. ÎNGRĂŞĂMINTELE CA MIJLOC DE SPORIRE A FERTILITĂŢII SOLULUI ŞI PRODUCŢIEI AGRICOLE

**. Definiţia şi clasificarea îngrăşămintelor**

Întrucât noţiunea de îngrăşăminte este uneori confundată cu cea de ioni nutritivi (din sol sau din plantă) trebuie să precizăm că îngrăşămintele, în sens agrochimic, sunt substanţele minerale sau organice simple sau compuse, naturale sau obţinute pe cale de sinteză, care se aplică sub formă solidă sau lichidă, în sol, la suprafaţa lui sau pe plantă, pentru completarea necesarului de ioni nutritivi şi pentru îmbunătăţirea condiţiilor de creştere şi dezvoltare a plantelor agricole, a facilitării descompunerii resturilor organice, a intensificării activităţii microbiologice şi a ridicării stării generale de fertilitate a solului, în scopul sporirii producţiei vegetale din punct de vedere cantitativ şi calitativ şi cu o perturbare minimă sau deloc a mediului ecologic. Îngrăşămintele se pot clasifica din mai multe puncte de vedere: chimic, fizic, tehnologic, agrochimic, grad de accesibilitate pentru plante, mod de utilizare etc. Vom folosi în continuare un criteriu intermediar între clasificarea chimică şi cea a gradului de accesibilitate. Îngrăşămintele chimice se obţin în urma prelucrării prin procedee fizice sau chimice a unor produse de natură anorganică. În raport cu elementele nutritive5 pe care le conţin ca element de bază, acestea se împart în şase grupe principale:

**Îngrăşămintele cu azot**, se deosebesc după forma lor fizică în: solide şi lichide; după forma chimică sub care se găseşte azotul (amoniacală, nitrică, amidică), ca şi după gradul lui de accesibilitate pentru plante. Îngrăşămintele lichide cu azot sunt reprezentate de soluţii simple, soluţii cu tensiune de vapori scăzută sau ridicată, soluţii suprasaturate şi suspensii. Majoritatea sărurilor folosite ca îngrăşăminte cu azot sunt uşor solubile în apă. Sunt şi unele produse organice de condensare ce conţin azot şi care au o solubilitate redusă.

**Îngrăşăminte cu fosfor**. Din această grupă fac parte diferite săruri ale acizilor fosforici şi polifosforici. În raport cu solubilitatea lor în diferiţi solvenţi şi respectiv a gradului de accesibilitate pentru plante, îngrăşămintele cu fosfor se pot grupa astfel:

Săruri insolubile în apă, dar parţial solubile în acizi şi accesibile plantelor numai în anumite condiţii de sol (făina de oase, făină de fosforiţi); cea mai mare parte servesc ca materii prime pentru obţinerea altor îngrăşăminte.

Există şi unele zăcăminte naturale ale unor forme de îngrăşăminte chimice.

Conţinutul se exprimă în "substanţă activă", forma brută comercială neidentificându-se cu partea care are efect de fertilizare.

Săruri solubile în solvenţi convenţional şi uşor accesibile în anumite condiţii de sol (precipitatul, zgura lui Thomas, termofosfaţii); se folosesc pentru un grup mai restrâns de plante. Săruri solubile în apă şi uşor accesibile pentru majoritatea plantelor (superfosfatul şi superfosfatul concentrat, metafosfatul de calciu, acidul fosforic).

**Îngrăşămintele cu potasiu**, cuprind diferite săruri cu potasiu, în special ale unor acizi tari (HCl, H2SO4) sau ale unor acizi slabi (H2CO3,H4SiO4, H2SiO3, H4Al2Si2O9). În raport cu solubilitatea lor şi respectiv accesibilitatea pentru plante se disting: - îngrăşăminte potasice uşor solubile în apă şi uşor accesibile pentru plante; - îngrăşăminte potasice greu solubile în apă.

**Îngrăşăminte cu macroelemente de ordin secundar** , care conţin magneziu, sulf.

**Îngrăşăminte cu microelemente**, care conţin elementele ce se găsesc în plante < 0,01 % socotit la substanţa uscată. Acestea provin de obicei ca reziduuri de la diferite industrii, iar uneori ca produse chimice fabricate pentru cerinţele agriculturii.

**Îngrăşăminte complexe şi mixte**, conţin două sau mai multe elemente cu rol în nutriţia plantelor; îngrăşămintele complexe se obţin prin reacţii chimice, iar cele mixte, prin amestec. În cadrul acestei grupe se pot distinge:

- îngrăşăminte complexe şi mixte cu două elemente, de tipul NP, NK, PK, MgN, MgP, MgK etc.;

- îngrăşăminte complexe şi mixte cu trei elemente, de tipul NPK, sau cu mai multe elemente;

- diferite produse reziduale de natură minerală sau organică, cu compoziţie chimică complexă şi care sunt folosite sub formă de pulberi sau făinuri

**. Îngrăşămintele organice naturale** rezultă din diferite produse reziduale naturale, de origine organică, printr-o anumită pregătire sau prelucrare făcută direct în gospodărie sau în unităţi cu caracter industrial. Din această grupă fac parte: gunoiul de grajd, urina, mustul de gunoi, compostul, dejecţii umane, gunoiul de păsări, apele uzate, dar şi turba, precum şi îngrăşămintele verzi obţinte prin culturi speciale

. **Producţia şi consumul de îngrăşăminte în lume şi în ţara noastră** După studiile făcute de economistul american Haedy pe un interval de 20 de ani rezultă că factorii tehnologici au contribuit la realizarea producţiei astfel: 45% îngrăşămintele, 10-15% semânţa selecţionată, 6% irigaţiile. Din studiile FAO privind corelaţia dintre consumul de îngrăşăminte şi producţia agricolă la hectar reiese ca: indicele valorii producţiei creşte odată cu cantitatea de îngrăşăminte folosite. Producţia agricolă exprimată valoric este mare pentru ţări ca Belgia Olanda, Japonia cu. Din consumul de îngrăşăminte minerale (substanţă activă) pe plan mondial aplicat în diferite regiuni ale lumii, aproape 50% din totalul îngrăşămintelor minerale sunt folosite la cultura cerealelor (grâu, orez, porumb) şi 50 % din total sunt consumate de China, USA, India. Pe plan mondial se estimează creşteri ale consumului de îngrăşăminte de la 142 milioane tone în 2002-2003 la 165 milioane tone în 2009-2010, la 175 milioane tone în 2015 şi 199 milioane tone în 2030 (FAO, 2005). Cea mai mare parte din producţia mondială de îngrăşăminte va fi utilizată în Asia Orientală şi Asia de Sud, care împreună vor utiliza aproape jumătate din producţia estimată a fi necesară până în 2030. Pentru creşterea productivităţii pe solurile cu fertilitate scăzută vor fi necesare învestiţii considerabile în îngrăşăminte. Obiectivele principale vizează dezvoltarea şi adoptarea sistemelor productive, durabile şi cât mai puţin poluante.

În ţara noastră, în perioada 1928-1933, consumul mediu de îngrăşăminte la hectar, raportat la suprafaţa ţării, revenea la 0,217 kg îngrăşământ brut, iar 1938 la 0,820 kg îngrăşământ brut. După 1955, producţia de îngrăşăminte chimice s-a dezvoltat foarte mult, astfel că în medie pe hectarul de teren arabil s-a folosit în 1989/1990 o cantitate de peste 120 kg substanţă activă (N + P2O5 + K2O), ceea ce revine la aproximativ 200-230 kg/ha îngrăşământ brut.

După anul 1990, producţia şi consumul de îngrăşăminte în ţara noastră cunoaşte un declin datorat perioadei de tranziţie şi dificultăţilor economice, consumul de îngrăşământ scăzând dramatic, în medie la ha arabil, la 48 kg N, P, K în 1994, 47 kg N, P, K în 1995, 43 kg N, P, K în 1996, 40 kg N, P, K în 1997, 38 kg N, P, K în 1998 şi 33 kg N, P, K în anul 1999, 38,7 kg N, P, K în 2007, an în care producţia totală de îngrăşăminte chimice (N, P, K s.a) s-a ridicat la 387 mii tone, din care în sistemul de agricultură majoritar privată s-au utilizat 379 mii de tone.

