1.AGROCHIMIA ŞTIINŢĂ INTERDISCIPLINARĂ

1.1. Obiectul agrochimiei

Agrochimia este o ştiinţă interdisciplinară care se ocupă cu controlul şi diagnoza stării de fertilitate a solului şi a stării de nutriţie a plantelor, prin analiza chimică a solului şi a plantei. Are ca mijloace de intervenţie pentru menţinerea sau sporirea fertilităţii, îngrăşămintele şi amendamentele, a căror folosire trebuie să ducă la sporirea cantitativă şi calitativă a producţiei vegetale, la dirijarea proceselor fiziologice şi biochimice de formare a producţiei şi rezistenţei plantelor fără degradarea mediului înconjurător. Agrochimia tratează problemele nutriţiei plantelor într-un sistem integrat cu mediul ambiant incluzând sistemul sol, sistemul plantă, îngrăşămintele şi microorganismele. Agrochimia este ştiinţa care se ocupă cu studiul circuitului substanţelor nutritive în mediul de creştere şi de dezvoltare a plantelor agricole, în vederea stabilirii măsurilor de sporire a producţiei şi de îmbunătăţire a calităţii produselor. Agrochimia studiază: Dinamica elementelor nutritive în mediul de creştere şi dezvoltare a plantelor; Bazele agrochimice în raport cu rolul elementelor nutritive şi cu cerinţelele plantelor în legătură cu aplicarea îngrăşămintelor; Proprietăţile solului în legătură cu aplicarea îngrăşămintelor, legile acţiunii reciproce dintre plante, sol, microorganisme şi îngrăşăminte. Principalele însuşiri agrochimice ale solului: reacţia solului în funcţie de pH, fenomenele de oxido-reducere care au loc în sol, capacitatea de tamponare a solului, importanţa adsorbţiei ionice, tipurile de reţinere a elementelor nutritive în sol; Biodinamica elementelor nutritive în sol; Corectarea compoziţiei ionice a solului, ameliorarea solurilor acide şi alcaline, indicatori agrochimici de apreciere a necesităţii de amendare, calculul dozelor de amendamente, efectul amendării asupra proprietăţilor solului; Principalele produse utilizate ca îngrăşăminte chimice şi organice – mijloace de sporire a producţiei; Controlul stării de fertilitate prin metode agrochimice de analiză de plantă şi sol; Principiile raţionale ale calculării dozelor de îngrăşăminte şi sistemul de fertilizare; Pesticidele utilizate în agricultură; Efectul chimizării asupra mediului înconjurător, identificarea posibilelor surse şi cauze ale poluării mediului.

1.2. Legile generale ale sporirii sau menţinerii stării de fertilitate Cercetările întreprinse în experienţe au permis verificarea şi fundamentarea unor observaţii, ipoteze şi teorii, acumularea datelor din experienţe de lungă durată a permis stabilirea unor relaţii de intercondiţionarea a factorilor de vegetaţie care influenţează creşterea plantelor. Determinarea regularităţilor au permis formularea unor principii şi legi ale fertilităţii.

1.Legea egalei importanţe a factorilor de vegetaţie este intuită în lucrările lui Ion Ionescu de la Brad (1818-1891), dar şi de cercetătorul rus Wiliams (1863-1939), care a avut contribuţii notabile în ştiinţele solului. Această lege este fomulată în 1940 de către Prianişnikov astfel: toţi factorii de vegetaţie sunt la fel de necesari şi prin aceasta, importanţi în egală măsură, indiferent de 9 raportul cantitativ cu care fiecare intervine în procesul de creştere şi dezvoltare a plantelor, iar neglijarea unuia dintre ei poate să aibă consecinţe negative asupra creşterii şi dezvoltării plantelor, precum şi a recoltelor finale (D.Davidescu, 1992). Aprovizionarea cu elemente nutritive este o cerinţă satisfăcută cu mai multă uşurinţă comparativ cu alt factor de vegetaţie, dar asta nu înseamna că o nutriţie corespunzătoare poate fi suficienţă pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor. În egală măsură trebuiesc asiguraţi şi ceilalţi factori precum lumină, apă, căldură etc.

2. Legea nesubstituirii factorilor de vegetaţie Este formulată astfel: nici unul din factorii de viaţă ai plantelor nu poate fi înlocuit printr-un alt factor. Acesta formularea releva rolul specific al fiecărul element nutritiv în metabolismul plantei. Rol care nu poate fi substituit aşa cum spune formularea legii dată în 1940 de către Prianişnikov insuficienţa unuia din factorii de vegetaţie nu poate fi compensată prin aplicarea în exces a altora.

3.Legea interdependenţei şi condiţionării reciproce a factorilor de vegetaţie Enunţată astfel: toţi factorii de vegetaţie sunt în interdependenţă unul cu altul şi condiţionare reciprocă. Intervenţiile unilaterale asupra unui factor poate să aibă consecinţe nefavorabile asupra creşterii şi dezvoltării plantelor şi recoltei finale prin intercondiţionarea cu ceilalţi factori de vegetaţie. (D.Davidescu, 1992). Un exemplu poate fi efectul pozitiv asupra mobilităţii ionului fosfat prin aplicarea îngrăşămintelor cu fosfor pe un sol bogat în materie organică comparativ cu efectul mai puţin favorabil privind mobilitatea fosfatului pe un sol sărac în materie organică.

4. Legea completării ( restituirii ) elementelor nutritive uşor accesibile luate cu recolta Legea o fost enunţată de Boussingault (1802-1887) ca lege a restituirii elementelor nutritive luate cu recolta, în special pentru restabilirea echilibrului nutriţiei cu azot. Elementele nutritive, în forma lor accesibila plantelor, extrase odată cu recolta necesită completarea prin aplicarea de îngrăşăminte. În cazul completării trebuie avute în vedere: • elementele uşor accesibile care se ridică odată cu recolta; • cele care se pierd prin levigare (nitraţi); • cele care trec în forme greu asimilabile (fosfor, bor), ca urmare a modificării unor însuşiri fizico-chimice (pH, capacitate tampon, etc.). Legea, de fapt, enunţă necesitatea menţinerii unei anumite stări de fertilitate, a unui anumit raport între ionii din soluţie corespunzător potenţialului genetic al soiurilor cultivate. Prin aplicarea îngrăşămintelor trebuie să se restituie în forme uşor accesibile elementele nutritive, atât cele ridicate odată cu recolta, cât şi cele care s-au imobilizat sau au fost levigate. (Davidescu V,2000) .

5. Legea minimului şi a maximului Există minim atunci când definim maximul, şi invers. A fost formulată ca două legi separate, legea minimului, enunţată de către von Liebig, în 1840, regăsită pentru prima oară în lucrările lui Sprengel şi a maximului enunţată de către Wolny .

5a). Legea minimului formulată de Hellriegel (1831-1895) arată că " dacă unul din factorii de vegetaţie (apă, hrană, lumină, temperatură) lipseşte, atunci recolta este egală cu zero ". Conţinutul unui element aflat insuficient în mediu de nutriţie determină mărimea recoltei, chiar dacă se măresc dozele de îngrăşăminte din celelalte elemente nutritive recolta se poate plafona. Reprezentarea grafica a legii minimului formulată de Liebig Fig.1 Legea minimului a lui von Liebig în reprezentarea lui Freiherr von Dobeneck, 1903, cada recoltei cu doage inegale are o capacitate pentru apă limitată de doaga cea mai scurtă (după Loveland Products - INC, 2008) Mărimea recoltei este determinată de factorul care se găseşte în cea mai mică cantitate faţă de nevoile plantelor.

5b). Legea maximului formulată de E. Wollny este enunţată atfel: " dacă una din condiţiile de viaţă (apă, lumină, căldură, hrană) există în mod natural în cantitate maximă, atunci recolta este zero". Atunci când unul din factorii de vegetaţie se află în maxim efectul este la fel de nefavorabil ca şi atunci când se găseşte în cantitate minimă, atât excesul cât şi carenţa unui element afectează nutriţia, dar şi asimilarea corespunzătoare a celorlalte elemente nutritive. Între legea minimului şi legea maximului există o strânsă corelaţie, întrucât atunci când unul dintre elemente se află în maxim implicit altele rămân în minim.

6. Legea echilibrului nutritiv sau legea optimului formulată de G. Liebscher, în 1885, astfel: pe solurile cu textură mijlocie plantele utilizează factorul de vegetaţie aflat în minim cu atât mai mult cu cât ceilalţi factori sunt mai apropiaţi nivelului optim (după Rusu ş.a., 2005). Raportul optim între elementele nutritive asigură o recoltă mai mare chiar dacă unul din factorii de vegetaţie se afla în minim. Dezechilibrele produse de concentraţii neechilibrate între elementele nutritive pot provoca tulburări în metabolismul plantei manifestate prin scăderea recoltei, sensibilizarea la atacurile agenţilor patogeni.

7. Legea echilibrului dintre diferite organe ale plantelor este formulată astfel: între diferitele organe ale unei plante trebuie să existe raporturi ponderale bine determinate, pentru a obţine o recoltă maximă din punct de vedere cantitativ şi calitativ, corespunzător cu potenţialul genetic de producţie (Davidescu ş.a., 1992). 11 Valoarea tehnico-economică a recoltei este dată de diferite părţi sau organe ale plantei la care se adaugă şi aspectul calitativ care priveşte conţinutul în proteine, hidraţi de carbon, lipide, vitamine, săruri minerale etc. Între partea aeriană şi sistemul radicular trebuie să existe un anumit raport pentru a realiza producţia maximă. Raportul trebuie să fie în favoarea sistemului radicular sau a părţilor vegetative aeriene în funcţie de consecinţele directe asupra calităţii şi cantităţii părţii comercializabile. Acest echilibru se poate stabili pe mai multe căi şi se referă la cantităţile şi raportul dintre îngrăşămintele folosite (N, P, K).

8. Legea fertilităţii crescânde a solului O seamă de cercetări (Wiliams, 1938, Prianişnicov, 1948, şi alţii) au demonstrat că în cazul aplicării raţionale a îngrăşămintelor, atunci când toţi factorii de vegetaţie sunt în optim, recolta poate creşte relativ continuu, fără ca solul să sufere. Utilizarea unei tehnologii superioare, dar şi a unui potenţial genetic superior al plantei duce la creşterea relativ continua a recoltei prin amplificarea coeficientului de bioconversie energetică a îngrăşămintelor, prin sporirea dozelor. Această lege vine în contradicţie cu legea fertilităţii descrescânde a solului, conform căreia fiecare intervenţie succesivă şi echivalentă (a doua doză de îngrăşământ) are totdeauna un efect mai mic decât intervenţia precedentă (prima doză) (Davidescu V, 2000).

9. Legea ierarhizării factorilor de vegetaţie limitativi ai producţiei şi prioritatea de intervenţie în caz de restricţie a unora din factorii de vegetaţie enunţată de David Davidescu şi Velicica Davidescu, în 1984, reprezintă un nou concept, o nouă lege în condiţiile unei agriculturi intensive, poate fi formulată astfel: "în caz de restricţii a unor factori de vegetaţie (apa, hrana, lumina, temperatura etc.) se crează o anumită ierarhizare a importanţei lor pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor, corespunzător evoluţiei filogenetice şi a condiţiilor mediului ambiant“ (D. Davidescu, 1984). Această lege a ierarhizării factorilor de vegetaţie nu se suprapune nici cu legea egalei importanţe a factorilor de vegetaţie şi nici cu cea a minimului, chimizarea fiind o componentă principală în agricultura intensivă, unde acţionează îndeosebi legea ierarhizării factorilor de vegetaţie. (David Davidescu ş.a., 1992

Primul factor restrictiv al producţiei în agricultura intensivă îl constituie apa, atunci când se face abstracţie de temperatură şi intensitatea luminoasă. În caz de deficit de apă, nici ceilalţi factori de vegetaţie, care pot fi în optim, nu acţionează. Al doilea factor restrictiv îl constitue substanţele nutritive, pe care planta le ia din sol sau din îngrăşămintele adăugate

. 9.Dacă planta are apă în cantitate îndestulătoare, dar nu are hrană suficientă, ea se adaptează în ceea ce priveşte producţia la restricţiile impuse de acest factor şi nu atinge potenţialul genetic de producţie. In al treilea rând, ca factor restrictiv al realizării de producţii ridicate urmează însuşirile fizice şi hidrofizice ale solului. Un sol cu însuşiri fizice nefavorabile (compact, nedrenat, neaerat) nu permite valorificarea apei şi a îngrăşămintelor, chiar dacă acestea se găsesc în cantităţi corespunzătoare. In al patrulea rând, se situează ca factor restrictiv al realizării producţiilor mari "capacitatea (potenţialul) productivă a soiului" sau a varietăţii hibride. In al cincilea rând se situează combaterea buruienilor şi dăunătorilor (Davidescu D., Velicica Davidescu, 1992).

