säilitamiseks. Samuti käsitatakse lühidalt võimalusi söötade söödaväärtuse tõstmiseks lihtsamate võtete abil.

I. SÖÖTADE RIKNEMISE PÕHJUSED JA VAHENDID RIKNEMISE VÄLTIMISEKS

Kõik, nii taime- kui ka loomariigi päritoluga söödad osutuvad väga kohaseks toitekeskkonnaks mikroorganismidele. Me teame, et mikroorganismid on väga ulatuslikult levinud kõikjal looduses, — nii mullas, vees, õhus kui ka kõikide elusorganismide välispinnal ja tihti ka nende sisemuses. Nende tegevusest sõltuvad väga paljud ainete ringkäigu protsessid looduses, nagu roiskumine, käärimine, hapnemine ja rida teisi. Selliste protsessidega puutume oma igapäevases tegevuses, eriti põllunduses, igal sammul kokku. Nende protsesside kulgemisel põhjustab mikroorganismide tegevus taimede poolt sünteesitud ainete lagunemise lihtsamateks keemilisteks ühenditeks; mõnesid neist lihtsamaist ühenditest kasutavad samad mikroorganismid toiteainetena või energia saamiseks, teised aga vabanevad senisest seosest lihtsamate orgaaniliste või mineraalsete ühenditena. Sellised ülejäänud lihtsamad ühendid võivad omakorda osutada kasutuskõlblikeks mõne teise mikroorganismide grupi jaoks ning lagundatakse niiviisi veelgi lihtsamateks ühenditeks, kuni lõpuks keeruka koosseisuga orgaanilisest ainest järele jäävad vaid kõige lihtsamad ained: vesi, süsihappegaas ja mõned mineraalsoolad, mis on juba taimetoiteainetena kasutamiskõlblikud.

Niiviisi toimub ainete ringkäik looduses, kui arvestame ainult taimede ja mikroorganismide osavõttu sellest protsessist. Kuid orgaanilisi aineid kasutavad oma toiduks ka inimesed ja loomad; selleks tuleb neil aga ette jõuda mikroorganismidest. Orgaaniliste ainete toiduks kasutamine värsketena ongi üks selline lihtsa ettejõudmise viis. Kui aga tahame looduslikke saadusi tagavaraks koguda, neid lühemaks või pikemaks ajaks säilitada, seisab meil ees terav

võitlus mikroorganismidega, kus võidu saavutamiseks oma väikeste võistlejate üle meil tihti tuleb rakendada kõiki oma oskusi ja võimeid. Selle juures tuleb otsida liitlasi ka mikroorganismide endi hulgast. Nimelt ei põhjusta mitte kõigi mikroorganismide tegevus toiduainete ja söötade riknemist. Leidub ka selliseid mikroorganismide liike, kes meid aitavad võitluses toiduainete säilitamise eest, sõpru ja liitlasi. Selliste liitlaste hulka kuuluvad näiteks piimhappe bakterid.

Juba taimede eluajal on nende pealmine pind tihedalt kaetud mitmesuguste mikroorganismide kihiga. Kuni kestavad taimes fermentatiivsed ja muud ainevahetusprotsessid, ei ole taime välispinnal esinevad mikroorganismid temale harilikult kahjulikud; nad püsivad väljaspool taimerakke ning toituvad ainetest, mida taimerakud eritavad. Taimekudedesse sissetungimist takistavad taimefermendid ja kestev ainevahetusprotsess. Taimede elutegevuse lõppemisel või põllumajanduslikult kasulike taimede koristamisel hakkavad varem rahulikult taimekudede välispinnal elunenud mikroorganismid tungima taimerakkude sisemusse ja kütsuma esile nende lagunemist. Mikroorganismide elutegevuse, järelilikult ka taimekudede lagunemise protsesside kulgemine oleneb aga täiel määral mitmesugustest mikroorganismidele omastest välistingimustest, nagu õhu juurdepääs, temperatuur, niiskus jne.; nende tingimuste teatud suunas muutmisega saab inimene toimuvaid mikrobioloogilisi protsesse mõjutada, saab takistada või soodustada teatud mikroorganismide gruppide tegevust. Ka kasvava taime välispinnal asuv bakterikiht muutub eriti tihedaks sügisel, vihmaste ja niiskete ilmade saabumisel, kuna varem päikesekiired ja niiskuse vähesus bakterite arengut pidurdavad.

Taime pinnal esinevatest bakteritest on paljud toiteainete suhtes üsna vähenõudlikud; nad võivad rahuldavalt areneda ka üsna lahjadel söötmetel, milledes kuivainet leidub veel 0,1, isegi ainult 0,05 protsenti. Teised mikroorganismid sellistes tingimustes aktiivselt paljuneda ei suuda, kuid võivad passiivses olekus määramatult kaua säilida.

Harilikult leiame kasvavate taimede pinnal väga mitmesuguste mikroorganismide esindajaid, kuid alati on nende hulgas arvuliselt kõige rohkem roiskumisbaktereid, tihti üle tuhande korra rohkem kui kõiki teisi mikroorganisme kokku. Värskeltkoristatud taimede pinnal leidub ühe grammi taim-

massi kohta roiskumisbaktereid: ristikul 8 miljonit, niiduheinal kuni 12 miljonit ja juurviljapealsetel kuni 30 miljoni ümber. Samaaegselt leidub ühe grammi taimmassi kohta piimhappe baktereid: ristikul kümne tuhande, niiduheinal kaheksa tuhande ja juurviljapealsetel viieteistkümne tuhande ümber; pärmiseenekesi leidub ristikul ja niiduheinal viie tuhande ja juurviljapealsetel kümne tuhande ümber, kuna võihappe baktereid kõigil nimetatud taimeliikidel esineb keskmiselt ühe tuhande piirides grammi taimmassi kohta. Peale loetletute leidub taimedel veel juhuslikke, peamiselt eoseid moodustavaid, tolmuga taimede pinnale sattunud baktereid. Paljudele taimedele on omane eriline välispinna mikrofloora, mille spetsiifika oleneb taimekudede eritusproduktide spetsiifikast. Nii näiteks leidub kiudtaimede pinnal alati pektiinaineid lagundavaid mikroorganismide, viinamarjadel erilisi pärmiseenekesi jne. Taimi katva mikroorganismide kihi koosseis on tihti olulise tähtsusega põllumajandussaaduste säilitamisel ja töötlemisel. Taimede karjale söötmisel avaldavad nendel leiduvad mikroorganismid oma mõju ka loomasaadustele. Üksikutele söötadele omane mikrofloora võib mõjutada nii piima kui ka piimast toodetavate produktide omadusi, näiteks maitset ja lõhna.

Söötade riknemise, nende säilitamise küsimuste uurimisel on selgunud, et peamise tähtsusega seejuures on kaks bakterigrupi: taimede välispinnal algul ülekaalukalt esinevad mitmesuguste roiskumisbakterite liigid ja samuti peaaegu alati, kuigi võrdlemisi tagasihoidlikul hulgal esinevad piimhappe bakterid.

Elava taime rakkudes toimuvad vahetpidamatult ja energiliselt mitmesugused ainevahetusprotsessid: fermentide tegevus, hingamine, süsihappe eritamine, niiskuse väljaauramine ning selle tulemusena taime kasv ja areng. Nende protsesside kulgemisel roiskumisbakterid, vaatamata oma arvuliselt ülekaalukale esinemisele kasvava taime pinnal, on sunnitud leppima vaid taime poolt eritavate ainete üsna väikeste kogustega, kuna nad ei oma võimet sisse tungida elavatesse rakkudesse (sellist võimet omavad ainult patogeensed, haigusttekitavad bakterid). Pärast taimede elutegevuse lõppu, pärast nende mahaniitmist või koristamist omandab selle bakterigrupi tegevus hoopis teise iseloomu. Roiskumisbakterid hakkavad ainevahetuse lõpetanud taimerakkudesse sisse tungima, põhjustades roiskumis-

protsessi algust. See sünnib seda kiiremini, mida soodsamad on väliskeskkonna tingimused — temperatuur, niiskus ja õhu juurdepääs — roiskumisbakterite tegevuseks.

«Sellest hetkest alates, millal valkkehha lakkab see koostusosade pidev muutumine, see toitumise ja eritamise lakkamatu vaheldus, sellest hetkest alates lakkab valkkehha ise olemast, ta laguneb, s. o. sureb.» (F. Engels, Anti-Dühring, Tallinn, 1951, lk. 73.)

Värsked puuviljad, marjad ja köögiviljad, samuti ka sööda-juurviljad ja kartuli juures kestavad ainevahetuse protsessid ning toimub järelvalmimine tihti veel kaua, mistõttu selliste produktide säilitamine on mõnikord seotud värsketes aedviljades jätkuva elutegevuse võimalikult madalal tasemel hoidmisega, et vältida nendesse kogunenud tagavarainete liiga rohket kulutamist. Ühtlasi kõrvaldatakse mehaaniliste vigastustega aedviljad, kuna just vigastatud kohtade kaudu, s. o. surnud taimerakkudest, võivad roiskumisbakterid kõige kergemini sisse tungida ja alustada taimekudedele lagundamist. Ainevahetusprotsesside aeglustamiseks hoitakse välistemperatuur pidevalt madalal, harilikult +4—5° juures, samuti reguleeritakse vastavalt niiskuse ja õhuvahetuse tingimusi. Niiviisi, ainevahetuse aeglustamise teel õnnestub harilikult üsna kaua säilitada selliseid taimprodukte, mis sisaldavad võrdlemisi palju tagavaraks kogutud orgaanilisi aineid, nagu tärklis, suhkrut jne. Varem või hiljem lõpeb aga ka nendes tingimustes ainevahetus, taimekoed surevad ning roiskumisbakteritel avaneb võimalus sisse tungida taimerakkudesse ja alustada roiskumisprotsesse.

Et vältida roiskumisbakterite poolt esilekutsutavaid lagunemisprotsesse, tuleb ainevahetuse lõpetanud, s. o. surnud valkkehha asetada sellistesse tingimustesse, kus roiskumisbakterite tegevus on tunduvalt takistatud või hoopis võimatuks muudetud. Sellisteks bakterite tegevust takistavateks teguriteks on ebasobivad temperatuuri ja niiskuse tingimused ja mõned keemilised ained. Vastavalt sellele kasutatakse orgaanilise aine säilitamiseks külmutamist, kuivatamist, soolamist või hapendamist. Inimtoiduks määratud konservide säilitamiseks kasutatakse ka mikroorganismide täielikule hävitamisele suunatud võtteid. Üks niisuguseid võtteid on kinnijoodetud konservikarpide läbi kuumutamine kõrge soojuse (110—120°C) juures vastava rõhu all, mida tehakse erilistes aparatuurides, nn. autoklaa-

vides. Teiseks võtteks on inimorganismile võrdlemisi ohutute, kuid baktereid hävitavate kemikaalide, nn. antiseptikute lisamine vähesel hulgal. Kahjuks on siiski kõik senituntud antiseptikud, nagu salitsüülhape, boorhape ja booraks, formaldehüüd, väävlishape, vesiniku ülihapend ja teised rohkem või vähem kahjulikud ka inimorganismile, mis nende tarvitamist raskendab. Ka loomsaaduste suitsutamise juures avaldavad mikroorganisme hävitavat toimet suitsus sisalduvad lenduvad ühendid nagu formaldehüüd, fenoolid, vaigud jne. ning teiselt poolt kuuma suitsutamise puhul veel produkti läbikuumenemine. Pealegi suitsutatakse harilikult juba varem soolatudprodukte, mis nende säilimist veelgi kindlustab.

Ka külmutamine sobib peamiselt inimtoiduks kasutatavate loomproduktide nagu liha ja piimasaaduste säilitamiseks. Loomasöötade säilitamisel omab see viis vaid niipalju tähtsust, kuivõrd ta kaasa aitab säilitamisele talvise väliskõigete juures, kusjuures ei või unustada, et ka kõige tugevamad looduses esinevad külmad roiskumisbaktereid ei tapa, vaid ainult nende arengu ajutiselt seiskavad.

