

**INSTITUTUL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU CARTOF
ȘI SFECLĂ DE ZAHĂR
BRAȘOV**

**TEHNOLOGIE
MODERNIZATĂ DE FERTILIZARE
A SFECLEI DE ZAHĂR**



2005

Autori:
CLOȚAN Gheorghe, Viorica CLOȚAN, GHERMAN Ion

Introducere

Fertilizarea sfecei de zahăr are o importanță deosebită mai ales în această perioadă, când agricultura se practică pe parcele mici. Sfecla de zahăr se produce în prezent în gospodăriile individuale în proporție de peste 70%, pe parcele de sub 1 ha. Aceste gospodării practică un sistem de fertilizare de cele mai multe ori la întâmplare, haotic, folosind în cele mai frecvente cazuri îngrășăminte chimice cu azot. Fertilizarea sfecei de zahăr cu N, unilateral, are două mari dezavantaje:

- înrăutățește calitatea sfecei de zahăr, deci însușirile tehnologice ale sfecei care se reflectă în procesul de industrializare pentru extragerea zahărului.
- fertilizarea repetată cu azot duce la schimbarea reacției solului în sensul că mărește aciditatea, respectiv pH-ul.

Se poate sublinia că în gospodăriile individuale sunt rezerve mari de îngrășăminte naturale, gunoi de grajd, care nu se folosesc la fertilizarea sfecei, cu toate că se cunoaște că această plantă este una dintre cele mai rentabile prin sporurile de producție pe care le realizează. Gunoiul de grajd este un îngrășământ complex și nu impune investiții financiare, el fiind o sursă proprie, dar care are un efect prelungit în aprovizionarea solului cu elemente nutritive (2-3 ani), deci cu efect și pentru alte plante de cultură în succesiunea lor. O altă sursă de elemente fertilizante pentru cultivatorii de sfeclă este nămolul tehnologic, rezultat la fabricile de zahăr în urma procesului de extragere a zahărului. Acest nămol poate fi preluat pe gratis de cultivatori și folosit la fertilizarea sfecei, el având o serie de elemente nutritive (N,P,K) dar mai ales Ca care are rolul să neutralizeze pH solului, mai ales pe terenurile acide. În structura economică actuală, sunt puține șanse să crească suprafețele cultivate cu sfeclă de zahăr, dacă la această cultură nu se reduc cheltuielile de deviz sau nu se vor mări substanțial producțiile la ha. Toate prognozele vor viza în viitor mărirea producției la ha, calitatea sfecei și costul efectiv al imputurilor. Totuși, aceste aspecte trebuie corelate cu condiția creșterii presiunii spre o folosire mai rațională a dozelor de pesticide și îngrășăminte, ca parte a strategiei de conservare a mediului în care trăim și lucrăm. Cercetările de viitor vizează o dezvoltare rapidă a biotehnologiei care va rezolva multe din actualele probleme ale sfecei de zahăr. Ne

asteptăm la cercetări și extinderea lor în programele de ameliorare din care să rezulte noi soiuri, care vor contribui favorabil la rezolvarea unor aspecte ale productivității și protecției culturii. Sunt așteptate noi soiuri cu o răsărire mai bună în câmp, mai rapidă, care să fie rezistente la lăstărire și care vor avea toleranța sau rezistență la boli sau dăunători, cu o conversie mai ridicată și eficiență a zahărului. Singură, crearea de soiuri este imposibil să poată rezolva toate problemele care stau în fața cultivatorilor de sfeclă de zahăr. Plantele de sfeclă vor trebui încă ajutate (aprovizionate) cu elementele nutritive pentru creștere și dezvoltare. Natura este dinamică și în locul dificultăților rezolvate în prezent, vor apărea noi probleme care să le ia locul. Schimbările legislative, mai ales cele cu referire la folosirea chimicalelor în agricultură, vor aduce noi greutăți, sau vor modifica unele din cele vechi.

Necesitatea semănatului timpuriu al sfeclă de zahăr va rămâne și în continuare în atenția producătorilor în scopul realizării unei desimi bune a plantelor la unitatea de suprafață. Acoperirea completă cu frunze a solului în luna iunie rămâne unul din criteriile care condiționează obținerea producțiilor ridicate la sfecla de zahăr. Acoperirea solului cu plante și menținerea acestora în stare verde până la recoltare trebuie realizată printr-o combatere eficientă a dăunătorilor și bolilor.

Cultivatorii recunosc de acum tot mai mult importanța folosirii unei doze reduse și eficiente de azot în acord cu protecția mediului contra poluării, mai ales după recepția și plata sfeclă în raport cu calitatea. Aplicarea unor doze de azot mai mari decât cele recomandate nu produc mai mult zahăr și aduc, de obicei, mai puțin profit. Pe măsură ce costurile chimicalelor, carburanților, mașinilor și lucrărilor continuă să crească, este foarte rațional să se țină seama cu prudență de orice căi care vizează producerea mai ieftină a sfeclă

Substanțele extrase de sfeclă din sol și problema necesarului de elemente nutritive.

Din antichitate și până la descoperirea fotosintezei, la începutul secolului al XIX-lea, în știința agricolă a dominat ideea că plantele își construiesc corpul din "sucurile pământului". Această idee a fost formulată distinct încă de Aristotel, care a spus că plantele, spre deosebire de animale, nu au stomac ci alte organe pentru digestie,

fiindcă aceste organe sunt înlocuite de către pămînt, unde are loc digerarea hranei necesară plantelor. Aceste idei erau în concordanță perfectă cu experiența multiseclară a agriculturilor, care, demult, au învățat să deosebească solurile fertile de cele nefertile și care știau bine ce importanță hotărîtoare au pentru obținerea recoltelor, lucrarea pămîntului și îngrășarea lui cu gunoi. Dezvoltarea studiului nutriției aeriene a plantelor a dat însă lovitura decisivă acestor concepții naive. Prin experiențe precise s-a stabilit că plantele își construiesc până la 95% din corpul lor pe socoteala dioxidului de carbon obținut din aer și pe socoteala apei din sol. A rămas să se clarifice de unde se iau celelalte părți constitutive și să se vadă dacă sunt tot atât de necesare ca și cele obținute din aer și apă sau sunt un adaos întâmplător și de prisos, care a ajuns în plantă din sol, împreună cu apa absorbită de rădăcini, asemenea pietrei care se depune pe pereții cazanelor de aburi.

Rezolvarea acestei probleme trebuia clarificată, înainte de toate, prin stabilirea compoziției elementare a substanțelor din sol care intră în plantă.

Pentru aceasta, masa vegetală, după ce în prealabil a fost uscată, pentru îndepărtarea cantității de apă care se găsea întodeauna în proporție mare în plantă, s-a supus analizei chimice.

Procedeul principal pentru analiza elementară a substanței vegetale este arderea materiei vegetale. Carbonul din substanța vegetală se determină în formă de dioxid de carbon, hidrogenul și oxigenul sub formă de apă, iar azotul în formă de azot molecular. Pentru că substanțele organice constau, în special, din aceste patru elemente, ele au primit denumirea de elemente organogene, adică elemente care formează prin excelență substanța vie. După arderea substanțelor vegetale uscate, rămîne un reziduu nevolatil, cunoscut bine din viața de zi cu zi și care a primit denumirea de cenușă; aceasta reprezintă deasemenea o parte necesară a materiei vii. Cantitatea de cenușă din frunze de sîclică variază în limitele 11-21%. Cantitatea de azot din substanța uscată a plantei este mică și de obicei nu trece de 1-3%. Cu toate acestea, importanța sa în viața plantei este foarte mare, deoarece este o parte necesară a moleculei proteice, iar substanțele proteice sunt componentul cel mai important al protoplasmiei. De aceea pentru nutriția și creșterea plantelor, obținerea azotului este o

sarcină tot atât de importantă ca și obținerea carbonului, hidrogenului și oxigenului, care constituie împreună 95% din substanța uscată a plantelor. Compoziția chimică a cenușii este foarte complicată și variată. Această variație este în dependență cu compoziția solului și condițiile de umiditate. În general se spune că, cu cât solul este mai bogat în săruri și clima mai uscată, cu atât se acumulează în plante mai multă cenușă, deși nu se constată nici pe departe o proporționalitate directă în acest sens. Compoziția chimică a cenușii pentru sfecla de zahăr este foarte complicată și redă în tabelul 1.

Tabelul 1.