10. Legea autoreglării biologice a culturilor agricole Cerinţele înscrise în codul genetic al plantei trebuiesc satisfăcute prin tehnologia de cultură, altfel, planta citeşte condiţiile vitrege şi se reprogramează la condiţiile minime numai pentru perpetuarea speciei. S-a formulat următoarea lege a autoreglării biologice: Când prin tehnologia de cultură unei comunităţi de plante nu i se asigură cerinţele faţă de factorii de mediu înscrise în codul genetic, privitoare la aprovizionarea cu apă, hrană, aer, bioxid de carbon, lumină, căldură, densitate, spaţiu de nutriţie, atunci această comunitate de plante, care prin sensorii biologici sesizează condiţiile ce le are la dispoziţie prin factorii naturali sau prin tehnologia de cultură aplicată, îşi autoreglează prin procese de conexiune în mod etapizat, creşterea, dezvoltarea, fotosinteza, transpiraţia, indicele foliar, recolta, la condiţiile existente astfel încât să-şi asigure perpetuarea speciei, chiar dacă face un singur bob.(Davidescu D. şi Velicica Davidescu , 1988).

11. Legea moderării acţiunilor Enunţată de către Le Chatelier, legea lui Van't Hoff, legea moderării acţiunilor spune că toate modificările în intensitate ale unui factor care condiţionează echilibrul unui sistem, favorizează o reacţie care se opune la această modificare. Cu alte cuvinte, toate acţiunile exercitate asupra unui sistem tind să producă o reacţie care se opune variaţiei produse de factorii în cauză, astfel încât acţiunea se manifestă din ce în ce mai moderat sau se anulează. Legea moderării acţiunilor întreprinse asupra factorilor de vegetaţie, se manifestă mai puternic în tehnologiile culturilor intensive.

12.Unitatea legilor ştiinţifice ale sporirii şi menţinerii fertilităţii solului Toate aceste principii, legi sau legităţi privind caracterizarea stării de fertilitate alcătuiesc un tot unitar. Recolta ridicată se obţine prin intervenţii simultane şi complexe asupra factorilor de vegetaţie, nu se poate interveni unilateral, iar problemele trebuie rezolvate în ansamblul lor prin intervenţii corespunzătoare. Rezumat Legile generale ale sporirii sau menţinerii stării de fertilitate

1.Legea egalei importanţe a factorilor de vegetaţie

2. Legea nesubstituirii factorilor de vegetaţie

3.Legea interdependenţei şi condiţionării reciproce a factorilor de vegetaţie

4. Legea completării (restituirii) elementelor nutritive uşor accesibile luate cu recolta

5. Legea minimului şi a maximului.

5a). Legea minimului

5b). Legea maximului

6. Legea echilibrului nutritiv sau legea optimului

7. Legea echilibrului dintre diferite organe ale plantelor

8. Legea fertilităţii crescânde a solului.

9. Legea ierarhizării factorilor de vegetaţie limitativi ai producţiei şi prioritatea de intervenţie în caz de restricţie a unora din factorii de vegetaţie

10. Legea autoreglării biologice a culturilor agricole

11. Legea moderării acţiunilor

12.Unitatea legilor ştiinţifice ale sporirii şi menţinerii fertilităţii solului.

14 2. BAZELE AGROCHIMICE ALE FERTILIZĂRII ÎN RAPORT CU CERINŢELE PLANTELOR

2.1. Asimilarea elementelor nutritive. Fotosinteza şi respiraţia 2.1.1.

Fotosinteza plantelor. Plantele superioare sunt organisme autotrofe care îşi produc singure substanţele necesare creşterii şi dezvoltării lor din compuşii minerali. Cel mai bine pot fi descrise procesele care au loc în plantă prin compararea acesteia cu un laborator în care are loc metabolizarea substanţelor absorbite. Planta este fabrica în care energia solară este folosită pentru transformarea CO2 din atmosferă, în prezenţa apei, în compuşi organici (substanţă uscată). Principalul obiectiv al cultivatorului este cum să managerieze acesta fabrică pentru a maximiza producţia cantitativ şi calitativ. Planta transformă energia luminoasă în biomasă prin procesul de fotosinteză. Planta are nevoie de lumină suficientă, temperatură optimă, apă, CO2, oxigen şi substanţe minerale. Deci planta consumă: Energie luminoasă Energie calorică Apă Elemente nutritive Factorii de vegetaţie se pot restrânge în două grupe: factori climatici şi factori de nutriţie. Factorii climatici asigură asimilarea elementelor nutritive sub influenţa energiei luminoase, plantele realizează cel mai important proces din lumea vie - FOTOSINTEZA. Acesta este un proces de conversie a energiei luminoase în energie chimică, înmagazinată în moleculele produşilor sintetizaţi. Fotosinteza este procesul de fixare a dioxidului de carbon din atmosferă de către plantele verzi (cu clorofilă), în prezenţa radiaţiilor solare, cu eliminare de oxigen şi formare de compuşi organici (glucide, lipide, proteine) foarte variaţi. Ecuaţia generală a acestui proces este: 6 CO2 + 12 H20 ——lumină—————> C6H12O2 (glucoză) + 6O2 Fotosinteza are mai multe etape: faza luminoasă şi faza obscură (de întuneric), fotosinteza fiind un sistem oxido-reducător. Fotosinteza este un proces complex în cadrul căruia putem distinge două tipuri de reacţii: a) “reacţii de lumina” care sunt direct dependente de lumină şi asigură procesul fotochimic prin care energia luminoasă este convertită într-un compus bogat în energie (ATP) şi un reducător primar (NADPH2); b) “reacţii de întuneric”, corespunzătoare fazei biochimice (metabolice) în cadrul căreia au loc reducere CO2 până la nivelul hidraţilor de carbon. Procesul fotochimic nu este posibil decât prin intervenţia pigmenţilor asimilatori. Deci esenţa fotosintezei constă în transformarea unei forme de energie într-o altă formă de energie, formă ce poate fi utilizată deopotrivă de către organismele fotosintetizatoare şi de către celelalte vieţuitoare existente. În sistemul redox H2O prin fotoliză este descompusă cu ajutorul energiei solare. Sistemul redox care are loc este următorul: 1. donor de H+ 15 H2O lumina H + + e - + [OH- ] 2[OH- ] H2O + 1/2 O2 2. acceptor de H+ CO2 + 2H+ - e - (HCOH) + H2O Plantele în procesul de asimilare a substanţelor şi transformare în diferiţi compuşi organici au nevoie de aflux permanent de energie, comportându-se din acest punct de vedere ca nişte acumulatori care asimilează şi transformă energia luminoasă în produşi de sinteză, deci în energie chimică. Energie luminoasă produşi de sinteză energie chimică Clorofila b captează energia solară transferã clorofilei a2, cu rol de rezervor de energie. Energia se acumulează în organism în sisteme speciale care o pot apoi transforma prin reacţii de oxido-reducere. Transferul de energie şi elementele nutritive. Orice sinteză se face cu consum de energie. Energia necesară proceselor metabolice ale organismelor vegetale vii se obţine în principal din două surse:

1. din compuşii fosforului bogaţi în energie (ATP, NADPH), care prin hidroliză enzimatică controlată eliberează între 7000-13000 de calorii pe moleculă. Transferul se face în timpul transfosforilării. În aceste reacţii P joacă un rol important prin participarea în reacţiile de fosforilare, formând compuşi, precum gluco-fosfaţii, ATP (adenozintrifosfat), ADP (adenozindifosfat). CHO (CHOH)4 CH2OH + H3PO4 CHO (CHOH)4 CH2 O P O OH OH + H2O. Numeroase elemente nutritive (Fe, Cu, Mn, Mg) participă la procesele de biosinteză, unele sub forma de cofactor în alcătuirea unor enzime (K, Na, Ca, Cl, P), iar altele participă la realizarea stării de echilibru din celulă, necesară în desfăşurarea normală a proceselor metabolice (K, Ca, Cl) sau la transportul şi depunerea substanţelor de rezervă (K, P). (după Davidescu, 1992).
2. Influenţa factorilor externi asupra fotosintezei

a) Influenţa luminii Lumina poate influenţa fotosinteza prin intensitatea, calitatea şi durata ei. Fotosinteza nu este însă un fenomen de sensibilizare a protoplasmei, ci un fenomen fotochimic de transformare a energiei. Astfel, N. Salageanu determinând fotosinteza la aceeaşi frunză şi la intensităţi din ce în ce mai slabe de lumina a constatat faptul că fotosinteza are loc până la cele mai mici intensităţi ale luminii. Cunoaşterea valorii punctului de compensaţie prezinta o mare importanţă deoarece sub acest nivel respiraţia predomină asupra asimilaţiei, plantele nu mai produc substanţe organice, iar organismul trăieşte din rezervele sale. Supravieţuirea şi creşterea plantelor nu sunt posibile decât prin iluminarea câteva ore pe zi deasupra punctului de compensaţie. În fotosinteză numai o cantitate mică de radiaţii solare este utilizată (Heller 1969), 1% sunt folosite în fotosinteză, restul de 10% sunt reflectate, 17% sunt radiaţii termice, 27% sunt transmise, 45% sunt folosite în transpiraţie. Din energia luminoasă ajunsă pe suprafaţa cultivată cerealele folosesc pentru fotosinteza 0,16%, cartofii 0,2 %, culturile intensive 0,3-0,4%. Energia luminoasă are influenţă în procesele de respiraţie, transpiraţie, fructificare, fotoperiodism, germinaţie, utilizarea elementelor nutritive. Valorificarea mai bună a energiei luminoase se poate face prin alegerea plantelor de cultură potrivit condiţiilor ecologice date, îmbunătăţirii condiţiilor de nutriţie, prin alegerea perioadei de semănat, orientarea rândurilor, stabilirea densităţii etc. Intensitatea luminoasă constituie un factor de bază care influenţează biosinteza hidraţilor de carbon, ca şi cel de absorbţie a elementelor nutritive. Cercetările arată că intensitatea fotosintezei este maximă la lumina spectrală roşie (620-740 nm), urmată de cea albastră (450-500 nm). Sinteza glucidelor este maximă în lumina roşie, iar a proteinelor în cea albastră. (D. Davidescu şi Velicica Davidescu, 1992). Plantele se mai clasifică în plante de zi lungă şi plante de zi scurtă, plante iubitoare de lumină şi plante de semiumbră sau umbră. Intensitatea luminoasă puternică (la orele 13-14) cât şi cea scăzută încetinesc intensitatea fotosintezei, ceea ce se reflectă şi asupra absorbţiei elementelor nutritive din sol. Fiecare specie are nevoie de un anumit număr de ore de lumină, de o anumită lungime a zilei (fotoperiodism), cultivarea plantelor în zone necorespunzătoare, greşite din acest punct de vedere poate compromite recolta.

b) Influenţa concentraţiei dioxidului de carbon Aerul este sursa de CO2 necesar în desfăşurarea procesului de respiraţie. Aeraţia trebuie asigurată la nivelul rădăcinii. Concentraţia CO2 în sere intensifică fotosinteza şi măreşte producţia. Pentru plantele terestre concentraţia de CO2 este unul dintre cei trei factori limitativi puşi în evidenţă de către F.Blackman. Exceptând iluminările foarte slabe (sub 1000 lucşi) şi temperaturile scăzute (sub 5°C), cantitatea de CO2 din atmosferă (0,03%) este puternic limitată; nivelul optim al concentraţiei de CO2 se situează către 0,1%, iar la concentraţii mai mari de 2-5%, CO2 devine toxic. N.Sălăgeanu a constatat că frunzele 17 plantelor crescute în umbră au fotosinteza cea mai intensă la concentraţii de 0,5 – 1% CO2, iar cele crescute în plin soare, la 2-3% CO2. Fig. 4 Ciclul CO2 (după Loveland Products, INC)

c) Influenţa temperaturii Ca şi în cazul altor procese metabolice, se constată un efect pozitiv al temperaturii asupra fotosintezei pâna la 30ºC, după care se constată o acţiune depresivă, urmată de încetarea procesului către 45ºC. Intensitatea fotosintezei creşte odată cu temperatura, atingând nivelul optim la 30-35ºC apoi coboară rapid către zero la temperaturi de 40-45ºC. Partea fotochimică a fotosintezei este independentă de temperatură, în vreme ce partea biochimică, enzimatică este strict dependentă de temperatură. În raport cu specia, maximul fotosintezei se situează la temperaturi cuprinse între 20- 30°C, iar procesul de respiraţie e mai intens la circa 40°C. Cu toate acestea există printre plante o mare varietate şi capacitate de adaptare la temperaturile extreme. Temperaturile minimă, optimă şi maximă a fotosintezei nu sunt fixe, ci diferă de la o specie la alta şi după provenienţa plantelor. Astfel, cartoful, adaptat la regiuni mai reci are optimul fotosintezei la 30ºC, iar frunzele de tomate şi castraveţi, plante de proveninţă sudică au optimul în jur de 40ºC.

d) Influenţa concentraţiei oxigenului La lumină intensa fotosinteza scade o dată cu creşterea concentraţiei O2 peste valorile normale de 21% din atmosferă. La plantele superioare terestre, prima observaţie referitoare la efectul oxigenului asupra fotosintezei a fost efectuate de McAlister la frunzele de grâu. Oxigenul din atmosfera terestră normală exercită un puternic efect inhibitor asupra fotosintezei unor plante superioare terestre (grâu, secară, orz etc.). La toate aceste plante s-a constatat că la concentraţia normală a oxigenului din atmosferă fotosinteza este micşorata cu 40-50%.

