

## MINERĀLO BARĪBAS VIELU UZŅEMŠANA: KĀDI IR GALVENIE PRINCIPII?

Kerolaine Demoranvila  
Dzērveņu eksperimentālā stacija  
Masačūsetsas universitāte

Kad zinātnieki izstrādāja augu analīzes metodes, tie atklāja, ka lielākā augu daļa sastāv no ūdens un organiskām vielām un ka vairumā augu minerālvielas aizņem mazāk par 10% no sausās masas. Šajā laikā kādas vielas esamība augā tika uzskatīta par pierādījumu tam, ka dotā viela ir augam nepieciešama. Taču tika arī atklāts, ka augi bieži vien uzņem un iekļauj sevī jebkuras vielas, kuras atrodamas augšanas vidē, dažreiz uzkrājot kādu vielu līdz pat toksiskam līmenim. Uz mūsu gadsimta sākumu tika izmantotas ūdens un smilšu kultūras, lai izpētītu augu vajadzības pēc minerālvielām kontrolējamos apstākļos. 1939.g. Arnons un Stauts publicēja jebkuras barības vielas nepieciešamības kritērijus:

- Vielai jābūt augā normālas augšanas un dzīves cikla pabeigtības nodrošināšanai.
- Ir nepieciešama tieši dotā viela, un to nevar nomainīt ar kādu citu vielu.
- Dotajai vielai ir jābūt tieši iesaistītai augšanas vai vielmaiņas procesā.

Uz gadsimta sākumu bija noteikti galvenie auga augšanai nepieciešamie makroelementi. Tika pierādīts, ka līdztekus ogleklim (C), ūdeņradim (H) un skābeklim (O), svarīga nozīme ir arī slāpeklim (N), fosforam (P), kālijam (K), sēram (S), kalcijam (Ca), magnijam (Mg) un dzelzij (Fe). Divdesmitā gadsimta pirmajā pusē tika noteikta mikroelementu, tādu kā mangāns (Mn), varš (Cu), cinks (Zn), molibdēns (Mo), bors (B) un hlors (Cl), nepieciešamība. Termini makro- un mikroelementi tiek lietoti, lai atšķirtu vielas, kuras nepieciešamas relatīvi lielos daudzumos, no tām, kuras vajadzīgas pavisam nedaudz. Šie apzīmējumi nekādā ziņā nenozīmē to, ka vienas vielas ir vairāk "svarīgas" nekā otras.

Kad kļuva zināms, ka noteiktas minerālvielas ir nepieciešamas augu augšanai, valdīja uzskats, ka auga reakcija uz kāda nepietiekamā daudzumā esoša elementa pievadīšanu atbildīs noteiktam samazinājuma etalonam. Pievadot trūkstošo vielu, auga reakcija būs strauja, bet tad, kad vielas trūkums tiks pārvarēts, reakcija uz dotās vielas pievadi arvien samazināsies, augšanas tempam tuvojoties savam maksimumam. Taču tika konstatēts, ka šis etalons ir vairāk līdzīgs etalonam ar savu "inversijas punktu", pie kura augšana paātrinās, kamēr dotā viela ir pieejama pietiekamos daudzumos, bet atkal samazinās, kad vielas piegāde kļūst pārlietu liela (toksiskuma diapazons). Pārāk daudz labuma ne vienmēr ir labi.

Mēs varam izpētīt dzērveņu stādu reakciju uz katras minerālvielas trūkumu, kā arī to, kas notiek, ja mēs šo vielu ievadām augšanas vidē. Taču lauka situācijā mūs vairāk interesē, kādi faktori ierobežo augšanu un ražas lielumu. Līdztekus minerālvielām, ražas lielumu var ierobežot citi faktori, arī mijiedarbībā ar minerālajām barības vielām. Mēs varam iztēloties visus galvenos minerālvielu un citus faktorus, kā dažāda garuma dēlīšus mucā. Īsākais no dēlīšiem noteiks, cik tad šķidruma mucā var ieliet. Ja šo dēlīti pagarina (pievieno vielu), mucā varēs ieliet vairāk (auga augšana un ražīgums uzlabosies) līdz

brīdim, kamēr nebūs sasniegts jauns ierobežojošais faktors vai īss dēlītis. Dzērveņu ražošanā ierobežojošais faktors ne vienmēr būs saistīts ar barības vielām. Minerālvielas iedarbojas cita uz citu, to iedarbība atkarīga no kultivēšanas un šķirnes.

Minerālvielu pievienošanas reakciju savstarpējā iedarbība var būt atkarīga no mijiedarbības augsnē vai uzņemšanas laikā, vai no ierobežojošā elementa ietekmes. Piemēram, ja trūkst vielas N, augi var nereaģēt uz K pievadīšanu, taču ja vienlaicīgi tiek pievadīts N, var rasties reakcija uz K daudzumu. Bieži vien augu ražīgumu un reakciju uz barības vielu pievadīšanu ietekmē lauku pārvaldības faktori. Piemēram, ja dzērveņu plantācija cieš no vertikālo dzinumu slimības, minerālmēslošana var nepalielināt augšanu un ražu. Un otrādi, ar barības vielām nabadzīgā augsnē atveseļošanās pēc kāpuru radītajiem bojājumiem var būt ierobežota. Reakcija uz barības vielām ir atkarīga arī no šķirnes. Pētījumu rezultāti, ko veikuši Hārts, Pūls un Straiks Oregonā, ir parādīti zemāk tabulā.