La noi în ţară un studiu de sinteză care se referă la aportul diferiţilor factori în sporirea producţiei agricole arată că dacă se ia egal cu 100 sporul de recoltă el se datoreşte: 38% îngrăşămintelor, 34,5% lucrărilor solului, 12,5% seminţelor selecţionate şi 15% rotaţiei culturilor. Omenirea are suficiente resurse să hrănească întreaga populaţie actuală şi chiar mai mare dar nenorocirea milioanelor de flămânzi este că ei se aşează la masă după ce bogaţii au consumat jumătate din producţia alimentelor globului, iar animalele lor consumă o treime din totalul cerealelor (aproximativ cât ar mânca într-un an 1,3 miliarde locuitori). 4.3. Proprietăţile fizice şi chimice ce condiţionează calitatea îngrăşămintelor Un îngrăşământ ideal trebuie să aibă următoarele însuşiri: - conţinut ridicat de elemente nutritive majore (N, P, K); - conţinut ridicat al sumei elementelor nutritive de ordin secundar (Ca + Mg + S); - conţinut în microelemente scăzut; - îngrăşămintele chimice solide să fie nehigroscopice, granulate, cu solubilitate ridicată când se introduc în sol; cele lichide să se menţină lichide la concentraţie ridicată şi la schimbarea temperaturii (să nu cristalizeze); - să fie utilizat cât mai complet de plante în cursul perioadei de vegetaţie (coeficient de utilizare ridicat); - să nu se fixeze în sol în forme neaccesibile pentru plante; 130 - să nu se piardă prin levigare; - să aibă o reacţie alcalină în sol acid şi acidă în sol alcalin (bazic); - să fie uşor de fabricat; - să se păstreze uşor şi să se răspândească uşor; - să aibă un preţ scăzut. Este greu să poată fi îndeplinite toate aceste condiţii de acelaşi produs. Pentru a putea compara între ele produsele folosite ca îngrăşăminte din punct de vedere al conţinutului în elemente nutritive, precum şi pentru a putea stabili dozele care se dau la unitatea de suprafaţa, se obişnuieşte să se exprime unităţile substanţei fertilizante (active) în oxizi, P2O5, K2O, MgO etc. sau în elemente N, P, K, Mg etc., raportate la 100 unităţi îngrăşământ brut. În literatura de specialitate se găsesc ambele moduri de exprimare. Mai corectă, din punct de vedere ştiinţific, este exprimarea în elemente, N pentru azot, P pentru fosfor, K pentru potasiu etc., aceasta pentru motivul că plantele nu le absorb din sol sub formă de oxizi (ci sub formă de ioni), iar unii oxizi (P2O5, K2O) nici nu există in sol. Când se exprimă într-o formă şi este necesar să se facă transformarea pentru a se exprima în cealaltă formă, se folosesc următorii factori de transformare (tabelul 17).

**Metodele de aplicare a îngrăşămintelor** Un mare rol în sporirea eficienţei îngrăşămintelor îl au metodele şi epoca de aplicare. În principiu trebuie urmărit ca substanţele nutritive să se afle cât mai mult timp în zona rădăcinilor active ale plantelor. Trebuie să se aibă în vedere că adâncimea de pătrundere a rădăcinilor plantelor ca şi raza până la care se răspândesc diferă de la specie la specie, soi şi hibrid. După epoca de aplicare a îngrăşămintelor se disting trei metode principale: - fertilizarea înainte de semănat (plantat), numită şi fertilizare de bază; - fertilizarea odată cu semănatul (plantatul); - fertilizarea în timpul vegetaţiei, numită şi fertilizare suplimentară. Fertilizarea înainte de semănat se îmbină cu sistemul de lucrare a solului. Odată cu arătura adâncă, sub brazdă, se încorporează cea mai mare parte din doza de îngrăşăminte fosfatice, potasice şi cu azot amoniacal. O parte din îngrăşăminte pot fi încorporate şi cu lucrările dinaintea semănatului (sub cultivator, disc). În acest ultim caz se folosesc îngrăşăminte uşor solubile care să fie utilizate de plante la începutul pornirii în vegetaţie.

**Fertilizarea odată cu semănatul sau plantatul.** Pentru plantele care se seamănă în rânduri sau în cuiburi, îngrăşămintele se aplică cu semănători speciale (combinate), care lasă pe acelaşi rând cu sămânţa sau la cuib, atât seminţele, cât şi îngrăşămintele. Se aplică o cantitate de 1/3-1/4 din doza anuală de îngrăşăminte chimice. Se mai poate aplica în benzi paralele cu rândurile semănate, care de asemenea duce la creşterea coeficientului de utilizare a îngrăşământului. Acestea asigură nutriţia plantelor pe o perioadă de 20-30 zile de la răsărire. Se folosesc în special îngrăşămintele cu fosfor şi mai puţin cele cu azot sau potasiu, care fiind foarte solubile pot să concentreze prea mult soluţia solului, ce devine astfel dăunătoare. Pentru a stabili corect doza care nu este dăunătoare este necesar să se calculeze efectul asupra concentraţiei soluţiei solului. **Fertilizarea în timpul vegetaţiei**, cunoscută şi sub numele de fertilizarea suplimentară, are ca scop să completeze nevoile plantelor în elemente nutritive în anumite perioade critice ale nutriţiei acestora. Aplicarea îngrăşămintelor se poate face în stare uscată sau în soluţii. Răspândirea îngrăşămintelor se poate face la suprafaţa solului, cu sau fără încorporarea ulterioară, sau se pot întroduce în sol printre rânduri cu maşini speciale (cultivator). Soluţiile nutritive ca şi îngrăşămintele pulverulente se pot aplica şi prin stopirea sau prăfuirea părţilor vegetative aeriene ale plantelor, metodă cunoscută şi sub denumirea de nutriţie extraradiculară. În timpul vegetaţiei se foloseşte foarte mult, mai ales în legumicultură, la culturile din sere şi solarii, ca şi la culturile irigate, fertilizarea cu soluţii nutritive. Irigaţia fertilizantă este metoda care constă în aplicarea îngrăşămintelor chimice odată cu apa de irigare, în cantităţile şi raporturile dintre elemente (N, K, P) corespunzătoare cerinţelor plantelor la faza de vegetaţie când se face aplicarea.

**. Îngrăşămintele chimice cu azot Prezenţa în natură**. În atmosferă azotul în stare gazoasă se găseşte în proporţie de 78 % socotit în volume. Deasupra fiecărui hectar se află în atmosferă circa 70000-78000 tone azot molecular (N≡N), formă sub care nu poate fi luat de plantele superioare. In solul arabil,cantitatea de azot total variază în medie pe adâncimea de la 0 la 20 cm între 0,1 şi 0,4 % (2,5-10 t/ha), iar în orizonturile mai adânci scade, astfel că la adâncimea de 2-3 m aproape că lipseşte. Prezenţa azotului în sol se datoreşte activităţii biologice, el nu provine ca alte elemente nutritive din roca pe care s-a format solul. Peste 95 % din azotul stratului arabil este de natură organică. Pe adâncimea de l m - în raport cu tipul de sol - cantitatea de azot este de 9 - 30 t/ha. In plantă, conţinutul în azot variază în medie- socotit la substanţă uscată- între 0,2 şi 4,5 %, fiind mai ridicat în seminţe şi în fânul de plante leguminoase.

**Clasificarea îngrăşămintelor cu azot** Îngrăşămintele cu azot folosite în agricultură sunt săruri ale unor acizi tari (H2SO4, HCl), cu amoniu, sau ale acidului azotic cu diferiţi cationi (NH4 + , K+ , Ca2+), precum şi ale unor acizi slabi (H2CO3, HCN), cu amoniu sau radicalul amidic -NH2. Clasificarea lor se poate face după criterii pur chimice sau după criterii agrochimice. În acest ultim caz, clasificarea ţine seama şi de gradul de accesibilitate a formelor de azot din sărurile respective.

**Sortimentul îngrăşămintelor cu azot** În cadrul eforturilor pentru economisirea energiei se încadrează apariţia sortimentului de îngrăşăminte lichide cu azot. Economia provine atât la fabricarea lor cât si la reducerea energiei necesare pentru transport, răspândire şi încorporare în sol. Majoritatea îngrăşămintelor cu azot sunt uşor solubile în apă, ceea ce necesită aplicarea în mai multe etape pentru a împiedica pierderile prin levigare. Pentru a evita munca suplimentară legată de răspândire şi pierderile prin spălare mai ales la culturile irigate, se produc noi tipuri de îngrăşăminte cu azot, la care se adaugă şi noi forme de condiţionare - îngrăşăminte cu azot greu solubile Compuşi ureoformaldehidici. Rezultă din tratarea ureei cu diferite aldehide în mediu acid. Compuşii conţin între 28 şi 39 % N total şi au o viteză mică de nitrificare şi o asimilabilitate lentă (6-7 luni). Principalii reprezentaţi trecuţi în producţie sunt: Ureoformaldehida (Ureoform) cu 38 % N. Ureoacetaldehida (Crotonyliden-diuree) cu 30 % N. Izobutiliden-ureea (I.B.D.U.) cu 32 % N. În prezent aceste produse se utilizează mai ales în horticultură, în sere. Tendinţe noi în forma de condiţionare a îngrăşămintelor cu azot. Pentru realizarea de îngrăşăminte cu azot cu solubilitate desfăşurată pe întreaga perioada de vegetaţie se mai folosesc şi alte procedee şi anume: - îmbrăcarea granulelor în pelicule organice (materiale plastice); - adăugarea în granule de produse cu acţiune de inhibare a nitrificării; - impregnarea unor materiale plastice expandate din clasa poliuretanilor, cu îngrăşăminte cu adaosuri de inhibitori ai nitrificării şi schimbători de ioni.