În organele subterane (rădăcini de sfeclă) primul loc îl ocupă

K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	Si O ₂	Cl
53,1	8,9	6,1	7,3	1,1	12,2	4,2	2,3	4,8

potasiul, ceea ce poate să fie considerat ca un indiciu despre rolul important pe care îl are acest element la depozitarea hidraților de carbon în rezerva plantei.

O bună dezvoltare a plantelor este posibilă numai dacă în soluția nutritivă din sol se găsesc următoarele șapte elemente: K, Ca, Mg, Fe, S, P, N.

Dintre aceste elemente, desigur că azotul nu este element al cenușii, fiindcă prin arderea substanței vegetale el se volatilizează, dar el are însușirea, comună cu celelalte elemente, că trebuie introdus în compoziția soluției nutritive (în formă de azotați sau săruri amoniacale), pentru că el nu poate să fie obținut de plante direct din atmosferă.

Nu trebuie să uităm că, în procesul respirației, care are o foarte mare influență asupra sărurilor, se produc anionul HCO₃ și cationul H⁺, care sunt schimbați cu ionii corespunzători ai sărurilor consumate. De aceea, când se folosește mai energic anionul, ceea ce se observă la sărurile fiziologice, în soluție sau în sol, se acumulează carbonați cu reacție bazică; dimpotrivă când se consumă mai mult cationul, care se schimbă cu hidrogen, în sol se acumulează acid liber. Acțiunea vătămătoare a acidifierii fiziologice se poate evita prin schimbarea frecventă a soluției nutritive. La culturile de câmp, acidifierea solului se ameliorează prin introducerea (aplicarea) carbonatului de Ca, care

neutralizează acidul eliberat în timpul nutriției plantei. Cantitatea de elemente din cenușă, extrase de sfeclă din sol la o producție de 40 t/ha: Azot 165 Kg; Fosfor 73 Kg; Potasiu 404 Kg; Calciu 101 Kg.

Importanța elementelor minerale în nutriția sfecei de zahar

Din punct de vedere fiziologic, elementele care, sunt în compoziția plantei se pot împărți în trei grupe:

1. elemente obținute de plantă din apă (oxigenul și hidrogenul).
2. elemente obținute din atmosferă (carbonul).
3. elemente obținute din sol (azotul și elementele cenușii).

Substanțele chimice, obținute de plantă din sol, pot fi împărțite după natura chimică în două grupe, care se deosebesc destul de mult între ele:

- a) metaloizi (azotul, fosforul), necesare pentru plantă în cantități importante, apoi siliciul, clorul și altele, care ajung în plantă sub formă de anioni ai sărurilor corespunzătoare.
- b) metale (potasiul, calciul, magneziul) – cationi

Aceste două grupe se deosebesc destul de mult și prin funcțiile lor în celulă.

Azotul este un element tot așa de necesar pentru construirea materiei vii ca și carbonul și oxigenul sau hidrogenul. El este un component necesar și cel mai caracteristic pentru molecula proteică.

Importanța azotului în nutriția sfecei.

Azotul este elementul esențial în viața organismelor vii, fiind unul dintre constituenții principali ai proteinelor. Azotul se asimilează de către plantă atât sub formă de anion (NO_3 și NO_2) cât și sub formă de cation (NH_4).

Între elementele pe care plantele le primesc din sol, azotul ocupă o poziție deosebită. Fără azot nu poate exista viață, așa cum nu poate exista nici fără carbon, hidrogen sau oxigen. Azotul se găsește în mediul care înconjoară plantele, în special în stare de gaz liber, formând aproape 80% din volumul aerului. Deasemenea se găsește în formă de compuși organici și anorganici, atât în sol cât și în aer. Azotul molecular liber este în contact direct atât cu frunzele, cât și cu rădăcinile plantelor din sol. În formă legată, adică în formă de combinații chimice, azotul se găsește atât în atmosferă cât și în sol. În atmosferă se află N în cantități foarte mici, în special în formă de vapori

de amoniac, eliminați prin putrezirea resturilor organice, și în formă de oxizi de azot, care se formează prin descărcările electrice. În sol azotul combinat se găsește în cantitate mai mare, fie sub formă de combinații organice (humus, resturi de plante și animale nedescompuse complet), în care azotul este reprezentat în special de substanțele proteice și produsele lor de descompunere, aminoacizii. Combinațiile azotului din sol se pot împărți în trei grupe: combinații organice, săruri de amoniu și nitrați. Cantitatea lor totală nu este mare, de obicei nu trece de fracțiuni de procente din greutatea totală a solului în stare uscată. Din cauza greutății separării lor de substanțele neazotate de regulă prin analize, ne rezumăm de cele mai multe ori la determinarea cantității de azot obținut prin arderea substanțelor organice din sol. Datele analitice nu reprezintă cantitatea combinațiilor organice azotate, ci cantitatea totală a azotului care se află în aceste combinații. De asemenea în locul determinării cantităților de săruri de amoniu și azotați, ne rezumăm la cantitatea totală de N care intră în aceste combinații. De aici s-a născut expresia prescurtată de «azot organic «azot nitric» și «azot amoniacal». Se consideră că în substanțele humice din sol cantitatea de azot este de aproximativ 5%. Se știe că administrarea îngrășămintelor azotate organice, de cele mai multe ori sub formă de bălegar, mărește mult sporurile de producție. Acest fapt ne face să credem, la prima vedere, că forma organică a azotului este asimilată cel mai bine de plante. Faptul că îngrășământul trebuie dat în stare putredă, adică descompus în mare măsură, este de natură să ne convingă că, în orice caz, combinațiile mai simple se asimilează mai bine decât cele complexe. În orice sol există un număr enorm de microorganisme foarte variate, care descompun îndată orice substanță organică introdusă în sol. Produsele finale ale acestei descompuneri sunt săruri de amoniu și azotați, existente totdeauna în sol. Azotații și ionul de amoniu, care intră în compoziția bazelor absorbite de coloizii din sol, reprezintă combinații anorganice ale azotului. Proporția acestor două forme de combinații azotate depinde în mare măsură de condițiile de aerajie și de reacția solului. În solurile acide, slab aerisite, predomină amoniul; în solurile neutre cu o structură bună în agregate, care asigură o bună aerisire, predomină nitrații. Faptul că în câmp se pot obține rezultate bune și cu îngrășăminte amoniacale, se explică prin oxidarea amoniacului în sol de către bacterii în acid azotic și numai după aceea

este absorbit de plantă sub formă de nitrați. Într-o concentrație mai mare, sărurile de amoniu sunt dăunătoare și provoacă o creștere slabă, anormală a rădăcinilor. Excesul de azot la sfecla de zahăr, duce oarecum la creșterea producțiilor, dar provoacă o depreciere considerabilă a calității tehnologice, prin creșterea conținutului de azot vătămător și reducerea purității sucului celular, al zemii de difuzie. Fertilizarea unilaterală cu azot, chiar cu doze sub limitele necesarului, la sfeclă are ca efect reducerea conținutului de zahăr biologic și diminuarea puternică a conținutului de zahăr extractibil. O parte de azot vătămător din sfeclă poate «lega» în melasă 25 părți de zaharoză. Carența de azot la sfeclă duce la formarea unor producții mici de rădăcini și zahăr. Carența de N se exteriorizează la început pe frunzele tinere, care rămân mici cu nervuri uscate alungite, dispuse vertical, de culoare galben-verzuie. Decolorarea începe de la nervuri și pețiol. Carența apare în faze timpurii. Ca urmare a blocării biosintezei clorofilelor se reduce considerabil depunerea de zaharoză. Carențele apar pe solurile cu indicele N sub 2,0 și pot apare și pe soluri medii aprovizionate, care conțin potasiu, calciu și magneziu în exces (elemente antagoniste cu azotul amoniacal)

Excesul de azot în sol se evidențiază într-o mare varietate de moduri, depinzând de îmbinarea concretă a factorilor și condițiilor de vegetație de care depind și consecințele negative pentru cantitatea și calitatea recoltei. Aceste exteriorizări variază de la o dezvoltare luxuriantă a organelor vegetative (frunze mari, cu limbul lat și îngroșat) de culoare verde - intensă în cazul unui exces moderat și relativ bine tolerat de plante, care adesea afectează nesemnificativ cantitatea recoltei, pâna la sistarea proceselor de creștere și dezvoltare și uscarea plantelor; în cazuri de exces toxic, dezvoltarea luxuriantă a foliajului în condițiile excesului de azot. De notorietate sunt și alte consecințe negative ale excesului netoxic de azot în sol și plante și anume (Caramete și colab., 1974):

- prelungirea ciclului ontogenetic al plantelor datorită promovării dezvoltării organelor vegetative în detrimentul celor neproductive;
- predispoziția la atacul de boli și dăunători datorită abundenței aminoacizilor liberi în sucii celulari din plante.
- înrăutățirea valorii biologice a recoltei datorită ponderii crescute

a aminoacizilor neesențiali în aceasta;

- creșterea conținutului de azot neproteic (acizi aminați liberi, amine, amide, săruri minerale), care influențează negativ extragerea din recolte a substanțelor organice utile (de pildă, zahărul din rădăcinile de sfeclă).