Raža (bbl/A) pie dažādiem N daudzumiem, trešais mēslošanas gads. Vērtības, kurām seko vienādi burti, ir statistiski vienādas.

| Šķirne  | 0 lb/A N | 20 lb/A N | 40 lb/A N | 60 lb/A N |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Crowley | 85       | 110b      | 152 a     | 141 a     |
| Stevens | 115      | 210c      | 314 b     | 485 a     |

Ražas reakcija šķirnei Crowley tika maksimizēta pie 40 lb/A slāpekļa, bet Stevens raža turpināja pieaugt pie daudzuma 60 lb/A.

## Minerālvielu loma

Visas būtiskās vielas ieņem konkrētu vietu augu struktūrā un vielmaiņā. Mēs varam sagrupēt elementus atbilstoši to funkcijām augā:

1. Strukturālie elementi veido augu fizisko organismu. Līdztekus C, H un O, kuri ietilpst visās organiskajās vielās, strukturālu lomu spēlē minerālvielas.  
N un S ir strukturālo un enzīmu proteīnu sastāvdaļas.  
N un P ir DNS strukturālās sastāvdaļas.  
P ietilpst fosfolipīdos, kuri veido šūnu membrānas.  
Mg veido hlorofila molekulu centru.  
Cu un Fe ir daļa no svarīgo enerģiju pārvadošo proteīnu struktūras.  
Ca nostiprina šūnu sienīgas.
2. Minerālvielas ir iesaistītas enzīmu darbībā.  
K, Mg un Mn ir enzīmu aktivizētāji un darbojas kā katalizatori.  
Fe, Cu, Zn un Mo ir daļa no enzīmu līdzfaktoru (molekulu, kuras piesaistītas enzīmiem, kuri veicina reakciju) aktīvās strukturālās daļas.
3. Minerālvielām ir ļoti svarīga loma fotosintēzē.  
Mn un Cl ir iesaistīti ūdens sadalīšanā, lai atbrīvotu skābekli gaismas reakcijās.  
Fe ir iesaistīts enerģijas pārvadīšanā un hloroplasta veidošanā.  
Mg ir hlorofila molekulas sastāvdaļa.

K ir iesaistīts starpmembrānu enerģijas pārvades reakcijās. Līdztekus šīm galvenajām lomām, daži elementi spēlē citas konkrētas lomas auga dzīvē:

1. Slāpeklis  
Slāpeklis, būdams proteīna sastāvdaļa, kontrolē auga barības uzņemšanu. N pieejamība daļēji regulē hlorofila ražošanu, kas ir dominējošais funkcionālais

- proteīns augos.
2. Fosfors  
Fosfors pilda daudzas funkcijas augu vielmaiņā. P ir iesaistīts enerģijas pārvadīšanā kā ATP molekulas sastāvdaļa. P spēlē regulatora lomu cietes sintēzē, materiālu aktīvā transportēšanā caur membrānām, sakņu augšanā un darbībā, kā arī hormonu līdzsvarā. Šis pēdējais faktors ir svarīgs augu indukcijai.
  3. Kālijs  
Kālijs ir vienīgais galvenais elements, kuram nav nekādu strukturālu funkciju auga dzīvē. K ir iesaistīts cukura transportēšanā phloem audos (transporta starp auga orgāniem). K ir arī svarīga loma auga turgor (ūdens proporciju) saglabāšanā un osmoregulācijā (ūdens plūsmas regulēšanā caur auga membrānām). Šī pēdējā funkcija attiecas uz K dalību stomata atvēršanā un aizvēršanā un papildaugšanā. K ir arī iesaistīts augu salcietības veidošanā.
  4. Kalcijs  
Kalcijs ir iesaistīts membrānas strukturālā veseluma nodrošināšanā, kas nosaka membrānu selektivitāti attiecībā uz kādu vielu uzņemšanu vai neuzņemšanu. Tas veido pamatu auga spējam aktīvi uzņemt nepieciešamās vielas un atgrūst tās, kuras var būt kaitīgas.
  5. Bors  
Bors ir svarīgs elements putekšņu caurulītes augšanai. Ja B trūkst, apputeksnēšana var veidoties, taču augļu aizmešanās nebūs sekmīga. B ir arī iesaistīts šūnu izstiepšanās procesā, un tam ir jābūt pietiekamā daudzumā, lai veidotos pumpuri un ziedi.

### **Periodi, kad barības vielas ir visvairāk nepieciešamas**

Barības vielu pieprasījums ir atkarīgs no auga biomasas veidošanās. Dzērvenēm tas atbilst periodiem, kad pavasaros aug jaunie dzinumi, ogu veidošanās un gatavošanās periodiem, augpumpuru veidošanās periodam un sakņu augšanas periodam. Sakņu augšana notiek pēc pirmā jaunā veģetatīvā augšanas kāpuma krišanās, kā arī augusta beigās, kad veģetatīvā augšana dotajā sezonā ir beigusies. Biomasas veidošanās dzērvenēs ir parādīta sekojošā diagrammā (Demoranvila, 1992).