Influenţa factorilor de nutriţie asupra fotosintezei

a) Apa este principala sursă de hidrogen în fotosinteză şi mediul de transport al elementelor nutritive, este substratul schimburilor vitale de substanţe din plante, asigură turgescenţa celulelor, menţine echilibrul mecanic al diferitelor organe, menţine o temperatură convenabilă în plantă. Pentru sinteza unui kg de substanţă uscată (s.u.) se utilizează 500 litri 18 apă, pentru 0,12 t/ha s.u. sunt necesari 5000-6000 m3 apă de irigaţie sau 500-600 mm precipitaţii.

b) Influenţa nutriţiei asupra fotosintezei este dată de elemente precum, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu. Solul este sursa principală de elemente nutritive prin completare cu îngrăşăminte. Sistemul de nutriţie dezechilibrat duce la consum iraţional de energie. De exemplu, azotul aplicat în exces determină creşteri luxuriante şi deci un dezechilibru între masa vegetativă şi fructificare. Un raport armonios de elemente nutritive scade consumul de apă cu 20-30%. N şi P creează dezechilibru şi consum mare prin transpiraţie. K micşorează transpiraţia cu 26%, MgCl2 cu 40-50%. De aceea, e necesară cunoaşterea particularităţilor de nutriţie a fiecărei specii de plante. 2.1.2. Respiraţia plantelor

Este procesul fiziologic în care substanţele organice sunt descompuse în celule vii pe cale enzimatică, prin reacţii de oxido-reducere cu eliberare de energie chimică. Este un proces de mare însemnătate în viaţa plantelor deoarece furnizează energia necesară reacţiilor de sinteză a proteinelor, grăsimilor, de absorbţie a elementelor nutritive din sol. Substanţele organice de rezervă sunt folosite potrivit cerinţelor celulei pentru energie. Respiraţia este de 2 feluri: aerobă- aerobioza şi anaerobă- anaerobioza. Respiraţia aerobă este specifică plantelor superioare şi unor plante inferiore care sunt adaptate să respire în prezenţa oxigenului molecular. Respiraţia anaerobă este specifică speciilor de plante anaerobionte (microorganisme de fermentaţie care sunt capabile să respire în absenţa oxigenului molecular). Mecanismul respiraţiei În procesul de respiraţie se consumă cantităţi mici de substanţe organice de rezervă care se găsesc în plante. În afară de amidon în celulele plantelor se găsesc numeroase substanţe organice complexe care se consumă în proporţii diferite. Prioritate prezintă glucidele, lipidele şi mai târziu proteinele. Respiraţia este un proces de oxido-reducere care se realizează cu sau fără oxigenul atmosferic. Influenţa factorilor interni şi externi asupra respiraţiei

Factorii interni: • vârsta plantelor - la plantele tinere respiraţia decurge mai intens decât la plantele mai în vârstă; • organul şi ţesutul vegetativ - la plantele în stare de viaţă activă respiraţia este redusă (la rădăcină), însă prezintă o intensitate mai mare la tulpină şi frunze; • cantitatea de rezerve naturale; • activatorii şi inhibitorii enzimelor respiratorii (Fe, Cu, Mn, Zn, Co, care prezintă rol de coenzimă şi măresc intensitatea respiraţiei celulare).

Dintre factorii externi care influenţează procesul de respiraţie amintim: temperatura, lumina, umiditatea din sol şi aer, concentraţia în oxigen şi CO2 din mediu, diversele substanţe minerale din sol (nitraţii, sulfaţii, sărurile de amoniu şi potasiu) şi acţiunea unor substanţe chimice (ierbicide, insecticide, fungicide, diverşi inhibitori şi îngrăşăminte chimice şi organice folosite în agricultură). Formarea materiei organice este rezultatul, pe de o parte al fotosintezei, iar pe de altă parte al procesului de respiraţie. Producţia de masă netă rezultată este dată de diferenţa dintre cele două procese: FOTOSINTEZĂ (F) – RESPIRAŢIE (R) = g MASĂ VERDE (MV) Rezumat 2.1.1.

Fotosinteza plantelor Factorii de vegetaţie se pot restrânge în două grupe: factori climatici şi factori de nutriţie. Influenţa factorilor externi asupra fotosintezei a) Influenţa luminii b) Influenţa concentraţiei dioxidului de carbon c) Influenţa temperaturii d) Influenţa concentraţiei oxigenului Influenţa factorilor de nutriţie asupra fotosintezei a) Apa b) Influenţa nutriţiei

* + 1. Respiraţia plantelor Respiraţia aerobă

Respiraţia anaerobă Influenţa factorilor interni şi externi asupra respiraţiei Factori interni Factori externi Teste de autocontrol 1. Intensitatea fotosintezei este maximă la: Lumină specrală albastră a Lumină specrală roşie b Lumina specrală violet c Nu depinde de specrul luminos d 2. Sinteza glucidelor este maximă la: Lumina specrală roşie a Lumină spectrală violet b Lumină spectrală albastră c Nu depinde de specrul luminos d 3. Sinteza proteinelor este maximă la: Lumina specrală roşie a Lumină spectrală galbenă b Lumină spectrală albastră c Nu depinde de specrul luminos d 4. Prin fotosinteză plantele transformă: Energie chimică în energie luminoasă a Energie chimică în produşi de sinteză b Energie luminoasă în energie chimică c Energie luminoasă în energie calorică d 5. În timpul fotosintezei în plantă au loc reacţii cu eliberare de energie, acestea sunt reacţii de: Carboxilare a Hidroxilare b Halogenare c Fosforilare d 20 2.2. Compoziţia chimică a plantelor în legătură cu cerinţele lor faţă de elementele nutritive 2.2.1.Compoziţia chimică a plantelor

Pentru fundamentarea teoretică a măsurilor de fertilizare aplicate în scopul sporirii cantitative şi calitative a recoltelor, se impune cunoaşterea naturii substanţelor, conţinutului în elemente nutritive, rolul lor în viaţa plantelor, mecanismul de pătrundere al elementelor etc. Planta verde conţine în medie 85% apă, după îndepărtarea apei prin uscare se obţine substanţa uscată, ceea ce reprezintă aproximativ 45% carbon şi 45% oxigen, combinaţiiele dintre C şi O reprezintă aproximativ 90% din biomasa plantei. Hidrogenul este cel de al treilea element în ierarhie, cu un continut de 6,03% raportat la s.u. Este interesant faptul că elementele esenţiale în metabolismul de creştere al plantei reprezintă combinaţii ce nu depăsesc 4% din greutatea totală a substanţei uscate a plantei. Fig. 5 Concentaţia determinată în s.u. a 16 elemente nutritive esenţiale din plantă (după Loveland Products, INC) Substanţele care alcătuiesc compoziţia plantelor sunt: 1. Apa care este componentul principal, cantitatea de apa din organismul vegetal variază între 80-95%, în raport cu vârsta, cu starea fiziologică, cu intensitatea metabolismului etc., şi cu regiunea geografică. În general, ţesuturile tinere conţin o cantitate de apa mai mare decât cele batrâne (5-25%). Apa se găseşte repartizată în organismele vegetale atât extracelular cât şi intracelular sub două stări: lichidă şi gazoasă. Apa lichidă în ţesuturile plantelor se găseşte sub trei forme: • apa legată, de constituţie, integrată în diferiţi compuşi; • apa liberă sau soluţia intracelulară, care are rol de solvent şi mediu de reacţie pentru substanţe; • apa biostructurală aflată în biostructura materiei vii vegetale (Rusu ş.a., 2005). Există mai multe forme de apă în sol: apa de constituţie, apa higroscopică, capilară, peliculară şi gravitaţională. 2. Compuşi organici, între 5-11%, cantităţile pe care le conţin diferă nu numai de la o specie la alta, ci chiar la aceeaşi plantă, în raport cu soiul, zona în care sunt cultivate, metodele de cultură folosite, aplicarea îngrăşămintelor. În compoziţia plantelor cultivate intră: Substanţe organice fără azot : o glucide care pot fi monoglucidele (glucoza, manoza, fructoza, sorboza), oligoglucide (maltoză, celobioză, lactoză, zaharoză, trehaloză); o poliglucide (celuloza şi hemiceluloza, amidonul, glicogenul), substanţele pectice; 21 o lipidele simple – gliceride, steride şi ceride, complexe (lipoide) – se găsesc în plante în proporţie de 1-2 % sub formă de glicero-fosfolipide, sfingolipide, glicolipide, gluco-sulfolipide şi lipoproteine. Substanţe organice cu azot : o aminoacizii, cele mai simple substanţe organice cu azot care se pot forma direct în procesul de fotosinteză; o proteinele simple şi peptide care conţin 2-30 aminoacizi; o proteinele complexe fosfoproteidele, glucoproteidele, nucleoproteidele şi cromoproteidele. Dintre diferitele substanţe proteice, în plante se mai găsesc : albumina, globulina, prolaminele. Alte substanţe organice: o pigmenţi (clorofila, carorenoide, antocianine), uleiurile eterice, răşinile, alcaloizii, taninurile, enzime, vitamine şi substanţe de creştere, substanţe cu caracter antibiotic 3. Compuşi anorganici, săruri într-un conţinut ce variază între 0,1-14% : nitraţi, nitriţi, cloruri, sulfaţi, fosfaţi etc. 4. Ioni liberi organici şi anorganici: RCOO- , (COO)2 2-, K+ , Ca2+, Mg2+, Fe2+ etc. Substanţele din sol, cele aplicate ca îngrăşăminte influenţează sinteza acestor compuşi.

2.2.2. Compoziţia chimică caracteristică a plantelor

Fiecare specie de plante are o compoziţie chimică caracteristică diferenţiată în raport cu specia, organul, vârsta, de aceea este necesară cunoaşterea compoziţiei elementare a plantelor. Pentru aceasta, după uscarea plantei în etuvă (105°C) se elimină apa şi rezultă substanţa uscată (5-25%) alcătuită din compuşi minerali şi organici. Prin calcinarea substanţei uscate la 450- 550° C produşii organici sunt transformaţi în CO2, SO2, NH3, H2O, care se volatilizează şi rămâne reziduu mineral – cenuşa. Conţinutul de cenuşă al plantelor variază cu specia, vârsta, organul, condiţiile de mediu. Cenuşa plantelor cultivate conţine peste 60 de elemente, are caracter bazic (elementele se combină cu O rezultând K2O, Na2O, CaO, MgO care în soluţie dau baze). Cenuşa conţine cationi de K+ , Ca2+, Mg2+, Fe2+, Mn2+, Cu2+, Zn2+, Na+ , Al3+ şi anioni HPO4 2-, Cl- , SO4 2- , H2BO3 - .

2.2.3. Legătura dintre compoziţia plantelor şi cea a scoarţei terestre În plantă elementele dominante sunt în număr de 17: C, H, O, N, P, K, Na, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl şi reprezintă 99,95% din totalul elementelor minerale, iar frecvenţa acestora în scoarţa terestră este de 87% (D. Davidescu, 1992). Printr-o analiză asupra procentelor în care se găsesc elementele în plantă putem spune că C, H, O intră în proporţie de 90%, N, P, K, S pe care plantele le iau din sol intră în proporţie de 4,4%, Na, Ca, Mg, Cl, Si reprezintă 2,7%, iar microelementele (Mn, Cu, Zn, Mo, B) intră în cantitatea 0,2-0,3%. Deci elementele N, P, K, S, Na, Ca, Mg, Cl, Si care reprezintă 7,4% (4,4 + 2,7 + 0,3) asimilate numai din sol au un rol tot atât de important ca şi cele 3 (C, H, O) care reprezintă aproximativ 90%. Majoritatea elementelor sunt constituenţi atât ai litosferei cât şi ai plantelor, nivelul de reprezentare este însă diferit din punct de vedere cantitativ, absorbţia elementelor din sol fiind un proces selectiv caracteristic fiecărei specii de plante. Diferenţele între conţinuturile în elemente nutritive sunt foarte mari, conţinuturile relative în N şi Mo din plantă se află într-un raport de 10 000:1. Planta are nevoie de circa 40 de ori mai mult Mg decât Fe. Acest lucru indică diferenţa semnificativă asupra ponderii 22 elementelor nutritive în plantă, fiind şi unul dintre criteriile de clasificare a elementelor nutritve.

2.3. Clasificarea elementelor nutritive

2.3.1. Clasificarea elementelor după rol. Pornind de la rolul şi de la importanţa elementelor în procesele de creştere şi dezvoltare, ele pot fi clasificate în: elemente esenţiale, elemente utile şi alte elemente. Elementele esenţiale sunt absolut necesare pentru procesele de creştere şi reproducere a plantelor. Elementele esenţiale sunt: Macroelemente primare: C, H, O, N, P, K Macroelemente secundare: S, Ca, Mg se găsesc în sol în cantitate relativ suficiente, se folosesc îngrăşăminte când lipsesc formele asimilabile. Microelemente: Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Co sunt tot esenţiale, se folosesc din îngrăşăminte în cantitate mai mică. Elemente utile (Na, Al, Li, Si, Br, I, Se) prezenţa lor produce efecte favorabile creşterii plantelor, absenţa nu produce efect negativ sesizabil. Alte elemente existenţa lor în plantă nu exercită nici un rol cunoscut până în prezent în procesele biologice.