Soolamist kasutatakse mõnikord ka loomasöötade säilitamisvõttena: nii näiteks heintele, eriti kui neid tuleb pisut niisketena küüni panna, lisatakse paar protsenti (kaalu järgi) keedusoola. Ka sellel võttel on vaid abistav iseloom puuduliku kuivatamise puhul, kuna tooreste või läbiniiskete söötade riknemise takistamiseks oleks tarvis väga kõrgeid soolakontsentratsioone. Paljud roiskumisbakterid lõpetavad oma elutegevuse alles 10- kuni 15-protsendilise keedusoola sisalduse puhul lahuses. Vastavate soolakoguste kasutamine veerohkete, kuivatamata söötade säilitamisel ei ole muidugi praktiliselt teostatav.

Sellega jäävad loomasöödaks tarvitavate toorainete säilitamisvõtetena üle vaid kaks praktiliselt laialdaselt kasutatavat võtet: kuivatamine ja hapendamine.

Kuivatamine

Kuivatamist kasutatakse söötade säilitamisvõttena eelkõige heinte ja teraviljade juures. Pärast rohu mahaniitmist tungivad taimede pinnal elunenud bakterid kiiresti taimekudedesse ja alustavad seal lagundamist. Niidetud rohtu kuivatades langeb selles veesisaldus tunduvalt.

Värskeltniidetud rohi sisaldab 70 kuni 80 protsenti vett, kuivatamisel langeb veesisaldus heinas 12 kuni 16 protsendini, sellega umbes viiendikule esialgsest. Sellise veesisalduse juures on mikrobioloogilised protsessid ning vastavalt ka olulised biokeemilised muudatused tooraine koosseisus võimatud.

Heina kuivatamine on kõige lihtsam ja kõige levinum loomasööda säilitamise viis. Kuivatamisel on oluline liigse veesisalduse võimalikult kiire kõrvaldamine, et juba algul pidurdada mikrobioloogilisi protsesse, ning samaaegselt orgaanilise kuivaine võimalikult täielik säilitamine. Kahjuks pole nende nõuete täitmine eriti meie ilmastiku tingimuste juures alati teostatav.

Kuivade ilmade puhul langeb mikroorganismide tegevus kuivatatavas heinas kiiresti ega oma kuigi olulist tähtsust. Kuivatamise pikalevenimisel aga etendavad bakteriaalsed protsessid närbuvas rohumassis küllalt olulist osa. Märja heina kokkupanekul saadu võivad mikroorganismid hakata tormiliselt paljunema, millega võib kaasuda nn. termogeenes, temperatuuri tunduv tõus, kokkupandud niiske heina kuumenemine isegi kuni nn. isesüttimiseni. Mikroorganismide tormilisel paljunemisel tekkiv soojus aitab kaasa niiskuse kiiremaks äraauramiseks, mis aga ühtlasi hakkab mikroorganismide edasist arengut pidurdama. Kui bakterite üldarv kuivatatavas heinas kuivatamise algul tõuseb esialgsest enam kui tuhandekordseks, langeb see arv kuivatamise lõpul palju madalamale esialgsest seisust toores heinas. Sellel protsessil põhineb nn. «pruunheina» tootmine.

Enne bakteriaalseid protsesse toimuvad värskeltniidetud rohus aga taimefüsioloogilised protsessid, kestab taimerakkude hingamistegevus, süsihappegaasi eraldamine ning mitmesugused fermentatiivsed protsessid. Alles niiskuseisisalduse langemisel alla 38 protsendi vaibuvad ainevahetusprotsessid ning ühtlasi lõpeb nendest tingitud orgaanilise aine kadu kuivatatavas heinas.

Üldse ulatub biokeemilistest protsessidest tingitud orgaaniliste ainete kadu heina kuivatamisel ka parimal juhul vähemalt kümne protsendini esialgsest kogusest. Kui siia juurde aga arvata ka peenemate taimeosade, lehtede ja õisikute purunemine, tolmustumine ja varisemine kuivatamisel ja vedude juures, tõuseb orgaanilise aine kadu üldse 30 kuni 50 protsendini.

Kiire kuivatamise puhul, kui, nagu juba märkisime, bakteriaalsed, kuid samuti ka füsioloogilised protsessid üsna vähest tähtsust omavad, on nende läbi tekkivad orgaanilise aine kaod küll tähtsusetult väikesed. Kuna aga samal ajal õrnemad ja selletõttu just väärtuslikumad taimeosad väga kergesti ülekuivavad, on tolmustumise ja varisemise läbi tekkivad kaod seda suuremad. Pealegi on märgatud, et kiire kuivatamine mitte kõigi heinaliikide juures sobiv ei ole, kuna hein sellisel korral võib jääda liig karmiks, vähe aromaatseks ning loomad ei taha sellist heina hästi süüa (näiteks soohein).

Paremate heinaliikide juures, eriti enne õitsemist niidetud liblikõieliste või neid sisaldava segaheina puhul, kui kiire kuivatamine teostatakse võimalikult hoidudes niiskumisest vihma või kaste läbi ja päikese kiirte eest varjatult ning välditakse peenemate taimeosade purunemist ja varisemist, võib saada kõige kõrgema väärtusega heina, nn. rohelist vitamiinheina, kuna just sellises heinas säilib peale hari-like toiteainete võrdlemisi suur osa toorrohus esinenud vitamiinidest, mis loomade söötmisel mingisuguste teiste toiteainetega asendatavad ei ole.

Elusorganism vajab vitamiine mitte oma kudede ja orgaanite uuendamiseks ega energia allikana, nagu teisi toiteaineid, vaid organismi normaalseks elutegevuseks põhilise tähtsusega füsioloogiliste protsesside reguleerimiseks ja aktiveerimiseks. Üksikute vitamiinide vähesus või puudumine organismis kutsub esile erilisi haigestumisvorme, nn. avitaminoose, mis omakorda võivad põhjustada teisi haigusi.

Praegusel ajal tuntakse väga palju üksikuid vitamiine, milledest vaid vähesed puuduvad taimorganismides, s. o. haljassöötades. Küsimus seisab vaid selles, kuidas neid kõrgeväärtuslikke aineid söötades säilitada ka talveperioodiks. Kui kasutame säilitusvõttena kuivatamist, siis säilitame vitamiine kõige paremini kuivatamise võimalikult kiire läbiviimise korral.

Mikroorganismide arv kuivas heinas ulatub ühe grammi heinte kohta mõnekümnest tuhandest kuni mõne miljonini. Kuna nendel kuivatamisel säilinud mikroorganismidel aga puudub elutegevuseks vajalik niiskus, võivad mikrobioloogilised protsessid esile kerkida alles siis, kui kuivatatud hein uuesti niiskeks saab.

Põldheina kuivatamist õnnestub meie kliimas vaid harukordadel kiiresti läbi viia, sest valgurikkad liblikõielised tai-

med vajavad kuivamiseks alati rohkem aega, kui peamiselt kõrrelistest koosnev niiduhein. Harilikult riisutakse põldhein paaripäevase närbumise järele kokku ja pannakse võimalikult tihedalt kärbistesse. Kõkkupaneku ajal ulatub niiskusesisaldus heinas keskmiselt 45—50 protsendini. Sellise niiskusesisalduse juures kestavad energiliselt edasi bakteriaalsed kui ka fermentatiivsed protsessid, millede tulemusena kõkkupandud hein esialgu veidi kuumeneb; kuid just tänu sellele langeb niiskusesisaldus selles kiirema väljaauramise tõttu 15—16 protsendini. Niiskusesisalduse langemisel vaibuvad bioloogilised protsessid ja temperatuur langeb. Olenevalt ilmastikust jõuab kuivatamine lõpule kahe kuni nelja nädala kestel. Selliselt kuivatatud hein on alati enam või vähem pruunika värviga.

Nagu niiduheina kuivatamisel saadudes või enneaegsel küünipanekul, nii võib ka kärbistes kuivatamisel temperatuur tõusta väga kõrgele. Kuna aga kärbistes kõkkupandud heina kogused ei ole väga suured ning on olemas soodsad võimalused liigse soojuse edasiandmiseks ümbritsevasse õhku, on isesüttimise juhud siin võrdlemisi haruldased. Kuumenemine tekib ka siin peamiselt teatavate mikroorganismide energilise kasvu ja paljunemise tulemusena, kuigi seda mõningal määral toetavad ka jätkuvad taime fermentatiivsed, eriti hapendusprotsessid (hingamine).

Kuni 40° C põhjustavad kuumenemist peamiselt harilikud taime toormassis esinevad bakterid, kuid üle selle temperatuuri on nende areng juba pidurdatud ning neid asendavad teised bakteriliigid, nn. termofiilsed, mis võivad areneda kuni 70—80° C juures. Kuna just need termofiilsed bakterid omavad selles temperatuuris võime eriti kiireks paljunemiseks, toimub siitpeale ka temperatuuri tõus väga kiiretempoliselt. Temperatuuri tõusmisel üle 80° C muutub ka termofiilsete bakterite elutegevus võimatuks, kuid kuumenemine jätkub nüüd juba puhtkeemiliste protsesside tulemusena, õhuhapniku, ioniseeritud raua, mangaani ja süsiniku ühendite osavõtul. Umbes 90° C juures algab söestumine, kusjuures eralduvad kergestisüttivad gaasid, nagu vesinik ja metaan.

Nagu nägime, on kuivatamine — kuigi kõige kergemini teostatav võte niidu- ja põldheina säilitamisel — siiski paratamatult seotud üsna suurte toiteainete kadudega. Peale selle on igas majandis küllalt palju selliseid põllusaadusi, mida üldse kuivatada ei saa või mis kuivatatult söödaks

ei kõlba. Siia kuuluvad juurvilja- ja kartulipealsed, söödakapsas, siis liig puised ja kõvad söödad, mis ka värskelt söötmiseks vähe sobivad: mesika ja päevalille varred jne. Mõnikord on toorsöödad endi omadustelt küll kuivatamiseks täiesti sobivad, kuid nende koristamine toimub tavaliselt kuivatamiseks ebasobival ajal, näiteks ädalate puhul. Sellistel juhtudel sobib kuivatamise asemel teine põhiline säilitamisvõte, nimelt hapendamine.

Hapendamine

Hapendamise puhul omab peamise tähtsuse teine kasvavate taimede välispinnal esinev bakterigrupp: piimhappe bakterid.

Kõigile piimhappe bakterite liikidele on iseloomulik üks üldine omadus: esile kutsuda mitmesuguste süsivesikute ümbermuutmist piimhappeks, kusjuures ühest suhkrumolekulist moodustatakse kaks piimhappe molekuli. Soodsates tingimustes kulgeb see protsess väga kiirelt, kuna iga piimhappe bakteri rakukene võib ühe tunni kestel moodustada sellise hulga piimhapet, mille kogukaal tema enda kaalu mitmekordselt ületab. Üheaegselt piimhappega saadakse alati ka suuremal või vähemal hulgal mitmesuguseid kõrvalsaadusi, nagu äädikhapet ja süsihapet, mõnikord ka etüülalkoholi. Kõrvalsaaduste hulk oleneb mõningal määral algmaterjalist, näiteks tekib viie süsiniku aatomiga suhkrute (pentooside) käärimisel alati rohkem kõrvalaineid, eriti äädikhapet, kui harilike (kuue süsiniku aatomiga) suhkrute (heksooside) käärimisel. Peamiselt oleneb aga nii piimhappe kui ka kõrvalsaaduste tekkimise vahekord piimhappe bakterite liigist.

Üldiselt jagatakse kõik piimhappe bakterid kahte põhi-gruppi: tüüpilise piimhappe käärimise bakterid, mis suhkrulagundamisel moodustavad peamiselt piimhapet, kõrvalsaadusi aga ainult väga vähesel määral, ning ebatüüpilise või vale piimhappe käärimise bakterid, mis peale piimhappe moodustavad väga palju kõrvalsaadusi, sama palju kui piimhapet, või isegi rohkem. Võime piimhappe moodustamiseks on olemas isegi mõnel patogeensel, s. o. inim- või loomahaigusi tekitajal bakteriliigil, näiteks koolera vibrioonil, difteeria kepikesel, mitmesugustel soolestiku bakteritel (coli-bakterite grupp) jne. Kõik sellised bakterid moodusta-

vad aga piimhapet vaid mitmesuguste teiste käärimissaaduste kõrvalproduktina ega suuda ka taluda selliseid piimhappe kontsentratsioone kui tüüpilised piimhappe bakterid.