1. ogas
2. saknes
3. jaunie dzinumi
4. vecie stublāji
5. vecās lapas

Ogu augšana un augpumpuru aizmešanās notiek vienā un tajā pašā laikā vasarā, un tādējādi var veidot konkurenci starp auga daļām attiecībā uz pieejamajiem resursiem. Birenkots un Stengs (1990) ir pierādījuši, ka uz vertikālā dzinuma esošās dzērveņu ogas konkurē par resursiem. Petens un Vongs (1994) parādīja, ka tad, kad ogu daudzums uz viena vertikālā dzinuma ir liels, veidojošies pumpuri ir mazi. Lai gan, kā šķiet, šī konkurence lielākoties attiecas uz ogļhidrātiem, arī minerālvielas var tajā būt iesaistītas. Ir zināms, ka barības vielas tiek uzsūktas no to atrašanās vietām (sahnēm un uzglabāšanas audiem) uz ātri augošiem audiem un auga daļām, kuri satur daudz auga augšanas regulatoru (hormonu), tādām kā ogas.

## Metodes, kā novērtēt auga barības vielu stāvokli

Lai noteiktu dažādu barības vielu saturu augā, izmanto audu pārbaudi. Tas var sniegt attiecīgu informāciju par tādām kultūrām, kā dzērvenes, kurām ir noteikti standarta daudzumi. Augsnes pārbaude arī var būt noderīga, lai noteiktu, kādas vielas augs var saņemt no augsnes. Tomēr viens no vislabākajiem veidiem, kā noteikt barības vielu statusu, ir aplūkot augu. Panīkums vai lapiņu krāsas zudums var būt minerālvielu trūkuma simptomi.

Īsi vai bāli vertikālie dzinumi dzērvenēm bieži vien norāda uz N trūkumu. Tā kā lapiņu zaļums (hlorofila saturs) bieži vien ir saistīts ar N stāvokli, šo parametru var izmērīt un kalibrēt līdz slāpekļa stāvoklim. Minolta pārdod SPAD mērinstrumentu - ierīci, kura mēra laipnu zaļumu bezdimensiju vienībās (SPAD), kuras atbilst hlorofila saturam. Ir noteikti eksperimentāli diapazoni dzērvenēm, balstoties uz pozitīvu savstarpēju saistību starp N % audos un SPAD rādījumiem. Tas ļauj izmantot SPAD mērierīci, lai aizvietotu vidussezonas audu pārbaudi. Tas var būt noderīgi, tā kā audu pārbaudes lielumi ir stabili un var sniegt ticamu vērtējumu tikai sezonas beigās, tādējādi kalpojot galvenokārt kā "pārskata mehānisms" par šīs sezonas darba efektivitāti un sniegt norādījumus nākamās sezonas plāniem.

## Kur un kādā veidā augi iegūst tiem nepieciešamās barības vielas?

Augi galvenokārt saņem savas barības vielas no augsnes caur saknēm. Tas ir aktīvs process (kas prasa enerģijas patēriņu), kas ļauj augiem akumulēt tiem nepieciešamās barības vielas. Tādējādi barības vielu koncentrācija augā var būt lielāka nekā augsnē. Daudziem augiem šīs uzņemšanas starpnieks ir *mycorrhizae*, sēnīšu organismi, kuri dzīvo saknītēs. Dzērvenes izmanto *Ehceous mycorrhizae*, kuras atšķiras no pārējiem sēnīšu veidiem ar to, ka tās, šķiet, vairāk palīdz uzņemt slāpekli, nekā fosforu.

Auga spējas uzņemt tam vajadzīgās barības vielas no augsnes ir atkarīgas no augsnes stāvokļa un auga stāvokļa. Augsnes faktori, kuri ir svarīgi, ir mitrums, aerācija, pH, temperatūra un minerālvielu saturs. Bez tam, augsnes minerālvielas kļūst pieejamas augsnes mikroorganismu darbības (mineralizācijas) rezultātā. Svarīgi faktori ir sakņu masa, sakņu veselība un enerģijas (ogļhidrātu) pievade saknēm aktīvam transportam

Slāpeklis no augsnes organiskajām vielām tiek atbrīvots baktēriju darbības procesā, kuru sauc par mineralizāciju. Nesenā pētījumā, ko finansēja Lauksaimniecības ministrija, Demoranvila un Deivenporta konstatēja, ka slāpekļa atbrīvošanās dzērveņu augsnēs palielinās, kad augsnes temperatūra sasniedz 75°F, Tajā pašā pētījumā mēs konstatējām, ka augsnes pH ir svarīga nozīme tās formas izveidei, kuru slāpeklis iegūst pēc atbrīvošanās mineralizācijas ceļā. Mineralizācijas sākotnējais produkts ir amonijs - veids, kuram dod priekšroku dzērvenes. Pie zema pH N palika šajā formā, jo zems pH līmenis apspiež baktērijas, kuras pārvērš amoniju nitrātā. To apstiprina nesensais T.Ropera un A.Krīgera pētījums. Pētījuma rezultāti ir apkopoti zemāk sniegtajā tabulā.