2.3.2. Clasificarea elementelor după ponderea lor în plantă Plecând de la conţinutul mediu al plantelor în elemente, după ponderea lor în plantă acestea se calsifica astfel (după Davidescu V., 2000): Macroelemente n.10-2 – n.101 % s.u. Primare: C, H, O, N, P, K Secundare: S, Ca, Mg Macroelementele considerate esenţiale trebuie să îndeplinească următoarele condiţii: - să se găsească în plantă în cantităţi mai mari de 10-2 ; - să aibă rol direct în procesele de nutriţie creştere şi dezvoltare; - absenţa lor din mediul nutritiv să impiedice dezvoltarea părţilor vegetative a organelor de reproducere şi încheierea ciclului vital; - carenţa să fie specifică şi să poată fi corectată numai prin introducerea în mediul nutritiv a unor săruri ce conţin elementul respectiv (zeci de kg/ha); - carenţa accentuată să provoace tulburări metabolice, citologice, histologice, anatomopatologice. Microelemente n.10-6 – n.10-2 % s.u. Fe, B, Cu, Zn, Mn, Mo, Cl Microelementele considerate esenţiale trebuie să îndeplinească, la rândul lor următoarele condiţii: - conţinutul în plantă să nu depăşească 0,01% socotit la substanţa uscată; - să aibă o acţiune strict specifică şi directă; - lipsa sau insuficienţa să împiedice îndeplinirea ciclului vegetal; - carenţa să poată fi corectată prin cantităţi ce nu depăşesc 10 kg/ha socotit din substanţa activă; - să manifeste acţiune toxică dacă se depăşeşte un anumit prag optim; - insuficienţa lor în mediul nutritiv să provoace tulburări metabolice, citologice, histologice sau morfologice care duc la scăderea recoltei. 23 Ultramicroelemente n.10-12- n.10-6 % s.u. Rb, Sn, Ni, Pb Sunt incluse elementele care prezintă radioactivitate, cu efect în stimularea creşterii şi dezvoltării plantelor, se aplică în doze foarte mici.

2.4. Formele elementelor nutritive asimilate de către plantă Plantele preiau elementele nutritive din sol sub formă ionică şi într-o măsură foarte mică sub formă moleculară (C sub formă de CO2, B sub formă de acid boric etc.). În tabelul 1 sunt date formele sub care nutrienţii sunt preluaţi din sol de către plantă, precum şi ponderea acestora în % şi ppm din s.u. (Formele elementelor nutritive asimilate de către plantă MACROELEMENTE Element SIMBOLUL CHIMIC Forma sub care este preluat din sol de către plantă Concentraţia elementelor % din s.u). Carbon C CO2 45 Hidrogen H H2O 6 Oxigen O H2O , O2 45 Azot N NH4 + , NO3 - 1-5 Fosfor P H2PO4 - , HPO4 2- 0,1-0,5 Potasiu K K+ 0,5-0,8 Calciu Ca Ca2+ 0.2-1 Magneziu Mg Mg2+ 0,1-0,4 Sulf S SO4 2- 0,05-0,4 MICROELEMENTE Element SIMBOLUL CHIMIC Forma sub care este preluat din sol de către plantă Concentraţia elementelor ppm din s.u. Fier Fe Fe2+, Fe3+ 25-300 Mangan Mn Mn2+ 50 Bor B H3BO3, H2BO3 - 15-75 Zinc Zn Zn2+, Zn(OH)2 20 Cupru Cu Cu+ , Cu2+ 4-30 Molibden Mo MoO4 2- 0,1- 5 Clor Cl Cl100-2000 Nichel Ni Ni2+ 0,5 Alte elemente esenţiale pentru plante Siliciu Si Si(OH)4 0,1 Sodiu Na Na+ 0,01 Cobalt Co Co2+ urme Vanadiu V V+ urme 24 Rezumat

2.2.1.Compoziţia chimică a plantelor 1.Apa 2.Compuşi organici a. Substanţe organice fără azot: glucide, poliglucide, lipide, b. Substanţe organice cu azot: aminoacizi, proteine c. Alte substanţe organice: pigmenţi, uleiurile eterice, răşinile, alcaloizii, taninurile, enzime, vitamine şi substanţe de creştere, substanţe cu caracter antibiotic 3.Compuşi anorganici: nitraţi, nitriţi, cloruri, sulfaţi, fosfaţi etc. 4. Ioni liberi organici şi anorganici: RCOO- , (COO)2 2-, K+ , Ca2+, Mg2+, Fe2+ etc. 2.2.2. Compoziţia chimică caracteristică a plantelor Cenuşa plantelor cultivate conţine peste 60 de elemente, conţine cationi de K+ , Ca2+, Mg2+, Fe2+, Mn2+, Cu2+ , Zn2+, Na+ , Al3+ şi anioni HPO4 2-, Cl- , SO4 2-, H2BO3 - .

2.2.3. Legătura dintre compoziţia plantelor şi cea a scoarţei terestre În plantă elementele dominante sunt în număr de 17: C, H, O, N, P, K, Na, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl şi reprezintă 99,95%. În litosferă dintre elementele predominante pot fi considerate 15 elemente, care reprezintă 99,32% din scoarţa terestră, de neînlocuit pentru plante sunt: O, C, H, N, P, K, Ca, Mg, Fe, S, iar indispensabile: Mn, Cu, Zn, Mo, B. Elementele N, P, K, S, Na, Ca, Mg, Cl, Si care reprezintă 7,4% (4,4 + 2,7 + 0,3) asimilate numai din sol au un rol tot atât de important ca şi cele 3 (C, H, O) care reprezintă aproximativ 90%.

2.3. Clasificarea elementelor nutritive

2.3.1. Clasificarea elementelor după rol: esenţiale, utile, alte elemente

2.3.2. Clasificarea elementelor după ponderea lor în plantă Macroelemente n.10-2 – n.101 % s.u. Primare: C, H, O, N, P, K Secundare: S, Ca, Mg Microelemente n.10-6 – n.10-2 % s.u. Fe, B, Cu, Zn, Mn, Mo, Cl Ultramicroelemente n.10-12- n.10-6 % s.u. Rb, Sn, Ni, Pb 2.4. Formele elementelor nutritive asimilate de către plantă Plantele preiau elementele nutritive din sol sub formă ionică şi într-o măsură foarte mică sub formă moleculară.

**Teste de autocontrol 6**

. Elementele cu ponderea cea mai mare în compoziţia chimică a plantei sunt: H Mn Co Mg a Mn Zn Cu B Co Mo b C H O N P K c S Ca Mg d

7. Elementele dominante în scoarţa terestră sunt: O Si Al Ee Ca Mg Na K H a Mn S P Cl b Si Rb Cl Se c Rb Li Be Cu Ni Ti d

8. Elementele dominante în plantă C, O, H, N, P, K, Fe, Si, Na, Ca, Mg, S se găsesc în scoarţa terestră în proporţie de: 87% a 66,7% b 99,95% c 99,32% d

9. După ponderea în compoziţia chimică a plantei macroelementele se găsesc în concentraţie de: n.10-11 -n.10-7 %s.u. a n.10-5 -n.10-3 %s.u. b n.10-2 -n.101 %s.u. c n.10-12-n.10-6 %s.u. d

10. După ponderea în compoziţia chimică a plantei microelementele se găsesc în concentraţie de: n.10-2 -n.101 %s.u. a n.10-5 -n.10-3 %s.u. b n.10-11 -n.10-5 %s.u. c n.10-12-n.10-6 %s.u. d 11. După ponderea în compoziţia chimică a plantei ultramicroelementele se găsesc în concentraţie n.10-2 -n.101 %s.u. a n.10-5 -n.10-3 %s.u. b 25 de: n.10-7 -n.10-4 %s.u. c n.10-12-n.10-6 %s.u. d

12. Manifestările exterioare ale deranjamentelor de nutriţie sunt precedate de: Modificări fizice a Modificarea coloraţiei b Modificarea compoziţiei chimice c Modificare taliei plantei d

13. Manifestările exterioare ale deranjamentelor de nutriţie sunt precedate de: Modificări anatomice şi histologice ale celulei a Răsucirea frunzelor b Pătarea frunzelor c Piticirea plantelor 14. Plantele asimilează cu precădere din sol formele de fier: Fe2+ a Fe3+ b Fe din compuşi chelaţi c Fe2O3 d

15. Plantele asimilează cu precădere din sol forma de cupru: Cu+ a Cu2+ b CuS c Cu2S d 16. Plantele asimilează cu precădere din sol forma de molibden: Mo2O3 a MoO4 2- b HMoO4 - c H2MoO4 d

2.5. Rolul elementelor nutritive în viaţa plantelor. Cunoştiinţele privind proprietăţile şi funcţiile nutritenţilor plantei ajută în elaborarea unui management eficient pentru creşterea şi dezvoltarea plantei. Elementele nutritive din soluţia solului, direct accesibile, sunt preluate de către rădăcinile plantei, transportate în frunze şi folosite în funcţie de rolul pe care îl joacă fiecare element în metabolismul plantei.

Azot, N Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii rol plastic constituent al clorofilei (pigmentul verde din frunze) intră în constituţia tuturor proteinelor favorizează înmulţirea celulelor determină randamentul recoltelor elementul conducător al procesului de creştere constituent esenţial al citoplasmei 2-4% din s.u absorbit de plante prin fixare atmosferică simbiotic de către leguminoase sau nesimbiotic, iar din sol este absorbit sub formă de ion nitrat (NO3-) şi ion amoniu (NH4+). N absorbit este transportat prin xilem (în tulpină) către frunză sub formă de ion nitrat, sau poate fi redus în zona radiculară şi transportat apoi în formă organică, de aminoacizi sau amide. N este mobil în plantă astfel că poate fi translocat din funzele bătrâne în cele tinere pentru a fi înmagazinat în seminţe sau fructe. Formele organice ale N în seva din floem sunt reprezentate prin amide, aminoacizi şi ureide. efect asupra ratei de creştere. plantele rămân mici, constituţia lor este firavă, ramificarea este slabă, suprafaţa frunzelor este mică. provoacă îngălbenirea sau clorozarea frunzelor îngălbenirea apare de obicei pe frunzele de la bază în timp ce frunzele din vărf rămân verzi datorită faptului că acestea primesc N prin translocare de la funzele bătrâne decolorarea începe de la vârful limbului si înaintează sub forma literei V. În cazul unei deficienţe severe, frunzele se brunifică şi mor. recolta şi conţinutul în proteină este redus. se exteriorizează prin creşterea luxuriantă a frunzelor, care capătă o coloraţie verde închis albastru metalizat. perioada de vegetaţie a plantelor se prelungeşte şi este întârziată ajungerea la maturitate a recoltei. concentraţii ridicate în NH4+ pot fi toxice pentru creşterea plantei, în special atunci când soluţia solului este alcalină. excesul de N-NO3- se manifestă prin etiolarea frunzelor, pierderea tugescenţei, arsuri şi necroze marginale ale acestora. 29 Fosfor,

P Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii este esenţial pentru creşterea plantelor, în diviziunea celulară, în dezvoltarea sistemului radicular, în fructificare şi formarea seminţelor, în coacerea timpurie. este constituent în diferiţi compuşi precum uleiuri şi aminoacizi, este responsabil cu înmagazinarea energiei şi transportul acesteia în celulă fiind component în adenozindifosfat (ADP) şi adenozintrifosfat (ATP). intră în componenţa fosfolipidelor, are rol în metabolismul glucidelor. se găseşte în cantităţi mai mici în comparaţie cu N şi K, într-un raport al concentraţie de 1:5 până la 1:10 faţă de conţinutul de N în plantă raportat la s.u. este absorbit ca ion o-fosfat, fie ca H2PO4- ori ca HPO42-, în funcţie de pHul solului. dacă pH solului creşte, proporţia în forma H2PO4- scade iar forma HPO42- creşte. P este foarte mobil în plantă (nu ca în sol) el circulă atât prin xilem cât şi prin floem. Atunci când planta suferă de insuficienţa în P, acesta este translocat foarte uşor din frunzele mature către ţesuturile tinere. creşterea plantei este afectată de insuficienţa în P, prin întârzierea creşterii, ramificarea este stânjenită, sistemul radicular nu se dezvoltă, iar coacerea este întârziată. Plantele afectate de carenţa în fosfor prezintă o pigmentare (antocian) roşie violacee a frunzelor şi tulpinilor. Simptomele deficienţei apar de obicei pe frunzele bătrâne. Apare o coloraţie verdealbăstruie-violacee spre roşiatică care pot conduce către nuanţe de bronz şi roşu. Insuficienţa în fosfat în cloroplaste reduce procesul de fotosinteză. Datorită faptului că sinteza acidului ribonucleic (ARN) este redusă, sinteza proteinelor este de asemenea redusă. cantităţi ridicate de P în plantă pot produce simptome de toxicitate, manifestate prin margini apoase ale ţesuturilor frunzei, care în timp se necrozează. în cazuri severe de toxicitate în P rezultă moartea plantei. excesul de P induce carenţe secundare în Zn .