Hapendamisel on praktilise tähtsusega vaid tüüpiliste piimhappe bakterite tegevus. Kuid ka sellesse gruppi kuulub mitukümmend eri bakteri liiki. Kõigile tüüpilistele piimhappe bakteritele on iseloomustavad järgmised üldised omadused:

1) nad moodustavad suhkrutest peamise saadusena piimhapet;

2) neil ei ole võimet iseseisvaks liikumiseks ega moodusta nad spore (eoseid);

3) väliskujult on nad kas ümmargused (kokid) või pulgakased;

4) nad on nn. fakultatiivsed anaeroobid, s. o. võivad areneda nii välisõhuga kokkupuutumisel kui ka sellest eraldatult, kusjuures mõned liigid siiski eelistavad õhuhapniku puudumist.

Üksikud piimhappe bakteri liigid erinevad üsna tunduvalt oma toiteainete, eriti aga süsivesikute nõudluselt, mida nad võivad piimhappeks käärida. Näiteks võib meie kliimas tavaliselt piima hapnemist esilekutsuv *Streptococcus lactis* käärida laktoosi (piimasuhkrut) ja maltoosi, mitte aga sahharoosi (roosuhkrut). Vastupidiselt on teine meil laialdaselt levinud piimhappe bakter *Lactobacterium delbrückii* võimeline käärima nii maltoosi kui ka sahharoosi, kuid ei saa kasutada laktoosi. Vaid vähesed piimhappe bakterid on võimelised kasutama pentoose ja polüsahhariide, näiteks inuliini, dekstriini ja tärklist. Tselluloosi ei kasuta ükski piimhappe bakter.

Piimhappe bakterite tegevuse tulemusena koguneb neid ümbritsevasse keskkonda seal varem esinenud süsivesikute asemele piimhapet; piimhappe kontsentratsiooni tõus surub aga roiskumisbakterite elutegevuse kiiresti alla ning põhjustab sellega hapendatud produktide säilimise. Piimhappe bakterite tegevusele põhjenevat hapendumist kasutab inimene juba iidsetest aegadest enese huvides, kõigepealt mitmesuguste piimasaaduste säilitamisel ja töötlemisel, siis aga ka paljude taimeriigi saaduste, nagu kapsaste, kurkide jne. hapendamisel nende säilitamise, konserveerimise otsarbel. Loomasöötade säilitamisel kasutatakse piimhappe bakterite tegevust söötade säilitamisel.

Piimhape, vastandina enamikule teistele happelistele ühenditele, ei avalda inimese ja looma organismile kahjulikku mõju isegi mitte siis, kui teda hapendatud toidus või söödas leidub õige mitu protsenti, samal ajal aga surub ta alla igasuguste bakterite elutegevuse. Sellele piimhappe omadusele põhjeneb kuulsa vene mikrobioloogi I. Metšnikovi ettepanek kasutada piimhappe bakterite tegevust võitluses vanaduse vastu.

Metšnikov arvas, et inimese (samuti loomade) seedeorganites, eriti soolestikus, tohutul hulgal esinevad roiskumisbakterid põhjustavad organismi pikaldast mürgitumist omaenese ainevahetuse produktidega, mis ongi enneaegse vananemise põhjuseks. Metšnikov soovitas soolestiku kahjuliku mikrofloora vastu võitluseks nn. «bulgaaria hapupiima», s. o. erilise piimhappe bakteri, «bulgaaria kepikese» poolt hapendatud piima kasutamist. Sellega rajas Metšnikov esimesena õpetuse võitlusest teatud mikroorganismide grupi vastu teiste mikroorganismide abil. Praegusel ajal kasutatakse Metšnikovi poolt algul soovitatud bulgaaria kepikese asemel teist bakteriliiki, nimelt *Lactobacterium acidophilum*, mille kultuuri abil toodetakse nn. atsidoofiiliini. Viimast tarvitatakse dieetilise hapupiimana inimtoiduks, kuid seda on väga heade tulemustega rakendatud ka sotsialistlikus loomakasvatuses, eriti noorloomade juures ärahoidva ja arstimisvahendina kõhuhaiguste vastu.

Kuna bakterid üldiselt eelistavad neutraalset või nõrgalt leelist keskkonda, suudavad piimhappe bakteritega happelises keskkonnas võistlust väljakannatada ainult mikroseeded, aga mitte ükski teine senituntud bakteriliik. Elutegevuseks talutava kõige happelisema reaktsiooni piiriks on:

<i>Bacterium coli</i>	grupi juures	pH 5,5—5,0,
roiskumisbakterite	„ „	pH 5,0—4,4,
võihappe bakterite	„ „	pH 4,5,
piimhappe bakterite	„ „	pH 4,4—3,0,
pärmiseente	„ „	pH 3,0—2,5,
hallitusseente	„ „	pH 3,0—1,2.

Piimhappe bakterite tegevuse tulemusena koguneb keskkonda niipalju piimhapet, et selles ükski teine bakteriliik eluneda ei saa, olgu siis vahest spooridena passiivses olekus. Küll aga sobib selline ja veelgi happelisem keskkond iga-

suguste mikrosete aktiivseks tegutsemiseks. Selletõttu näib, et peamisteks võistlejateks piimhappe bakteritele on just sellised seeneliigid.

Tegelikult ongi asi nii, kuid selle võistluse tulemused ole-
nevad mitte enam keskkonna reaktsioonist, vaid mõlema
võistleva grupi — seente ja piimhappe bakterite — suhtu-
misest õhuhapnikusse. Meenutame, et kõik tüüpilised piim-
happe bakterid on fakultatiivsed anaeroobid ning nende elu-
tegevus toimub kõige edukamalt välisõhust isoleeritud keskkon-
nas. Mikrosetest on ka pärmiseened võimelised elama
ilma õhuhapnikuta, niisugusel korral energia saamiseks
esile kutsudes suhkru käärimist piirituseks. Hallitusseened
on aga peaaegu kõik aeroobid ega ole nende elutegevus ilma
õhuhapnikuta võimalik. Erandi moodustavad vaid väga vähe-
hesed hallitusseened, nagu *Mucor*, mis õhuta keskkonnas
samuti suhkrut piirituseks käärivad.

Mis puutub pärmiseentesse, siis leidub neid tihti koos
piimhappe bakteritega, kusjuures mõlema nimetatud mikro-
organismide grupi vahel ei esine teravat, antagonistlikku,
võistlust. Vastupidiselt märgivad mõned tuntud mikrobiolo-
ogid (professor S. Koroljov) pärmiseenекеste kasulikkude
mõju piimhappe bakteritele. Sellist mõju seletatakse pärmi-
seente võimega vitamiinitaoliste ühendite tootmiseks, mil-
line võime piimhappe bakteritel endil puudub. Piimanduse-
s kasutatakse piimhappe bakterite ja pärmiseenекеste
koostööd mõne alkoholi sisaldava piimasaaduse, nagu kee-
firi, kumõssi jne. valmistamisel. Söötade sileerimisel pärmi-
seenekesed mingit silmapaistvat osa ei etenda.

Piimhappe bakterite kardetavamad võistlejad, hallitus-
seened, vajavad aga elutegevuseks tingimata õhuhapnikku,
mille esinemisest või puudumisest keskkonnas oleneb nende-
vahelise võistluse tulemus. Välisõhust eraldatud tingimus-
tes hallitusseened areneda ei saa ning piimhappe bakterid
takistamatult arenedes suruvad kõik oma võistlejad alla.
Välisõhuga kokkupuutumisel saavutavad aga kiiresti üle-
kaalu hallitusseened, millele alati järgneb produktide rikne-
mine. Hallitusseened tarvitavad oma toiduks ära piimhappe
bakterite poolt kogutud piimhappe, seoses sellega langeb
produktide happesus, see aga võimaldab roiskumisbakteritel
uuesti tegevust alustada, mis esile kutsub produkti täieliku
riknemise. Hallituste vastu võitlemiseks ongi vajalik silo-
massi hoolikas kokkusurumine (selle hulgast õhu eraldami-
seks) ja õhukindel katmine.

Sellised on üldiselt alused, milledele on rajatud tähtsaim sötöade hapendamise teel säilitamise võte — sileerimine. Arvestades selle võtte erilist tähtsust sötöade säilitamisel, käsitame seda järgnevas pisut üksikasjalisemalt.

II. SÖÖTADE SILEERIMINE

Sötöade sileerimine on muutunud äärmiselt oluliseks võtteks sotsialistliku loomakasvatuse sötödabaasi kindlustamisel. 1950. aastal valmistati NSV Liidus ümmarguselt 30 miljonit tonni silo. Kuigi ka kapitalistlikes maades sileerimine on küllalt laialdaselt levinud, on meie sotsialistliku kodumaa loomakasvatuses sileerimise ulatuslikkus juba praegu tohutus ülekaalus kõigi teiste maadega võrreldes. Selle juures kasvab sileerimise osatähtsus meil veelgi iga aastaga. Eriti laialdaselt kasutatakse silo piimakarja sötötmisel, kuna silo võimaldab kõrgete lüpside saamist ka talvekuudel. Paljudes NSV Liidu eesrindlikes karjafarmides sötödetakse laudaperioodi vältel reeglipäraselt 5 kuni 6 tonni silo lehma kohta, kusjuures sellistes farmides aastast aastasse tõuseb nii karja produktiivsus kui ka selle tõulised omadused.

Kuigi sileerimine on kõige täieulatuslikumalt välja arenenud vaid sotsialistliku suurmajanduse tingimustes, ei ole sileerimine siiski uuema aja leiutis. On teada, et sileerimist tunti juba üsna vanal ajal peaaegu kõigis selleaegsetes kultuurmaades, nii Egiptuses, Roomas, Kartaagos jne., kusjuures selle läbiviimine toimus üsna sarnanevalt praegusaegsetele sileerimisviisidele.

«Silo» on hispaania keelest pärinev sõna ning käis oma esialgses tähenduses sötöade säilitamiseks määratud koobaste kohta. Hiljem levis see sõna oma praegusaegses tähenduses kõigis kultuurkeeltes.

Venemaal tutvuti sileerimisega juba 17. sajandil, kuid selleaegsed majanduslikud tingimused ei soodustanud selle ulatuslikumat levikut. Umbes samal ajal tehti sileerimisega üksikuid katseid ka teistes põhjapoolsetes maades, kus kivistamine kliimatiliste tingimuste tõttu on tihti raskendatud, mispärast sileerimine just siin omab erilist tähtsust. Sileerimise ulatuslikumat levikut pidurdas vajalike ehituste puudumine ja vähesed teadmised selle protsessi põhialuste kohta.

1877. aastal ilmus prantslase Goffard'i raamat «Sileerimisest», mis juba aasta hiljem ka ingliskeelses tõlkes välja anti. Goffard'i raamat aitas palju kaasa sileerimise levikule, kuigi Goffard'i poolt esitatud sileerimise teooria hiljem ekslikuks osutus. Goffard arvas nimelt, et sileeritava massi tiheda kokkusurumise tõttu muutub õhu juurdepääs võimatuks, mis omakorda ära hoiab igasuguste käärimisprotsesside esinemise. Nähtavasti oli Goffard väga vähe tuttav oma suure kaasmaalase Louis Pasteuri töödega ja tema väljendusega: «käärimine, see on elu ilma õhuta!»