### Temperatūras ietekme uz kopējo N atbrīvošanos.

| Augsnes temperatūra | Kopējais N daudzums (ppm) |
|---------------------|---------------------------|
| 55°F                | 77.77 b                   |
| 60°F                | 65.60 b                   |
| 65°F                | 61.55 b                   |
| 70°F                | 77.94 b                   |

|      |          |
|------|----------|
| 75°F | 183.34 a |
|------|----------|

#### PH ietekme uz pārvēršanos par nitrātu

| Augsnes pH līmenis | Nitrāts N (ppm) |
|--------------------|-----------------|
| Augsts (6.0)       | 50.22 a         |
| Vidējs (4.5)       | 6.45 b          |
| Zems (3.0)         | 8.51 b          |

Augsnes pH līmenis ietekmē arī barības vielu pieejamību augsnē un lielākās daļas augu spēju uzņemt šīs barības vielas. Tas rodas sakarā ar vielu ķīmiskā stāvokļa izmaiņām atkarībā no augsnē pH līmeņa. Mainoties ķīmiskajam stāvoklim, mijiedarbība starp minerālvielu un augsnē daļiņām izmainās tā, ka viela kļūst ciešāk vai brīvāk saistīta augsnē. Pie pH 4 visas barības vielas, izņemot mikroelementus metālus, ir diezgan cieši saistītas augsnē (slikti pieejamas). Augi bieži vien dod priekšroku kādai noteiktai kāda elementa ķīmiskajai formai, kuru uzņemt. Piemēram, pie pH līmeņa, kas zemāks par 4, nitrāti var tikt uzņemti pirmkārt salīdzinājumā ar amoniju, un K uzņemšana var tikt nomākta. Tas ir tāpēc, ka saknēm vajag apmainīt skābju ( $H^+$ ) ekvivalentus uz katjoniem (K, amoniju). Augsnē pH krītot,  $H^+$  veidojas augsnē vairāk. Tā kā dzērvenes aug skābās augsnēs, tās ir pielāgojušās dzīvei ar barības vielām nabadzīga vidē. Liela mēra tāda pH ietekme, kura būtu negatīva citiem augiem, nerada nekādas problēmas dzērvenēm. Tā var būt priekšrocība, apkarojot pH jutīgas nezāles.

Augsnes mitrums un aerācija var ietekmēt barības vielu pieejamību. Augi uzņem barības vielas, kuras izšķīdušas augsnē ūdenī. Ja augsnē: ir pārāk sausa, minerālvielas nevar izšķīst, un saknītes tās nevar uzņemt. Un pretēji, ja augsnē ir pārāk ūdeņaina, ir ierobežots skābekļa daudzums, kurš nepieciešams sakņu elpošanai un aktīvai barības vielu uzņemšanai. Augsnē ūdens stāvoklis arī nosaka dzelzs, mangāna un fosfora pieejamību, kuri ir saistīti vai atbrīvojušies no dzelzs savienojumiem. Appludinātās augsnēs šo elementu pieejamība ir pietiekami liela, lai radītu toksiskuma draudus (īpaši Fe un Mn) sugām, kuras nav pielāgojušās appludinātai videi. Tiešām, dzērveņu spēja paciest lielu Fe un Mn daudzumu norāda, ka tās ir slapju augšņu suga. P pieejamības izmaiņas appludināšanas ciklu laikā dzērveņu laukos tika parādītas laboratorijas pētījumos (Deivenportau.c, 1997). Kūdrainās un; slāņainās smilšainās augsnēs P atbrīvojas "no augsnē appludināšanas laikā: Tomēr, augsnē izžūstot, P atkal tiek saistīts augsnē. Mitrums augsnē var arī netieši ietekmēt augu spējas uzņemt barības vielas: Ja mitrumā trūkst, ūdens kustība uz augšu caur augu un uz āru caur lapām (transpirācija) tiek ierobežota, līdz ar to tiek ierobežota minerālvielu uzņemšana, kuras virzās kopā ar ūdeni.

Augi spēj kontrolēt barības vielu pieejamību un uzņemšanu, atbrīvojot ķīmiskus savienojumus hzosfērā. Daži savienojumi atbrīvo vajadzīgos elementus no to piesaistes ar augsnē. Citi savienojumi tiek atbrīvoti uz sakņu virsmas un saista elementus, kuri ir pārāk lielā daudzumā, neļaujot tiem iekļūt saknēs. Dzērveņu sakņu mikroanalīze rentgena staros (Rozens u.c, 1990) parādīja, ka uz sakņu virsmas atrodas daļiņas, kuras satur Fe un Mn, kā arī ar Fe saistītu P. Gan Fe, gan Mn lielos daudzumos ir atrodami skābās dzērveņu augsnēs, Lai gan to līmenis augos ir augstāks, nekā sugām, kas pielāgojušās sausiem apstākļiem, šis līmenis nav ekstremāls, iespējams, tāpēc, ka tie ir nošķirti uz sakņu virsmas.

Sakņu anatomiju var ietekmēt rizosfēras pH. Dzērvenēm, kuras tika

audzētas šķīduma kultūrā, bija vairāk sakņu zariņu pie- pH 6.5 nekā pie 4.5 (Finns u.c., 1990) Tam var būt ietekme uz barības vielu uzņemšanu.

Komerčiālās ražošanas, sistēmās dažas no nepieciešamajām barības vielām tiek pievadītas ar mēslojumu, ko pievada augsnei vai lapām. Augsnei pievadīts mēslojums izšķīst augsnes ūdenī un tiek saistīts augsnē, pieķeras augsnei vai zūd, nokļūstot zem sakņu zonas. Saistītie un pieķērušies mēslojumā esošie elementi darbojas, kā dabiskie augsnē esošie elementi. Lapām pievadītais mēslojums vispār nevar aizvietot augsnes mēslošanu, Tomēr tas var būt noderīgs tādos periodos, kad vielu uzņemšana no augsnes ir ierobežota, kā arī attiecībā uz vielām, kuras augsnē tiek cieši saistītas. Barības vielu uzņemšanu caur lapām ierobežo lapas kutikulas biezums. Dzērvenēm kutikula nav tik biezas uz apakšējās virsmas, un zināms vielu daudzums var tikt uzņemts tieši šajā ceļā. Bez tam, ir pierādīts, ka urīnviela var izkļūt caur kutikulu. Vielu uzņemšanu caur lapām ierobežo arī barības vielas daudzums, kuru var pievadīt ar apsmidzināšanas palīdzību, vielas noskalošana ar lietu un mitra laika perioda ilgums pēc vielas pievadīšanas. Vielu uzņemšanai parasti ir nepieciešams mitrums uz lapu virsmas.