Potasiu, K Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii joacă un rol important în reglarea regimul hidric în celulă, cu rol în activitatea deschiderii stomatelor. rol în sinteza şi depunerea glucidelor. potasiul este cel de-al doilea element nutritiv ca abundenţă după N, este de 4-6 ori mai abundent decât macronutrienţi precum P, Ca, Mg şi S. Simptomele generale ale deficienţei în K se manifestă prin cloroze de-a lungul marginilor frunzei, urmate de Este un fenomen rar întâlnit, se manifestă mai ales prin dezechilibrele determinate în nutriţia cu 30 K este responsabil cu activarea a peste 60 de enzime, implicat în procesul de fotosinteză şi în transportul şi stocarea substanţelor în organele de rezervă (seminţe, tuberculi, rădăcini şi fructe) şi conferă rezistenţă la boli, dăunători şi la păstrare. K este absorbit sub formă de cation monovalent K+ şi se deplaseaza prin floem în plantă. răsucirea şi brunificare vârfului. deficienţa în K este localizată pe frunzele de la bază, mai bătrâne datorită mobilităţii mari a K în plantă. plantele afectate sunt oprite din creştere, cu internodii scurte; tulpina este firavă şi predispusă căderii; rezistenţa la boli şi dăunători scăzută; recoltă slabă, de calitate scăzută. slaba dezvoltare a plantelor duce şi la o rată ridicată a respiraţiei, ceea ce însemnă consum mare de apă pe unitate de s.u. produsă. Ca şi Mg. Calciu,

Ca Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii Ca face parte din arhitectura pereţilor şi membranelor celulare. calciu este prezent în membrana pectică dă rezistenţa ţesuturilor, implicat în maturarea fructelor. este implicat în diviziunea celulară, în creşterea în lungime a rădăcinii, în activarea sau inhibarea unor enzime. menţine echilibrul acido-bazic în celulă, prin neutralizarea acizilor organici aflaţi în exces, dovada fiind cantităţile de oxalat de clciu acumulat în celulele mature. are un rol foarte importatnt în detoxifierea organismului plantei de Calciu alături de Mg, P şi S face parte din grupul macronutrienţilor cu aceeaşi pondere în plantă. este absorbit de către rădăcinile plantei sub formă de cation bivalent Ca2+. spre deosebire de ceilaţi ioni, calciu este mai puţin mobil în plantă sau chiar imobil în floem. problemele generate de deficienţa în Ca sunt de cele mai multe ori datorate inabilităţii Ca de a fi transportat prin floem. fructele sunt aprovizionate cu Ca+ în special în urma procesului de transpiraţie, care translocă Ca2+ direct deficinenţa în Ca se manifestă foarte diferit. frunzele devin mici, distorsionate, iau formă de cupă, încreţite şi au culoare verde închis, apare cloroza marginală a frunzelor, înnegrirea, încreţirea şi necroza frunzelor apicale (varză, salată), aspect marmorat al frunzelor (tomate), avortarea florilor, amăreala merelor bitter pit, dezvoltarea incompletă a excesul de calciu declanşează carenţe de K şi Mg la culturi, conţinuturi mari de CaCO3 activ în sol pot impiedica asimilarea Fe cu apariţia în plantă a clorozei ferice sau ferocalcice frecvent semnalată la piersic şi viţa de vie. 31 alţi ioni şi radicali care iau naştere în procesele de metabolism. din soluţia solului dacă seva ce circulă prin xilem are un conţinut scăzut în Ca2+ sau intensitatea transpiraţiei este scăzută se creează condiţii favorabile pentru aprovizionarea inadecvată a fructelor cu Ca. seminţelor, putrezirea vârfurilor apicale (tomate, ardei), înnegrirea inimii (conopidă), cilindrarea frunzelor terminale (grâu, orz) creşterea încetează, plantele se răsucesc şi în caz de deficienţă severă mor.

Magneziu, Mg Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii Mg ocupă centrul moleculei de clorofilă, asfel este vital în procesul de fotosinteză. este asociat cu activarea unor enzime, favorizeză absorbţia şi translocarea fosforului, este implicat în transferul de energie fiind implicat în mai multe reacţii de fosforilare, menţine echilibrul acidobazic al celulei, favorizează producţia de proteine, metabolismul carbohidraţilor. Mg face parte din acelaţi grup cu Ca, P, şi S dacă ne referim la abundenţa lui în plantă. plantele preiau Mg sub formă de Mg2+. Mg este un nutrient mobil în plantă. Datorită faptului că Mg este uşor translocat din organele bătrâne către cele tinere ale plantei, simptomele deficienţei apar în organele bătrâne ale plantei. un simptom tipic al deficienţei în Mg este cloroza între nervuri a frunzelor bătrâne, cloroze internervurale longitudinale, nervurile rămân verzi iar între acestea mezofilul se îngălbeneşte sau poate avea aspect marmorat. dacă deficienţa este severă, ţesuturile frunzelor capătă culoare galben-uniform, apoi se brunifică şi se necrozează. frunzele sunt mici şi se rup uşor, sunt fragile. ramurile se rup uşor iar frunzele cad timpuriu. varietatea manifestării simptomelor diferă în funcţie de specie. este rar întâlnit pe solurile saline cu conţinut ridicat în sărurile acestui element, în acest context poate fi considerat la fel de toxic ca şi Na şi mult mai toxic decât Ca, datorită fenomenului de antagonism cationic Ca/Mg. toxicitatea magneziului poate fi prevenită prin aplicarea unor amendamente cu calciu.

Sulf, S Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii S intră în compoziţia aminoacizilor esentiali cisteină, cistină, metionină. este esenţial în sinteza proteinelor. S este implicat în formarea clorofilei şi în activarea unor enzime. este parte a unor vitamine ca biotina şi tiamina (B1) şi este necesar în formarea unor uleiuri din plantele de muştar, a unor legături sulfhidrice existente în ceapă şi în diverse uleiuri. Sulful este necesar plantelor în cantităţi comparabile cu cele de P. cantitatea totală normală în ţesutul vegetal este de 0,12-0,35% iar, raportul între Ntotal/Stotal este în jur de 15. rădăcinile plantei absoarb S sub formă de ion sulfat (SO42-) planta absorbe S din atmosferă sub formă de SO2 în concentraţii foarte mici. S circulă în plantă ca anion sulfat (SO42- ), mobilitatea S este mică neputând fi translocat atunci când este prezent în compuşi de structură. există mobilitate şi translocare a S către frunzele tinere doar când acesta se găseşte sub formă de sulfat. În multe cazuri manifestările simptomelor de deficienţă în S seamănă cu cele în N. spre deosebire de simptomele deficienţei în N, la S manifestarea apare pe frunzele tinere din partea superioară a plantei, ajunse la maturitate şi rămân prezente chiar după aplicarea îngrăşămintelor cu N. culoarea limbului şi a nervurilor devine verdegălbuie, culoarea galbenă nu este aşa de accentuată ca în cazul carenţei în N. nervurile frunzelor, în special din partea superioară, capătă uneori o culoare mai deschisă decît ţesuturile învecinate plantele cu deficienţă în S sunt mici şi firave cu tulpina scurtă şi fragilă. creşterea este întârziată, iar maturitatea la cereale este întârziată. insuficienţa sulfului afectează accesibilitatea molibdenului, element esenţial în fixarea biologică a azotului. numărul nodozităţilor la leguminoase este mic şi implicit fixarea N atmosferic excesul S poate provoca în condiţii reducătoare puternice cantităţi mari de acid sulfhidric (H2S). plantele sunt sensibile la concentarţii mari de SO2 în atmosferă, astfel se consideră concentraţii normale în SO2, valori cuprinse între 0,1-0,2 mg SO2/m3, apar efecte toxice la valori care depăşesc concentraţia de 0,6 mg SO2/m3. simptomele toxicităţii în S se manifestă prin pete necrotice pe frunze, care apoi se întind pe întreaga suprafaţă a limbului frunzei. 33 este redusă. fructele nu ajung la maturitate şi rămân de culoare verde deschis. formarea uleiurilor în seminţe este redusă în cazul unei deficienţe în S, iar producţia scade. carenţa în sulf duce la scăderea aminoacizilor din cereale. Fier, Fe Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii are rol în sinteza clorofilei, carbohidraţilor, respiraţia celulei, reducerea chimică a nitratului şi sulfatului şi în asimilarea N. Fe are rol în sinteza auxinelor, care în caz de carenţă în fier nu se mai formează ceea ce are ca efect încetinirea sau oprirea creşterii rădăcinilor. este absorbit de către rădăcinile plantei sub forma de Fe2+ şi foarte puţin sub formă de chelaţi cu Fe. Fe absorbit este imobil în floem. dintre micronutrienţi, Fe se găseşte în cantitatea cea mai mare, aproximativ 100 ppm raportat la s.u. se manifesta pe frunzele tinere. de multe ori simptomele seamănă cu cele în Mn, atât lipsa Mn cât şi a Fe scade producerea clorofilei. îngălbenirea suprafeţei dintre nervurile frunzei cauzată de lipsa fierului este numită cloroză ferică. în caz de deficienţă severă frunzele devin albicioase prin piederea clorofilei. nu întotdeauna cloroza are drept cauză insuficienţa în Fe2+, ci poate fi o carenţă indusă de prezenţa în exces a CaCO3 în sol, de un dezechilibru provocat de N şi P în exces. frunzele sunt acoperite iniţial cu spoturi maronii care cu timpul capătă o culoare maro uniformă. excesul în fier se manifestă pe soluri acide şi exces de umiditate unde conţinutul în Fe solubil poate creşte de la 0,1 la 50-100 ppm doar în câteva săptămâni.

Mangan, Mn Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii este cunoscut faptul că este activator al unor enzime şi are funcţia de catalizator în unele reacţii. este esenţial în ruperea moleculei de apă în procesul de fotosinteză, implicat în sinteza proteinelor şi lipidelor. este important în metabolismul N şi în asimilarea CO2. este absorbit de către plantă sub formă de cation bivalent Mn2+. la fel ca şi Fe este imobilizat în floem. simptomele deficienţei în Mn sunt asemănătoare cu cele ale Fe şi Mg, în sensul că duc la apariţia clorozei pe suprafaţa dintre nervurile frunzelor, cu deosebirea că în cazul Mn simptomele sunt vizibile pe frunzele tinere în timp ce în cazul deficienţei în Mg acestea apar pe frunzele bătrâne. la legume se manifestă pe frunzele tinere prin pete între nervurile frunzei asemănătoare carenţei în Mg. se manifestă prin pete brun închis (MnO2) în special pe frunzele bătrâne. simptome cauzate de toxicitatea în Mn sunt: necrozarea cartofilor, necrozarea scoarţei pomilor fructiferi, în speacial a mărului. Zinc, Zn Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii Zn este necesar, direct sau indirect, activării mai multor sisteme enzimatice, are rol protector pentru auxine (activează sinteza triptofanului, produs intermediar în obţinerea auxinei) este implicat în sinteza proteinelor, în formarea seminţelor şi în atingerea maturării.

Zn este promotor în sinteza ARN Zn participă la formarea ATP, iar în caz de carenţă în Zn se acumulează fosforul anorganic, cu o slabă formare Zincul este preluat de către plantă sub formă de cation bivalent Zn2+, absorbţia considerată pasivă a fost de curând indicată ca fiind activă, dependentă energetic. mobilitatea Zn este mică, apare în special în ţesuturile tinere ale plantei, totuşi Zn nu se leagă sub formă de liganzi stabili în lichidul din xilem aşa cum se întâmplă în cazul Cu şi Fe. oprirea din creştere a plantei, decolorarea în verde-deschis, îngălbenirea urmată de albire. în cazul pomilor fructiferi ramificarea este compromisă, frunzele mici fiind un alt simptom al deficienţei în Zn, internodiile sunt scurte, înflorirea, fructificarea şi maturarea pot fi întârziate. ramificarea fiind îngreunată frunzele cad prematur. deficientele apar ca o cloroza excesul de Zn este foarte toxic şi va cauza o moarte rapidă. se manifestă prin încetinirea creşterii sistemului radicular. se consideră toxic atunci când se depăşeşte în ţesut un conţinut de 200 ppm Zn. 35 a ATP. Zn est implicat în reducerea nitraţilor, în caz de carenţă în Zn scade activitatea ribonucleazei, în plantă se acumulează nitraţi, amide, acizi organici, care nu pot fi oxidaţi. în zonele intervenale ale frunzelor noi producând o aparenţă de benzi. marginile frunzelor sunt adesea distorsionate şi încreţite. Zn este blocat de un pH ridicat. poate produce şi "rosetting", aspectul de tufă al plantelor, tulpina are ritm de creştere scăzut astfel încât frunzele terminale apar îngrămădite.

Cupru, Cu Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii are rol în metabolismul vegetal, este implicat în formarea clorofilei, 70% din cuprul total din frunze este localizat în proteinele complexe din cloroplaste, ceea ce arată că este necesar în fotosinteză, este component al unor metaloproteine constituent al unor enzime ca citocromoxidaza. are rol în procesele de oxidoreducere, participă la formarea ligninei, la metabolismul este necesar în fixarea simbiotică a N. Cuprul este absorbit de plantă sub formă de Cu2+. mobilitatea Cu în plantă este mică şi depinde foarte mult de forma în care se găseşte în plantă. sunt vizibile prin decolorare, răsucire şi albirea vârfurilor frunzei. la pomii fructiferi se cunoaşte aşa numita boală exanthema exteriorizată prin coajă rugoasă, frunze albite şi fructificare slabă. la mazăre, se produce îngălbenirea suprafeţei dintre nervurile frunzei la citrice frunzele se pătează, afectând ramurile tinere. excesul în Cu induce deficienţa în Fe şi implicit cloroza ferică ca manifestare a insuficienţei în Fe. Bor, B Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii Rolul B este de a realiza integritatea Borul este absorbit de către plante sub apar târziu în vegetaţie, apar pe fondul aplicărilor 36 membranei celulare şi dezvoltarea pereţilor celulari, care afectează permeabilitatea, diviziunea celulară. B este unul din micronutrienţii vitali în formarea şi dezvoltarea fructelor şi seminţelor. Anumite funcţii ale borului în plante sunt similare cu cele ale N, P, K, Ca şi Zn.