Efectele negative ale acumulării în exces a nitraților în plante se explică și prin aceea că:

- ionii de nitrat pot pătrunde în plantă și pot fi vehiculați de acestea și pasiv, cu fluxul de apă, fără legatură nemijlocită cu metabolismul plantei;
- nitrații care nu sunt metabolizați în substanțele proteice nu pot fi dezactivați osmotic din cauză că toate sărurile lor sunt solubile;
- încorporarea azotului din nitrați în aminoacizi și substanțe proteice necesită consum important de energie, în primul rând pentru reducerea nitraților în amoniu, energie furnizată de producția fotosintezei.

Adesea simptomele excesului toxic de azot nitric în plante se manifestă, asociat cu cele ale deficiențelor secundare (relative) de molibden, fosfor, sulfați potasiu. La sfecla de zahăr, în lunile mai-iunie, plantele afectate stagnează în creștere, rămânând cu mult în urma celor neafectate, prezintă frunze etiolate (îngălbenite), înguste, îngroșate, lipsite de elasticitate, dispuse erect. În stratul de sol explorat de rădăcinile plantelor expuse excesului de azot, conținutul de azot mineral (suma $N-NH_4$ și $N-NO_3$) depășește, cel mai adesea, 100 mg N/kg de sol.

Concentrarea azotului mineral nitric ($N-NO_3$) și amoniacal ($N-NH_4$) în stratul explorat de rădăcinile plantelor este favorizată de însușiri ca: textura fină, destructurare, permeabilitate redusă pentru apă și conținut redus de humus — în condițiile unui regim hidric exudativ, în lipsa îndelungată a precipitațiilor eficiente. Vremea rece și nebulozitatea accentuată, influențând negativ metabolizarea azotului nitric în plante, favorizează manifestarea simptomelor excesului de azot și urmările negative ale acestuia. Cu titlu curativ se poate recomanda irigarea, de preferat prin aspersiune, cu o normă suficientă de apă pentru a dilua nitrații acumulați în stratul superficial, într-un volum mai mare de sol. Dacă după irigare vremea devine însorită și caldă, redresarea plantelor afectate are loc rapid, fără alte intervenții.

Stropirea repetată la intervale de 5—8 zile, a plantelor afectate cu soluții 0,015%—0,025% a molibdaților de amoniu sau de sodiu este de natură să grăbească redresarea plantelor și să diminueze urmările păgubitoare ale toxicității nitrice.

Dimensionarea corectă a dozelor de îngrășăminte cu azot (având în vedere necesarul real al culturii și contribuția surselor naturale la acoperirea acestuia, precum și existentul de azot mineral în stratul de sol explorat de rădăcini) și aplicarea uniformă pe teren și în mai multe momente a îngrășămintelor cu azot pot fi menționate ca măsuri de prevenire a excesului de azot mineral în sol și plantă.

Aplicarea îngrășămintelor și legea minimumului

Complexitatea fenomenelor legate de absorbția substanțelor minerale din sol, de către plantă, nu permite să se determine precis gradul fertilității solurilor numai pe baza analizelor chimice de sol. Dacă facem analiza totală a solului, chiar la solurile cele mai sărace, găsim de obicei elementele necesare pentru plantă (afară de azot), în condiții care pot să satisfacă cu prisosință toate necesitățile plantei în substanțe minerale. Analiza totală nu ne dă însă un răspuns la problemă dacă aceste elemente se găsesc într-o formă asimilabilă sau într-o formă neasimilabilă pentru plantă. Analiza totală ne informează numai despre potențialul de substanțe minerale, care pot să devină accesibile pentru plantă până la terminarea tuturor proceselor de degradare. Numai în ce privește nutriția cu azot, analiza totală ne dă de obicei, informații satisfăcătoare, fiindcă părțile azotate ale solului pot fi relativ ușor și repede transformate în combinații accesibile plantelor. Analiza totală a solului ne dă date exagerate la rezerva de substanțe minerale accesibile pentru plante. Pe de altă parte analiza substanței din sol sau a extractelor apoase din sol, ne dă de asemenea valori eronate despre valoarea nutritivă a solului dând valori mai mici decât în realitate. Pentru a ne apropia de condițiile reale din cultura plantelor, se fac adeseori extracte acide din sol, de exemplu de acid clorhidric 1% sau acid citric de diferite concentrații, ori de citrat de amoniu. Aceste metode ne dau cifre (valori) mai apropiate de capacitatea de dizolvare a plantelor, însă totuși aproximative, fiindcă și proprietatea de solubilizare variază de la o plantă la alta. Stabilirea cantității și felului de elemente care lipsesc din sol este o condiție necesară pentru folosirea rațională și eficientă a îngrășămintelor chimice. Spre

deosebire de îngrășămintele naturale care au în compoziție toate elementele necesare pentru plantă, îngrășămintele chimice conțin de obicei numai 1,2 sau 3 elemente nutritive. În cazul când se folosește un singur element, de exemplu K, pe soluri puțin fertile din cauza insuficienței fosforului, nu obținem o mărire semnificativă a producției. Din aceste considerente folosirea îngrășămintelor rațională și eficientă **impune experimentări de câmp** pe soluri reprezentative zonei (arealului), pe baza cărora se pot face recomandări mult mai utile pentru fiecare plantă în parte. «Legea minimului» stabilită de Liebig în 1840, a jucat un rol important în dezvoltarea științei îngrășămintelor și ea reprezintă și astăzi un merit deosebit al acestui cercetător.

Pentru plante nu este deloc indiferent în ce raporturi și cantități se găsesc în sol elementele necesare pentru nutriția lor. Se știe de exemplu că măbind cantitatea de azot, trebuie să mărim și cantitățile de fosfor și potasiu. Deasemenea se știe că necesitatea plantelor în elemente nutritive variază foarte mult în funcție de condițiile climatice și în special de condițiile de umiditate, etc.

Nutriția minerală în condițiile naturale de sol.

Condițiile nutriției minerale a plantelor sunt complicate, deoarece planta întâlnește combinații mai variate din diferite elemente, în strânsă interdependență unele cu altele. Numai o parte infimă din sărurile minerale din sol se află în soluția apoasă, care se adsorbe direct de plante. Partea cea mai mare de săruri este adsorbită de particulele coloidale din sol, sau se află în stare solidă, în formă de minerale insolubile în apă, ori în formă de substanțe organice. Soluția din sol, chiar din pământul cel mai fertil, conține așa de puține săruri nutritive încât nu poate asigura dezvoltarea normală a plantelor. De acest lucru ne putem convinge ușor dacă creștem planta exclusiv în apa filtrată prin pământ. Această experiență ne dovedește faptul că planta trebuie să posede proprietatea de a putea folosi atât substanțele minerale absorbite, cât și substanțele minerale insolubile.

Capacitatea solului de a adsorbi și a reține puternic substanțele dizolvate poartă denumire de «capacitatea de adsorbție», iar partea coloidală a solului care posedă această capacitate, se numește complexul adsorbitiv al solului. Fenomenul adsorbției diferitelor substanțe de către sol, în special al cationilor, a fost studiat și elucidat de multă vreme. Capacitatea de adsorbție a solurilor, în special cea

fizico-chimică și fizică are o importanță mare pentru nutriția plantelor ca substanțe minerale. Datorită adsorbției sunt fixate îngrășămintele, de exemplu cele potasice și amoniacale, evitându-se spălarea lor pe profilul solului și în același timp menținându-le într-o stare accesibilă pentru plante, fiindcă pot fi ușor înlocuite din complexul adsorbit prin reacții de schimb. Adsorbția fizico-chimică, împreună cu cea fizică, implică, deasemenea, ridicarea exagerată a concentrației soluției solului, de pildă în timpul unei secete foarte mari și prelungite, sau când se administrează îngrășăminte, trecând o parte din cationi în stare de adsorbție. În fine, ea reglează și compoziția chimică a soluției din sol, aprovizionând-o cu ioni bivalenți, care echilibrează acțiunea ionilor monovalenți de Na și K.