**Îngrăşăminte cu azot amoniacal** Amoniac anhidru NH3 Din azot molecular şi hidrogen la presiune şi temperaturi ridicate 82,25 N Gaz incolor cu miros înţepător. Se lichefiază uşor.(lichefiat) în cisterne la presiune (15-30 at) (lichid) Se poate introduce direct în sol cu apa de udare

**Sulfat de amoniu (NH4)2SO4** Amoniac şi acid sulfuric ,Cristale, mici, albe, uneori cenuşii, În saci impermeabili ,Restictiv pentru solurile cu reacţie acidă. Nu trebuie să conţină rodanat de amoniu (rezi-dual)

**Îngrăşăminte cu azot nitric** Azotat de sodiu NaNO3, Din acid azotic sau oxizi de azot şi carbonat sau hidroxid de sodiu 16 N, Cristale albe, uneori cenuşii În saci impermeabili ,Se găseşte şi în stare naturală în Chile, America de Sud

**Azotat de calciu Ca(NO3)2** Din acid azotic sau oxizi de azot şi hidroxid de calciu 11,8-15,3 N Cristale albe 102 Foarte higroscopic ,În saci bine închişi Excelent pentru plantele decorative şi de seră Îngrăşăminte cu azot nitric şi amoniacal

**Azotat de amoniu NH4NO3** Din acid azotic şi amoniac 33-34,5 N Cristalizat sau granulat, culoare albă sau uşor gălbuie ori roz 118 Foarte higroscopic , În saci impermeabili Cu restricţii pe solurile cu reacţie acidă. Pericol de explozie unde se depozitează necorespunzătoor

**Nitrocalcamoniu (nitrocalcar) 2NH4NO3. CaCO3** Din azotat de amoniu în stare topită şi carbonat de calciu pulbere 17,5-20,5 N, Granule de formă neregulată de culoare albă , Higroscopic ,În saci impermeabili ,Se utilizează pe soluri cu reacţie acidă Îngrăşăminte cu azot sub formă amidică

**Ureea CO(NH2)2** Din amoniac şi bioxid de carbon la presiune şi temperatură 46,6 N, Cristale sau granule de culoare albă sau uşor roz ,Higroscopic ,În saci impermeabili Nu trebuie să conţină biuret mai mult de 1,5- 2 %

**Îngrăşăminte lichide cu azot Apă amoniacală NH3 +NH4OH +H2O Apă + amoniac 16,23 N** Lichid incolor 14 kg amoniac lichid pentru o soluţie cu 20 % azot În cisterne Amoniacaţi NH3+NH4OH +NO3+NH2+H2O Amoniac +azotat de amoniu +uree + sulfat de amoniu 32-48 N Lichid incolor

**Factorii care condiţioneză aplicarea îngrăşămintelor cu azot**

Azotul este luat din sol în cea mai mare parte sub formă de ioni de NH4 + sau NO3 - şi în mai mică măsură sub formă de NH2 sau NO2 - , forme ce provin din materia organică din sol sau prin procese de biosinteză. Din punct de vedere fiziologic, formele nitrică, amoniacală şi amidică sunt egale.

Factorii care condiţionează utilizarea de către plante a unei forme sau alteia în cursul vegetaţiei sunt următorii:

• planta: specia şi vârsta plantei, aprovizionarea plantei cu hidraţi de carbon, în raport cu intensificarea fotosintezei;

• solul: pH-ul solului, anionii şi cationii însoţitori din soluţia solului, concentraţia soluţiei, capacitatea de reţinere a solului şi capacitatea de tamponare a acestuia;

• felul îngrăşământului şi gradul de aprovizionare cu îngrăşăminte al unităţii agricole.

**Particularităţile plantelor.** Forma amoniacală este mai apropiată de produşii cu azot care se formează în plantă, decât forma nitrică. Totuşi, amoniacul nu se poate acumula ca atare în plantă, deoarece este toxic, în schimb sub forma nitrică se poate acumula mai mult fără un pericol deosebit (hrişcă, spanac, salată, tutun). Asimilarea azotului amoniacal se face mai bine dacă planta are concomitent condiţii de aprovizionare (fotosinteză) cu hidraţi de carbon. Ionul nitric (NO3 - ) se ia cu uşurinţă de plantă din soluţia solului, însă necesită după pătrunderea în plantă o energie suplimentară pentru a suferi un proces de reducere în nitriţi şi apoi în amoniu, după care intră în reacţie cu acizii organici rezultaţi în procesul de metabolism. În cursul nutriţiei cu azot amoniacal, în plantă se intensifică ritmul acumulării hidraţilor de carbon, iar în timpul nutriţiei cu azot nitric se acumulează mai mulţi acizi organici. În cursul vegetaţiei, folosirea cu precădere de către plante a formei amoniacale sau a celei nitrice se schimbă în raport cu caracterul de specie şi metabolismul general al plantei. Sunt specii care manifestă preferinţă pentru nutriţia cu azot amoniacal cum sunt: catoful, inul, meiul, orezul, iar altele pentru nutriţia cu azot nitric: castraveţii, dovleceii, hrişca, pepenii, sfecla de zahăr. Vârsta plantelor este un factor care influenţează asupra intensităţii formelor de azot. Unele plante, ca de exemplu tomatele, ovăzul, porumbul, la începutul vegetaţiei folosesc mai bine azotul amoniacal, iar în a doua jumătate a perioadei de vegetaţie, azotul nitric. Condiţiile de sol influenţează şi ele asupra asimilării formei nitrice sau amoniacale. În sol, în permanenţă formele solubile de azot se află într-o continuă transformare dintruna în alta; pH-ul solului spre neutru sau uşor bazic favorizează o mai bună absorbţie a îngrăşămintelor amoniacale, în timp ce pH-ul uşor acid, favorizează formele nitrice. De asemenea, prezenţa în soluţia solului a diferiţilor anioni (Cl- , HPO4 2-, SO4 2-) sau cationi (Ca2+, Mg2+, K+ , Na+ ) influenţează absorbţia de către plante a formelor de azot. Anioni şi cationi, după influenţa lor asupra pătrunderii amoniului, se situează astfel: Cl- > SO4 2- > HPO4 2- Ca2+ > Mg2+ > K+ > Na+ De aici rezultă că prezenţa în soluţia solului a cationilor de Ca2+ şi Mg2+, concomitent cu a anionilor de Clşi SO4 2- stânjeneşte pătrunderea NO3 - şi favorizeză în schimb pătrunderea 135 NH4 + . În schimb, prezenţa cationilor de Na+ şi K+ împreună cu anionul HPO4 2- intensifică absorbţia azotului nitric (NO3 - ) şi stânjenesc pătrunderea azotului amonical (NH4 + ). Concentraţia soluţiei nutritive, care este în strânsă legătură şi cu dozele de îngrăşăminte folosite, arată că o concentraţie mai slabă duce la o mai bună asimilare a azotului amoniacal, iar o concentraţie mai mare, a azotului nitric. Pentru echilibru nutritiv, azotul amoniacal nu trebuie să fie în concentraţie mai mare de 1/4 faţă de azotul nitric.

**. Îngrăşămintele chimice cu fosfor** In sol, fosforul provine din roca-mamă pe care acesta s-a format. În orizontul arabil, cantitatea de fosfor total variază cu tipul de sol între 0,03 % (podzol) şi 0,24 % P2O5 (cernoziom), iar în orizonturile mai adânci între 0,02 şi 0,16 % P2O5. Pe adâncimea de 1m rezerva de fosfor total din sol reprezintă 3 - 25 t/ha. Fosforul din stratul arabil este alcătuit în proporţie de 50 - 70 % din compuşi minerali şi 30 - 50 % din compuşi organici. Soluţia solului în medie conţine 0,5 - 1 mg de fosfor solubil (P) pe 1 litru de soluţie, cantitate extrem de mică dacă nu am lua în considerare că din rezerva generală a solului, prin procese fizico-chimice şi activitate microbiologică, pe măsură ce fosforul este consumat de plante, trec în soluţia solului noi cantităţi. În plantă, conţinutul în fosfor variază în medie în diferite organe între 0,2 % în tulpini şi frunze şi 0,8 -1,5 % P2O5 în seminţe (leguminoase, papaveracee).