Goffard'i poolt esitatud sileerimise moodust nimetati külmaks sileerimiseks, kuna sellejuures tugevasti kokkusurutud söödamassis toimuvad käärimisprotsessid pikaldaselt, peamiselt madalama temperatuuri tingimustele kohanenud piimhappe bakterite tegevuse tulemusena ning soojenemine on selle juures väga väike. Kuna ühtlasi tekib väga palju piimhapet, mida juba väliselt, lõhna järgi võib ära tunda, nimetati seda viisi varem ka «hapuks» sileerimiseks, et seda eraldada nn. «magusast» ehk kuumast sileerimisviisist,

1885. aastal oli sileerimine Inglismaal juba võrdlemisi laialdaselt levinud, kuna sel ajal loeti seal umbes 1200 silohoidmiseks määratud ehitust. Samal ajal esitas inglane Fry oma nn. kuum sileerimismooduse. Juba varem oli märgatud, et silohoidla hõredal täitmisel esineb sileeritava massi tunduv kuumenemine, vahel isegi kuni 70° C. Esitatud teooria järgi pidi isekuumenemise teel tekkinud soojus hävitama kõik mikroorganismid ja taimede fermendid, mistõttu sellisel viisil läbikuunenud ja hiljem kokkupressitud välisõhu eest hoitud silo pidi väga kaua säilima. Hiljem osutus aga ka see teooria ekslikuks, kuna selgus, et paljud termofiilsed mikroorganismid võivad sellise soojuse juures veel vabalt areneda ning et nn. «isekuumenemine» ongi just selliste mikroorganismide tegevuse tulemus. Ka mõned piimhappe bakterid, nagu *Lactobacterium delbrückii*, arenevad just 50° C ümber kõige paremini, kannatades välja temperatuuri tõusu kuni 56° C. Nii kujutab ka kuum sileerimine endast samasugust piimhappe bakterite tegevusele rajatud protsessi kui külm sileeriminegi, kuigi siin peale piimhappe tihti tekib teisi orgaanilisi happeid ja muid ühendeid rohkem kui külmsileerimise puhul. Kuna selle viisi tarvitamisel toiteainete kaod on harilikult tunduvalt suuremad kui külmsileerimisel, kasutatakse kuumsileerimist praegusel ajal peamiselt vaid sellistel juhtudel, kus oluline on ühtlasi silee-

ritavate taimede omadusi muuta nende söödavuse tõstmiseks, näiteks väga karmide ja puiste söötade sileerimisel.

Kuuma sileerimise viisiga saadud silo nimetati varem ka «magusaks», sest esialgse teooria järgi pidi siin kõik söötades esinev suhkur muutumatult säilima. Tegelikult puudubki sellisel silol enamasti hapu lõhn, kuid see ei tulene mitte sellest, et siin suhkur on säilinud, vaid tekkinud hapete lõhna ületavad sellises silos mitmesuguste kõrvalsaaduste, peamiselt lenduvate aldehüüdide, lõhnad.

Peale suurema toiteainete kao kuumal sileerimisel esineb selle sileerimisviisi juures ka tehnilisi raskusi, kuna võrdse silokoguse sileerimiseks tuleb püstitada rohkem, suurema mahuga ehitusi. Ka on toimuvate mikrobioloogiliste protsesside reguleerimine kuuma sileerimise puhul palju raskem ja selletõttu silo täieliku riknemise oht palju suurem kui külma sileerimise viisi tarvitamisel.

1921. aastal esitas insener Šveitser veel ühe sileerimise viisi, mis jällegi pidi võimaldama mikrobioloogiliste protsesside täielikku allasurumist ja käärimiste ärahooldmist. Jutt on nn. «elektrisosist», mille valmistamisel kokkupandud taimmassist lastakse läbi tugev elektrivool. Tegelikult ei õnnestunud muidugi ka siin käärimisprotsesside vältimine ning käärimine elektrisos toimub üldiselt samadel alustel kui kuumkäärimise puhulgi. Läbilasitud elektrivool kutsub esile taimmassi kuumenemise harilikult kuni 45—50° C, kuid ei mõju peaaegu üldse mikroorganismide arengule. Paremusena võib selle viisi puhul märkida vaid temperatuuri kiire reguleerimise võimalusi, eriti veel külmade ilmade puhul, hilissügisel või talvel, millega mikrobioloogilisi protsesse saab täpsemalt suunata; eitavad küljed on: lisakulud elektrenergia peale ning suur riknemise oht juhtudel, kui temperatuuri tõstetakse üle 50° C.

Hapete abil sileerimine

Kuna kõigi nimetatud sileerimisviiside abil ei õnnestunud käärimisprotsesse sileeritavas taimmassis vältida, püüti leida teisi võimalusi silo säilitamist muuta sõltumatuks mikroorganismide tegevusest. Mõningaid tulemusi on siin saavutatud keemiliste ainete, eeskätt mitmesuguste hapete kasutamisel, kusjuures lisatavad happed asendavad põimhappe bakterite tegevuse tulemusena moodustatavat

piimhapet. Hapete lisamisel tõstetakse keskkonna happesus (pH) kiiresti kuni 4,2 või isegi 3,5-ni, mistõttu kahjulike bakterite elutegevus juba algusest peale võimatuks muudetakse. Ühtlasi pidurdatakse aga ka piimhappe bakterite tegevust ning selletõttu jäävad ka söötades sisalduvad suhkrud ja teised süsivesikud muutusteta alale. Kuna käärimisprotsesse peaaegu ei toimu, peab selle sileerimisviisi puhul silo säilimist kindlustama juurdelisatud hape.

Viimasena kirjeldatud põhimõttele rajatud meetoditest võib meenutada Soome professori A. I. Virtaneni nn. AIV silo valmistamist, mille puhul tarvitavate kemikaalide koostist autor äritegemise otstarbel saladuses hoidis. AIV preparaate telliti ja levitati ka kodanlikus Eestis enne teise maailmasõja puhkemist.

Hapete abil sileerimist on põhjalikult uuritud ka NSV Liidu teadlaste poolt; muidugi ei ole siin saavutatud tulemusi saladuses hoitud, kuna meil teaduse saavutused on määratud töötava rahva elujärje tõstmiseks, mitte aga üksikute isikute rikastamiseks. Häid tulemusi hapetega sileerimisel saavutas professor A. A. Zubrilin (V. R. Viljamsi nimeline Üleliiduline Loomasöödade Teadusliku Uurimise Instituut). Teostatud uurimiste tulemusena soovitas autor segu, mis koosneb 70 osast soolhappest ja 30 osast väävelhapu naatriumi lahusest. Mõlema koostisosa kontsentratsioonid peavad profsendiliselt ühesugused olema, kusjuures soolhappe kontsentratsioon ei tohi olla alla 8% ja üle 10%. Hapete segu lisatakse söödale sellisel hulgal, et see kindlustab happesuse püsimise vähemalt pH 4,0—4,2 piirides, milleks sellist segu vajatakse enamiku söötade puhul 7 kuni 8 protsenti sööda kogukaalust, nii siis ühe tonni kohta 70—80 liitrit. Hapete lahust lisatakse sööda iga 30—40 sentimeetrilise kihi peale ning tallatakse siis sööt kohe kõvasti kinni. Täitmisel tuleb kasutada kummist jalanõusid, sest hape võib nahkjalatseid rikkuda. Silo pealmistele kihtidele tuleb lisada hapete lahust umbes 10—15% rohkem kui alumistele kihtidele, seega 80—100 liitrit iga tonni sileeritava sööda kohta. Kõik muud nõuded sileerimisel jäävad samadeks nagu harilikulgi sileerimisel. Hapetega sileeritud silo söötmisel soovitatakse sellele lisada kriiti või soodat ja üldse täpselt silmas pidada kõigi vajalike mineraalainete esinemist söödaratsioonis.

Hapete tarvitamine sileerimisel annab mõningaid paremusi, kuid on seotud lisakuludega, vajalikud kemikaalid

pole alati majandis kättesaadavad, nende tarvitamine nõuab suurt täpsust ja vilumust ning lõpuks on hapetega valmistatud silo mõju loomade tervisele siiski veel liiga vähe uuritud, et kindlaid järeldusi teha. Selletõttu ei ole see võte veel laialdasemalt levinud, kuid on võimalik, et see tulevikus suurema osatähtsuse omandab.

Teistest kemikaalidest peale hapete kasutatakse sileerimisel veel lisandina keedusoola, harilikult 0,5 kuni 0,1 protsenti sileeritava aine kogukaalust. Selline väike keedusoola kogus ei suuda küll mõjutada mikrobioloogilisi protsesse silos, kuid keedusool kiirendab taimemahla paremat eritamist ja kogunemist, mistõttu need protsessid kulgevad kiiremini. Sama mõju avaldab aga ka söötade eelnev peenendamine ja purustamine. Keedusoola lisamine omab peale selle veel kaudset tähtsust maitseainena, kuna sellist soolakat silo loomad alati meelsamini söövad. See sisaldab endas aga ka teatud ohu, kuna soolamine võib varjata silo halbu omadusi. Soolatud silo söövad loomad ka siis, kui see on riknenud, mis võib loomade tervisele väga halvasti mõjuda.

Suhkru miinimumi teooria

Sileerimisel lisatakse mõnikord veel suhkru- ja tärkliserikkaid aineid, nagu teraviljajahu, keedetud kartuleid ja suhkrutööstuse jäätmeid. Peamist tähtsust omab selliste ainete lisamine valgurikaste ja suhkruvaeste taimede sileerimisel, ja nimelt järgmistel põhjustel.

Teatavasti omab väga suurt tähtsust sileerimisel suhkru ja valkainete sisalduse vahetõrge sileeritavas haljasmassis. Kuna piimhappe bakterid saavad piimhapet moodustada vaid suhkrust, siis on arusaadav, et sileeritavad söödad peavad sisaldama teatud hulga suhkrut, millest piimhappe võib tekkida. Head silo võime saada vaid siis, kui see tingimus on täidetud, nimelt kui sileeritav sööt sisaldab niipalju suhkrut, et selle ümbermuutmisel piimhappeks kogu sileeritav mass omandab küllalt happelise reaktsiooni, et sileerimisel kahjulike bakterite elutegevust seisma panna. Nagu eespool juba nägime, on selleks vajalik reaktsioon keskmiselt pH 4,2. Söötades esinevad valkained seovad piimhappe bakterite poolt moodustatavat piimhapet ning takistavad sellega piimhappe küllaldast kogunemist. Mida enam on teatud söötades valkaineid ja mida vähem suhkrut, seda raskem on selliseid söötasid sileerida ja seda kergemini

võib selliste söötade sileerimine äparduda, kuna siin piimhappe bakterite asemel võib ülekaalu omandada mõni teine bakterigrupp, sagedamini võihappe bakterid. Mõni taim sisaldab mitte niipalju valkaineid kui mõningaid aluselisi soolasid, mis samuti piimhapet seovad. Näiteks sisaldab nõges suurel hulgal kaltsiumi soolasid, mis väga ahnelt piimhapet seovad, mistõttu nõgese sileerimine üksikult ja ilma lisanditeta on võimatu.

Piimhapet siduvate ainete sisaldust taimedes nimetatakse taimede puhveromaduseks või -toimeks. Mida suurem on taime puhvertoime, tähendab mida enam ta sisaldab selliseid aineid, mis võivad piimhapet siduda, seda kõrgem peaks sellistes taimedes olema ka suhkru sisaldus, et saada korralikku silo. Tegelikult on aga valgu ja aluseliste soolade sisalduse poolest väga rikkad taimed enamasti ühtlasi suhkruvaesed, mis nendest hea silo saamise väga raskeks teeb.

Sellistele põhimõtetele on rajatud suhkru miinimumi teooria, mida võib lugeda tänapäeval põhiliseks teaduslikuks aluseks söötade sileerimisel. Suhkru miinimumi all mõistetakse sellist suhkru sisalduse protsenti sileeritavates taimedes, mis võimaldab piimhappe kogunemist silos küllaldaselt hulgal selleks, et silomassi happesust tõsta tarviliku piirini ($\text{pH} = 4,2$), antud taime puhveromaduste juures. Lähtudes suhkru miinimumi teoriast võime kõik taimsed söödad liigitada kolme rühma:

1) Kergesti sileeruvad söödad, millede suhkru sisaldus on küllaldane selliste piimhappe koguste moodustamiseks, mis lisaks taime puhveromaduste tasakaalustamisele võivad kogu sileeritava massi reaktsiooni viia $\text{pH} 4,2$ peale või veelgi happelisemaks. Sellesse rühma kuuluvad: päevalill, juurviljapealsed, söödakapsas, mais, haljalt niidetud kõrrelised viljad ja heinad, niiduhein ja selle ädal, viki-kaera segatis, söödajuurvili, kartulimugulad jne. Kõik sellesse gruppi kuuluvad taimsed söödad sileeruvad hästi nii üksikult kui ka omavahelises segus.