În esență întreg procesul de adsorbție a sărurilor din sol de către rădăcinile plantelor constă, într-o măsură însemnată, în reacții de schimb între celulele rădăcinii și complexul adsorbțiv al solului prin intermediul soluției din sol. Reacțiile de schimb prin contactul strâns dintre sol și rădăcini se realizează prin lipirea strânsă dintre perii radiculari și particulele solului. Contactul strâns cu particulele de sol are o importanță foarte mare, fiindcă permite rădăcinilor să dizolve mineralele greu solubile.

Un alt factor important la dizolvarea substanțelor minerale din sol este activitatea bacteriilor. Foarte multe bacterii din sol, de exemplu cele care descompun celuloza, elimină ca produse de schimb diferiți acizi, în special acid butiric și lactic. De aceea în solurile cu humus, bogate în microorganisme, dizolvarea fosfaților are loc mai repede și mai ușor decât în solurile sărace în humus.

Ritmul consumului elementelor nutriției minerale în diferite perioade de vegetație a sfecele

Necesitățile plantelor în substanțe minerale nutritive sunt variate în diferitele etape de creștere și stadii de dezvoltare. În legătură cu acest consum al substanțelor nutritive trebuie să distingem în viața plantei:

1. perioada critică a nutriției, când insuficiența sau lipsa substanțelor minerale are o acțiune dăunătoare asupra creșterii și dezvoltării
2. perioada consumului maxim, când plantele iau din sol cantitatea cea mai mare dintr-o anumită substanță.

La sfeclă perioada consumului maxim al elementelor nutritive se

produce în cea de a doua jumătate a vegetației, însă consumul diferitelor elemente nu este același. Potasiul și fosforul se consumă în toată perioada de vegetație cam cu aceeași intensitate, pe când azotul se consumă mai intens, iar magneziul cel mai intens în a treia lună, apoi perioada asimilării scade.

De aceste particularități în nutriția sfeclei trebuie să se țină seama când se aplică îngrășămintele. Aplicarea îngrășămintelor cu azot și potasiu trebuie să fie redusă moderat la începutul vegetației după încolțire, moderată pentru azot, ridicată pentru fosfor și potasiu în cea de a doua perioada de vegetație, când încetează creșterea frunzelor.

Dacă se ține seama de diferitele perioade critice, consumul maxim și durata perioadei de nutriție, atunci sistemul de îngrășare nu trebuie să fie unic, ci diferențiat.

Cercetările privitoare la dinamica consumului elementelor minerale nutritive se găsesc la început. Ele însă trebuie extinse la toate plantele de cultură și în condiții de trai cât mai variate, pentru ca astfel vor servi cu succes la rezolvarea practica a îngrășării raționale a culturilor.

Administrarea îngrășămintelor minerale în sol în funcție de cerințele sfeclei

Pentru obținerea de recolte mari este necesar să se administreze solului doze mari de îngrășămintă, însă procedeul practicat de a se da îngrășămintă în întregime înainte de semănat este greșit, pentru că nu corespunde necesităților plantei. Mai mult încă administrarea de doze mari de îngrășămintă înainte de semănat poate să reducă și chiar să distrugă recolta.

Semințele, în timpul germinării lor și chiar în primele faze ale creșterii, absorb din sol o cantitate foarte mică de săruri, pentru că ele dispun de o rezervă apreciabilă în corpul lor. O concentrare mare de săruri în sol poate inhiba germinația și creșterea plantelor. În afară de aceasta unele îngrășămintă, cum sunt azotații, sunt spălate de sol înainte de a fi folosite.

Avându-se în vedere aceste neajunsuri și ritmul consumului de substanțe minerale nutritive în funcție de fazele de creștere și stadiile de dezvoltare, s-a dezvoltat procedeul aplicării faziale a îngrășămintelor minerale.

Administrarea îngrășămintelor minerale, pe baza datelor

fiziologice trebuie să se facă fracționat, de-a lungul întregii perioade de vegetație și anume când cerințele plantelor sunt mai mari în ce privește utilizarea substanțelor nutritive.

Aprovizionând plantele după cerințele pe care le arată în cursul perioadei de vegetație, se obține o creștere mai bună, o intensificare a proceselor vitale din întreg ciclul lor de viață.

Administrarea îngrășămintelor nu trebuie să se facă unilateral, adică să se dea, de exemplu, îngrășămintele azotate numai la începutul vegetației, iar altele, cele de potasiu și fosfor, mai târziu. Se dă mai mult azot la începutul vegetației pentru a se favoriza creșterea masei vegetative.

La aplicarea îngrășămintelor mai trebuie avut în vedere faptul că unele plante utilizează mai bine la începutul vegetației unele forme de îngrășămintă greu solubile, altele mai bine pe cele ușor solubile. Aceste plante, însă, își măresc capacitatea de a asimila fosforul greu solubil într-o fază ulterioară, când plantele sunt mai în vârstă, aici putem exemplifica comportamentul sfecele de zahăr.

Comportarea diferită a plantelor de-a lungul perioadei de vegetație, în ce privește asimilarea formelor greu solubile, depinde probabil de însușirea rădăcinilor de a secreta, mai abundent sau mai puțin abundent, când plantele sunt tinere sau mai bătrâne, anumiți acizi organici. S-a observat că, cu cât plantele absorb mai intens calciul, cu atât folosesc mai bine acidul fosforic din fosfații greu solubili.

Se schimbă și capacitatea de a asimila diferite forme de îngrășămintă azotate.

Din cele arătate rezultă că, pentru a echilibra în mod judicios creșterea și dezvoltarea plantelor, este nevoie să schimbăm raportul dintre elementele nutritive, să ținem seama de însușirea plantelor de a folosi formele greu solubile și ușor solubile.

Îngrășămintele ce se dau diferențiat nu se dau în aceeași cantitate în tot cursul vegetației. Dozele se măresc în raport cu ritmul consumului. Desigur, că la administrarea îngrășămintelor, se întâmpină multe greutăți, pentru că nu se cunosc bine necesitățile plantelor pentru elementele nutritive, deoarece ele se complică și se modifică cu vârsta plantelor.

La aceste greutăți se adaugă și faptul că nutriția minerală este

puternic influențată de factorii mediului. Cercetările făcute la sfecla de zahăr arată că asimilarea azotului, în măsură mai mică, a fosforului, calciului, sulfului și potasiului, scade odată cu scăderea temperaturii. În țara noastră prof. N. Zamfirescu a găsit că azotul amoniacal are o acțiune mai eficace decât azotul nitric, când temperatura la care se face absorbția este cuprinsă între + 18 și + 44°C. Sub +18°C azotul nitric este mai eficace.

Absorbțiunea celorlalte elemente nutritive este și ea influențată de temperatură. Absorbțiunea potasiului crește pe măsură ce urcă temperatura atingând un optim la +25°C și se menține neschimbată chiar dacă plantele avansează ceva mai mult în vârstă. Pentru fosfor temperatura optimă de absorbțiune este cuprinsă între + 32°C și 39°C, iar pentru calciu între + 18°C și + 39°C.

Aceste concluzii prezintă o valoare practică și ne permit să înțelegem eficacitatea îngrășămintelor. Lumina influențează și ea nutriția minerală. S-a constatat experimental că la o micșorare a intensității luminii se împiedică simțitor asimilarea potasiului și a fosforului. Aceste fapte confirmă justetea legii egalei însemnătăți a factorilor de vegetație, că mărimea recoltei depinde nu numai de bogăția substanțelor minerale pe care plantele o au la dispoziție, ci și de temperatură, lumină, apă. Dacă se satisfac cerințele plantelor în legătură cu toți factorii de vegetație, nu numai cu elementele minerale nutritive, se obțin recolte mai mari și de calitate superioară.

În legătură cu calitatea recoltei menționăm că se poate împiedica scăderea conținutului de zaharoză din sfeclă dacă se aplică mai devreme îngrășăminte cu azot care sunt folosite la formarea masei vegetative. Prin aplicarea diferitelor forme de îngrășămintă facial se poate modifica conținutul de zaharoză la sfecla de zahăr în special la o aplicare a acestora în perioadele de stres din timpul verii.