### **Sezonas barības vielu saglabāšana un otrreizēja izmantošana**

Daudzgadīgās kultūrās, tādās kā dzērvenes, barības vielas var tikt uzglabātas saknēs un nobriedušos stublājos. Augpumpuri veidojas gadā pirms ražas. Šie faktori rāda, ka dotajā sezonā saņemtajām barības vielām var būt lielāka nozīme nākamās sezonas ražai, nekā šīs sezonas ražai. Deivenporta un Demoranvila (nav publicēts) sastādīja pārskatu par 30 dzērveņu plantācijām Masačūsetsā, ieskaitot audzētāju pierakstus par N pielietošanu un ražu.. Apskatīto lielumu regresijas un korelācijas analīze parādīja, ka N pielietojums pirmsražas gadā bija svarīgs ražas priekšnoteikums, kamēr N pielietojumam ražas gadā bija maza nozīme.

Kad dzērvenēm Oregonā (Hārts u.c.,1994) tika pielietots iezīmēts N pirms ogu aizmešanās, vismaz puse no iezīmētā daudzuma tika atrasta vecajos stublājos un saknēs. Barības vielas, kuras ir ietvertas ogās, tiek zaudētas pēc ražas novākšanas un izņemšanas no esošās aprites. Smits (1994) konstatēja, ka viena trešdaļa no <sup>15</sup>N, ko augs uzņēmis pēc augsnes mēslošanas, pārgāja uz jauno dzinum un ogām mēslošanas gadā. Nākamajā gadā 70% no iezīmētā mēslojuma atradās nobriedušos audos, bet 30% bija ietverti dotās sezonas jaunajās lapiņās un ogās. Tas ilustrē dzērveņu spēju gan uzglabāt barības vielas, gan no jauna mobilizēt tās izmantošanai augšanā un ogu veidošanā.

### **Lēmumu pieņemšana attiecībā uz barības vielām dzērveņu ražošanā**

Kā jau mēs redzējām, daudzi faktori, tajā skaitā temperatūra, mitrums, pH līmenis un augsnes veids var ietekmēt barības vielu pieejamību un augu spēju tās uzņemt. Kā tādā gadījumā mēs varam noteikt, kāda veida mēslojums ir jāpielieto dzērvenēm?

1. Vērojiet augšanu un ziedēšanu. Regulējiet mēslojumu, atkarībā no augu izskata un ražas potenciāla. Īpašu uzmanību pievēršiet vertikāla dzinuma garumam un augšanai virs ogas.
2. Lai noteiktu, vai N daudzums ir pietiekams, var izmantot SPAD rēķināšanas ierīci. Tomēr lapiņu zaļumu praktizētā novērošana arī ir tikpat laba metode.
3. Pārbaudiet augsni, lai noteiktu organisko vielu saturu. Tas dos informāciju par mineralizācijas potenciālu. Vienlaicīgi var iegūt informāciju

- par augsnes pH līmeni. Pietiek ar augsnes pārbaudi vienreiz 3 gados.
4. Regulējiet mēslojuma pielietošanu pavasaros atkarībā no augsnes temperatūras. Pielietojiet mēslojumu tikai tad, kad augsne ir sasilusi un samaziniet N pielietojumu, ja pavasaris ir silts un sauss.
  5. Nepielietojiet P mitrām augsnēm - pie šādiem apstākļiem P atbrīvojas,
  6. Regulējiet N daudzumu, vadoties no šķirnes un ražas potenciāla. Šķirnēm, kurām ir liela raža, ir nepieciešams lielāks N daudzums.
  7. Visbeidzot, dokumentējiet savu lauku pārvaldības darbu un novērojumus, meklējiet darbojošos šablonus un vērojiet, kā katrs lauks reaģē uz mēslojuma pievadīšanu.

## SLĀPEKĻA MĒSLOJUMS

Kerolaine Demoranvila  
Dzērveņu eksperimentālā stacija  
Masačūsetsas universitāte

Slāpekļis ir vissvarīgākais mēslojuma elements dzērveņu ražošanā, kurš nosaka veģetatīvo augšanu un ražīgumu. N daudzuma un pielietojuma laika izvēle var noteikt to, vai būs atbilstoša augšana un augstas ražas, vai arī augšana būs pārāk liela un ražas attiecīgi zemas? N veida izvēlei var būt svarīga loma mēslojuma lietošanas efektivitātei un vides kvalitātes aizsardzībai. Šie faktori tiks aplūkoti zemāk.