2) Raskesti sileeruvad söödad, millel kas suhkru sisaldus on liig madal või jälle nende puhveromadused liig kõrged, mistõttu nendest valmistatava silo happesus võib tõusta tarviliku piirini ($\text{pH} = 4,2$) vaid sel korral, kui kõik teised tingimused piimhappe bakterite tegevuseks on ideaalsed. Kuna seda aga praktikas väga raske on kindlustada, on selliste taimede sileerimisel hädavajalik ra-

kendada abinõusid, mis aitaksid tõsta suhkrusisaldust raskesti sileeruvates söötades või kaasa aitaksid piimhappe bakterite tegevusele. Sellesse rühma kuuluvad: valdav enamus liblikõielisi taimi, nagu mesik, lutsern, vikk, ristikud, mõru lupiin, hernerid, teistest taimesugukondadest tarnad, kartulipealsed ning rida meil vähemlevinenud taimi. Nende sileerimisel on soovitatav lisada eespoolnimetatud suure suhkrusisaldusega aineid või vähemalt 40 protsenti kergesti sileeruvaid taimi; teiseks soovitavaks võtteks on kasutada sileerimisel piimhappe bakterite puhaskultuure.

3) Mittesileeruvad söödad, millede puhveromadused on nii kõrged, et nende iseseisev sileerimine osutub täiesti võimatuks. Ainult suure suhkrusisaldusega ainete lisamisel või üheskoos kergesti sileeruvate taimedega võib selliste taimede sileerimine õnnestuda, samuti hapete abil konserveerimisega. Sellesse rühma kuuluvad kõigepealt nõges, siis tomati ja mitmesuguste kõrvitsaliste pealsed ja mõnikord, eriti enne õitsemist, ka lutsern ja teised liblikõielised.

Kuna taimede puhveromadused sõltuvad nende lämmastikuühendite ja mineraalainete sisaldusest, siis on selge, et suhkru miinimum taimedes on ka sellistest teguritest, nagu mullastiku tingimused, väetamine ja taimede kasvufaas (vanus) nende koristamisel siloks. Vastavalt võib nende tegurite muutmisel suhkru miinimum ja järelikult sileeruvus ühe ja sama taimeliigi juures tunduvalt kõikuda ühele või teisele poole. Isegi ühe ja sama taimesuguste osade sileeruvus on erinev. Taimede varred sisaldavad alati rohkem vee lahustuvaid süsivesikuid kui lehed, kuna vastupidiselt lämmastiku sisaldus on alati lehtedes kõrgem kui vartes. Selletõttu on näiteks päevalille lehed vartest eraldatult täiesti sileerumatud, kuna aga varred eraldi, kuid samuti ka lehtedega koos suurepäraselt sileeruvad. Mõned taimed, nagu näiteks kõrkjas ja pilliroog, sileeruvad päris hästi varajastel kasvufaasidel, enne õitsemist, kuid hiljem, õitsemise ajal kuuluvad samad taimed juba raskesti sileeruvate taimede rühma. Vastupidiselt on enamik õitsemise ajal veel raskesti sileeruvaid liblikõielisi taimi nagu lutsern ja mesik enne õitsemist iseseisvalt täiesti sileerumatud. Esimesel juhul pidurdab sileeruvust mineraalainete sisaldus taimes, mis taimede vananemisel tõuseb, teisel juhul lämmastikuühendite sisaldus, mis eriti suur on just varajastel kasvuperioodidel.

Suhkru miinimumi kindlaksmääramine igal konkreettsel juhul on võrdlemisi kergesti teostatav laboratoorsel teel, milleks peenekshõõrutud värsket taimmassi tiitritakse piimhappe normaallahusega.

Sileeritava massi niiskusesisaldus omab sileerimisel samuti suurt tähtsust. Liig väike niiskusesisaldus pidurdab piimhappe bakterite tegevust. Liig kõrge niiskusesisaldus viib kuivaine sisalduse silohoidla mahuühiku kohta alla ja soodustab toiteainete väljauhtumist silo alumistesse kihtidesse. Silohoidla mahu paremaks ära kasutamiseks oleks selletõttu soovitatav võimalikult madal niiskusesisaldus silos, kusjuures peaks aga säilima mikrobioloogilisteks protsessideks vajalik niiskusesisaldus. Piimhappe bakterite elutegevus nõrgeneb tugevasti, kui niiskusesisaldus langeb alla 65 protsendi. Selletõttu tuleb sileerimisel pidada parimaks 65- kuni 70-protsendilist niiskusesisaldust. Paljudes toorsöötades tõuseb niiskusesisaldus 75—80 protsendini; tuleb märkida, et ka sellise niiskusesisaldusega söötade sileerimisel pole veel mingit hädaohtu, ega ole selliseid taimi vaja enne sileerimist kuivatada. Tõuseb niiskusesisaldus aga veelgi kõrgemale, nagu tihti juurviljapealsete puhul, on otstarbekohasem selliseid söötasid lasta enne pisut kuivada või närbuda; kui seda aga pole võimalik teha, siis lisatagu mõnda kuiva sööta, nagu aganaid või põhuheksleid. Vahest veelgi sagedamini tuleb aga hoolitseda, et silo liig kuivaks ei jääks, mis võib rikkumist põhjustada.

Sileerimise läbiviimisel omab väga suurt tähtsust sileeritavate söötade peenendamine, mis tagab taimemahla kiiremat eritamist taimerakkudest. Peenendamisel ja kinnitampimisel väljapressitud taimemahl täidab tühikud sileeritavas massis ja aitab kaasa õhu väljatõrjumisele silost. Sellega luuakse piimhappe bakterite tegevuseks vajalik õhuta keskkond ning samal ajal moodustab suhkrurikas taimemahl neile ka peamise toitebaasi. Peenendamine võimaldab paremat silo kokkusurumist, mistõttu saame silohoidla mahu paremini ära kasutada ja silomassi hulgast õhu hõlpsamini eemaldada. Mida peenemaks sileeritavad söödad on tehtud, seda paremini ja täielikumalt saavutame need eesmärgid. Jämedavarreliste ja mahlakate söötade puhul võib leppida kuni 10 sm pikkusteks heksliteks peenendamisega, peenevarreliste ja kuivade (eriti raskestisileeruvate) söötade juures on peenendamine vajalik isegi kuni 0,5 sm pikkusteks heksliteks. Kuigi, nagu tootmiskogemu-

sed näitavad, vahel ka peenendamata materjalist (eriti viki-segatiste sileerimisel) rahuldavate omadustega silo võib saada, on esmaklassilise silo saamine võimalik siiski ainult peenendatud materjalist. Käsitsi peenendamine oleks liialt raske ja aegaviitev töö; sotsialistlikku loomakasvatust teennidavad traktorijaamad on aga juba laialdaselt varustatud traktorijõul töötavate silopurustajatega.

Peenendatud söötade sileerimisel tuleb muidugi erilist tähelepanu pöörata silohoidla veekindlaks muutmisele, et võimalikult täielikult ära hoida sileeritavatest taimedest väljaressitud mahla väljajooksu silohoidlast; samuti on vaja kindlustada korralik silomassi kokkupressimine. Selleks tuleb betoonist silohoidla seinad ja põhi kohe pärast tsemendi tardumist hoolikalt lihvida ja nende happekindluse tõstmiseks katta võõbaga. Kõige lihtsam ja odavam on savivõõp. Võõpamine tuleb läbi viia küllalt varakult, et võimaldada võõba täielikku kuivamist enne kui asutakse hoidla täitmisele.

Külmsileerimise tehnika

Üksikute sileerimisvõtete võrdlemisel leidsime juba, et otstarbekohasemaks võib pidada külma sileerimisviisi. Silo temperatuur kõigub siin 25—30° C ümber, valmimine kestab 3—5 nädalat, piimhappe sisaldus sellises silos tõuseb 1 kuni 2 protsendini.

Sobivamaks silohoidla tüübiks on silotorn, kõrgusega kuni 10 meetrit. Kõrgemas silotornis vajub sileeritav materjal oma raskuse tõttu tugevamini kokku, suhteliselt kitsamas tornis silo katmine on lihtsam ja kaod väiksemad. Enne täitmist tuleb silohoidla hoolikalt puhastada igasugusest prahist, hallitusest ja põhja seisma jäänud vihmaveest. Aegsasti enne sileerimise algust tuleb parandada vigastused ja praod silohoidla seintes.

Sileeritav materjal asetatakse võimalikult kohe pärast niitmist või koristamist hoidlasse ja tambitakse iga umbes 20 sentimeetri paksuse kihi viisi tugevasti kinni. Tavaliselt tehakse seda silohoidlasse paigutatud kihil hobusega ringi sõites. Eriti hoolikalt tuleb tallata valmistatavat silo hoidla seinte ääres, et sinna õhku sisaldavaid tühikuid ei jääks. Hobuse kasutamisel kinnitallamiseks tuleb hoolega jälgida, et sileeritava sööda hulka ei sattuks looma väljaheiteid. Täitmine tuleb läbi viia võimalikult kiiresti ja pidevalt, tööd

katkestades vajaduse korral vaid ööseks. Silohoidla juurde kohaleveetud sööt ei tohi hunnikutesse seisma jääda, kus ta võib kuumaks minna, mis põhjustab toiteainete kadusid. Täitmise lõpetamisel tuleb silohoidla kohe õhukindlalt kinni katta. Katmise materjaliks sobib savi, hädakorral ka muld või liiv. Savist katte võib asetada ka otse silole; veel parem on aga katte ja silo vahele paigutada jõupaberist, puulehtedest või toorest umbrohust kiht. Savikatte paigaleasetamisel tuleb seda vahetevahel kasta ja kinni tampida, kuni saadakse ühtlane, tihe ja pragudeta 30 kuni 50 sentimeetri paksune kiht. Silo valmimisel hakkab sileeritav mass kokku vajuma, sellepärast täidetakse hoidla pisut kõrgemale selle ülemisest äärest, keskelt kumeralt kõrgemale. Kolme-nelja päeva jooksul pärast silohoidla täitmist vajub silomaterjal kokku. Kui selle juures tekivad praod savikattes, tuleb need täita ja kinni tallata.

Kui silomaterjal väga vähe kokku vajub, võib karta ebasoovitavat sileerimise käiku. Niisugusel korral tuleb järele vaadata kate. Kui kattes pragusid ei leidu, tuleb suurendada vajutist, asetades kattele kive. Et takistada pragude tekkimist kattes, on soovitav savikatet pideva kastmisega niiske hoida.

Rakvere rajooni kolhoosis «Vaprus» kaetakse juba paar aastat silo mitte savi või mullaga, vaid paarikümne sentimeetri paksuse niisutatud aganakihiaga, millesse külvatakse oder, kõige peale aga laotakse lauad ja asetatakse kivid vajutiseks. Külvatud oder juurdub aganates, põimib kogu aganakihi tihedalt läbi ja takistab õhu juurdepääsu silole. Niiviisi kaetud silo on kolhoosis «Vaprus» päris hästi säilinud.