**Clasificarea îngrăşămintelor cu fosfor** În agricultură se folosesc ca îngrăşăminte săruri neutre, acide sau bazice ale acizilor fosforici, metafosforici şi polifisforici. În ultimul timp, în cadrul sortimentului de îngrăşăminte lichide, se foloseşte direct acidul fosforic. Clasificarea lor se poate face din mai multe puncte de vedere şi anume: chimic, tehnologic şi agrochimic. Vom folosi clasificarea agrochimică care ţine seama şi de gradul de accesibilitate al fosforului de către plante. Sortimentul îngrăşămintelor chimice cu fosfor, cele mai utilizate îngrăşăminte chimice cu fosfor, modul de obţinere şi principalele lor caracteristici fizico-chimice sunt prezentate mai jos:

**Îngrăşăminte cu fosfor greu solubile în apă** Fosfaţi naturali (făină de fosforite) Ca3(PO4)2 + +2Ca5(PO4)3+ argilă + nisip Se extrage din zăcă- minte naturale, se macină,Pulbere de culoare cenuşie sau roşiatică, Foarte puţin solubilă în apă În vrac Se foloseşte pe soluri cu reacţie acidă ca îngrăşă- mânt de bază

**Făină de oase Ca3(PO4)2** Prin măcinarea oaselor, după ce s-a extras grăsimea şi cleiul 15-34 Pulbere albămurdar, aspră la pipăit, în care se disting bucăţi mici colţuroase de oase Foarte puţin solubilă În vrac Idem Îngrăşăminte cu fosfor solubile în solvenţi convenţionali (acizi slabi) **Precipitat CaHPO4.2H2O** Prin descompunerea fosfaţilor naturali cu acid azotic 27-40 Pulbere albă friabilă Puţin solubilă În vrac sau saci Se utilizează şi ca adaos în hrana tineretului bovin Se foloseşte la fabricarea îngrăşămintelor complexe.

**Zgura de defos-forare a fontei (zgura lui Thomas)** Ca4P2O9 + P2O5.SiO2.5CaO Produs secundar de la industria metalurgică 12-24, Pulbere fină cenuşiunegricioasă, Puţin solubilă , În vrac ,Pe terenuri cu reacţie acidă,

**Termofosfaţi 2(Na2O.P2O5. 2CaO)SiO2.2CaO** Încălzirea unui amestec de fosfaţi naturali + SiO2 + Na2CO3 26-29 ,Pulbere cenuşie, Puţin solubilă, În vrac sau saci, Idem

**Fosfaţi neutri sau activaţi Ca3(PO4)2 + +CaHPO4.2H2O + +Ca(H2PO4)2 + +Ca5(PO4)3** Tratarea fosfaţilor naturali cu cantităţi reduse de H2SO4 15-24 Pulbere cenuşie 30-40 % din total solubil în apă În vrac Idem

**Îngrăşăminte cu fosfor uşor solubile în apă**

**Superfosfat simplu Ca(H2PO4)2 + + CaSO4** Tratarea fosfaţilor naturali cu acid sulfuric 16-22 Pulverulent sau granulatş Solubil în apă; ghipsul nu se solubilizează În vrac sau saci Se foloseşte pe toate tipurile de sol şi la toate plantele

**Superfosfat concentrat Ca(H2PO4)2** Tratarea fosfaţilor naturali cu acid fosforic 38-54 Granule de 1-3 mm de culoare albă Solubil în apă În vrac sau saci Idem

**Polifosfaţi Metafosfat de calciu (Ca(PO3)2)n** Calcinarea la 1000°C a rocii fosfatice împreună cu P2O5 60-71 Masă sticloasă sau pulbere fină, Solubil în apă, În saci Se foloseşte la fabricarea îngrăşămintelor

**Factorii care condiţioneză aplicarea îngrăşămintelor cu fosfor**

Fosforul este luat de plante din sol sub forma ionului H2PO4 - ; este asimilat mai slab şi sub forma ionului HPO4 2- sau PO4 3- . Factorii care influenţează asupra eficienţei îngrăşămintelor cu fosfor şi condiţionează aplicarea sunt:

• planta: specia, vârsta, capacitatea de a lua calciul din sol şi de a secreta o serie de acizi şi enzime în rizosferă;

• solul: pH-ul, gradul de saturaţie cu baze, capacitatea totală de schimb cationic, anionii şi cationii însoţitori din soluţia solului;

• felul îngrăşământului: gradul său de mărunţire, modul de încorporare şi forma chimică. **Particularităţile plantelor**. În general, cele din familia leguminoaselor folosesc mai bine fosforul din sol chiar şi din formele mai greu solubile, comparativ cu plantele din familia gramineelor. În raport cu sistemul radicular, plantele cu sistem radicular pivotant asimilează mai bine fosforul din sol, pe când cele cu sistem radicular fasciculat şi răspândit în stratul de la suprafaţa solului asimilează mai greu fosforul din sol şi mai bine fosforul aplicat sub formă de îngrăşământ. Particularităţile de folosire a fosforului variază cu specia. Astfel asimilează mai uşor fosforul din formele greu solubile sau fosforul din sol: hreanul, hrişca, lupinul, muştarul, mazărea, ridichea, trifoiul alb. Un alt grup de plante asimilează mai greu fosforul din sol, în schimb îl iau cu usurinţă din formele solubile şi din îngrăşăminte: cartof, grâu, in, orz, ovăz, porumb, trifoi roşu, varză, tomate. Însuşirea de a folosi fosforul din compuşi greu solubili creşte odată cu capacitatea plantei de a asimila calciul, fără să existe un raport direct proporţional, precum şi cu particularităţile de a emite în rizosferă diferiţi acizi organici şi enzime care contribuie la solubilizarea compuşilor fosforului din sol. În raport cu vârsta plantelor, capacitatea de a lua fosforul din forme greu solubile este mai scăzut la plantele tinere şi creşte în general odată cu înaintarea plantelor în vârstă. Din totalul fosforului introdus în sol ca îngrăşământ, plantele, în raport cu specia şi condiţiile de sol, utilizează 15-40%, în medie 25 %, restul fixându-se în forme însolubile şi mai greu accesibile plantelor.

**Condiţiile de sol şi eficienţa îngrăşămintelor cu fosfor.** Condiţiile de sol influenţează asupra eficienţei îngrăşămintelor cu fosfor prin diferitel procese de reţinere care au loc în sol, dsr şi prin faptul că fosforul din îngrăşăminte introdus în sol aproape că nu se deplasează, el rămâne în stratul unde a fost încorporat cu o difuzie medie de ± 5 cm. Din această cauză, pentru a aproviziona plantele cu forme accesibile de fosfor este necesar ca îngrăşământul să fie introdus în diferite straturi, adică atât sub brazdă odată cu arătura adâncă cât şi sub cultivator sau disc, sau pe rândurile plantelor odată cu sămânţa. Aplicarea îngrăşămintelor fosfatice la suprafaţa solului are efect mic, întrucât nedeplasându-se aprovizionează plantele numai pe o perioadă scurtă de timp. În utilizarea îngrăşămintelor cu fosfor, aciditatea sau bazicitatea soluţiei solului, respectiv pH-ul, au un rol deosebit. Pe solurile acide se utilizează mai bine formele greu solubile. 138 Pe solurile saturate cu baze, ca şi pe cele neutre, dar cu un conţinut ridicat de CaCO3 sau Ca(HCO3)2 prin reacţii de schimb poate avea loc o legare chimică a ionului fosforic în forme mai greu accesibile pentru plante. Prin reacţii de schimb rezultă fosfatul secundar de calciu şi fosfatul terţiar de calciu, cu o solubilitate în apă mai mică decât fosfatul primar de calciu şi sunt ca atare şi mai greu asimilabile de către plante. Coeficientul de folosire a îngrăşămintelor fosfatice introduse în sol mai depinde şi de capacitatea totală de schimb cationic (T) a solului şi de gradul de saturare cu baze (V%). În solurile cu o capacitate de schimb mică şi cu un grad de saturaţie sub 50-60 % se folosesc mai bine fosfaţii greu solubili. Pe solurile cu capacitatea de schimb cationic mare şi un grad de saturaţie cu baze mai mare de 75-80 % sunt condiţii pentru o utilizare mai bună a îngrăşămintelor cu fosfor sub forme uşor solubile. De asemenea, prezenţa în soluţia solului a altor substanţe nutritive influenţează coeficientul de folosire a îngrăşămintelor cu fosfor. Aceasta se datoreşte pe de o parte unor interacţiuni chimice ce se produc în sol şi a unor interacţiuni biochimice ce au loc în plante. Îngrăşămintele cu azot (azotat de amoniu, sulfat de amoniu etc.) măresc solubilitatea fosfaţilor şi îi fac şi mai accesibili plantelor. Îngrăşămintele cu potasiu măresc gradul de asimilare a îngrăşămintelor fosfatice greu solubile. Conţinutul ridicat în humus al solurilor, ca şi folosirea gunoiului de grajd, duc la o mai bună asimilare a îngrăşămintelor fosfatice. În sol mai au loc şi reţineri fizico-chimice ale ionului fosfatic la suprafaţa coloizilor solului (argila) şi a hidroxizilor de fier şi aluminiu. Ioni de fosfor mai pot fi reţinuţi în sol şi de alţi compuşi ca humanţii de fier, silicaţii de fier şi aluminiu. Ca urmare a proceselor de reţinere chimică şi fizico-chimică în sol nu se pot acumula compuşi ai fosforului uşor solubili în apă. Tendinţa generală este de trecere a compuşilor uşor solubili în compuşi mai greu solubili (fosfaţi terţiari) sau în forme stabile (hidroxilapatita etc.). Totuşi şi în cazul cănd nu se folosesc îngrăşăminte fosfatice, plantele au posibilitatea să se aprovizioneze într-o măsură oarecare cu fosfor ca urmare a unui echilibru dinamic ce se stabileşte între diferitele forme sub care este reţinut fosforul în sol, dar care nu corespunde întotdeauna pentru satisfacerea cerinţelor biologice ale plantelor. Interacţiunea P/N. Există o interacţiune între fosfor şi azot atât în sol cât şi în plantă. Aceasta se datoreşte unor interacţiuni chimice şi fiziologice care influenţează accesibilitatea fosforului şi capacitatea de asimilare a plantelor. Interacţiunea P/Zn. S-a constatat că excesul de îngrăşăminte cu fosfor provoacă carenţe induse de zinc, element care intră în componenţa unor ezime (carbohidaza, carbopeptidaza) cu rol în procesul de fotosinteză. 139