B are rol în asimilarea N. borul influenţeaza absorbţia calciului şi echilibrul nutritiv al acestuia în plante. este vital pentru zonele din plante cu o creştere intensivă, cum ar fi vârfurile rădăcinilor, frunzele nou aparute şi în dezvoltarea mugurilor. îmbunătăţeste transportul zaharurilor din frunze în fructe şi tuberculi. este esenţial în furnizarea zaharurilor necesare creşterii rădăcinilor şi pentru dezvoltarea normală a nodozităţilor leguminoaselor. ajută la creşterea producţiei de flori, la lungirea şi germinarea tuburilor cu polen. E ste cunoscut pentru proprietăţile antifungice, studiile arătând că sfecla de zahăr tratată cu bor este mult mai puţin sensibilă la infecţia cu Sclerotium rolfsii decât plantele netratate. formă de acid boric nedisociat (H3BO3) sau sub formă de ion borat H2BO3-. cea mai mare cantitate de B este preluată odată cu apa de către rădăcini. B se absoarbe foarte rapid şi dacă este în exces se acumulează în mugurii terminali şi în părţile tinere aflate în creştere. seceta limitează disponibilitatea borului din cauza reducerii transportului de apă în sol, mijlocul principal prin care borul este transportat spre rădăcini. deficienţa în B apare de obicei în rădăcinile tinere, în lăstarii şi frunzele tinere. la unele specii, nivelurile deficienţei de bor pot fi de 3-4 ori mai mari în frunzele tinere faţă de cele bătrâne. moment în care nu mai pot fi corectate, consecinţa fiind compromiterea unei bune părti a recoltei. apare atunci cand nivelul borului în frunze este sub 20 ppm. carenţa în bor provoacă distrugera apexului terminal al tulpinii principale, ceea ce duce la dezvoltarea lăstarilor secundari. la sfecla de zahăr simptomele carenţei apar târziu în sezon, la baza coletului, peţiolul frunzelor din rozetă se brunifică, brunificarea avansează în rădăcină, atacând ţesutul şi producând aşa numita putrezire a inimii sfeclei de zahăr. Aceste rădăcini au conţinut scăzut de zaharoză. provoacă putregaiul cenuşiu la conopidă. deficienţele apar în principal la pomii fructiferi la fructe (pătarea cafenie a caiselor), însă pot afecta şi ramurile tinere care se usucă. excesive a îngrăşămintelor cu B, în zone aride sau semiaride, acolo unde apa de irigare are un conţinut ridicat în B (mai mare de 1-2 ppmB). îngălbenirea vârfului frunzei, urmată de necrozare graduată a vârfurilor şi a marginilor care se întinde până la nervura principală. fFrunzele se usucă şi pot cădea timpuriu.

Molibden, Mo Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii Mo este implicat în unele sisteme enzimatice, în special în activarea Molibdenul este absorbit sub formă de anion MoO42-. în legume poate fi asociată cu deficienţa în N datorită rolului un conţinut mai mare de 5 ppm Mo în s.u. în furaje 37 nitrat reductazei, unde este necesar pentru reducerea nitratului şi a nitrogenazei implicate în fixarea biologică a N. Mo este implicat direct în sinteza proteinelor şi în fixarea N de către leguminoase. mobilitatea Mo este considerată a fi moderată, sugerată de altfel de conţinutul relativ mare al seminţelor şi de apariţie a simptomelor de carenţă pe frunzele mature şi bătrâne. acestuia în fixarea N. poate cauza arsuri şi răsucirea sau rularea marginilor frunzei, îngălbenirea şi oprirea din creştere a plantelor. apariţia petelor galbene de pe citrice, clorozarea şi apoi albirea marginilor frunzelor la plantele tinere de conopidă, aşa numita whiptail, manifestate în special pe soluri acide cu pH sub 5,5. este considetat toxic pentru hrana animalelor fiind asociat cu producerea bolii numită otrăvirea cu molibden

. Cobalt, Co Funcţie în plantă Mobilitate în plantă Simptome ale deficienţelor toxicităţii este esenţial pentru fixarea N de către organisme. intră în componenţa vitaminei B12. Co este absorbit sub formă de cation bivalent Co2+ deficienţa împiedică fixarea azotului simbiotic şi nesimbiotic. conţinuturi între 20 şi 40 ppb sunt considerate pentru legume ca fiind limita apariţiei simptomelor de deficienţă în Co. conţinuturi sub 5 ppm în furaje provoacă acobaltoza la animale in caz de exces apar pete brune, necroze pe frunze. 38 Rezumat 2.5. Rolul elementelor nutritive în viaţa plantelor. Funcţiile, mobilitatea în plantă şi simptome ale deficienţelor sau toxicităţii elementelor nutritive Macroelemente: N, P, K (primare), Ca, Mg, S (secundare) Microelemente: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co

**Teste de autocontrol**

17. Deficienţa de azot în plante apare cu precădere pe solurile: Conţinut redus de humus a Cu structură bună b Cu textură nisipoasă c Cu conţinut ridicat în azot d

18. Excesul de azot la plante apare în cazul: Condiţiilor anaerobe din sol a Aplicarea unei agrotehnici optime b Fertilizării abundente cu azot c Regim hidric abundent d

19. Deficienţa în fosfor în plante apare cu precădere pe soluri cu: Aprovizionare slabă cu fosfor mobil a Conţinut scăzut în Fe mobil b Conţinut ridicat în humus c Conţinut ridicat în apă d

20. Deficienţa în fosfor în plante apare cu precădere pe soluri cu: Conţinut scăzut în Fe mobil a Cu conţinut ridicat în microelemente b Exces de CaCO3 şi săruri solubile c Cu conţinut ridicat în materie organică d

21. Carenţa în fosfor se manifestă la plante: La conţinut scăzut în Al mobil în sol a În perioadele reci cu temperaturi scăzute b În perioadele caniculare c În prezenţa fosforului mobil în sol d

22. Deficienţa în potasiu se manifestă în plante pe solurile cu: Abundenţă în ultramicroelemente a Abundenţă în microelemente b Aprovizionarea slabă cu K mobil c Conţinut ridicat în materie organică d

23. Excesul de potasiu la plante se manifestă în cazul: Fertilizării masive cu potasiu a Fertilizării cu microelemente b Soluri cu conţinut ridicat de Na schimbabil c Solurilor sărace în argile şi humus d

24. Plantele absorb cu precădere forma de azot: Amidică a Nitrică b Amoniacală c Amoniacală şi nitrică d

25. La pH 5,7 ce formă de azot este absorbită cu precădere de către plante ? Nitric a Amoniacal b Amidică c Amoniacal şi nitric d

26. Ionii de NO3 - sunt absorbiţi mai rapid şi intens în plantă în mediu: Puternic bazic a Alcalin b Acid c Neutru d 39

27. Ambele forme de azot (NH4 + şi NO3 - ) sunt absorbite în plantă în mod egal la pH: Moderat acid a Neutru b Moderat alcalin c Puternic alcalin d

28. Plantele absorb cu precădere forma de fosfor: H2PO4 - a HPO4 2- b PO4 3- c Toate în egală măsură d

29. Plantele absorb cu precădere forma de potasiu: Sub formă de carbonaţi a Elementară, K b Ionică, K+ c Sub formă de oxid, K2O d

30. Plantele asimilează cu precădere sulful sub formă de: H2S (hidrogen sulfurat) a SO4 2- (sulfaţi) b SO3 (trioxid de sulf) c SO3 2- (sulfiţi) d

31. Azotul joacă rol în metabolismul plantelor în: Sinteza proteinelor a Reglează regimul hidric b Sinteza auxinelor c Participă la formarea organelor de reproducere d

32. Fosforul joacă rol în metabolismul plantelor în: Rezistenţa la păstrare a Creşterea masei vegetative b Transportul şi înmagazinarea energiei în plantă c Rezistenţa la boli şi dăunători d 33. Potasiul joacă rol în metabolismul plantelor în: Reglarea regimului hidric în plantă a Transmiterea informaţiei genetice b Formarea organelor de reproducere c Sinteza fosfolipidelor d 34. Azotul joacă rol în metabolismul plantelor în: Creşterea masei vegetative a Măreşte rezistenţa la secetă b Rezistenţa la păstrare c Activează sisteme enzimatice d

35. Fosforul joacă rol în metabolismul plantelor în: Reglarea regimul hidric în plantă a Dezvoltarea sistemului radicular b Creşterea cantitativă a seminţelor şi fructelor c Nu intră în constituţia compuşilor organici d

36. Potasiul joacă rol în metabolismul plantelor în: Sinteza hidraţilor de carbon a Rol plastic în alcătuirea ţesuturilor b Transmite informaţia genetică c Intră în componenţa acizilor nucleici d 37. Calciul joacă rol în plantă în: Sinteza proteinelor a Sinteza glucidelor b Diviziunea celulară c Sinteza pigmenţilor antocianici d

38. Magneziul joacă rol în plantă în: Împiedică formarea clorofilei a Favorizează absorbţia şi translocarea fosforului b Favorizează absorbţia şi translocarea potasiului c Împiedică formarea compuşilor ce înmagazinează energie d

39. Sulful joacă rol în plantă în: Sinteza unor aminoacizi esenţiali a Sinteza lipidelor b Sinteza auxinelor c Sinteza glucidelor d

40. Rolul fierului în plantă Sinteza proteinelor a Sinteza ATP-ADP b Sinteza auxinelor c Sinteza lipidelor d

41. Rolul manganului în plantă Ruperea moleculei de apă în procesul de fotosinteză a Înmagazinarea energiei în plantă b Reglează regimul hidric în plantă c Reglează regimul termic în plantă d

42. Rolul zincului în plantă Activează sinteza cisteinei a Activează sinteza triptofanului b Activează sinteza cistinei c Activează sinteza metioninei d Acumularea proteinelor d 43. Rolul borului în plantă Creşterea vegetativă a Dezvoltă pereţii celulari b Sinteza proteinelor c Asimilarea fosforului în plantă d

41 2.6. Starile de aprovizionare a plantelor cu elemente nutritive Cercetările întreprinse au arătat că există o dependenţă a creşterii plantelor, în sens de recoltă, biomasă obţinută şi concentraţia în elemente nutritive în plantele cultivate. Această dependenţă este ilustrată de curba lui Prevost şi Ollangnier 1954. Se pot deosebi următoarele stări ale gradului de aprovizionare cu elemente nutritive: carenţă, insuficienţă, limita inferioară a stării normale numită nivel critic, starea normală, abundenţă, exces şi toxicitate.