Administrarea îngrășămintelor minerale prin stropirea plantelor

Se știe că îngrășămintele administrate solului, de multe ori nu pot fi folosite de plante din lipsa ploilor sau pot fi spălate în adâncime sau să treacă în forme insolubile.

Pentru a se preîntâmpina aceste neajunsuri s-a preconizat procedeul stropirii plantelor cu soluții de substanțe minerale nutritive. Frunzele plantelor au capacitatea de a absorbi apa și diferitele substanțe, după cum o are fiecare celulă. Dacă se stropesc plantele cu

soluții nutritive, substanțele din soluție pătrund prin epidermă și se răspândesc în tot corpul plantei. Se folosesc în mare măsură fosforul, potasiul, azotul și chiar unele microelemente (Bor, Mangan). Stropirea plantelor se face în orele de dimineață sau de seară, când atmosfera este liniștită. Pătrunderea elementelor din soluția nutritivă are loc în condiții optime dacă picăturile de soluție se mențin pe frunze până la o jumătate de oră. Stropirea plantelor se face cu pompe de mână. Concentrația soluțiilor ce conțin azot, fosfor sau potasiu nu trebuie să depășească limita de 1,5-2%. Dacă se folosesc concentrații mai mari se provoacă arsuri. Se pot folosi concentrații mai mari când stropirea se face din avion. Soluțiile de microelemente se folosesc în concentrații foarte slabe, sub 1 g la litrul de apă.

Nutriția plantelor pe această cale, cunoscută sub numele „nutriție extraradiculară”, dă rezultate bune. S-au obținut rezultate bune la sfecla de zahăr cu superfosfat și clorura de potasiu. Pe lângă sporuri de recoltă de 10% la rădăcini, s-a obținut și un spor de 1% a conținutului în zahăr.

Folosirea îngrășămintelor de grajd

Cercetări privind folosirea gunoiului de grajd la cultura sfecei de zahăr s-au executat încă din perioada anilor 1920-1930.

În perioada 1951-1955 s-au executat experiențe în 15 câmpuri din diferite localități. Efectele dozelor de gunoi de grajd au fost înregistrate prin sporurile de producție obținute. Doza de 25 t/ha gunoi a asigurat sporuri de 22% la producția de rădăcini și 23% la cea de zahăr. Doza de 30 t/ha gunoi a determinat sporuri de peste 3,7 și 6,5 t/ha rădăcini, iar la producția de zahăr între 0,6 și 1,4 t/ha (15-39%). S-a reliefat de asemenea influența gunoiului de grajd asupra însușirilor tehnologice ale sfecei de zahăr. Analizele făcute au dovedit că administrarea cantităților mari de gunoi de grajd nu influențează negativ procentul de zahăr, și conținutul de azot vătămător (Olteanu Gh.-1949).

Precizăm încă o dată că gunoiul de grajd trebuie aplicat în toamnă sub arătura de bază. Este de dorit să se aplice gunoi de grajd bine fermentat, de taurine.

Administrarea gunoiului să se facă uniform și încorporarea în sol să se realizeze imediat după aplicare. Considerăm că gunoiul de grajd este un îngrășământ foarte complex și ieftin care se găsește la dispoziția multor cultivatori de sfeclă de zahăr. Aplicarea gunoiului de grajd la cultura sfecei de zahăr este foarte benefică prin sporurile mari de

producție pe care le realizează.

Conținutul mediu în elemente nutritive pentru gunoiul de grajd de taurine este de: 3-5%-N; 2-4 %P; 5-6% K; 0,5% Ca; 0,2% Mg; 0,5% S.

Este de reținut și rolul prelungit de 2-3 ani al gunoiului de grajd pentru culturile care urmează în rotație după sfecla de zahăr, cât și rolul lui în menținerea însușirilor fizice ale solului.

Folosirea îngrășămintelor organice împreună cu cele minerale

Rezultatele obținute cu acest sistem de fertilizare au scos în evidență o serie de avantaje în ce privesc sporurile de producție realizate, dar și calitățile tehnologice ale sfecele de zahăr. Este bine să se rețină și aspectele economice. Gunoiul de grajd este destul de ieftin, iar dozele de îngrășăminte minerale se pot reduce semnificativ, uneori la jumătate. În general s-au recomandat 20 t/ha și N33P24K20 Kg/ha. Aplicarea gunoiului de grajd în aceste situații se recomandă să se realizeze în toamnă sub arătura de bază, iar îngrășămintele minerale să se administreze la pregătirea solului în primăvară.

Acest sistem de fertilizare organominerală este de mare actualitate și acum, când sfecla se produce în procent de peste 70% în gospodăriile individuale pe parcele mici (până la 1,0 ha). Pe de altă parte îngrășămintele minerale sunt foarte scumpe (peste 1,2 milioane lei/tona).

Îngrășarea organo-minerala poate asigura elementele N,P,K pe toată perioada de creștere și dezvoltare a sfecele de zahăr. Această fertilizare nu produce dezechilibru în nutriție și nu determină înrăutățirea însușirilor tehnologice ale sfecele de zahăr. Având în vedere cercetările întreprinse în anii anteriori, recomandările făcute, cât și situațiile existente în prezent la cultura sfecele de zahăr, față de noile posibilități ale cultivatorilor, am inițiat o nouă serie de experimentări care au rolul să optimizeze dozele de îngrășăminte și să valorifice și alte surse de nutriție cum ar fi nămolul tehnologic de la fabricile de zahăr, care este o sursă gratuită cu rol fertilizant bun.

Folosirea nămolului tehnologic rezultat din industrializarea zahărului

Nămolul tehnologic rezultă din operațiile de purificare, prin metode fizico-chimice de obținere a zemii de difuzie, în vederea concentrării și cristalizării normale a zaharozei (Bocioaga V- 1969).

Nămolul tehnologic este obținut prin procedeul de purificare clasic în care se utilizează pentru îndepărtarea nezahărului, hidroxidul de calciu

și dioxidul de carbon în următoarele operații: predefecare și defecare, tratarea cu Ca(OH)_2 saturația I și tratarea cu CO_2 saturația a II a.. Nămolul tehnologic conține substanțe pectice, proteine, coloranți și săruri (Rășănescu și colab 1988).

El conține toate substanțele organice și minerale insolubizate prin acțiunea varului și a CO_2 . Analiza nămolului tehnologic se prezintă în tabelul 2.

Tabelul 2

Având în vedere cantitatea foarte mare de CaO_3 (88,9%) din

Azot total (%)	Fosfor mobil (ppm)	Potasiu mobil (ppm)	MgO (ppm)	CaCO_3 (%)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
0,137	136,0	55,0	6,5	88,0	13,3	67,5

nămolul tehnologic, acesta se poate utiliza cu rezultate foarte bune pentru ameliorarea reacției acide a solurilor. Prezența Ca în sol este foarte favorabilă pentru cultura sfeclii. Pe de altă parte nămolul tehnologic conține cantități importante de azot (0,137%), fosfor mobil (136,0 ppm) și potasiu mobil (55,0 ppm). Dozele de aplicare a nămolului tehnologic vor fi de 5 și respectiv 10 t/ha.

Aplicarea nămolului tehnologic este de dorit să se facă în toamnă sub arătura de bază. Nămolul tehnologic se va folosi din gropile de depozitare ale fabricilor de zahăr sau de pe platformele unde este depozitat. Starea lui fizică este bună după scurgerea apei, fiind în formă de pastă semiuscată, ușor de aplicat pe câmp în vara următoare a campaniei de prelucrare a zahărului. Precizăm că în fiecare fabrică de zahăr rezultă anual cca 8-12 mii tone de nămol tehnologic în funcție de cantitatea de sfeclă procesată.