**.Îngrăşămintele chimice cu potasiu** În sol, potasiul provine din rocile pe care acesta a luat naştere, mai bogate fiind solurile ce au la bază roci magmatice (eruptive). Conţinutul în potasiu total al scoarţei terestre este în medie de 2,6 % K2O, iar solurile din ţara noastră au în orizontul arabil un conţinut mediu de potasiu total de 1,5-2,5 % K2O. Solurile argiloase au un conţinut mai ridicat în potasiu decât cele lutoase sau cele nisipoase, care au conţinutul cel mai scăzut. În cea mai mare parte, potasiul se află în sol sub formă de silicaţi complecşi sau minerale argiloase în care potasiul este strâns legat în reţeaua cristalină. Cu tot conţinutul solului ridicat în potasiu total, totuşi de multe ori plantele duc lipsa acestui element, întrucât numai 1-2 % din acest potasiu trece în forme uşor asimilabile de căttre plante. Peste 90 % din potasiul total aflat în stratul arabil se află compuşi minerali şi mai puţin de 10 % provine din compuşi organici. În plantă, conţinutul în potasiu variaza cu specia, vârsta şi părţile sau organele acesteia. Cea mai mare cantitate în potasiu se gaseşte în organele tinere în frunze şi apoi în fructe. În paie, conţinutul cel mai ridicat în potasiu se găseşte la plantele oleaginoase (0,5-1,80 %), paiele de cereale au între 0,75 şi 1 % K2O. În seminţe, conţinutul cel mai ridicat se află în leguminoase (0,80-1,7 % K2O), la cereale fiind între 0,5-0,6 % K2O. Clasificarea îngrăşămintelor cu potasiu Ca îngrăşăminte cu potasiu se folosesc săruri neutre sau acide, în care cationul K+ este legat cu un anion: Cl- , NO3 - , SO4 2-, HCO3 - , CO3 2-, H2PO4 - , PO4 3-, SiO4 2- .

Clasificarea îngrăşămintelor cu potasiu se poate face din punct de vedere chimic, tehnologic şi agrochimic.

**Zăcăminte naturale de săruri cu potasiu** Materiile prime folosite pentru producerea îngrăşămintelor chimice cu potasiu sunt zăcămintele naturale de diferite săruri potasice şi în special de cloruri şi sulfaţi. Aceste zăcăminte s-au format acum circa 200 milioane de ani din apa mării, din care s-a depus treptat în ordinea solubilităţii în nişte lagune mari, diverse săruri în care predomină clorurile (de Na, K, Mg) şi sulfaţii (de K, Mg, Ca, Na). Cele mai mari zăcăminte se găsesc în Canada 36 %, în Rusia 48 %, în Germania 12 %, apoi în Italia (Sicilia) etc. Zăcămintele cunoscute cuprind aproape 50 miliarde tone K2O. În ţara noastră, a fost pus în evidenţă în anul 1958, în judeţul Neamţ (Tazlău, Gârcina, Schitu Frumoasa, Bălţăteşti) un zăcământ de săruri de potasiu estimat la peste 300 milioane tone de potasiu (K2O), în care predomină sulfatul de potasiu.

**Sortimentul îngrăşămintelor chimice cu potasiu** Îngrăşămintele cu potasiu utilizate în agricultură, modul de obţinere şi principalele caracteristici fizico-chimice sunt prezentate mai jos:

**Săruri potasice brute Silvinit KCl.NaCl** Extragere din zăcământ prin lucrări de minerit 12-24 Sare albă, alb murdar cu cristale de culoare roz ,În saci sau în vrac la loc uscat, Se găseşte în zăcăminte le de la Gălean, jud. Neamţ

**Carnalit KCl.MgCl2. 6H2O** Sare de culoare alb lăptoasă sau galben roşiatică 30 Idem Se găseşte în zăcămintele de la Gălean, jud. Neamţ

**Cainit KCl.MgSO4.3H 2O** Sare de culoare albă-cenuşie cu cristale galbene sau roz 30- Se găseşte în zăcămintele de la Tazlău, jud. Neam

**Polihalit K2SO4 MgSO4 CaSO4**

**Săruri potasice prelucrate**

**Clorură de potasiu KCl** Prin prelucrarea silvinitului pe principiul solubilităţii diferite a KCl şi a NaCl în raport cu temperatura 60-63 ,Cristale mici albe, Puţin hygroscopic, Utilizat direct ca îngrăşământ sau la fabricarea îngrăşă- mintelor complexe

**Sare potasică KCl+săruri naturale brute măcinate** Prin amestecul KCl cu săruri naturale brute măcinate 20-40 50 Sare de culoare alb murdar cu cristale mici de culoare roz în saci, Îngrăşământ potasic cel mai mult **folosit Sulfat de potasiu K2SO4** obţinut prin prelucrarea sărurilor naturale pe cale termică sau schimb de ioni, Cristale mici albe sau albegălbui , În vrac, Recomandat la culturile din sere şi cele ce nu suportă clor (solanacee, viţă de vie, plante decorative)

**În sol, potasiu este luat de plante sub formă de ioni (K+ ).** În această formă provine din potasiu reţinut de complexul coloidal prin adsorbţie, precum şi din sărurile din sol solubile în apă. Factorii care condiţionează eficienţa îngrăşămintelor cu potasiu sunt planta, condiţiile de sol, prezenţa diferiţilor anioni şi cationi în soluţia solului şi felul îngrăşământului. **Particularităţile plantelor**. Capacitatea plantelor de a lua potasiu din sol sau din îngrăşăminte diferă de la o specie la alta. Astfel, meiul, hrişca, trifoiul, lucerna au capacitate mai mare de a lua potasiu din diferiţi compuşi greu solubili din sol, decât alte plante. Unele plante de cultură sunt mari consumatoare de potasiu, cum sunt floarea-soarelui, cartoful, sfecla, varza, tomatele, hrişca, porumbul, ricinul, cânepa, tutunul, salata, păstârnacul, viţa de vie, pomii. Concentraţia mai mare a soluţiei solului, favorizează asimilarea mai bună a potasiului de către plantele cu o capacitate mai scăzută de a lua acest cation din sol. Capacitatea de asimilare a potasiului din sol din forme greu solubile creşte odată cu vârsta.