Mikrobioloogiliste protsesside suunamine sileeritavas taimmassis

Nagu eespool nägime, arenesid mitmesugused sileerimisvõtted välja katsetest sileeritavas taimmassis ära hoida igasuguseid mikrobioloogilisi protsesse. Praktika tõendas aga, et see vähemalt ilma keemiliste ainete kasutamiseta võimalik ei ole. Sellepärast ei katsutagi kaasaegses sileerimise praktikas enam mikrobioloogilisi protsesse ära hoida, vaid püütakse neid otstarbekohaselt suunata. Selleks osutus mitmesugustest sileerimisviisidest kõige vastuvõetavamaks külm sileerimine. Kuid ka külma sileerimisviisi juures

võivad esineda kõrvalekaldumised normaalsest sileerimiskäigust, eriti raskesti sileeruvate taimede sileerimisel, kus mikrobioloogiliste protsesside täpne kulgemine on eriti oluline.

Sileerimise puhul esinevatest mikrobioloogilistest protsessidest on silo valmimiseks ja säilitamiseks kasulikud ainult piimhappe bakterite poolt esilekutsutavad, kuna igasuguste teiste mikroorganismide tegevus silos on kahjulik. On äärmiselt oluline, et piimhappe bakterid võimalikult kiiresti, juba sileerimise algul, saavutaksid ülekaalu oma võistlejate mikroorganismide üle, sest vastasel korral viimased jõuavad esile kutsuda kahjulikke lagunemisprotsesse osa toiteainete juures ja silosse koguda edaspidisele sileerimiskäigule, mõnikord ka loomade tervisele kahjulikke produkte.

Sellisteks sileerimise puhul kahjulikeks mikroorganismideks osutuvad rida anaeroobseid baktereid, nagu võihappe ja roiskumisbakterid, aeroobsetest mikroorganismidest aga hallitusseened. Viimaste tegevuse silos muudame võimatuks silo korraliku kinnikatmisega, anaeroobsed bakterid võivad aga juba sileerimise algul, ka selle tehniliselt kõige korralikuma läbiviimise juures, oma kahjulikku tegevust arendada. Et seda vältida, on tarvis nende omadusi tunda, mis pärast peatume lühidalt iga sellise bakterigrupi juures.

Võihappe bakteriteks nimetatakse üsna arvukat gruppi spore moodustavaid baktereid, mis kutsuvad esile süsivesikute ja piimhappe käärimise võihappeks, süsihappegaasiks ja vesinikuks, kuna kõrvalproduktidena väiksemal hulgal tekivad veel äädikhape, propioonhape, sipelgahape, mõned lenduvad happed (kaproon- ja kaprüülhape), vahel ka etüül- ja butüülpiiritused ja atsetoon. Valkained lagundatakse võihappe bakterite poolt veeslahustuvateks vormideks, amiinohapeteks ja ammoniaagiks. Harilikud võihappe bakterid arenevad 8 kuni 45° C juures, leidub aga ka termofiilseid liike, mis säilitavad võime aktiivseks elutegevuseks veel üle 70° C puhul. Võihappe bakterite spoorid taluvad kahjutult kuni paariminutilist keetmist. Happelises keskkonnas ei suuda võihappe bakterid aga võistelda piimhappe bakteritega, lõpetades aktiivse elutegevuse harilikult juba 4,7—4,5 pH juures.

Kui piimhappe baktereid algul silos on väga vähe, võib kuluda palju aega nende paljunemisele ning seda enam piimhappe küllaldasele kogunemisele. Selle aja kestel võib

vad võihappe bakterid takistamatult paljuneda, muuta suhkrut ja isegi esialgul väiksemates kogustes tekkivat piimhapet võihappeks ning sellega raskendada piimhappe bakterite edasist tegevust. Kui võihappe bakteritel õnnestub saavutada täielikku ülekaalu, muudavad nad kõik söödas esineva suhkru piimhappe bakteritele kättesaamatuks ning suruvad sellega viimaste tegevuse alla, millele järgneb silo täielik riknemine. Teisel juhul saavutavad piimhappe bakterid küll lõpuks ülekaalu, suurendades silo happesust kuni pH 4,5-ni, kuid algul on võihappe bakterid juba rohkesti suhkruid ümber muutnud, silo sisaldab palju võihappe bakterite elutegevuse produkte, on selletõttu ebameeldiva lõhna ja maitsega. Selline silo on osaliselt riknenud.

Võihappe bakteritele väga lähedane on tihti, eriti loomade väljaheidetega saastunud, mullas esinev botulismi (toidumürgituse) batsill (*Clostridium botulinum*), mis peale võihappe ja teiste üldiselt võihappe bakteritele omaste lagunemisproduktide eritab veel väga tugeva mürgise toimega toksiooni. Botulotoksiin on vastupidav hapetele, laguneb aga leeliste ja kuumutamise (keetmise) mõjul. Silosse võib see batsill sattuda mulla osakestega. Botulotoksiin mõjub närvisüsteemile ning selle esinemisel silos võivad loomad mürgituse saada.

Sileeritava materjali puhtus mullast ja muudest kõrvalainetest aitab väga olulisel määral kaasa võitluses võihappe bakterite vastu, kuna kasvavate taimede peal esineb vaid võrdlemisi vähe võihappe baktereid või nende eoseid.

Ka roiskumisbaktereid on väga palju liike ning nende esindajad on looduses erakordselt laialdaselt levinud. Need liigid on omadustelt väga erinevad, ühed moodustavad spoore, teised mitte, ühed tegutsevad väga kõrgete, teised üsna madalate temperatuuride juures, samuti esineb nii õhkuarmastavaid kui ka ainult välisõhust isoleeritud keskkonnas elunevaid roiskumisbaktereid. Ka kõigi roiskumisbakterite elutegevus silos on võimalik ainult sileerimise algul, kuna happesuse tõusmisel kuni pH 5,0-ni suure enamiku ja kuni pH 4,4-ni kõigi roiskumisbakterite aktiivne tegevus lõpeb.

Kahjulikult mõjub sileerimisel ka nn. *coli*-bakterite grupi tegevus. See grupp koosneb samuti paljudest liikidest. *Coli*-bakterid on spoore mittemoodustavad kepikesed, nende poolt esilekutsutavas käärimisprotsessis muudetakse suhkur lagunemisproduktideks, millede seas esineb ka piimhappe. Vas-

tavalt sellele võib *coli*-bakterite grupi esindajaid liigitada ka ebatüüpilise või vale piimhappe käärimise bakterite hulka. Kuid peale suhkru käärimise kutsuvad *coli*-bakterid esile ka valkude lagundumise, s. o. röiskumisprotsessi, mis nende tegevuse silos väga ebasoovitavaks teeb. Kuna aga *coli*-bakterite tegevus pidurdub juba pH 5,0 juures, omab see mõningat tähtsust vaid üsna sileerimise algul.

Esitatud lühikesest ülevaatest selgub, et kõik sileerimisel kahjulikud bakterid arenevad ja tegutsevad silos ainult üsna algul, kui keskkonna happesus veel küllaldane ei ole, ning selletõttu on äärmiselt oluline kiirendada sileerimise käiku ja toetada piimhappe bakterite tegevust just eriti sileerimise alperioodil.

Teatud määral teeme seda juba sellega, et sileerimist tehniliselt korralikult läbi viime: ära hoiame mulla ja muude riknemist põhjustavate ainete sattumist silosse, sileeritava materjali hästi peenendame ja võimalikult tihedasti kokku surume, reguleerime niiskusesisaldust silos ja õhu ning vee juurdepääsu takistamiseks silohoidla pärast täitmist kinni katame. Kõigi nende nõuete täitmisel oleks aga veel väga oluline, et juba algul sileeritavas massis esineks küllaldane hulk piimhappe baktereid, mis tagaks happesuse kiire tõusu pH 4,5—4,2 peale. Ühes sileeritavate taimedega sattuvad silosse alati ka kasvavate taimede pinnal esinenud piimhappe bakterid, kuid nagu eespool nägime, on nende üldine arv alati väiksem kui sileerimisel kahjulike bakterite, eriti röiskumisbakterite arv. Selletõttu kulub asjatult palju aega piimhappe bakterite esialgseks paljunemiseks ning alles nende esialgse arvu suurenemisel mitmekordseks suudavad nad asuda mikrobioloogiliste protsesside juhtimisele silos.

On mõistetav, et võiksime seda piimhappe bakterite esialgseks paljunemiseks vajalikku aega lühendada, kui sileeritavat sööta rikastaksime piimhappe bakteritega juba sileerimise algul. Selle küsimuse vastu hakati huvi tundma juba sellest ajast peale, kui selgusid happelise keskkonna tekkimise põhjused sileerimisel. Praegusel ajal on kogunenud küllaldaselt andmeid, mis tõendavad sellise võtte võimalikkust ja efektiivsust. Laboratooriumides kasvatatud piimhappe bakterite puhaskultuure paljundatakse kohapeal ja lisatakse sileeritavale massile.

Eriti häid tulemusi annab selle võtte rakendamine raskesti sileeruvate söötade sileerimisel, kuna siin piiratud suhkru sisalduse juures ebaotstarbekohane suhkru kulutus

võib väga kergesti põhjustada silo riknemist. Väljapaistvaid tulemusi on piimhappe bakterite puhaskultuuride lisamisega saadud ka külmal aastaajal sileerimisel; nimelt pidurdab madal temperatuur piimhappe bakterite arengut, mis omakorda võimaldab temperatuurilanguse vastu vähem tundlikel kahjulikel bakteritel kauemini segamatult areneda. Muidugi tuleb sellisel korral kasutada madala temperatuuri vastu vähem tundlike piimhappe bakterite kultuure.

Piimhappe bakterite puhaskultuuride tarvitamisel esineb silos vähem lenduvaid happeid ja ammoonlämmastikku. Silo saab heledama värvusega, parema lõhnaga, valmib kiiremini ja säilib kindlamini ja kauem. Harilikult on selle happesus tunduvalt kõrgem, piimhappe sisaldus suurem ja võihape enamasti puudub täiesti. Muidugi tuleb ka puhaskultuuride tarvitamisel täpselt jälgida kõigi sileerimise tehnoloogia nõuete täitmist. Mittesileeruvaid taimi ei saa ka puhaskultuuride abil sileerivateks muuta.

Piimhappe bakterite puhaskultuurid ei kahjusta mingil juhul sileerimise käiku. Paistab, et nende tarvitamine oleks sellepärast vajalik alati, nii raskesti kui ka kergesti sileerivate söötade sileerimisel. Kuna aga puhaskultuuride tarvitamine on seotud mõningate lisatöödega, tuleb seda soovitada kõigepealt just raskesti sileerivate taimede puhul, kuna kergesti sileerivate taimede sileerimine õnnestub ka ilma puhaskultuurideta hästi.

Sileerimisel tarvitatav piimhappe bakterite puhaskultuur tuleb tellida vastavast tootmislaboratooriumist. Eesti NSV-s senini selliseid kultuure ei ole veel toodetud, ku'd seoses sileerimise levikuga meie sotsialistlikus põllumajanduses muutub nende tootmise korraldamine hädavajalikuks ning saab loodetavasti kõige lähemal ajal teoks. Kõige otstarbekohasem oleks organiseerida piimhappe bakterite kultuuride tootmist Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Saue Bakteriväetiste Tootmise Laboratooriumi juures.

Laboratoorsete piimhappe bakterite puhaskultuuride asendamine hapendatud lõssi või vadakuga ei anna tavaliselt mingeid tulemusi. Meenutame, et piima hapnemist esilekutsuvad piimhappe bakterite liigid on kohanenud eriti piimasuhkru ehk laktoosi ümbermuutmiseks, mitte aga peamiselt taimedes esinevate roosuhkru ja maltoosi piimhappeks muutmiseks. Laboratoorselt paljundatakse sileerimiseks aga just selleks sobivamateks osutunud piimhappe baktereid; väljasaadetakultuur sisaldab enamasti mitmesuguste lii-

kide segu, mis tagab sellise kultuuri arenemisvõimalusi erineva koosseisuga söötadel ja erinevates tingimustes.

Puhaskultuur saadetakse laboratooriumi poolt tavaliselt välja 0,5-liitrilistes pudelites, kusjuures üks selline pudel on ettenähtud 20 tonni toormassi sileerimiseks. Pudelid puhaskultuuriga tuleb alal hoida jahedas, pimedas ruumis ning neid enne tarvitusele võtmist mitte avada. Pudelid sisaldavad vedelal linnase söötmel maksimaalse hulgani paljundatud sileerimiseks sobivaid piimhappe baktereid.