Formarea producției de sfeclă

Producția de sfeclă și respectiv de zahăr este în relație directă cu cantitatea de energie solară interceptată. Întrucât cultivatorul nu poate controla cantitatea de lumină solară căzută pe câmpul său, rolul lui este de a mări cantitatea de lumină interceptată printr-un foliaj mare și sănătos. Este deosebit de important de a asigura folosirea a cât mai mult posibil din lumina solară a zilelor lungi din mai și iunie. Aceasta se realizează cel mai bine prin încheierea semănatului la începutul lunii aprilie și luarea de măsuri pentru asigurarea răsăritului timpuriu, pentru

realizarea unor plante viguroase și uniform distribuite, încât cultura să nu aibă goluri prin care să se irosească energia solară. Importanța interceptării luminii solare din luna mai și în mod deosebit din iunie are un rol bine cunoscut asupra formării producției de sfeclă. Acest lucru se constată mai ales în anii cu vreme întunecată și cerul acoperit pentru intervale mari din perioada mai-iunie. Căldura de la sfârșitul lunii mai și începutul lui iunie a determinat întodeauna o creștere rapidă a frunzelor de sfeclă. Pentru conversia luminii solare în zahăr plantele trebuie să absoarbă dioxid de carbon (CO₂) prin porii frunzelor. Acești pori permit apoi evaporarea apei prin transpirație. Dacă planta pierde mai multă apă decât pot absorbi rădăcinile din sol, atunci ele se veștejesc, opresc absorbția de CO₂ și deci opresc creșterea. Dacă aceste condiții persistă, frunzele mor și lumina solară este irosită. În cazul în care există exces de umiditate în sol se produce o recoltă mare, mai ales prin creșterea cantității de masă foliară și a luminii solare interceptată în timpul perioadei de vegetație. O suprafață foliară prea mare poate duce la un maxim de producție, care uneori este contraproductivă, realizându-se supraproducții de frunze care adesea se obțin prin aportul îngrășămintelor cu azot în exces. Aceste fenomene schimbă de obicei direcția energiei plantei de la acumularea zahărului extractibil în rădăcină. Producția de sfeclă se poate reduce sensibil dacă frunzișul este bolnav (datorită virozelor sau atacului de cercosporă). În concluzie, pentru a realiza o producție profitabilă de sfeclă, frunzele trebuie să intercepteze cât mai multă lumină solară pe toată perioada de vegetație, fapt pentru care ele trebuie să se mențină în verde până la recoltare, prin tratamente contra bolilor foliare.

Producția de sfeclă.

Din analiza rezultatelor prezentate în tabelul 3 se constată că îngrășămintele aplicate au fost bine valorificate de cultura sfecele de zahăr, producțiile de rădăcini situându-se în limitele 46,4 t/ha la varianta martor și 53,2 t/ha la varianta V6. Prin aplicarea a 20 t/ha gunoi de grajd și 5 t/ha nămol tehnologic (V18) s-a obținut o producție de 49,6 t/ha rădăcini, practic egală cu cea realizată în varianta în care s-au aplicat 20 t/ha gunoi + 400 Kg/ha complexe N15 P15 K15 (V3). Prin adaosul de 100 Kg/ha sare potasică la 20 t/ha gunoi de grajd producția de rădăcini a crescut cu 5,1 t/ha. (V8)

Producțiile de sfeclă (t/ha) Media 2004-2005

Tabelul 3

Nr.crt			Diferența		Semn
			t/ha	%	
1	Nefertilizat	39,2	-7,2	84,5	ooo
2	20 t/ha gunoi de grajd.	46,4	0,0	100,0	
3	20 t/ha gunoi de grajd + 400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	49,4	3,0	106,5	
4	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	48,0	1,6	103,4	
5	30 t/ha gunoi de grajd	50,9	4,5	109,7	*
6	30 t/ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	53,2	6,8	114,7	**
7	20 t/ha gunoi de grajd+ 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	50,7	4,3	109,3	*
8	20 t/ha gunoi de grajd+ 100 Kg/ha sare potasică	51,5	5,1	111,0	*
9	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	50,0	3,6	107,8	
10	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	51,9	5,5	111,9	**
11	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	48,8	2,4	105,2	
12	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	48,9	2,5	105,4	
13	800 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	51,0	4,6	109,9	*
14	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	48,5	2,1	104,5	
15	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	49,5	3,1	106,7	
16	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	47,4	1,0	102,2	
17	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	47,3	0,9	101,9	
18	20 t/ha gunoi de grajd + 5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	49,6	3,2	106,9	

DL 5% =3,8

DL 1% =5,2

DL 0,1% =7,2

Aplicarea nămolului tehnologic rezultat în fabricile de zahăr la operațiunile de filtrare și defecare, are un efect fertilizant foarte bun la cultura sfecelei. În varianta în care s-au aplicat 5 t/ha nămolul tehnologic + 100 Kg/ha sare potasică (V9) s-a realizat o producție de 50,0 t/ha. Prin aplicarea a 10 t/ha nămolul tehnologic fără 100 Kg/ha sare potasică producția de sfeclă a scăzut la 49,5 t/ha (V15), deci rolul potasiului este foarte semnificativ. Prin mărirea dozei de gunoi de grajd de la 20 t/ha la 30 t/ha producția de sfeclă a crescut de la 46,4 t/ha la 50,9 t/ha, un spor de 4,5 t/ha.. Dublarea dozei de îngrășămintă complexe de la 400 Kg/ha la 800 Kg/ha aduce un spor de 3,0 t/ha, ceea ce este neeconomic

Calitatea tehnologică a sfecele de zahăr

Sfecla de zahăr este singura materie primă din care se produce zahărul la noi în țară. Fiind o cultură tehnică ea trebuie să îndeplinească anumite condiții pentru industrializare. Noțiunea de calitate tehnologică se definește prin pretabilitatea rădăcinilor sfecele la extractibilitatea zahărului. Calitatea tehnologică include suma caracteristicilor de calitate a unei mase de rădăcini prin care aceasta este apreciată de către personalul de specialitate al unei fabrici de zahăr. Calitatea tehnologică reprezintă totalitatea însușirilor fizico-mecanice, biologice, morfologice, fizico-chimice și biochimice ale unei mase de rădăcini, care pot da informații asupra modului în care trebuie condus procesul tehnologic de extracție al zahărului pentru ca randamentul să fie maxim în condițiile unui consum minim de energie. Calitatea tehnologică este în funcție directă cu modul în care s-a dezvoltat cultura de sfeclă în intervalul semănat recoltat și mai ales dacă, tehnologic-agricol, producția de rădăcini s-a format în condiții optime, din punctul de vedere al calității de industrializare. În general orice intervenție sau neintervenție în sistemul tehnologic minimal, va afecta calitatea tehnologică, cel puțin la nivelul uneia din caracteristicile care o definesc. Calitatea tehnologică este în funcție directă cu condițiile agro-ecologice în care s-a obținut producția de rădăcini, ea fiind maximă pentru o anumită zonă, dacă resursele naturale (temperaturi, lumină, umiditatea atmosferică) se apropie de necesarul biologic al plantei și mai ales dacă sunt asigurate conform necesarului cerut de fenofazele de creștere și dezvoltare. Intervenția antropică poate ameliora calitatea tehnologică, însă nu poate substitui în totalitate necesarul de cerințe al plantei față de factorii naturali.

Principalele componente chimice ale rădăcinilor sfecei de zahăr sunt: conținutul de zaharoză (digestia); conținutul de sodiu (Na); conținutul de potasiu (K); conținutul de azot vătămător (N din amide și aminoacizi). Aceste determinări se execută pe o probă medie, recoltată din câmp pe o parcelă repetiție, din care se prelevează pastă care merge la un laborator pentru analize.

Conținutul de zaharoză (digestia)

Digestia, denumită impropriu, reprezintă conținutul de zaharoză polarizabil, și se determină dintr-o masă de rădăcini de sfeclă, curățate de impurități, corect decoletate. Valoarea digestiei poate fi influențată de condițiile de cultură, de modul de recoltare al sfecei, de depozitare și starea fitosanitară a recoltei.

Digestia se determină în condiții precise și reprezintă acea cantitate de zaharoză care se poate extrage din celulele de depozit ale sfecei prin difuzie cu apă caldă (70°C). În procesul de difuzie pe lângă zaharoză care este dextrogină se pot extrage și zaharuri care sunt levogire (fructoza și OZE), cu molecula mai mare (trioze, tetroze, pentoze), care pot fi levo-dextrogire. Din aceste motive, digestia nu este un indicator foarte exact al conținutului de zahăr din celula de depozit, valoarea polarizației determinate fiind în realitate suma influențelor optice levo-dextrogire ale tuturor compușilor optici activi extrași concomitent cu zahărul. Cum ponderea zaharozei în extractul apos care se utilizează pentru determinarea digestiei, este asigurată prin metodologia de determinare, se poate considera că pentru analizele de rutină, valoarea determinată polarimetric reprezintă cantitatea de zaharoză care se află în rădăcină.