**Condiţiile de sol şi eficienţa îngrăşămintelor cu potasiu**. Pe solurile saturate cu baze au loc reacţii de schimb la aplicarea îngrăşămintelor cu potasiu, calciul rezultat în urma schimbului formează clorură de calciu, o sare uşor solubilă. Ca = [CA] =Ca + 2KCl → K- [CA] –K + Ca Cl2 Potasiul se reţine în complexul adsorbtiv, iar solul poate suferi treptat o decalcifiere, întrucât clorura de calciu este uşor solubilă şi se îndepărtează cu apele de infiltrare. Pe solurile nesaturate (acide) la aplicarea de îngrăşăminte cu potasiu au loc următoarele reacţii de schimb: H- [CA] -H + 2KCl → K- [CA] –K + 2HCl Se produce o acidifiere şi mai puternică a soluţiei solului, care poate duce la apariţia unor compuşi toxici (oxiclorura de aluminiu) ce influenţează nefavorabil asupra culturilor sensibile la reacţia acidă: in, trifoi, porumb etc. Dacă nu se ţine seama de acest lucru, se poate ca aplicarea îngrăşămintelor complexe NPK să dea rezultate mai slabe decât NP. Reţinerea potasiului în complexul adsorbtiv permite ca încorporarea în sol a îngrăşămintelor potasice să se poată face cu 3 - 6 luni înaintea însămânţării. Există şi o reţinere chimică a potasiului sau o reţinere fără schimb, datorită îmbătrânirii coloizilor din sol, care duce la modificarea reţelei cristaline şi la reţinerea potasiului în compuşi greu solubili, sau între lamelele minerale secundare (argile). Coeficiecietul de folosire a potasiului de către plante mai este influenţat de prezenţa în soluţia solului a altor substanţe nutritive. Aprovizionarea plantelor cu azot nitric îmbunătăţeşte asimilarea potasiului. Cantităţile mari de azot amoniacal stânjenesc asimilarea potasiului. Excesul de fier inhibă asimilarea potasiului şi accentuează simptomele carenţei în acest element. Efectul nociv al excesului de calciu se micşorează în condiţiile unei bune aprovizionări cu potasiu. Excesul de potasiu accentuează carenţa în magneziu. Pe solurile unde s-a aplicat gunoiul de grajd, eficienţa îngrăşămintelor chimice cu potasiu este mai mică, fiindcă plantele folosesc şi potasiul din gunoiul de grajd. 142 4.7.Îngrăşămintele chimice cu elemente de ordin secundar (sulf, magneziu) Îngrăşăminte cu magneziu. În sol, magneziul provine din rocile pe care s-a format solul şi se află în medie în cantitate de 0,05 % Mg (soluri nisipoase) şi 0,5 % Mg (soluri argiloase). Pe cernoziomuri conţinutul în magneziu este mai mare decât în podzoluri. Formele de magneziu asimilabile de plante sunt date de magneziul adsorbit în complexul coloidal (schimbabil) şi magneziu solubil. Dacă magneziul reprezintă mai mult de 10 % din suma bazelor schimbabile se consideră că solul este bine aprovizionat cu acest cation. De obicei Mg schimbabil este cuprins între 4 şi 20 % din suma bazelor schimbabile.

**Ca îngrăşăminte cu magneziu se folosesc**: Dolomit CaCO3⋅MgCO3. Este o rocă sedimentară. Carbonat dublu de calciu şi magneziu în amestec cu diferite cantităţi de argilă, nisip, carbonat de fier etc. Conţine 8-13% magneziu. Înainte de utilizare se usucă şi se macină. În ţara noastră se găsesc calcare dolomitice în judeţele Hunedoara şi Suceava. Sulfat de magneziu MgSO4⋅7H2O. Este o sare albă, cristalizată, solubilă în apă. Conţine 9,9% Mg.

**Condiţiile aplicării îngrăşămintelor cu magneziu** Plantele tinere au o capacitate mai scăzută de a lua magneziu. La început plantele folosesc magneziul din seminţe. Simptomele carenţei în magneziu apar la 10 (graminee) – 50 (leguminoase) de zile de la răsărire. Cantităţile mari în soluţia solului a K+ , Na+ , NH4 + , Ca2+ stânjenesc absorbţia magneziului. Dintre plantele de cultură cu o mare sensibilitate la insuficienţa magneziului în soluţia solului sunt: ceapa, cânepa, porumbul, ridichea, sorgul, sfecla de nutreţ, trifoiul, tomatele, pomii fructiferi

**. Îngrăşăminte cu sulf**. În atmosferă sulful se găseşte sub formă de SO2. Prin precipitaţii anual un hectar poate primi 10-120 kg sulf. În sol sulful se găseşte sub formă minerală (sulfuri, sulfaţi, tiosulfaţi etc.) şi organică. În stratul arabil conţinutul mediu de sulf total este de 0,005 - 0,05 % S, ceea ce revine la 180 - 2400 kg S /ha. În plantă sulful este absorbit ca ion SO4 2-. Se găseşte în cantităţi de 0,02 - 1,8 % din substanţa uscată. Se află mai mult în seminţe şi frunze şi mai puţin în tulpini şi rădăcini. La plantele din familiile Cruciferae (varza), Leguminoase (fân de lucernă) şi Solanacee (tutun ), conţinutul în sulf este mai mare decât cel de fosfor.

Ca îngrăşăminte cu sulf se folosesc: Sulf elementar. Se găseşte în natură ca zăcăminte ce conţin 50 - 99% S. La noi în ţară se află în Munţii Căliman, la Gura Haitii (jud.Suceava), zăcăminte estimate la peste 3 milioane tone. Sulful elementar mai poate fi recuperat din gazele naturale. Sulf inoculat. Este un amestec de sulf elementar cu compost organic ce conţine microorganismele specifice care oxidează sulful. 143 Gips CaSO4.2H2O. Se găseşte în natură cristalizat sau amorf. Conţine 15-18,6 % S. Înainte de folosire se macină. Se păstrează în încăperi uscate. Condiţiile aplicării îngrăşămintelor cu sulf Cele mai mari consumatoare de sulf şi cele mai sensibile la carenţa acestui element din mediul nutritiv sunt plantele din familiile Umbelliferae (ţelină, pătrunjel, leuştean, chimen, mărar, păstârnac) şi Cruciferae (varza, muştar, ridiche, mixandra, micşunele). Cerinţe mai mari în sulf au: arahidele, ceapa, floarea soarelui, inul, lucerna, muştarul, rapiţa, sfecla, ţelina, trifoiul, usturoiul. Asimilarea anionului SO4 2- este influenţată favorabil de prezenţa unor cationi, după cum urmează: K + > NH4 + > Na+ > Mg2+ > Ca2+ Sulful se aplică ca îngrăşământ în sol sau prin stropire extraradiculare în soluţii de 0,5 - 1 % sub formă de sulfaţi solubili.

Folosirea gunoiului de grajd poate să asigure necesarul de sulf, având în vedere că o tonă de gunoi conţine aproximativ 2 kg sulf.

**. Îngrăşăminte chimice cu microelemente**

**Îngrăşăminte cu fier.** Fierul este considerat elementul care face trecerea între macroelemente şi microelemente. În sol, fierul total se găseşte în cantităţi destul de mari, de până la 4-5 %. El se află sub formă minerală (mica neagră), hematită (Fe2O3), magnetita (Fe3O4), siderit (FeCO3), cât şi organică. Conţinutul solului în Fe solubil este extrem de mic comparativ cu conţinutul total. Este mai ridicat în solurile cu pH acid şi mai scăzut în cele cu pH bazic. În plantă conţinutul mediu de fier este de 0,007 - 0,02% Fe2O3, în seminţe, şi de 0,007 - 0,06% Fe în paie, socotit la substanţa uscată. Ca îngrăşăminte cu fier se utilizează: Sulfatul de fier FeSO4⋅7H2O. Sare cristalizată, de culoare verde-deschis. Conţine 20,1% Fe. În contact cu aerul pierde apa de cristalizare, iar fierul bivalent trece în forme trivalente.

**Chelaţi cu fier**. Săruri organo-minerale de culoare galben-maronie. Se pot aplica sub formă pulverulentă sau în soluţie pentru combaterea carenţelor cu fier. Conţin în medie 8-12 % fier. Cel mai cunoscut este **sarea de sodiu a acidului etilendiaminotetra-acetic (NaFe - EDTA**) ce poartă denumirea comercială de Versena şi Fe - EDDHA denumit Sequestrene. Când se aplică în soluţii se folosesc concentraţii de 5-10 ppm Fe metalic. Ca pulbere se aplică 10 - 20 g Fe la un pom. Fosfat feros de amoniu Fe(NH4)PO4⋅H2O, conţine 29 % Fe.

**Condiţiile aplicării îngrăşămintelor cu fier** Necesitatea aplicării îngrăşămintelor cu fier se manifestă mai ales la arbuştii fructiferi, pomi, viţă de vie şi la plantele ce nu suportă exces de calciu (cartof, in, ţelină, afine, azalee, rhododendron). Carenţa este mai accentuată pe solurile cu reacţie bazică, bogate în calciu.

Manganul în cantitate prea mare în soluţia solului poate accentua carenţa în fier. Potasiul ajută la o mai bună asimilare a fierului.

**Grupa microelementelor.** În afară de elementele dominante din materia vie vegetală (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Si) care reprezintă peste 99 % din totalul elementelor organismelor vegetale vii, un important grup de elemente nutritive, care au aceeaşi valoare biologică, se găsesc în plantă în cantităţi mai mici de 0,01 % (socotit la substanţă uscată) şi constituie grupa microelementelor. Acestea au o acţiune specifică, directă, iar insuficienţa lor în mediu de nutriţie împiedică îndeplinirea ciclului vital al plantei. Din această categorie fac parte: molibdenul (Mo), borul (B), cuprul (Cu), zincul (Zn), manganul (Mn), cobalt (Co). Majoritatea microelementelor intră în alcătuirea unor enzime sau activează unele enzime. De asemenea, au un rol în stabilitatea substanţelor coloidale din plasma celulară.