### Slāpekļa daudzums

N daudzumi ir tikuši pētīti vairākos audzēšanas rajonos un uz dažādām šķirnēm. Visu šo pētījumu kopējais rezultāts bija novērojums, ka apstrādes efekts nav vērojams pirmajā izpētes gadā. Tas ir, lauciņi, kuri nebija mēsloti, deva tādu pašu ražu, kā jebkura N daudzuma lauciņš. Tas kalpo kā pierādījums par labu teorijai, ka šajā sezonā pielietotais mēslojums praktiski neietekmē šī gada ražu; tam ir svarīga nozīme tikai nākamā gada ražai. Trešajā pielietošanas gadā atšķirība starp apstrādes veidiem ir ievērojama un ir vērojamas noteiktas tendences. Gandrīz universāls ir tas fakts, ka tie lauciņi, kuri nesaņem N trīs gadus, dod vāju ražu. Kas attiecas uz dažādiem N daudzumiem, tad ražai bija divi veidi. Vai nu raža palielinājās līdz maksimālam līmenim un tad, tālāk palielinot N pielietojumu, tā samazinājās, vai arī raža palielinājās līdz ar katru N devas palielinājumu līdz pat augstākajai devai šī pētījuma laikā. Pirmais veids bija visplašāk izplatītais. Otrais veids bija raksturīgs šķirnei Steveps, kad augstākā deva pētījuma laikā bija 60 Jb/A (Hārts u.c, 1994). Taču pētījumā ar devām līdz pat 80 lb/Ā, pie lielām devām bija vērojama Stevens ražas samazināšanās (zīmējums apakšā).

Lai gan lielas N devas nebija saistītas ar augstu ražu, tās bija saistītas ar lieliem N daudzumiem lapu audos. Tas var izskaidrot to, kāpēc, palielinoties N devām, palielinās augšana uz ražas rēķina. Lielas N devas bija saistītas arī ar ogu kvalitātes pasliktināšanos, kā tas redzams tabulās nākamajā lappusē.

Rezultāti visās audzēšanas vietās pēc 3 gadu apstrādes (Deivenporta, 1996)

| N deva (lb/A) | Raža (bbl/A) | Lauka (%)<br>puve | 30D puve (%) | 60D puve (%) |
|---------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|
| 0             | 114          | 3,8               | 5,4          | 8,2          |
| 20            | 148          | 5,5               | 6,7          | 9,7          |
| 40            | 130          | 7,7               | 10,2         | 14,2         |

Stevens Britu Kolumbijā pēc 2 gadiem (Deivenporta, nepublicēts)

| N deva (lb/A) | Raža (bbl/A) | % puve | TAcy | %N   | %K   |
|---------------|--------------|--------|------|------|------|
| 0             | 214          | 4,05   | 23,2 | 0,88 | 0,61 |
| 25            | 222          | 4,74   | 20,3 | 0,99 | 0,61 |
| 50            | 247          | 5,64   | 16   | 1,09 | 0,66 |
| 75            | 67           | 8,42   | 8    | 1,26 | 0,77 |

Pie lielām N devām lauka un uzglabāšanas puve palielinājās un TAcy samazinājās. Interesanti atzīmēt, ka K daudzums audos palielinājās tāpat kā N daudzums pie augstākām N devām. Līdzīga ietekme uz K saturu audos, kā arī Ca daudzuma samazināšanās audos bija atzīmēta Deivenporta un Provosta pētījumā (1994). Ca daudzuma samazināšanās var būt saistīta ar sliktu ogu kvalitāti.

Optimālās N devas saskaņā ar pētījumiem Ziemeļamerikā var būt apkopotas sekojoši:

| Vieta     | Šķirne      | Pētnieks               | Optimālā N deva (lb/A) |
|-----------|-------------|------------------------|------------------------|
| Visas     | Visas       | Deivenporta            | 20                     |
| WI        | Stevens     | Deivenporta            | 40                     |
| <b>MA</b> | Early Black | Demoranvila            | 30                     |
| <b>BC</b> | Stevens     | Deivenporta            | 50                     |
| MA        | Stevens     | Demoranv./ Deivenporta | 40-60                  |
| OR        | Crowley     | Hārts u.c.             | 40                     |
| OR        | Stevens     | Hārts u.c.             | 60                     |

### Slāpekļa pielietošanas laiks

Optimālais slāpekļa mēslojuma pielietošanas laiks dzērvenēm ir ticis pētīts Oregonā (Hārts u.c, 1994), kā arī visā Ziemeļamerikā (Deivenporta, 1994). Oregonas pētījumi ar N parādīja, ka slāpekļa uzņemšana visefektīvāk notiek sezonas sākumā. Ja N tiek pielietots pēc ogu aizmešanās, tiek uzņemts tā mazāks daudzums un lielākā daļa no uzņemtā tiek uzglabāta saknēs. Lai gan agri uzņemtais N daudzums, visticamāk, tika izmantots jaunajai veģetācijai un ogām, lielas devas sezonas sākumā tika saistītas ar pārlietu lielu veģetatīvo augšanu. Šī pētījuma rezultātā Oregonai tika rekomendēts vidējais N devas sadalījuma pa 4-5 mēslošanas reizēm, pie kam agrīna mēslošana tika ierobežota, ja vien iepriekšējās sezonas audu pārbaude neuzrādīja N trūkumu. Deivenporta sadalīja laika perioda rezultātus pēc audzēšanas reģioniem, tā kā rezultāti dažādās vietās bija dažādi. Ieteicamie laika periodi saskaņā ar viņas pētījumu parādīti tabulā.



| Štats | Šķirne    | Pumpuru atvēršanās | Ziedēšana | Ogu aizmešanās | Pumpuru Aizmeš. | Pirmsražas Novāks. Laiks |
|-------|-----------|--------------------|-----------|----------------|-----------------|--------------------------|
| MA    | Early Bl. | X                  | X         | X              | X               |                          |
| NJ    | Early Bl. |                    | X         | X              | X               |                          |
| WA    | McFarlin  | X                  | X         | X              | X               |                          |
| WI    | Stevens   | X                  | X         | X              | X               | X                        |

Pielietošanas laika ieteikumi citām šķirnēm netika sniegti sakarā ar pretrunīgajiem rezultātiem pētījumu periodā.