Laboratoorsest kultuurist tuleb kohapeal valmistada paljundus, nimelt iga toormassi tonni kohta 5 liitrit (20 tonni kohta 100 liitrit). Selleks tuleb võtta 5 kg rukki-, nisu-, odra- või kaerajahu ja 10 kg 2—3 sentimeetri pikkusteks heksliteks lõigatud ristikut 100 liitri vee kohta. Vesi valatakse puhtasse katlasse ning lisatakse sellele hekseldatud ristik ja jahu riidest kotis. Keedetakse pool tundi; pärast seda võetakse kott jahu ja hekslitega välja, vedelik aga kurnatakse läbi puhta sõela või marli puhastesse puu- või plekknõudesse, lastakse jahtuda kuni 35—40° C ja lisatakse nüüd laboratoorne puhaskultuur (100 liitri kohta 0,5 liitrit puhaskultuuri). Selle järele lastakse nakatatud paljunduskultuur 2 öödpäeva soojas ruumis seista, jälgides, et ruumi temperatuur ei langeks alla 20° C. Selle aja möödumisel tuleb paljunduskultuur kohe tarvitusele võtta, pritsides seda viha abil või valades kastekannust värskest täidetud silo kihtidele, arvestades 5 liitrit iga toormassi tonni kohta. Korralikult paljundatud kultuur on meeldiva hapu lõhnaga vedelik, ilma gaasimullikesteta ja katva kileta vedeliku pinnal.

Märkisime juba, et ka puhaskultuuri tarvitamisel tuleb täpselt kinni pidada kõigist sileerimise tehnoloogia nõuetest. Neid nõudeid käsitasime juba lühidalt eespool, neid on üksikasjalisemalt käsitatud ka vastavates käsiraamatutes, mis pärast siinkohal pole tarvidust nende juures pikemalt peatuda.

III. SÖÖTADE SÖÖDAVÄÄRTUSE TÕSTMINE

Mitmesuguste eriliste ettevalmistusviiside abil on võimalik tõsta enamiku väheväärtuslike söötade söödaväärtust ja seeduvust. Selliste ettevalmistusviiside hulka võib mõnel juhul kuuluda ka eespoolkäsitatud söötade sileerimine, nimelt siis, kui sileerimise teel muudetakse puised ja kiurikkad söödad pehmemaks.

Eriline ettevalmistus söötmiseks on vajalik kõigepealt põhu, eriti taliviljapõhu, söödaks kasutamisel. Suviviljapõhku saab väiksemates annustes ka ilma igasuguse ettevalmistuseta sööta või piirduda ettevalmistamisel hekseldamisega. Suuremate suviviljapõhu annuste söötmisel on aga juba vajalik põhjalikum ettevalmistus: põhu pehmendamine kuuma vee või auruga, või ka kääritamine aukudes või kastides. Selliste võtetega võib küll tunduvalt tõsta põhu söödavust, mitte aga selle toiteväärtust.

Põhu toiteväärtus oleneb nii selle koostisest kui ka nende loomaliikide seedimisvõimest, kellele seda söödetakse. Kõige paremini suudavad põhku seedida mäletsejad loomad. Kaerapõhus sisalduvatest toiteainetest on mäletsejad võimalised seedima: toorproteiinist 33%, süsivesikuist 46%, kiudainest 54%. Teiste põhuliikide seeduvus on veelgi väiksem, peale liblikõieliste taimeliikide põhu. Mida enam põhk sisaldab kiudaineid, seda madalam on põhu seeduvus ja üldine toiteväärtus.

Põhu seeduvuse ja toiteväärtuse tõstmine on võimalik selle aurutamisel erilistes seadeldistes, 5—6-atmosfäärilise rõhu all. Veelgi paremaid tulemusi võib saavutada, kui aurutamisel põhule lisatakse 1,5—2-protsendilist leelise lahust. Mõnede andmete järgi võib niiviisi põhu toiteväärtust tõsta isegi kuni viiekordseks.

Põhu lubjastamine

Kuid ka ilma eriliste seadeldisteta on võimalik põhu toiteväärtust tõsta vähemalt kahekordseks, nimelt lubjastamise abil. Põhu lubjastamiseks on nõukogude teadlased välja töötanud terve rea võtteid. Kõige lihtsam on põhu töötlemine üheprotsendilise lubjalahusega. Lahuse valmistamisel võetakse üks kg kustutamata lupja või kolm kg kustutatud lupja 100 liitri vee kohta. Lubjastamine viiakse läbi vastava mahuga tünnis või paksudest laudadest veekindlas kastis. Lubjalahusele lisatakse 200—300 grammi keedusoola maitseainena ja asetatakse sellesse põhuhekslid üheks tunniks, selle aja kestel neid korduvalt hästi läbisegades. Väljavõetud hekslid jäetakse tunni või kasti kohale, milles lubjastamine läbi viidi, pisut viltuselt asetatud tiheda resti peale, et hekslitesse jäänud liigne lubjalahus saaks välja nõrguda. Kolmetunnise nõrgumise järele asetatakse hekslid

teise kasti või ka laudadega vooderdatud auku, tambitakse tugevasti kokku ja kaetakse pealt laudadega. 24- kuni 36-tunnise seismise järele võib selliselt lubjastatud põhuheksleid loomadele sööta. Ülejäänud lubjalahust kasutatakse uute põhuheksli koguste töötlemiseks, kuni selle täieliku ärakulutamiseni. Tavaliselt läheb 100 kg põhuhekslite töötlemiseks 250 kuni 300 liitrit lubjalahust, mille valmistamiseks kulub ainult 3 kg kustutamata lupja.

Teise lubjastamise viisi rakendamisel tuleb köetavas ruumis ehitada umbes ühe meetri sügavune kast, mis vaheseinadega neljaks, veel parem kuueks osaks on jaotatud. Kast võib olla tsemendist, betoonist või laudadest, igal juhul peab see veekindel olema. Iga kasti osa on ettenähtud karja ühe-ööpäevase põhutarbe rahuldamiseks, sest selle viisi puhul tuleb lubjalahusene põhk kolmeks kuni viieks päevaks seisma jätta. Arvestades iga 100 kg põhuhekslite jaoks 1,1 kuupmeetrit kasti mahtu ning vastavat lubjastatud põhu tarvet kogu karjale päevas, tuleb võtta kasti mõõdud. Üksiku kasti osa laius võiks olla kuni 1,5—1,7 meetrit. Kastide alla tuleb ehitada kanalisatsioon, mille abil läbitöötatud lubjalahuse võib välja lasta. Sellised kastid sobivad keskmiste põhukoguste lubjastamiseks, kolmest kuni viie tsentnerini ööpäeva kohta, millest piisab 70- kuni 100-pealise karja jaoks. Põhuheksleid valmistatakse 5—7 kg lehma kohta päevas, millest saab 20—25 kg lubjastatud niisket põhumassi. Noorloomadele piisab 3—4 kg kuivadest põhuhekslitest, ehk vastavalt 10—15 kg lubjastatud põhust.

Kastide täitmine ja tühjendamine toimub raudharkidega. Igasse kasti lahtrisse laotakse hekslid 30—40 sentimeetri paksuste kihtidena, kihti kohe sellejärel üle valades veega ja siis lisades varem eraldi valmistatud paksu lubjapiima. Ühe tsentneri põhuhekslite kohta tuleb selle lubjastamise viisi juures võtta 8 kuni 10 kg kustutamata või 20—24 kg kustutatud lupja ja 500—600 liitrit vett. Iga kiht segatakse pärast lubjapiima lisamist hoolikalt läbi, pealmine kiht aga kaetakse kaanega ja asetatakse kaanele vajutis. Kolme- kuni viiepäevase lubjalahuses seismise järele on põhk söötmiseks kõlblik, kuid enne söötmist tuleb selle viisi järgi valmistatud lubjapõhk läbi pesta: pesuvett võib kasutada uute põhukoguste lubjastamisel.

Lubjastatud põhku tuleb loomadele sööta alati enne jootmist. Sööta võib seda eraldi või ka segudes teiste söötadega.

Teise lubjastamise viisi tarvitamisel võib põhu toiteväärtust mõne põhuliigi juures tõsta ligi kolmekordseks.

Lubja asemel kasutatakse põhu toiteväärtuse tõstmiseks ka teisi leelisi ühendeid. Jaroslavl'i oblasti kolhoosi «Vosobnovitel» loomakasvatuse eesrindlased hakkasid selleks kasutama keedusoola ja puutuha segu, võttes ühe tsentneri põhu kohta 90—100 liitrit vett, 600 grammi keedusoola ja 500 grammi läbisõelatud puutuhka. Vesi ühes soola ja tuhaga aetakse keema, segatakse hästi läbi ja valatakse kuumalt hekslitele, kaetakse kaane või õlgmattidega, lastakse 3 kuni 5 tundi seista, ja söödetakse siis soojalt loomadele. Praegu kasutavad seda viisi juba paljud Jaroslavl'i oblasti kolhoosid.

Põhu lubjastamine muutub järjest tähtsamaks teraviliade külvipinna laiendamisel, millega kaasneb põhu kogusaakide tõus majandites, samuti ka puhaslautade ulatuslikumal levikul ja turba aluspanuks tarvitamise laialdasemal levimisel. Kahjuks ei ole seda võtet Eesti NSV sotsialistlikus loomakasvatuses senini ulatuslikumalt rakendatud, kuigi paljudes vennasvabariikides söötade lubjastamine juba laialdaselt on levinud ning selle abil saavutatud hinnata- vaid tulemusi loomade söödabaasi parandamisel.

Söötade pärmistamine

Sama võib öelda ka teise tähtsama söötade ümbervääris- tamise mooduse, nimelt söödapärmi kasutamise ja söötade pärmistamise kohta.

Söödapärm on senituntud valgurikastest jõusöötadest kõige kontsentreeritum. Kuivatatud söödapärm sisaldab keskmiselt:

valku	42 kuni 55 protsenti,
süivesikuid (glükogeen)	8 „
rasva	6 kuni 17 „
mineraalaineid	14 „

peale selle söötmisel vähemtähtsaid lisandeid. Pressitud pärmis arvestatakse ühe söödaühiku kohta 272 grammi see- duvat valku, mõne söödapärmi liigi juures veelgi rohkem. Mõni teine pärmiliik sisaldab üsna palju rasva.

Erinevalt kõigist teistest kontsentraatidest on söödapärmi juures vitamiinide sisaldus väga rikkalik ja kõrge. Sööda-

pärm sisaldab vitamiine A, B, D ja E või nende vitamiinide algaaineid (provitamiine), mis tunduvalt mõjutavad loomade kasvu ja toodangut. Eriti väärtuslik on D-provitamiini ehk ergosteriini sisaldus söödapärmis, sest ergosteriin muutub ultravioletsete või ka päikesekiirtega kiiritamisel rahhiidivastaseks D-vitamiiniks. Kuivatatud ja kiiritatud pärmis söödetakse heade tulemustega kalamaksaõli asemel lindudele ja noorloomadele.

Viimasel ajal on leitud võimalusi pärmis tootmiseks tehases mitmesugustest vähesest väärtusega materjalidest, nagu saepurust, puidutööstuse jäätmetest, suhkrutööstuse jäätmetest, köögijäätmetest, õlgedest jne. Selliseid materjale töödeldakse hapetega kõrge rõhu all ning kasutatakse neid siis pärmiseente paljundamiseks. Töötlemisel muudetakse lähtematerjalis esinenud söödaväärtusetu ained suhkruühenditeks, millel mitmesuguseid pärmiseente liike kasvatades saavutatakse nende ühendite täielik ümbermuutmine pärmiseente rakukesteks. Lähteained esineva suhkruhulgaga võrreldes saadakse üle 2 korra rohkem pärmiseente massi. Mõni pärmiseene liik suudab sellistel toorainetel üllatava kiirusega kasvada, töötades ümber ammoniaagiühendeid valgulämmastikuks.