**Îngrăşămintele complexe şi mixte cu două, trei şi mai multe elemente**

Agricultura intensivă necesită să se aplice atât îngrăşăminte cu azot cât şi cu fosfor, potasiu sau cu alte elemente. Industria chimică realizează produse ce conţin două elemente chimice nutritive (NP), trei (NPK) sau mai multe. Când din amestecul materiilor prime rezultă compuşi chimici noi, produsul poartă numele de îngrăşământ complex. Când prin amestec nu rezultă compuşi chimici noi sau se formează numai parţial şi în cantităţi mici, produsul rezultat se numeşte îngrăşământ mixt.

**. Sortiment, caracteristici agrochimice** Îngrăşămintele complexe şi mixte pot fi de mai multe tipuri, după elementele fertilizante care intră în alcătuirea lor, cu două elemente NP, NK, PK, cu trei elemente NPK

**Îngrăşăminte complexe cu microelemente** Se fabrică, de asemenea, îngrăşăminte care pe lângă azot, fosfor şi potasiu conţin şi microelemente (bor, cupru, molibden, mangan, zinc): superfosfat cu zinc, nitrofoska cu zinc, nitrofoska cu bor. Fritt este denumirea unui îngrăşământ complex cu microelemente. Conţine mai puţin de 1 % bor, cupru, mangan, molibden, zinc. Are o solubilitate mică, ceea ce face ca elementele nutritive să se elibereze treptat. Spurofoska. Îngrăşământ complex de tip NPK + microelemente.

**Îngrăşăminte complexe lichide** În soluţie de acid fosforic sau amoniac anhidru se poate dizolva azotat de amoniu, uree şi clorura de potasiu. Foliar spray (pulverizare pe frunze) cuprinde o gamă variată de îngrăşăminte folosite în horticultură. Se fabrică la combinatul chimic de la Craiova, pentru legume NPK + microelemente (Cu, B, Zn, Mn, Mo) şi pentru vie NPK + microelemente (Mg, Fe, B, Zn). La noi în ţară se fabrică pentru culturi intensive îngrăşăminte lichide complexe, care în raport cu compoziţia chimică sunt notate cu indicativele C (clare) sau F (foliare)

Îngrăşăminte lichide complexe fabricate în România F 011 F 141 F 231 F 411 C 011 C 141 C 231 C 411 ,Soluţie limpede,

Observaţii Pentru aplicaţii foliare Pentru culturi intensive

**Cenuşa** Cenuşa vegetală este un îngrăşământ complex, fiindcă conţine toate elementele nutritive care intră în alcătuirea plantelor, în afară de azot. Rezultă din combustia diferitelor substanţe organice vegetale. Compoziţia cenuşii variază cu specia plantei, vârsta, organul şi condiţiile de sol. Cenuşa are un conţinut ridicat în potasiu (6-36% K2O şi fosfor (2-11% P2O5). Potasiul şi fosforul se află în forme uşor asimilabile pentru plante. Totodată, cenuşa conţine numeroase microelemente, bor, cupru, mangan, zinc, molibden, ca şi alte elemente (calciu, magneziu, etc). Anual se poate strânge de la familiile care folosesc drept combustibil lemnele, o cantitate de 50- 80 kg cenuşă brută, iar dacă se utilizează paie sau coceni, 250-400 kg cenuşă brută. Cenuşa se strânge cu grijă, lăsându-se să se răcească la aer, nu se stinge cu apă şi se păstrează la loc uscat, în vase metalice sau de lut. Este higroscopică. Cenuşa se poate folosi la toate plantele, înainte de însămânţare, în cantităţi de 600-800 kg/ha la cereale, 1000-1200 kg/ha la plantele tehnice, legume. Seminţele, înainte de însămânţare, se pot tăvăli prin cenuşă (10-15 kg/ha). Se poate folosi ca adaus la ghivecele nutritive, 5-10 kg la fiecare metru cub de amestec organic. Se mai poate da în soluţii de 0,5-1,5 % la răsaduri, legume. Îngrăşăminte complexe din deşeuri organice Unele deşeuri de la industria uşoară sau alimenatră pot fi transformate în produse ce se pot utiliza ca materii prime care se folosesc la realizarea de îngăşăminte pentru flori.

**Făina de sânge.** Sângele de la abatoare se tratează cu 2-3 % CaO, se usucă şi se macină. Făina obţinută conţine 12-13% N, 0,5-2% P2O5 şi 0,7-1% K2O. Făina de coarne şi copite. După uscare se macină. Conţine:10-14% N, 5-5,5% P2O5, 2% SO3 şi 2-7% CaO. 148 Făina de carne, de piele sau de peşte. Se obţine din deşeuri. Se fierb, se usucă, se macină. Conţine 6,11 % N, 14-17% P2O5 şi 16-20% CaO.

**Guano** este un îngrăşământ natural care provine dintr-o acumulare îndelungată a dejecţiilor unor vieţuitoare. Guano de lilieci provine din acumularea în timp a excrementelor şi cadavrelor de lilieci în unele peşteri. La noi în ţară este cunoscut un astfel de zăcământ la Cioclovina (peştera Pui) din judeţul Hunedoara şi la Mereşti din judeţul Harghita.

**Îngrăşăminte mixte cu substanţe pesticide** Uneori epoca şi modul de aplicare a unor îngrăşăminte coincid cu cele recomandate pentru unele produse cu acţiune pesticidă. Aceasta a dus la fabricarea unor compuşi care să conţină atât îngrăşăminte cât şi erbicide, fungicide sau insecticide. Îngrăşăminte cu erbicide sunt îngrăşăminte de tip NPK, cu adaos de erbicid. Se aplică de regulă primăvara odată cu lucrările de semănat. Îngrăşăminte cu insecticide. Pentru obţinerea lor se folosesc ca adaos la îngrăşăminte de tip NPK diferite produse cu acţiune insecticidă.

**Îngrăşăminte cu fungicide**. Sortimentul este restrâns la ciupercile dăunătoare din sol. 149 Sortimentul principalelor îngrăşăminte complexe şi mixte Denumirea îngrăsămâtului Formula chimică (produs principal) Obţinere Conţinut Stare fizică Mod de păstrare Observaţii N P2O5 **K2O Fosfatde amoniu NH4H2PO4** Neutralizarea acidului ,Granula,t În saci impermeabili **Dimonfosfat (NH4)2HPO4 fosforic cu amoniac** (12) (61) 0 este uşor higroscopic

**Amofos NH4H2PO4+NH4NO3 + CO(NH2)2** Prin amestecarea fosfaţilor de amoniu cu azotat de amoniu şi uree 23 23 0 Granulat În saci.

**Nitrofosfaţi CaHPO4+Ca(H2PO4)2 + Ca(NO3)2** Prin atacul fosfaţilor naturali cu acid azotic şi acid fosforic 20 10 0, Granulat, În saci

**Polifosfaţi de amoniu (NH4)n+2PnO3n+1** Din acid superfosforic şi NH3 sau prin dehidratarea ortofosfatului de NH4 Granulat sau lichidÎn saci sau cisterneÎngrăşământ de perspectivă

**Fosfat-uree CO(NH2)2.H3PO4** Din uree şi acid fosforic 17 44 0 Granulat În saci Folosit în horticultură sere şi plante decorative

**Azotat de K KNO3 KCl+NH4NO3 sau KCl+HNO3 13 0 46** Cristale albe În saci

**Fosfat de K KH2PO4** Din carbonat de potasiu şi acid fosforic 0 52 35 Granulat În saci **Metafosfat de K (KPO3)n** Prin tratamentul termic al rocilor fosfatice 0 60 39 Granulat În saci **Fosfat de amoniu şi potasiu NH4H2PO4 KH2PO4 KCl+H3PO4+NH3 6 56 18** Granulat În saci

**Nitrofoska NH4NO3+(NH4)2SO4 +KNO3+CaHPO4+ +Ca(H2PO4)2+K2HPO 4+K2SO4+KCl** Prin atacul fosfaţilor naturali cu acid azotic+ acid sulfuric+ KCl sau K2SO4 + uree + NH3 13 15 13 13 26 15 13 40 13 15 21 13 Granule de culori diferite, În saci Se fabrică la combinatele de la Turnu Măgurele, Arad, Târgu-Mureş

**Condiţii de utilizare Ingrăşămintele complexe şi mixte prezintă o serie de avantaje**. Au însuşiri fizicochimice mai bune, sunt granulate, au neutralizată aciditatea echivalentă, nu sunt higroscopice, au un coeficient de folosirea elementelor nutritive mai ridicat. Au un conţinut total mai mare în elemente nutritive, făcându-se astfel economie la transport, ambalaj, depozitare, încorporare în sol. Se asigură o răspândire mai uniformă în sol a elementelor nutritive. Se simplifică sistemul de fertilizare. Intre inconvenientele ce se atribuie acestor îngrăşăminte, în primul rând reţinem raportul fix în care se găsesc elementele nutritive (N : P sau N : P : K), care corespunde numai pentru anumite condiţii de sol şi la anumite plante, aceasta necesită corectarea raportului dintre elementele nutritive prin folosirea şi a îngrăşămintelor simple.