Digestia se exprimă în procente la unitatea de greutate sau în °S (grade sucroză). Digestia reprezintă o importanță deosebită pentru cultivatori, ea fiind criteriul de bază care asigură recepția și plata sfecei după cantitate și calitate. Digestia de 16% este baremul luat ca referință în prezent în toate fabricile de zahăr din U.E. Sfecla cu peste 16% se bonifică, iar sfecla cu sub 16% se penalizează. Având în vedere importanța acestui indicator, ea a fost determinată și în experimentările prezentului proiect pentru a cunoaște aportul fiecărei soluții de fertilizare luate în studiu. Rezultatele prezentate în tabelul 4 scot în evidență conținuturi de zaharoză foarte bune înregistrate în cercetările de câmp, acestea fiind situate în limitele 16,8% (V2)

și 17,3% (V6 și V10).

Este de reținut și faptul că toate variantele au înregistrat digestii bune, ceea ce demonstrează că s-au luat în studiu soluții echilibrate de fertilizare care au avut scopul îmbunătățirii calității tehnologice a sfeclii de zahăr.

Conținutul de zaharoză (° S) Media 2004-2005

Tabelul 4

Nr.crt			Diferența		Semn
			S	%	
1	Nefertilizat	16,5	-0,3	98,2	
2	20 t/ha gunoi de grajd.	16,8	0,0	100,0	
3	20 t/ha gunoi de grajd + 400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	17,1	0,3	101,8	
4	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	17,1	0,3	101,8	
5	30 t/ha gunoi de grajd	17,2	0,4	102,4	*
6	30 t/ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	17,3	0,5	103,0	*
7	20 t/ha gunoi de grajd + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	17,1	0,3	101,8	
8	20 t/ha gunoi de grajd + 100 Kg/ha sare potasică	17,0	0,2	101,2	
9	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	17,1	0,3	101,8	
10	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	17,3	0,5	103,0	*
11	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	16,8	0,0	100,0	
12	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	17,1	0,3	101,8	
13	800 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	17,0	0,2	101,2	
14	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	16,9	0,1	100,6	-
15	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	16,8	0,0	100,0	
16	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	16,8	0,0	100,0	
17	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	16,8	0,0	100,0	
18	20 t/ha gunoi de grajd + 5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	17,1	0,3	101,8	

DL 5% =0,4

DL 1% =0,6

DL 0,1% =0,8

Conținutul de azot vătămător (NBL)

Azotul vătămător trebuie să fie în mod normal de maxim 40 mg/100g. El este format în principal din aminoacizi liberi și betaină. Betaina este o substanță organică cu reacție bazică, prezentă în sfeclă în proporție cu 0,3%.

Conținutul de azot vătămător (NBL mg/100g)

Media 2004-2005

Tabelul 5

Nr.crt			Diferența		Semn
			mg/100 g	%	
1	Nefertilizat	25,2	-0,7	97,3	
2	20 t/ha gunoi de grajd.	25,9	0,0	100,0	
3	20 t/ha gunoi de grajd + 400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	28,0	2,1	108,1	
4	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	25,4	-0,5	98,1	
5	30 t/ha gunoi de grajd	29,5	3,6	113,9	*
6	30 t/ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	29,4	3,5	113,5	*
7	20 t/ha gunoi de grajd+ 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	26,5	0,6	102,3	
8	20 t/ha gunoi de grajd+ 100 Kg/ha sare potasică	27,0	1,1	104,2	
9	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	26,7	0,8	103,1	
10	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	27,0	1,1	104,2	
11	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	27,2	1,3	105,0	
12	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	25,2	-0,7	97,3	
13	800 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	26,5	0,6	102,3	
14	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	26,2	0,3	101,2	
15	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	24,7	-1,2	95,4	
16	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	25,8	-0,1	99,6	
17	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	25,2	-0,7	97,3	
18	20 t/ha gunoi de grajd + 5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	26,2	0,3	101,2	

DL 5% = 2,9

DL 1% = 4,0

DL 0,1% = 5,4

Betaina este în general rezistentă la toate acțiunile fizico-chimice și enzimatică care au loc în procesul tehnologic de extracție a zaharozei, regăsindu-se în totalitate în melasă. Rezultatele conținutului de azot vătămător ale cercetărilor luate în studiu sunt prezentate în tabelul 5.

Din analiza acestor rezultate se constată că valorile mai mici pentru azotul vătămător sunt cuprinse în limitele 24,7 (V15) și 29,5 (V5) mg/100g.. Explicația se poate găsi în faptul că precipitațiile au fost foarte scăzute în lunile mai și iunie 2004 comparativ cu MMA a perioadei, fenomen ce a determinat o valorificare mai redusă a îngrășămintelor cu azot. Din rezultatele prezentate se constată și valori mai ridicate ale azotului vătămător în variantele V5 (29,5 mg/100g), V6 (29,4 mg/100g) și V3 (28,0 mg/100 g), care sunt însă sub limita maximă normală de acumulare. Se poate afirma totuși că soluțiile de fertilizare studiate nu au înrăutățit calitatea sfeclii de zahăr în ceea ce privește azotul vătămător. O tendință de creștere a conținutului de azot vătămător s-a semnalat totuși în cazul fertilizării sfeclii cu 30 t/ha gunoi de grajd, (V5, V6) plusul fiind de 3,5-3,6 mg /100g. comparativ cu V2 (Mt)

Producția de zahăr

Zahărul alb, reprezintă zahărul extras din rădăcinile de sfeclă ca urmare a parcurgerii fluxului tehnologic de extracție, purificare, concentrare, fierbere, cristalizare și centrifugare. Termenul definește totodată și cantitatea de zahăr care s-ar putea extrage dintr-o masă de rădăcini de sfeclă de zahăr cu o calitate tehnologică bine definită. Zahărul alb s-a stabilit prin calcul pe baza următoarei formule:

$$Z.A. = 0,964 \text{ Dig} - (0,083 K) - 0,0114 \text{ NA} - 0,004 \text{ NBL} - 0,435$$

Rezultatele privind producția de zahăr se prezintă în tabelul 6.

Analiza acestor date scot în evidență aceleași variante performante care s-au evidențiat și în cazul zahărului biologic (V6 și V8 cu câte 9,2 t/ha zahăr și 8,8 t/ha zahăr) Se pot reține ca semnificative și variantele: V10 în care s-au aplicat 10 t/ha nămol tehnologic + 100 Kg/ha sare potasică cu 9,0 t/ha zahăr și respectiv varianta V9 în care s-au aplicat 5 t/ha nămol tehnologic+ 100 Kg/ha sare potasică în care s-au obținut 8,6 t/ha zahăr. Subliniem încă odată **valoarea nămolului tehnologic ca fertilizant** și rolul potasiului în nutriție pentru puritatea sucului și procentul ridicat de extractibilitate al zahărului.

Îngrășămintele chimice au determinat cantități mai mici de zahăr la ha (V16 -8,0 t/ha) și (V4 - 8,4 t/ha) sau chiar (V13 cu 8,7 t/ha).. Rezultate semnificative s-au obținut și în cazul variantei V12 (8,4 t/ha zahăr).

Producțiile de zahăr (t/ha) Media 2004-2005

Tabelul 6

Nr.crt			Diferența		Semn
			t/ha	%	
1	Nefertilizat	6,5	-1,3	83,3	ooo
2	20 t/ha gunoi de grajd.	7,8	0,0	100,0	
3	20 t/ha gunoi de grajd + 400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	8,5	0,7	109,0	*
4	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	8,4	0,6	107,7	*
5	30 t/ha gunoi de grajd	8,7	0,9	111,5	**
6	30 t/ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	9,2	1,4	117,9	***
7	20 t/ha gunoi de grajd+ 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	8,7	0,9	111,5	**
8	20 t/ha gunoi de grajd+ 100 Kg/ha sare potasică	8,8	1,0	112,8	**
9	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	8,6	0,8	110,3	*
10	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 100 Kg/ha sare potasică.	9,0	1,2	115,4	***
11	5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	8,3	0,5	106,4	
12	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z. + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	8,4	0,6	107,7	*
13	800 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	8,7	0,9	111,5	**
14	400 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	8,2	0,4	105,1	
15	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	8,3	0,5	106,4	
16	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	8,0	0,2	102,6	
17	200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + 2 tratamente foliare (Nitrophoska)	8,0	0,2	102,6	
18	20 t/ha gunoi de grajd + 5 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.	8,3	0,5	106,4	

DL 5% =0,6

DL 1% =0,9

DL 0,1% =1,2

Eficiența economică a fertilizării sfeclăi de zahăr.