Toodetav söödapärm lastakse tehases välja pressitult ja kuivatatult, mis võimaldab seda kehtvalt säilitada ja transportida, kohtadel aga vajadust mööda väikesteks kogusteks jaotada.

Kuna selline söödapärmis tootmine on seotud tehniliste seadeldiste ja kemikaalide tarvitamisega, võib seda teha ainult vastavates tehases. Et hoiduda väheväärtuslike materjalide vedudest, rajatakse selliseid tehaseid kõigepealt seal, kus vajalikke toormaterjale kohapeal piisavalt esineb. Käesoleval ajal on söödapärmis tehaseid alles vähe ja sellepärast ei jätku tehastes toodetavast söödapärmist kaugeltki loomakasvatuse vajaduste rahuldamiseks.

Et sellest puudusest üle saada, võib söödapärmis aga ka igalpool kohapeal, kolhoosides või sovhoosides, ise toota. Sellisel korral ei saa küll kasutada sedavõrd väärtusetut toormaterjali nagu saepuru või õlgi, ega saada valmissaadusi ka sellisel kontsentreeritud kujul, nagu seda on pressitud ja kuivatatud söödapärm, kuid võib siiski vähemväärtuslikest söötadest saada kõrgeväärtuslikku, valgu- ja vitamiiniderikast jõusööta. Seda võime teha pärmiseenest kasvatamisel töötlemata söötadel, söötade pärmistamisel.

Söötade pärmistamisel kasutatakse lähtematerjalina teraviljajahu, kliisid ja muid jahvatusjäätmeid, keedetud kartuleid ja kartulijäätmeid, heinajahu, peeneks lõigatud heinaheksleid segus teiste söötadega ja linnasejahu lisamisel, ning peenendatud suhkrupeete ja söödajuurvilja. Kuna pärmi-seened kiiresti paljunevad vaid heade õhutustingimuste esinemisel, tuleb suurt rõhku panna pärmistamiseks määratud söödasegu võimalikult sagedasele ja põhjalikule läbisegamisele. Tavaliselt segatakse segu vähemalt iga poole tunni tagant. Pärmistamine peab toimuma soojas ruumis, kõige parem 25° C juures. Uheaegselt pärmiseente paljunemise-ga toimub söödasegus tavaliselt ka piimhappe bakte-rite paljunemine ja piimhappe kogunemine, mis aitab keskkonna reaktsiooni nõrgalt happelisena hoida, takistab teiste bakterite arengut ja võimaldab sellega pärmiseentel takis-tamatult paljuneda. Sobivaim keskkonna reaktsioon on pH 4,0 kuni 4,2.

Pärmistamise algul tuleb kõigepealt valmistada esialgne juuretis, milleks tavaliselt võetakse pärmistatavat sööta üks viiendik pärmistamisele määratud sööda kogusest. Näiteks võetakse sajakilogrammise söödakoguse pärmistamiseks vajaliku juuretise valmistamiseks veel 20 kg sama sööta. Sel-lest segatakse pool osa (10 kg) sooja veega paksuks kõi-diks ja lisatakse sellele soojas vees lahustatud 0,5 kg press-pärmi. Saadud kõrti segatakse iga veerand tunni järele tu-gevasti. Kuue tunni pärast lisatakse ülejäänud 10 kg kuiv-sööta ja niipalju sooja vett, et endise paksusega kõrt saa-dakse ja hoitakse segu, seda tihti segades, veel kuus tundi. Nii saame 12 tunni möödumisel juuretise, millele lisame 50 kg kuiv-sööta ja vastava koguse sooja vett ning jätkame selle hoidmist ja läbisegamist veel kuus tundi. Nüüd lisa-takse veel 50 kg kuiv-sööta ja sooja vett ja segatakse veel kuus tundi. Pärmistamine kestab sellega 24 tundi ja nüüd tuleb pärmistatud sööt kohe loomadele ette anda, kuna pi-kemal hoidmisel see võib hakata riknema.

Kirjeldatud pärmistamisviisi on praktikas mitmeti muu-detud. Nii eelistavad mõned juuretist korraga rohkem val-mistada, näiteks 20 kg kuiv-söödast ja sellele umbes kuue tunni möödumisel lisada korraga terve ülejäänud kuiv-sööda kogus, 80—100 kg. Teised pärmistavad hoopis ilma juure-tiseta, lisades 1 kg soojas vees lahustatud presspärmi ja 140—200 liitrit sooja vett otsekohe 100 kg kuiv-söödale, sa-muti vähemalt iga poole tunni järele segu hästi läbi segades,

mispuhul pärmistamine juba 6 kuni 9 tunni möödumisel lõpule jõuab.

Lisatava vee soojus ei tohi ületada 40°C, sest kõrgem temperatuur mõjub pärmiseenekestele kahjustavalt. Pärmistamiseks võib kasutada madalaid puust kaste, nende puudumisel aga ka igasuguseid käepäraseid, võimalikult madalaid puunõusid, vanne, toobreid või künasid. Arusaadav, et need peavad piinlikult puhtad olema, mispärast varem tarvitusel olnud nõud tuleb lubjavee või leeliseiga hoolikalt läbi pesta ja keeva veega üle loputada. Samuti tuleb kaste või nõusid pärast igakordset pärmistamisel tarvitamist hoolikalt puhastada ja kuumaga veega pesta. Vastasel korral võivad nõu küljest söödasse sattuda bakterid ja mitmesugused metsikud pärmiliigid, mis ebasoovitavaid käärimisnähteid võivad esile kutsuda. Samal põhjusel tuleb pärmistamisel esialgse juuretise valmistamiseks tarvitada ainult värsket presspäarmi.

Presspäarmi tootmisel tarvitatakse enamasti suure paljunemisvõimega ja eriti valgurikkaid pärmiseente liike, nagu näiteks E. Plevako poolt Murmani rannikul esinevatelt vetikaliikidelt eraldatud *Monilia murmanica*, millede kuivaine sisaldab kuni 55 protsenti valke. Need omadused on väga väärtuslikud söötade pärmistamise puhul, sest metsikult meie looduses esinevad pärmiseente liigid sisaldavad vähe valkaineid.

Kui majandis pärmistamiseks kõlblikke söötasid küllaldaselt leidub, võib söötade pärmistamise organiseerimisel tehniliselt täiendada eespool kirjeldatud algelisi pärmistamisvõtteid. Selleks tuleb läbisegamise asemel tarvitusele võtta õhu läbipuhumine pärmistatavast söödasegust.

Nagu juba märkisime, on pärmiseente kiireks paljunemiseks kõige olulisem rikkalik õhu juurdepääs. Pärmiseened võivad areneda ka hoopis ilma õhuta, kuid sellisel korral asendavad nad hingamistegevuseks vajalikku õhuhapnikku üleminekuga hoopis teisele moodusele elutegevuseks vajaliku energia saamiseks: nad hakkavad suhkrut piirituseks käärima. Sellise hapnikuta hingamise või käärimise puhul kasutatakse keskkonnas esinevaid süsivesikuid, kõigepealt suhkrut, mitte toiteainetena, vaid piirituse moodustamiseks ja sellega seotud energeetiliseks protsessiks. Sellejuures pärmiseente paljunemist peaaegu ei toimu. Kuna aga meid söötade pärmistamise puhul huvitab just pärmirakude võimalikult hoogne paljunemine, mitte aga piirituse

saamine, mis pärmistamise juures vaid ebasoovitava kõrvalproduktina esineb, siis on selge, et peame pärmistatavat söödasegu võimalikult täielikumalt õhutama.

Kuivadel söödasegudel takistab pärmiseente arengut ja paljunemist niiskuse puudus, vedelad segud sisaldavad aga alati liig vähe õhku, mistõttu pärmiseened vedelikkudes kergesti võivad õhuhingamiselt üle minna käärimestegevusele, mis ühtlasi nende paljunemist pidurdab. Läbisegamisega viime segusse küll õhku, kuid segu seismajäämisel tarvitatakse õhk kiiresti ära, mis pärmiseenекe paljunemist jällegi pidurdab ning algab suhkru käärimine piirituks.

Paremaks õhutamiseks tuleb pärmistamise jaoks valmistatud kasti põhja külge kinnitada võimalikult paljudeks ringideks painutatud metalltoru, mille sisse tihedalt on puuritud väikesed augukesed. Toru üks ots joodetakse kinni, kuna teine ühendatakse kummist vooliku abil õhupumbaga, milleks lihtsamal juhul võib olla autopump. Vooliku ülemisesse osasse võib filtrina asetada tüki nõrgas väävelhappe lahuses imbutatud ja sellejärele uuesti kuivatatud puuvilla, mis pidurdab õhubakterite läbipääsu. Pumpamisel tungib õhk kasti põhjal asetseva metalltoru paljudest peenikestest augukestest välja ja segu pinnale tõusmisel küllastab kogu segu. Juba käsitsi pumpamine tagab meile segu parema õhutamise kui kõige hoolikam läbisegamine. Kui aga pumbaga ühendada kompressor ja tööle panna väikese elektrimootori abil, võime kindlustada alatise õhu juurdevoolu. Sellega kiirustame pärmistamise kulgemist tunduvalt ja, mis peaasi, väldime peaaegu täielikult suhkru asjatu kulutamise käärimisele ja piirituse kogunemise pärmistatud söödas.

Söötade pärmistamine on paljudes vennasvabariikide eesrindlikes kolhoosides ja sovhoosides muutunud sama tuttavaks võtteks loomade söödabaasi parandamisel ja kindlustamisel kui näiteks sileeriminegi. Pole kahtlust, et ka Eesti NSV sotsialistlikus loomakasvatuses töötajad lähemas tulevikus seda võtet rakendama ja vääriliselt hindama õpivad. Juba praegu tuntakse mitmetes vabariigi eesrindlikes kolhoosides huvi söötade pärmistamise vastu. Nii kavatsetakse Rapla rajooni miljonär-kolhoosis «Uus Elu», kus juba algusest peale kõige tõsisemat tähelepanu on osutatud loomade söötmistingimuste otsustavale tõstmisele, eeloleval talvel algust teha ka söötade pärmistamisega. Võib vaid soovida, et sellele eeskujule järgiksid paljud teised.

Ainult laialdase rakendamisega kolhooside ja sovhooside praktilises tootmistegevuses muutuvad teaduse saavutused tõeliselt väärtuslikeks. Ning ainult toetudes teaduse saavutustele võivad kolhoosid ja sovhoosid oma praktilises tootmistegevuses jõuda kõrgete näitajateni ja rajada kindla aluse õnnelikuks ja kultuurseks eluks.

SISUKORD

Sissejuhatuseks	3
I. Söötade riknemise põhjused ja vahendid riknemise vältimiseks	4
<i>Kuivatamine</i>	8
<i>Hapendamine</i>	12
II. Söötade sileerimine	16
<i>Hapete abil sileerimine</i>	18
<i>Suhkru miinimumi teooria</i>	20
<i>Külmsileerimise tehnika</i>	24
<i>Mikrobioloogiliste protsesside suunamine sileeritavas taimmassis</i>	25
III. Söötade söödaväärtuse tõstmine	30
<i>Põhu lubjastamine</i>	31
<i>Söötade pärmistamine</i>	33

Toimetaja H. Sarv

Tehniline toimetaja L. Märten

Korrektorid

Õ. Kajando ja V. Mägi

Ladumisele antud 12. IX 1952.
Trükkimisele antud 17. X 1952.
Trükiarv 5500. Paber 54:84, $\frac{1}{16}$.
Trükipoognaid 2,5. Formaadile
60:92 kohaldatud trükipoognaid
2,05. Arvutuspoognaid 2,24.
MB-17986. Trükikoda „Ühiselu“,
Tallinn, Pikk tn. 40/42. Tellimise
nr. 2870.

На эстонском языке.

П. Рахно. Основы сохранения
кормов и повышения их пита-
тельности.

Rbl. 1.—

LL

P

A-1927 - Вспомогат. гр. кр. зерна и
гривны и т.д. изъяснено.
1952.

Rbl. 1.—

A-17346

Rahno, P

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00463500 1