. Această stare de nutriţie are influenţă asupra creşterii şi dezvoltării cu efecte negative în desfăşurarea normală a proceselor fiziologice şi biochimice. Dereglarile proceselor biochimice şi fiziologice sunt ireversibile în caz de carenţă. Deficienţa acută se exteriorizează sub forma unor simptome relativ specifice pe părţile vegetative (frunze, tulpini, fructe). Impropriu au fost denumite "boli" de nutriţie sau boli neparazitare, deşi nu sunt provocate de un agent patogen, deoarece anumite semne exterioare provocate de carenţe sunt asemănătoare cu unele cauzate de accidente climatice, agenţi fitopatogeni sau dăunători. (Davidescu V., 2000) Insuficienţa sau deficienţa latentă este starea de nutriţie în care organele vegetative sunt aprovizionate nesatisfăcător cu un element, ceea ce afectează o dezvoltare normală şi în final recolta. În cazul insuficienţei numită şi carenţă ascunsă, identificabilă numai prin analize chimice, nu apar simptome vizibile ale deficienţei, apar modificări care provoacă schimbări de ordin fiziologic şi scăderea recoltei. Nivelul critic este starea sau concentraţia care marchează trecerea de la insuficienţă la starea normală, şi care se defineşte ca limita cea mai scăzută a concentraţiei unui element la care recolta începe să descrească (comparativ cu nivelul optim) (Ulrich, 1952). Starea normală este dată de concentraţia şi raportul echilibrat dintre principalele elemente nutritive în cursul perioadei de vegetaţie, care corespunde cu optimul de aprovizionare cu elemente nutritive, şi care corelează cu o recoltă ridicată şi de calitate. Fig. 7 Dependenţa creşterii plantelor şi a recoltei în funcţie de aprovizionarea în elemente nutritive (după Finck, 1992) Abundenţa denumită şi aprovizionare de lux sau consum de lux este starea de nutriţie în care concentraţia într-un anumit element depăşeşte nivelul critic, fără a produce însă efecte toxice, dar şi fără efect asupra sporirii producţiei. Graniţa între starea normală şi apovizionarea de lux este greu de stabilit. Există şi efecte pozitive privind calitatea recoltei la cereale printr-un conţinut ridicat în proteine. 43 Excesul sau toxicitate ascunsă sau uşoară este starea de nutriţie în care concentraţia unui element depăşeşte un anumit nivel, ceea ce produce tulburări fiziologice, histochimice şi modifică raportul dintre partea vegetativă şi fructificare, simptomele nu sunt vizibile, creşterea concentraţiei nutrientului până la concentraţia toxică critică duce la scădera recoltei ca efect al surplusului de nutrient sau a substanţelor toxice rezultate din dezechilibrul proceselor biochimice. De exemplu, folosirea de doze mari de îngăşăminte cu azot duce la acumularea în exces a azotului nitric la spanac, salată, hrişcă, care poate deveni dăunător şi pentru cei ce consumă aceste produse (Davidescu V., 2000). Toxicitatea reprezină aprovizionarea în exces, survine atunci când concentraţia unui anumit element provoacă în celule procese ireversibile care împiedică desfăşurarea metabolismului normal, provocând moartea celulei. Simptomele toxicităţii sunt vizibile, planta este oprită din creştere, recolta este slabă şi de calitate scăzută, rezistenţa plantelor la boli şi dăunători scade, planta poate muri. Astfel de concentraţii trebuiesc evitate indiferent de nutrient. 2.7. Cerinţele plantelor în substanţe nutritive în raport cu vârsta şi fazele de vegetaţie Ritmul de asimilare a elementelor din sol este influenţat de factorii de mediu (apă, temperatură, intensitate luminoasă), de raportul dintre ele (N: P: K: Ca: Mg) echilibrat sau neechilibrat (exces, carenţă). În viaţa plantelor distingem ciclul anual de vegetaţie, iar în cadrul acestuia distingem fazele de vegetaţie (fenofazele). Din punct de vedere al vârstei distingem: Vârsta ontogenetică – de la apariţia din sămânţă până la un moment dat; vârsta facultativă la plantele ce se înmulţesc pe cale vegetativă şi care începe din momentul detaşării butaşului de pe planta mamă până la un moment dat. La plantele anuale ciclul de vegetaţie durează 1 an = ciclul anual şi el se suprapune cu fazele de vegetaţie. La plantele perene ciclul de vegetaţie este multianual, fazele de vegetaţie se repetă anual. În timpul ciclului de vegetaţie distingem perioadele de vârsta, perioada de creştere vegetativă în care se formează ţesuturi noi, N – prelungeşte vegetaţia, perioada de fructificare necesită P, Zn, Cu, Mn, Mo, perioada de maturitate şi declin în care se acumulează şi se depun substanţele de rezervă, perioada necesită P, K, B. Din punct de vedere al nutriţiei în cursul vegetaţiei distingem o modificare a consumului de elemente nutritive astfel: Perioade critice de nutriţie sunt acelea cînd lipsa sau insuficienţa sau raportul nearmonios între elemente are repercusiuni asupra creşterii şi dezvoltării plantelor. Intervenţia pentru remediere nu aduce plantele la normal. Perioade de consum maxim sunt acelea în care plantele acumulează cea mai mare cantitate de elemente nutritive într-un timp accelerat. Perioada eficienţei maxime în care se sintetizează maximum de s.u. în substanţele de rezervă, în care aplicarea unui îngrăşământ prezintă eficienţă maximă. Perioada descreşterii consumului are loc în fenofaza maturării fructelor, consumul începe să scadă, devine redus. 44 La plantele cultivate, principalele fenofaze corespunzătoare diferitelor perioade critice ale nutriţiei sunt descrise în tabelul 3: Tabelul 3 Perioadele critice de nutriţie la diferite plante (după Davidescu V., 2000) Planta cultivată Principalele fenofaze corespunzătoare diferitelor perioade critice de nutriţie Grâu Răsărirea, apariţia frunzei a treia (P), înfrăţirea (N), intrarea în burduf (N) (apariţia primului nod) şi înspicarea (P şi K) Porumb Răsărirea, apariţia frunzei a treia (N şi P), apariţia a 50% din numărul de frunze, începutul apariţiei paniculului, mătăsirea (N şi P); Floarea soarelui Răsărirea, apariţia primei perechi de frunze adevărate, începutul formării inflorescenţei, înflorirea; Sfeclă de zahăr Răsărirea, apariţia perechii, a 2-a şi a 3-a de frunze, începutul îngroşării rădăcinii şi începutul depunerii intense a zahărului în rădăcină; Cartof Apariţia perechilor 2-4 de frunze, apariţia inflorescenţei şi începutul înfloririi; Tomate Apariţia primei frunze adevărate, începutul formării bobocilor florali, înflorirea, începutul coacerii fructelor din primul etaj; Castraveţi Prima pereche de frunze adevărate, începutul formării bobocilor florali, înflorirea, legarea; Pomi roditori Desfacerea mugurilor şi începutul creşterii lăstarilor, creşterea intensă a lăstarilor, înflorirea, legarea şi creşterea fructelor, încetinirea şi încetarea creşterii lăstarilor, diferenţierea mugurilor de rod din mugurii vegetativi, maturarea lemnului şi a ţesuturilor; Viţa de vie pe rod Plânsul, desfacerea mugurilor, creşterea intensă a lăstarilor, începutul înfloririi, legarea boabelor, creşterea boabelor. 2.8. Consumul de elemente nutritive la plantele cultivate Cantitatea de elemente nutritive extrase odată cu recolta diferă cu specia, soiul, volumul recoltei, condiţiile de mediu. Din acest punct de vedere, cerealele consumă în primul rând N, apoi Ca, Mg şi K şi după aceea P, S, Zn, Mn; rădăcinoasele şi tuberculiferele au exigenţe mai mari faţă de N şi K; leguminoasele pentru boabe au cerinţe mai mari pentru N, şi apoi pentru Ca. Plantele ce acumulează zaharuri (sfeclă de zahăr, vita de vie) au cerinţe ridicate şi aproape egale faţă de N, K, după care, în ordine descrescândă se situează Ca, Mg, S, P, B; plantele textile au exigenţe mari faţă de K urmat de Ca şi N; cele oleaginoase consumă în cantitate mare K, după care se situează N; legumele au exigenţe diferite, în raport cu partea care se comercializează, frunzoasele în N şi K, bulboasele în K, apoi N, urmat de S şi P, vărzoasele în N, K apoi în P, solano-fructoasele au exigenţe în primul rând în K apoi în N şi după aceea în Ca, P, Mg, S; gramineele furajere au cerinţe mari faţă de K, N, urmate de Ca, Mg şi de P, S.

**Rezumat 2.6.** Starile de aprovizionare a plantelor cu elemente nutritive. Curba stărilor de nutriţie la plantele cultivate (după Prevost şi Ollagnier) Carenţă, insuficienţă, stare normală (cu limita inferioară - nivel critic), abundenţă (aprovizionare de lux), exces, toxicitate 2.8. Consumul de elemente nutritive la plantele cultivate Legumele au exigenţe diferite, în raport cu partea care se comercializează, frunzoasele în N şi K, bulboasele în K, apoi N, urmat de S şi P, vărzoasele în N, K apoi în P, solano-fructoasele au exigenţe în primul rând în K apoi în N şi după aceea în Ca, P, Mg, S;

**Teste de autocontrol**. Stările de nutriţia se ordoneză în funcţie de creşterea concentraţiei elementului în plantă astfel: Carenţă, insuficienţă, starea normală, abundenţă, exces, toxicitate a Toxicitate, exces, abundenţă, stare normală, insuficienţă, carenţă b Abundenţă, exces, toxicitate, carenţă, insuficienţă, stare normală c Stare normală, insuficienţă, carenţă, abundenţă, toxicitate d 45. Fazele critice de nutriţie la tomate sunt: Răsărire, mătăsit, apariţia panicului a Răsărire, apariţia primei perechi de frunze adevărate, formarea capitolului b Răsărirea, începutul îngroşării rădăcinii şi depunerea zahărului c Apariţia primei frunze adevărate, începutul formării bobocilor florali, înflorirea, începutul coacerii fructelor din primul etaj d 46. Fazele critice de nutriţie la pomi roditori sunt: Apariţia primei frunze adevărate, începutul formării bobocilor florali, înflorirea, începutul coacerii fructelor din primul etaj; a Prima pereche de frunze adevărate, începutul formării bobocilor florali, înflorirea, legarea; b Desfacerea mugurilor şi începutul creşterii lăstarilor, creşterea intensă a lăstarilor, înflorirea, legarea şi creşterea fructelor, încetinirea şi încetarea creşterii lăstarilor, diferenţierea mugurilor de rod din mugurii vegetativi, maturarea lemnului şi a ţesuturilor c Răsărire, apariţia primei perechi de frunze adevărate, formarea capitolului d

**2.9.** Absorbţia radiculară a elementelor nutritive

Absorbţia nutrienţilor de către plantă prin rădăcină reprezintă un proces complex, care se desfăşoară la nivelul membranei celulare prin mecanismele absorbţiei care au loc la un moment dat cu consum de energie şi care intercondiţionează cu: • metabolismul plantei (fotosinteza, respiraţia, formarea acizilor organici, a glucidelor şi a proteinelor, activitatea enzimatică); • factorii de mediu (lumină, temperatură, aprovizionarea cu apă); • însuşirile solului (pH, textură, structură, capacitatea de schimb cationic, gradul de saturaţie în baze, conţinutul în argilă şi humus etc.); • tehnologia de cultură. Sistemul de acţiune rădăcină – sol – soluţia solului reprezintă circuitul absorbţiei radiculare în interacţiunea sa cu mediu nutritiv. Trebuie reţinut că metabolismul substanţelor minerale cuprinde de fapt două faze şi anume: absorbţia (asimilaţia) şi desorbţia (dezasimilaţia), ca urmare a acţiunii reciproce dintre rădăcini, sol şi soluţia solului (Davidescu V., 2000). ABSORBŢIE ↓ ↓  sol → rădăcină → soluţia solului  ← ↓ ← ↑ → DESORBŢIE  Plantele absorb elementele nutritive sub următoarele forme: • substante minerale disociate sub formă de ioni minerali: anioni şi cationi; • substanţe minerale nedisociate, sub formă moleculară în cantitate foarte mică; • compuşi organo-minerali sub formă de chelaţi cu ion metalic central; • compuşi organici (acizi humici, aminoacizi etc.). Sistemul radicular, rolul său în relaţia sol - plantă. Rădăcina are două funcţii esenţiale: • Funcţie mecanică • Funcţie de aprovizionare cu apă şi elemente nutritive

Funcţia mecanică a rădăcinii. Constă în ancorarea plantei în sol în special cu ajutorul rădăcinilor secundare laterale şi a celor lignificate. Fixarea plantei în sol prin sistemul radicular este atât de puternică încât poate avea rol în fixarea unor terenuri şi combaterea eroziunii.

Funcţia de aprovizionare este foarte importantă, se face pe seama rădăcinilor tinere, a perişorilor absorbanţi. Funcţia de aprovizionare începe de la 5°C în sol până la 45 °C, temperatura optimă de absorbţie fiind de 25-30 °C. La unele plante perene această activitate nu încetează nici iarna sub 5 °C. 47 Funcţia de aprovizionare a rădăcinii depinde de o serie de factori precum aeraţia şi temperatura solului, starea de aprovizionare cu apă şi elemente nutritive, capacitatea de schimb cationic a rădăcinii care variază cu specia, la aceştia se adaugă o serie de factori care ţin cont de particularităţile rădăcinii:

• Morfologia rădăcinii. Fiecare specie de plantă are o morfologie proprie. Răspândirea sistemului radicular în sol e dependentă de specie, profilul solului, succesiunea orizonturilor cu textură diferită, bogăţia lor în elemente nutritive (sistemul de fertilizare).

• Masa radiculară. Variabilă cu specia, se exprimă în raport cu partea aeriană.

• Suprafaţa radiculară. Are rol preponderent în absorbţia apei şi a substanţelor nutritive. Activitatea suprafeţei radiculare are loc pe seama perişorilor radiculari a căror lungime variază determinând volumul de sol explorat. Fertilizarea are efect asupra dezvoltării sistemului radicular. Deplasarea elementelor nutritive către suprafaţa rădăcinii se poate face prin: a. Curgere liberă Curgerea liberă reprezintă mişcarea apei din sol şi a nutrienţilor dizolvaţi în soluţia solului către rădăcină. Diferenţa de presiune a apei din interiorul şi din exteriorul plantei este dată de pierderea apei prin frunze (transpiraţia). Acestă diferenţă de presiune creată în rădăcină este egalizată prin deplasarea fluxului de apă către rădăcină. Curgerea liberă este importantă în accesibilitatea formelor solubile de macro- şi micronutrienţi în plantă.

Interceptare direct

Interceptarea directă a ionilor de către rădăcini se realizează odată cu creşterea rădăcinii, aceasta intră în contact cu ionii reţinuţi prin sarcini electrostatice la suprafaţa complexului argilohumic sau organo-mineral. Este important în acest proces ca nutrienţii să aibă activitate ionică scăzută. De exemplu, Cu şi Fe au activitate scăzută la un pH normal al rădăcinilor şi sunt găsiţi în cantitate mică în soluţia solului în formă solubilă. Ei sunt reţinuţi prin sarcini electrice la suprafaţa complexului adsorbtiv. În acest caz, interceptarea directă se realizează odată cu 48 creşterea rădăcinii, aceasta intră în contact cu ionii reţinuţi fizico-chimic la suprafaţa coloizilor solului.