**Păstrarea îngrăşămintelor chimice** Furnizarea îngrăşămintelor chimice se poate face în orice timp al anului, însă utilizarea lor este legată de tehnologia de cultivare a plantei respective. De aceea, de la intrarea în gospodărie şi până la folosire ele trebuiesc păstrate astfel încât să nu-şi piardă însuşirile fizico-chimice şi nici elementele nutritive. Pentru aceasta, se ţine cont de: gradul de higroscopicitate, conţinutul în acizi liberi şi însuşirea de a face explozie.

**.Depozitul de îngrăşăminte** Îngrăşămintele se pot păstra în depozite special construite sau în spaţii amenajate. Aceste locuri trebuie să îndeplinească următoarele condiţii pentru ca îngrăşămintele să nu-şi înrăutăţească însuşirile fizico-chimice: Temperatura în depozit nu trebuie să aibă variaţii mari de la zi la noapte, deoarece se favorizează producerea de condensări de vapori de apă la suprafaţa şi în interiorul îngrăşămintelor. Temperatura scăzută şi fără variaţii mari este cea mai potrivită. Depozitul trebuie prevăzut cu ventilaţie şi cu uşi şi ferestre care se închid cât mai ermetic. Înălţimea de aşezare a îngrăşămintelor nu trebuie să depăşească 2 m, pentru că presiunea ce o exercită favorizează transformarea în bolovani şi scade punctul critic de explozie al îngrăşămintelor cu azot (azotat de amoniu). Umiditatea în depozit trebuie să fie scăzută. De aceea se vor evita locurile joase sau încăperile cu igrasie. Pardoseala nu trebuie să fie din ciment, pentru că favorizează condensarea vaporilor de apă. Cea mai potrivită este pardoseala de asfalt sau scânduri gudronate. Volumul spaţiului de depozitare se calculează ţinându-se seama că în medie 1t ocupă 1,25 m3 , ceea ce revine pe înălţimea de depozitare de 2m circa 0,6 m2 pentru o tonă. Pereţii, pentru a nu se degrada datorită acidităţii unor îngrăşăminte, se gudronează până la înălţimea de 2 m sau se căptuşesc cu scânduri care se gudronează. Îngrăşămintele higroscopice se depozitează în sacii în care sunt ambalate, aşezaţi culcaţi, şi nu în picioare (fiindcă plesnesc). Îngrăşămintele care vin în vrac (vărsate) se depozitează în compartimente separate, cu pereţi detaşabili. Acoperişul depozitului nu se recomandă să se facă din tablă, căci se deteriorează uşor (datorită pierderilor lente de NH3 şi oxizi de azot), ci din ţiglă. În timpul manipulării îngrăşămintelor trebuie luate măsuri de protecţie a muncii.

**.Pregătirea îngrăşămintelor chimice înainte de aplicare** Uneori, înainte de aplicare este necesar ca îngrăşămintele să fie supuse câtorva operaţii suplimentare. Mărunţirea îngrăşămintelor. În toate cazurile când îngrăşămintele în timpul depozitării s-au aglomerat transformându-se în conglomerate sau bulgări, se mărunţesc. Îngrăşămintele greu solubile în apă se mărunţesc cât mai fin. Îngrăşămintele solubile în apă se mărunţesc astfel ca mărimea particulelor să fie de 1-3 mm; parţial se admit şi particule de 5mm. Particulele mai mari de 3-5 mm nu sunt admise deoarece duc la o creştere locală a concentraţiei, care poate fi dăunătoare plantelor în curs de germinare sau creştere. Mărunţirea se face cu maiul sau cu zdrobitoare mecanică.

**.Reguli de amestecare a îngrăşămintelor Amestecarea îngrăşămintelor**. In practică se recomandă de multe ori să se aplice în acelaşi timp două, trei îngrăşăminte. Pentru a face economie de energie la transport şi la aplicare, precum şi pentru o răspândire cât mai uniformă, este bine, dacă însuşirile lor permit, să se amestece între ele. La amestecarea îngrăşămintelor trebuie să se respecte o serie de reguli. Astfel, se pot produce pierderi de substanţe nutritive (NH3), sau se înrăutăţesc unele însuşiri fizice şi nu se mai pot răspândi cu uşurinţă. Trebuie avut în vedere că la amestecarea îngrăşămintelor care conţin azot amoniacal, pot avea loc pierderi de azot. Prin amestecare nu trebuie să rezulte compuşi mai greu accesibili pentru plante sau cu grad mare de higroscopicitate [Ca(NO3)2⋅H2O; NH4H2PO4]. Ţinând seama de aceste principii nu se pot amesteca: azotatul de amoniu cu superfosfat, precipitat, zgura lui Thomas, termofosfat, var, dolomit, deoarece au loc pierderi de azot amoniacal, iar amestecul se transformă într-o pastă greu de împrăştiat. Se poate face acest amestec numai dacă se neutralizează mai întâi aciditatea liberă a superfosfatului. Ureea nu se amestecă cu superfosfat sau precipitat, întrucât se produc pierderi sub forma de amoniac. Superfosfatul nu se amestecă cu îngrăşăminte care conţin CaO sau CaCO3, fiindcă se formează fosfatul terţiar de calciu mai greu asimilabil. Sărurile potasice nu se amestecă cu termofosfaţi, zgura lui Thomas, azotat de calciu, întrucât dau produşi aglomerabili.

**Teste de autocontrol**

Originea azotului în sol este: Secundară (materie organică) a; Primară (pe roca pe care s-a format) b ;Minerală c;

Originea fosforului în sol este: Din resturi vegetale a; Primară (pe roca pe care s-a format) b; Din humus c ;

. Originea potasiului în sol este: Atmosferică a; Organică b; Primară (pe roca pe care s-a format) c ;

Un sol normal aprovizionat în N total conţine: 0,14-0,22% a; 0,05-0,10% b; 0,35-0,40% c;

Un sol normal aprovizionat în P total conţine: 0,100-0,150% a; 0,151-0,200% ;b >0,251% c;

Un sol normal aprovizionat în K total conţine: >2,0% a; 0,81-1,20% b; 1,21-1,60% c;

Plantele absorb cu precădere forma de azot: Amoniacală a; Nitrică b; Amoniacală şi nitrică c;

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

Ionii de NO3 - sunt absorbiţi mai rapid şi intens în plantă în mediu: Acid a; Alcalin b; Neutru c; Pentru fabricarea îngrăşămintelor cu N prin sinteză se utilizează ca materii prime: Gaz metan, cărbune, petrol a; Silvinit b; Kainit c ;

Pentru fabricarea îngrăşămintelor cu P prin sinteză se utilizează ca materii prime: Gaz metan a; Apatit şi fosforit b; Silvinit c ;

Pentru fabricarea îngrăşămintelor cu K prin sinteză se utilizează ca materii prime: Făină de fosforite a ;Săruri potasice brute b; Cărbune c ;

Cele mai energofage îngrăşăminte sunt: Îngrăşămintele cu K a; Îngrăşămintele cu P b; ;Îngrăşămintele cu N c ;

Cele mai solubile şi uşor levigabile îngrăşăminte sunt: Îngrăşămintele cu K a; Îngrăşămintele cu P b; Îngrăşămintele cu N c;

Îngrăşământul expus pericolului de explozie este: Azotat de potasiu a; Nitrocalcar b; Azotat de amoniu c;

Îngrăşământul expus fenomenului de retrogradare este: Superfosfat a; Clorura de potasiu b ;Nitrocalcar c ;

Îngrăşămintele care prezintă pericolul cel mai ridicat de poluare sunt: Îngrăşămintele cu azot nitric a; Îngrăşămintele cu azot amidic b; Îngrăşămintele cu azot greu solubil (ureoformaldehida) c;

. Plantele în care se acumulează cantităţi mari de nitraţi sunt: Legume pentru frunze a; Rădăcinoase b ;Pomi fructiferi c;

Pentru evitarea poluării mediului, sortimentul de îngrăşăminte cu azot de perspectivă este: Sub formă de săruri cristalizate a ,Granulate b, Cu azot cu eliberare lentă c ,