## Slāpekļa veidi

Vairums kultūru asimilē N kā nitrātu ( $\text{NO}_3$ ). Tomēr, ja  $\text{NO}_3$  ir ticis uzņemts, augiem tas ir jāpārvērš par vielmaiņai derīgo amoniju ( $\text{NH}_4$ ), izmantojot enzīmu nitrātu reduktāzi. Pierādījumi rāda, ka dzērvenes labprātāk izmanto slāpekli amonija veidā, nekā nitrāta veidā. Šī parādība pirmo reizi tika atzīmēta Viskonsīnas universitātē (Greidanuss u.c, 1972). Šajā pētījumā dzērvenes, kuras audzēja, izmantojot  $\text{NH}_4$ , auga labi un uzkrāja N savu dzinumam audos, bet tās, kurām izmantoja  $\text{NO}_3$ , uz to reaģēja vāji. Dzērveņu lapās netika konstatēta nekāda nitrāta reduktāzes darbība. Taču kādā vēlākā pētījumā (Dirs, 1974) tika konstatēta nitrāta reduktāzes darbība dzērveņu saknēs.

Šķīduma kultūrā audzētās dzērvenes vislabāk auga  $\text{NH}_4$  klātbūtnē, taču deva labus augšanas rezultātus arī pie abu šo N veidu kombinācijas (Rozenš u.c, 1990). Šo rezultātu apstiprināja Smits (1994) lauka un siltumnīcas eksperimentos.

Dzērvenes ir izveidojušās skābās augsnēs. Ir ticis konstatēts pie citām kultūrām, ko apstiprina arī pētījumi ar dzērveņu augsnēm, ka N skābās augsnēs paliek  $\text{NH}_4$  veidā, jo tiek traucētas tās baktērijas, kuras palīdz veikt pārveidošanos par  $\text{NO}_3$ . Dzērvenes, iespējams, evolūcijas laikā ir zaudējušas nitrātu reduktāzes enzīmu, jo tas nebija tik būtisks izdzīvošanai vidē, kur liels N daudzums bija  $\text{NH}_4$  veidā. Tā kā  $\text{NO}_3$  labi iesūcas smilšainās augsnēs un dzērvenes gluži labi iztiek ar  $\text{NH}_4$ , labāk ir izvairīties no  $\text{NO}_3$  pielietošanas dzērveņu laukiem.

## Slāpekļa pieejamība

Dabiskais slāpekklis tiek atbrīvots dzērveņu augsnēs mineralizācijas rezultātā - organiskajam slāpeklim bioloģiski sadaloties līdz amonijam. Mineralizāciju ir pētījušas Deivenporta un Demoranvila (nav publicēts). N daudzums, kurš atbrīvojas šajā procesā, ir atkarīgs no diviem galvenajiem faktoriem: 1) esošo organisko vielu daudzuma, un 2) augsnes temperatūras.

Organisko vielu daudzumam palielinoties dzērveņu augsnēs, palielinās arī atbrīvotā amonija daudzums. Amonija atbrīvošanās palielināšanās notika šādā secībā: smiltis (pH 4,5) < slāņaina augsne < organika. Taču augstas sadalīšanās pakāpes mēsloātā augsnē amonijs ātri pārvērtās par mazāk noderīgu nitrātu. Interesanti atzīmēt, ka māla saturs augsnē negatīvi ietekmēja mineralizāciju. Lai gan dzērveņu augsnēs māla saturs parasti ir zems, šo faktoru ir jāņem vērā, izvēloties jaunu stādījumu vietu un izvēloties materiālu pārklāšanai ar smiltīm.

Mineralizācijas pakāpes bijās vienādas pie temperatūrām no 55°F līdz 70°F. Šī pakāpe krasi paaugstinājās, kad augsnes temperatūra pacēlās līdz 75°F. Akumulētais mineralizētais N kļuva pieejams arī pie zemām augsnes temperatūrām (50°F), kad augsnes mitruma līmenis samazinājās līdz normālam

sezonas mitruma līmenim (ziemas uzpludinājuma novadīšana).

Mineralizēto slāpekli (amoniju) nitrātā pārvērš īpašas augsnes baktērijas. Tā ir *nevēlama* reakcija dzērveņu purvos. Slāpekļa baktērijas populācijas un tādējādi šīs nitrifikācijas reakcijas tempus ietekmē divi pamatfaktori: 1) augsnes veids, un 2) augsnes pH līmenis.

Nitrifikācijas temps (nitrātu atbrīvošanās) bija ļoti augsts mēslošanas augsnēs. Nitrātu atbrīvošanās samazinājās pēc augsnes veida sekojoši: mēslošanas augsne > kūdra > slāņaina augsne > smiltis (vidējais purvu pH līmenis). Nitrifikācija bija zemāka normālās līdz skābām dzērveņu smilšu augsnēs (pH 4.5 vai 3,0) salīdzinājumā ar augsta (6,5) pH līmeņa smilšu augsnēm. Tas apstiprina Ropera un Krīgera rezultātus.