Difuzie Difuzia constă în deplasarea ionilor de la o concentraţie mai mare la o concentraţie mai mică a acestora în soluţia solului. Difuzia este caracteristică şi se realizează în special pentru ionii cu activitate energetică ridicată. Deplasarea prin difuzie este caracteristică pentru ionii de potasiu, mangan, zinc şi într-o mai mică măsură pentru fier.

Nutrienţii sunt absorbiţi prin cele trei mecanisme descrise mai sus: interceptarea direct, curgere directă şi difuzie, ionii fiind absorbiţi, într-un procent diferit, în funcţie de caracteristicile ionului, de pH-ul solului, de tipul de reţinere la suprafaţa coloizilor, de solubilitatea şi forma sub care se găsesc în soluţia solului.

Tabelul 4 Aprovizionarea relativă (%) a rădăcinii cu nutrienţi

Aprovizionarea relativă, %, a rădăcinii cu nutrienţi( Nutrient, Interceptarea ionilor, Cugere liberă Difuzie date pn ordie pt fiecare element) ,Azot 1 79 20 Fosfor 3 6 91 Potasiu 10 5 85 Calciu 28 72 - Magneziu 13 87 - Sulf 5 95 - Mangan 15 5 80 Zinc 20 20 60 Fier 50 10 40 Cupru 70 20 10 Bor ? 65 ? Molibden 5 95

- În general elementele care sunt mai puţin mobile şi absorbţia lor depinde de interceptare şi/sau difuzie trebuie să se găsească în apropierea rădăcinilor, în rizosferă,. Elementele care sunt absorbite prin difuzie sunt predispuse la pierdere prin levigare, disponibilitatea lor este limitată în cazul solului uscat. Mecanisme de transport şi absorbţie în plante. Absorbţia are 3 faze: 1. Absorbţia pasivă 2. Pătrunderea prin membrană 3. Absorbţia activă

1. Absorbţia pasivă se face fără consum de energie. Pereţii epidermei celulelor rădăcinii conţin substanţe pectice şi fibre de natură celulozică. La partea interioară a membranei, la limita cu 50 plasmalema, substanţele pectice şi fibrele celulozice sunt metabolic inactive. Faţă de săruri componentele membranei se comportă diferit: în mediu apos substanţele pectice se comportă ca un sistem Donnan (mediu de difuzie), iar fibrele celulozice se comportă ca un burete. Se constituie spaţiul liber aparent care are un volum de 8-10% din totalul celulelor radiculare. Absorbţia pasivă constă în trecerea ionilor din soluţia solului, din vecinătatea perişorilor radiculari, în spaţiul liber aparent. Se face pe 3 căi, descrise mai sus, la deplasarea elementelor nutritive către rădăcinile plantei: • Curgere liberă sol-rădăcină; • Interceptarea ionilor de către rădăcină în timpul creşterii; • Difuziune ionilor sol-rădăcină. Difuziunea ionilor depinde de: mobilitatea ionilor, concentraţia ionilor, umiditatea solului, capacitatea de reţinere a solului. Difuziunea se face de la concentraţie ridicată spre zone cu concentraţie scăzută. Transpiraţia plantei influenţează concentraţia, determinând diferenţe de presiune. Concluzionând, absorbţia pasivă constă în difuziunea ionilor din soluţia din vecinătatea perişorilor radiculari în spaţiul liber aparent (Arnon, 1975). Are loc fără cheltuială de energie din partea plantei, este influenţată de concentraţia ionilor din soluţie şi de interacţiunea dintre ioni. Gradientul hidrostatic şi cel osmotic al sucului celular sunt consideraţi factori pasivi, transportul ionilor şi al moleculelor de apă realizându-se ca urmare a diferenţei de presiune şi de concentraţie ce rezultă în urma procesului de transpiraţie sau a unor reacţii chimice.

2. Pătrunderea prin membrană este datorată particularităţilor de structură a membranei celulare şi capacităţii de reţinere şi schimb a rădăcinii. Membrana celulară are o structură bistratificată formată din două clase de compuşi, lipide şi protide, cu diferite aranjamente, care fac ca fiecare specie de plante să aibă o membrană specifică. • Lipidele sunt molecule liniare, bipolare, cu un capăt hidrofil şi altul hidrofob. • Protidele au configuraţie globulară, în funcţie de aminoacizii constituenţi lasă libere sarcini + sau – . Între lipidele şi proteinele din membrană există o interacţiune dată atât de caracterul forţelor hidrofobe, care predomină la capătul nepolar al moleculelor, dar şi de aranjamentele bistratificate dintre proteine şi lipide. Capacitatea de reţinere şi schimb cationic a suprafeţei radiculare. Suprafaţa membranei are o sarcină electrică negativă care-i dă o anumită capacitate de reţinere şi de schimb cationic diferă cu specia.

Capacitatea de schimb cationic a suprafeţei radiculare la diferite plante. (Planta me/100 g s.u. Planta me/100 g s.u) Cereale Grâu Orz Porumb Ovaz Rădăcinoase 9 - 26 9 12 17 23 50 Leguminoase Tomate Pomi Viţa de vie Solanacee Cartofi 40 -70 35 50 - 60 60 - 70 30 - 40 38 Această capacitate de schimb cationic nu este la fel pe tot parcursul rădăcinii; este mai puternică în zona de creştere a rădăcinii, acolo unde apar perişorii radiculari. Rădăcina absoarbe apă şi elemente nutritive şi elimină elemente (ioni încărcaţi pozitiv H + , ioni încărcaţi negativ Cl- ) şi substanţe organice. Absorbţia ionilor are loc pe bază de schimb. • În schimbul ionilor de H+ eliminaţi de citoplasmă se absorb cationi (Ca2+, Mg2+, K+ , NH4 + ), când are loc şi o scădere a potenţialului electric al membranei; • În schimbul ionilor de OH- eliminaţi de plantă se absorb anioni (NO3 - , PO4 3-) când are loc şi o creştere a potenţialului electric. Măsurarea potenţialului electric al membranei celulare a rădăcinii permite aprecierea echilibrului anioni-cationi, absorbţia neechilibrată indică aplicarea neraţională a îngrăşămintelor. 3. Absorbţia activă. Se realizează cu consum energetic, pe baza unor procese metabolice şi a schimbului de ioni. Ionii pătrunşi prin membrana celulară sunt preluaţi de molecule transportoare specializate, care sunt produşi intermediari în procesul de respiraţie-fotosinteză (aminoacizi, fosfatide, peptide). Aceste molecule dau cu ionii un complex, ION-TRANSPORTOR care datorită potenţialului bioenergetic, pe care îl posedă, este capabil să traverseze membrana, pătrunzând în citoplasmă unde are loc desfacerea în părţile componente. ION-ul este preluat de un alt compus cu rol de transportor, iar TRANSPORTOR-ul se întoarce spre suprafaţa plasmalemei pentru a prelua alţi ioni. Acest transport se face cu consum de energie ce rezultă din reacţiile de fosforilare oxidativă şi din metabolismul glucidic. Absorbţia selectivă şi viteza de pătrundere a elementelor. Elementele nutritive sunt absorbite sub formă de ioni NO3 - , K+ , Ca2+, Mg2+, hidroxizi NH4OH, Fe(OH)3, chelaţi, complecşi organici. Se absorb selectiv, iar viteza de pătrundere prin membrană diferă în funcţie de natura ionilor (Heller, 1977): Cationi: NH4 + > K+ >Mg2+ > Ca2+ > Na+ Anioni: NO3 - > Cl- > SO4 2- > H2PO4 - Viteza de pătrundere a anionilor e mai mică decât a cationilor ceea ce permite păstrarea echilibrului acido- bazic (H+ /OH- ). 52 Factori cu rol în asimilarea elementelor de către plantă: • Temperatura în procesele de respiraţie şi transpiraţia. Între 24 - 35°C asimilarea ionilor este optimă, cu excepţia Ca2+; • Concentraţia soluţiei solului, care intensifică asimilarea N > K > P; concentraţia ridicată măreşte presiunea osmotică a soluţiei îngreunând absorbţia apei; • Influenţa pH-ului pH = 5 favorizează asimilarea K+ , Fe2+, Mn2+, Zn2+, SO4 2- pH = 6 favorizează asimilarea NO3 - pH = 6,5 favorizează asimilarea H2PO4 - pH = 7 favorizează asimilarea Ca2+, Mg2+ pH= 7-8 favorizează asimilarea NH4 + , MoO4 - • Vârsta plantei influenţează asimilarea, la tinereţe viteza e mai mare; • Tehnica de aplicare a îngrăşămintelor influenţează asimilarea ionilor, ionii NO3 - şi NH4 + au mobilitate mare, iar K+ şi H2PO4 - se deplasează mai greu în sol, de aceea îngrăşămintele cu K şi P se aplică mai aproape de rădăcina plantei. 2.10. Interacţiunea ionilor din mediu nutritiv Efectul fiziologic al elementelor nutritive nu trebuie judecat unilateral ci în cadrul interacţiunii dintre elemente, această interacţiune se manifestă atât în plantă, la nivel subcelular cât şi în soluţia solului. Procesul de interacţiune a ionilor este influenţat de fotosinteză, respiraţie, temperatură, sinteza şi translocarea substanţelor. După natura chimică ionii sunt anioni şi cationi, în stare liberă sau legată. După raportul în care ionii nutritivi se găsesc în soluţia nutritivă sau în plasma celulară acţiunea lor e diferită.

Acţiunea de interacţionare a ionilor

A. Acţiune de însumare a efectului fiecărui element în parte, astfel că efectul final este egal cu totalul rezultat din acţiunea fiecărui element în parte. ΣEfectElemente = EfectN + EfectP +…+ EfectElement

B. Acţiune de sinergism, de intensificare a acţiunii pozitive sau toxice a unui element datorită prezenţei simultane a altui element, efectul pozitiv sau negativ total depăşind suma efectelor componentelor luate separat. EfectTotalAcţiune > ΣEfectComponentSeparat

C. Acţiune de antagonism, de micşorare a efectului fiziologic (în special negativ) al ionilor din amestecul nutritiv sau din sucul celular datorită prezenţei simultane a anumitor ioni şi a raportului dintre ei, efectul final al acţiunii fiziologice fiind mai mic decât efectul fiecărui component luat separat. EfectTotalAcţiune < ΣEfectComponentSeparat În aplicarea îngrăşămintelor această acţiune are o deosebită importanţă. Doze neechilibrate pot duce la deprecierea recoltei. 53 Efectele de antagonism manifestate între ioni sunt: NO3 - cu K/ Ca/ Mo/ Cu/ S NH4 + cu K /Ca/ Mg H2PO4 - cu Zn/ Fe/ Al/ Ca/ S K cu Mg/ B/ Fe/ Ca Ca cu H/ Na/ Fe/ Mg Mg cu Na/ Fe S cu Fe/ Ca B cu Ca/ Mo Mn cu Mo/ Mg/ Fe Co cu Fe Zn cu Ca/ Fe Cu cu Fe/ Mn Antagonismul se manifestă şi în raport cu pH. pH 5 - 6 antagonism accentuat între Ca/Fe, Ca/Mn, Ca/Al pH 6 - 8 antagonism accentuat între Ca/Fe, Ca/K pH 7,5 antagonism accentuat între Ca/K, Ca/Na

**Teste de autocontrol.**

Plantele absorb din sol în cantitatea cea mai mare elementele sub formă: Substanţe minerale nedisociate, moleculară a Ioni (anioni şi cationi) b Compuşi organo-minerali (chelaţi) c Compuşi organici (acizi humici, aminoacizi) d.

Deplasarea elementelor nutritive către suprafaţa rădăcinii se poate face prin: Numai prin curgere liberă a Prin interceptare directă şi difuzie b Curgere liberă, interceptare directă, difuzie c Numai prin difuzie d

. Absorbţia pasivă se face: Cu consum de energie a Fără consum de energie b Cu consum de energie prin difuzie c Cu consum de energie prin interceptare directă d

. Pătrunderea prin membrană se face astfel: În schimbul ionilor de OH- eliminaţi se absorb ioni de K+ a În schimbul ionilor de H+ eliminaţi se absorb cationi b În schimbul ionilor de H+ eliminaţi se absorb anioni c În schimbul ionilor de OH- eliminaţi se absorb cationi d

Absorbţia activă are loc: Fără consum de energie a Fără consum de energie prin difuzie b Cu consum energetic c Fără consum de energie prin molecule transportoare specializate d

. Absorbţia activă a elementelor nutritive este influenţată de pH astfel: pH 7-8 favorizează asimilarea NO3 - a pH 6 favorizează asimilarea NH4 + , MoO4 - b pH 5 favorizează asimilarea K+ , Fe2+, Mn2+ , Zn2+, SO4 2- c pH 8 favorizează asimilarea H2PO4 – d

. Acţiunea de sinergism a ionilor din mediu nutritiv reprezintă: Efectul final este egal cu totalul rezultat din acţiunea fiecărui element în parte a Efectul pozitiv sau negativ total depăşeşte suma efectelor componentelor luate separat b Efectul final al acţiunii este mai mic decât efectul fiecărui component luat separat c Toate variantele sunt adevărate d