Soluțiile de fertilizare luate în studiu presupun imputuri care sunt cuprinse în limitele 100 până la 960 lei/ha.

Aceste costuri obligă pe cultivatorul de sfeclă lipsit în general de bani, să analizeze cu foarte mult discernământ care soluție să o adopte din punct de vedere valoric și practic. Analiza economică a profitabilității soluțiilor studiate ne dă răspunsurile cele mai viabile care să realizeze sporuri de producție asigurate statistic. În tabelul 7 se prezintă calculul de eficiență economică al celor 18 variante.

Eficiența economică a fertilizării sfeclăi de zahăr 2004-2005

Tabelul 7

Variante	Prod. sfeclă t/ha	Val. prod. Lei/ha	Costul îngrășăm. Lei/ha	Costul aplic.îngr. Lei/ha	Total costuri fert. Lei/ha	Val. prod.minus cost.fert. Lei/ha
V ₂ (Mt)	46,4	5.765,2	500,0	22,5	522,5	5.242,7
V ₃	49,4	6.137,9	920,2	32,7	952,9	5.185,0
V ₄	48,0	5.964,0	420,2	10,2	430,4	5.533,6
V ₅	50,9	6.324,3	750,0	26,2	776,2	5.548,1
V ₆	53,2	6.610,1	960,0	36,4	996,4	5.613,7
V ₇	50,7	6.299,5	530,0	48,9	578,9	5.720,5
V ₈	51,5	6.398,8	582,0	32,7	614,7	5.784,1
V ₉	50,0	6.212,5	132,0	62,6	194,6	6.017,9
V ₁₀	51,9	6.448,6	182,0	115,0	297,0	6.151,5
V ₁₁	48,8	6.063,4	260,0	62,6	322,6	5.740,8
V ₁₂	48,9	6.075,8	130,0	131,2	261,2	5.814,6
V ₁₃	51,0	6.336,8	840,4	10,2	850,6	5.486,1
V ₁₄	48,5	6.026,1	450,2	36,6	486,8	5.539,3
V ₁₅	49,5	6.150,4	100,0	104,8	204,8	5.945,5
V ₁₆	47,4	5.889,5	210,0	10,2	220,2	5.669,2
V ₁₇	47,3	5.877,0	240,0	36,6	276,6	5.600,4
V ₁₈	49,6	6.162,8	550,0	74,9	624,9	5.537,9

1 t sfeclă = 124,25 lei

Costul îngrășămintelor:

Complex N15P15K15	=	1,05	lei / Kg
Sare potasică	=	0,82	lei / Kg
Îngrășămintă foliare	=	15,0	lei / lt
Gunoii de grajd	=	25,0	lei / t
Nămol tehnologic	=	10,0	lei / t

Rezultatele prezentate ne scot în evidență varianta 8 (20 t/ha gunoi de grajd + 100 Kg/ha sare potasică) în care s-a obținut un venit de 5.784,1 lei/ha sau c/v a 5,1 t/ha , spor asigurat statistic semnificativ. În varianta 9 s-a calculat un venit de 6.037,9 lei/ha, acesta reprezentând c/v a 3,6 t/ha rădăcini sfeclă, spor neasigurat statistic. În această variantă s-au aplicat 5t nămol tehnologic + 100Kg/ha sare potasică. În varianta 10 venitul calculat este de 6.151,5 lei/ha ceea ce reprezintă c/v a 5,5 t/ha sfeclă, sporul fiind și în acest caz distinct semnificativ. Putem afirma că cele 5 t/ha nămol tehnologic adăugate în această variantă (comparativ cu V9) , au determinat profit. Un venit de 5.720,5 lei/ha s-a calculat și pentru varianta 7 (20 t/ha gunoi de grajd + 2 tratamente foliare) sporul fiind în acest caz c/v a 4,3 t/ha asigurat statistic. Rezultatele sunt bune și în V12 (10 t/ha nămol tehnologic + 2 tratamente foliare) în care venitul este de 5.814,6 lei/ha, respectiv c/v a 2,5 t/ha sfeclă.

Optimizarea fertilizării sfecele de zahăr

Din cele 18 variante luate în studiu, am apreciat pe bază de calcule și analiză de eficiență economică șapte soluții posibile de fertilizare pentru cultura sfecele comparativ cu varianta martor – 20 t/ha gunoi de grajd (Tabelul 8).

1. Aplicarea în toamnă sub arătura de bază a 30 t/ha de gunoi de grajd caz în care profitul a fost calculat la 305,4 lei/ha sau c/v la 2,5 t/ha rădăcini sfeclă.
2. Aplicarea în toamnă sub arătura de bază a 30 t/ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha îngrășămintă chimice complexe N15P15K15,caz în care profitul realizat s-a estimat la 371 lei/ha sau c/v a 3,0 t/ha rădăcini de sfeclă.
3. Aplicarea în toamnă sub arătura de bază a 20 t/ha de gunoi de grajd și stropirea în perioada de vegetație cu îngrășămintă foliare de 2 ori la interval de 15 zile, caz în care profitul calculat

- a fost de 477,8 lei/ha sau c/v a 3,8 t/ha rădăcini sfeclă, un spor de producție semnificativ asigurat statistic.
4. Aplicarea în toamnă a 20 t/ha gunoi de grajd plus 100 Kg/ha sare potasică, situație în care s-a calculat un profit de 541,4 lei/ha sau c/v a 4,4 t/ha sfeclă, un spor de producție asigurat statistic semnificativ.
 5. Aplicarea în toamnă a 10 t/ha nămol tehnologic de la fabricile de zahăr + 100 Kg sare potasică, situație în care s-a estimat un profit de 908,8 lei/ha sau c/v a 7,3 t/ha, un spor de producție asigurat statistic foarte semnificativ.

Optimizarea soluțiilor de fertilizare a sfecei de zahăr 2004-2005

Tabelul 8

Nr. crt.	Variantele	Prod. de sfeclă.		Profit sau pierderi	
		t/ha	Dif.t/ha	lei/ha	c/v tone sfeclă/ha
2	20 t/ha gunoi de grajd.(Martor)	46,4	-	-	-
5	30 t / ha gunoi de grajd	50,9	4,5	305,4	2,5
6	30 t / ha gunoi de grajd + 200 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	53,2	6,8	371,0	3,0
7	20 t / ha gunoi de grajd + 2 tratam. foliare	50,7	4,3	477,8	3,8*
8	20 t/ha gunoi de grajd +100 Kg/ha sare potasică	51,5	5,1	541,4	4,4*
10	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z.+ 100Kg /ha sare potasică.	51,9	5,5	908,8	7,3***
13	800 Kg/ha complexe N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ .	51,0	4,6	242,3	1,9
15	10 t/ha Nămol tehnologic de la F.Z	49,5	3,1	702,8	5,6**

DL 5% = 3,8 t/ha

DL 1% = 5,2 t/ha

DL 0,1% = 7,2 t/ha

6. Aplicarea în toamnă a 800 Kg/ha îngrășăminte chimice complexe de tipul N15P15K15, caz în care s-a estimat un profit de 242,3 lei/ha sau c/v a 1,9 t/ha sfeclă, sporul de producție fiind neasigurat statistic comparativ cu martorul (V2).
7. Aplicarea în toamnă sub arătura de bază a cantității de 10 t/ha nămol tehnologic, caz în care s-a calculat un profit de 702,8 lei/ha sau c/v a 5,6 t/ha sfeclă, un spor de producție asigurat statistic distinct semnificativ comparativ cu varianta V2 (20 t/ha gunoi de grajd).

Considerăm că oricare din aceste variante (soluții) se pot recomanda pentru verificarea în loturi demonstrative și apoi generalizarea în fermele producătoare de sfeclă.

**INSTITUTUL DE CERCETARE-DEZVOLTARE
PENTRU CARTOF ȘI SFECLĂ DE ZAHĂR BRAȘOV**

Str. Fundăturii nr. 2 Brașov, cod 500470
Tel: 0268 - 476795, Fax: 0268 - 476608
E-mail: icpc@potato.ro