### **Dzērveņu slāpekļa vajadzību kontrole**

Demoranvila un Deivenporta izpētīja N lietošanu, ražu, stādu augšanu, slāpekļa saturu audos un lapiņu zaļumu, lai noteiktu visvieglāko un lētāko metodi dzērveņu stādu slāpekli saturošo barības vielu stāvokli augšanas sezonas laikā. Slāpekļa satura pārbaude ķīmiskas analīzes ceļā ir dārga un rezultāti nav iegūstami dažu dienu vai nedēļu laikā. Bez tam, slāpeklis auga audos ir stabils un pakļaujas analīzei tikai augšanas sezonas beigās. Daudzi dzērveņu audzētāji uzticas vertikālo dzinumu garuma un krāsas vizuālajai apskatei (zaļums - hlorofila daudzuma rādītājs) un balstoties uz tiem, pieņem lēmumu par mēslošanu. Vertikālo dzinumu garums var būt arī objektīvs kritērijs lēmumu pieņemšanai, ja tiek noteikti standarti. Taču ne visi cilvēki uztver krāsas vienādi, kas padara krāsas novērtējumu problemātisku. SPAD hlorofila mērītāji vērtē hlorofila daudzumu, vadoties no gaismas caurlaidības, tādējādi padarot šo procesu objektīvu.

Jauno dzinumu garums jūnijā bija labs rādītājs dzērveņu stādu barības vielu statusam. Panīkuši vertikālie dzinumi acīmredzot rāda uz slāpekļa trūkumu. SPAD mērījumus var izmantot slāpekļa daudzuma noteikšanai visu vasaru. Mērījumus jūnijā un jūlijā var veikt uz vecajām vai jaunajām lapiņām, bet augustā - tikai uz jaunajām lapiņām.

### **Rekomendācijas dzērveņu audzētājiem Temperatūra:**

- N pielietošana jāveic agri pavasarī. Sākot no appludināšanas ūdeņu aizvadīšanas līdz pat brīdim, kad augsnes temperatūra sasniedz 55°F, N ir jābūt pieejamam bioloģisko procesu ceļā.
- Pie augsnes temperatūrām no 55°F līdz 70°F N atbrīvošanās no augsnes organiskajām vielām ir tikai vidēji liela. Mēslošana var nest labumu.
- Karstā laikā, kad augsnes temperatūra pārsniedz 70°F un gaisa temperatūra - 85°F, augsnes N atbrīvošanās pieaug un auga attīstība palēninās, tā ka plānotā mēslošana ar N ir jāsamazina, jāatliek vai jāatceļ.

### **Augsnes veids un pH**

- Smilšainos purvos ir mazākas iespējas dabiskai N atbrīvošanai. Organisko vielu daudzumam augsnē palielinoties, ir jālieto mazāks N mēslojuma daudzums.
- Paaugstinoties augsnes pH līmenim, palielinās dzērveņu izmantotā amonija bioloģiskā pārvēršanās par mazāk vēlamo nitrātu. Augsnes pH dzērveņu

purvos, kuros augsnes organisko vielu daudzums ir 0-5%, ir jābūt starp 4,0 un 5,0, bet tur, kur organisko vielu saturs ir lielāks par 5%, pH jābūt 4,5 vai mazāk.

### Slāpekļa devas

- Nelielu ogu šķirnēm, tādām kā Early Black un Howves, ir nepieciešams 20-30 lbs N uz akru sezonā.
- Lielogu šķirnēm kā Stevens var būt nepieciešams lielāks N daudzums, līdz pat 60 lbs uz akru sezonā. Devas jāpielāgo augsnes veidam un temperatūrai. Devas, kuras lielākas par 40 lbs uz akru, jālieto uzmanīgi, jo tās var novest pie stīgu pārlietas augšanas un ogu kvalitātes pazemināšanās.

### Slāpekļa daudzuma kontrole sezonas laikā

- Jauno dzinumņu garums var būt izmantots, lai noteiktu barības vielu daudzumu dzērveņu stādos līdz pat ziedēšanas sākumam. No "āķa stadijas" līdz agrīnai ziedēšanai ideālie garumi ir sekojoši:

Early Black - 50-60 mm                      Howves - 45-55 mm  
 Stevens - 60-70 mm                      Ben Lear - 55-65 mm

- Slāpekļa daudzuma lapiņās kontrolei var izmantot SPAD hlorofila mērierīces. Vecās vai jaunās lapiņas var pārbaudīt jūnijā vai jūlijā, bet augustā ir jāpārbauda *tikai* jaunās lapiņas. Ierīces rādījumi atšķiras dažādām šķirnēm, kā arī dažādos gados. Standartlielumi ir sekojoši:

|             | No "Hulqāna" līdz V \ka Stadijai |        | No ziedēšanas līdz Z aizmešanās Sākumam |        | Pirms ražas novākšanas |
|-------------|----------------------------------|--------|---|--------|------------------------|
|             | Vecās                            | Jaunās | Vecās                                   | Jaunās |                        |
| Early Black | 40                               | 25     | 35                                      | 35     | 35                     |
| Howves      | 45                               | 30     | 40                                      | 40     | 40                     |
| Stevens     | 40                               | 30     | 35                                      | 35     | 40                     |
| Ben Lear    | 40                               | 25     | 35                                      | 35     | 40                     |