

ROȘCULETE ELENA

SUSINSKI MIHAIL

BECHERESCU CORNELIU

AGROCHIMIE

CURS UNIVERSITAR

Volumul I

ROȘCULETE ELENA

SUSINSKI MIHAIL

BECHERESCU CORNELIU

AGROCHIMIE
CURS UNIVERSITAR

Volumul I



Editura UNIVERSITARIA,
Craiova, 2015

Referenți științifici:

Prof.univ.dr.ing. Elena GAVRILESCU
Conf.dr.chim. Ilie BUCUR – Cercetator principal I

Copyright 2015 Editura Universitaria
Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ROȘCULETE, ELENA

Agrochimie / Elena Roșculete, Mihail Susinski, Corneliu Becherescu. - Craiova :
Universitaria, 2015

vol.

ISBN 978-606-14-0960-0

Vol. 1. - 2015. - Conține bibliografie. - ISBN 978-606-14-0962-4

631.174

1.OBIECTUL ȘI DEZVOLTAREA AGROCHIMIEI

1.1. Obiectul și legile agrochimiei

Agrochimia este știința care se ocupă cu studiul relațiilor de interdependență dintre plante, sol, factorii de vegetație și diferite produse chimice cu scopul de a crește producția vegetală și de a îmbunătăți calitatea produselor agricole.

Principalele produse chimice care constituie obiectul Agrochimiei sunt reprezentate de îngrășăminte și amendamente dar, în ultimul timp, din ce în ce mai mult de antidăunători (erbicide, insecticide, fungicide), stimulatori de creștere, inhibitori de nitrificare, compuși naturali sau sintetici necesari pentru fixarea nisipurilor și structurarea solului, hormoni vegetali.

Agrochimia studiază circuitul substanțelor nutritive în natură, nutriția minerală a plantelor, ameliorarea caracteristicilor fizico-chimice și biologice ale solurilor acide, bazice, sărurate și sărace în humus, calculul dozelor optime de îngrășăminte și amendamente, folosirea rațională a substanțelor fitofarmaceutice, poluarea mediului agricol.

Agrochimia este o știință interdisciplinară, cu specific biologic și chimic care, pentru elaborarea legilor și principiilor care îi sunt caracteristice trebuie să se folosească de cunoștințele și rezultatele furnizate de alte discipline științifice, ca: Fizica, Pedologia, Fiziologia plantelor, Agrotehnica, Fitotehnica, Fitopatologia, Microbiologia, ș.a. Agrochimia folosește metodele experimentale și modalitățile de exprimare a rezultatelor care îi sunt caracteristice. Aduce un aport important la soluționarea problemelor legate de satisfacerea nevoilor de hrană ale oamenilor.

Plantele verzi sunt aproape singurele organisme vii care au capacitatea de a transforma, folosind energia radiațiilor solare, substanțe anorganice, CO₂ și H₂O și elementele minerale din sol, în substanțe organice, prin fotosinteză. Ele alcătuiesc nivelul trofic T₁, al producătorilor primari. Existența vieții pe Pământ este dependentă în totalitate de acest nivel. În ecosistemele terestre, fitofagii, viețuitoarele (animale, păsări, insecte) care consumă materia vegetală, alcătuiesc nivelul trofic T₂. Prădătorii, viețuitoarele carnivore, care se hrănesc cu fitofagii alcătuiesc nivelele trofice T₃ și T₄ (cei din T₄ se hrănesc cu și cu cei din T₃). Descompunătorii: ciuperci, bacterii, protozoare, care se hrănesc cu materia organică a plantelor și animalelor moarte alcătuiesc nivelul trofic T₅. În cadrul acestor lanțuri trofice are loc transformarea și recircularea materiei și energiei.

Cantitatea de substanță organică produsă prin fotosinteză este mai mare de 80 t/an/ha pentru o cultură de trestie de zahăr și de 60 t/an/ha pentru o pădure din zona tropicală, de 4-8 t/an/ha pentru grâu, de 8-12 t/an/ha pentru porumb, de 10-15 t/an/ha pentru sfecla de zahăr, în medie în zona temperată.

1.2. Scurt istoric

Agricultura a început să fie practică cu cca 10 000 de ani î.e.n. Cunoștințele s-au transmis de la o generație la alta pe cale orală, apoi și prin intermediul lucrărilor scrise pe tăblițe de lut, piei de animale, papirus, hârtie.

Sumerienii, egiptenii, indienii, chinezii, perșii, celții, romanii, grecii, arabii, populațiile bășinașe din cele două Americi aveau cunoștințe generale privind lucrările solului, cultura plantelor, folosirea gunoiului de grajd, a composturilor de pește sau vegetale, utilizarea urinei, fecalelor, resturilor vegetale, cenușii, marnei, varului, etc. În Evul Mediu s-a aplicat rotația culturilor.

Agrochimia nu era diferențiată de celelalte științe agricole. Până în 1840, teoria lui Thaer de nutriție a plantelor cu humus, ca singură sursă de carbon era împărtășită de întreaga lume științifică. Cercetările din 1820-1840 au dovedit că CO₂ este principala sursă de carbon pentru plante și că acestea pot sintetiza substanțe organice în prezența apei, căldurii și luminii solare. Întemeietorul Agrochimiei moderne este Justus von Liebig (1803-1873). El a formulat teoria nutriției minerale a plantelor, a sărăcirii solului în elemente nutritive, a necompensării pierderilor numai prin aplicarea gunoiului de grajd. Ideile lui au contribuit direct la demararea producției industriale de îngrășăminte chimice. Valorificând o idee a lui Liebig după care făina de oase ar fi un foarte bun îngrășământ dacă ar fi tratată cu H₂SO₄ pentru transformarea fosfatului tricalcic insolubil în fosfat monocalcic solubil. Sir John Lawes a înființat aproape de Londra prima fabrică de îngrășăminte fosfatice cunoscute sub numele de superfosfați.

1.3. Legi și principii

1) Legea restituirii elementelor nutritive exportate din sol odată cu recolta și a elementelor nutritive asimilate care au dispărut ca urmare a aplicării îngrășămintelor chimice.

Pentru menținerea fertilității solului este indispensabil de a i se restitui acele elemente nutritive asimilabile exportate odată cu recolta, cât și elementele nutritive asimilabile care au dispărut ori s-au diminuat ca urmare a aplicării îngrășămintelor, a spălării din sol (levigării), a imobilizării lor în complecși greu solubili.

Fertilitatea este capacitatea solului de a pune la dispoziția plantelor, în mod permanent și simultan substanțe nutritive și apă în cantitate îndestulătoare față de necesitățile acestora și de a asigura condițiile fizice și biochimice necesare creșterii și dezvoltării plantelor în ansamblul satisfacerii și a celorlalți factori de vegetație. Pentru a produce 1 kg de s.u. vegetală se scot din sol (se exportă cu recolta) următoarele cantități de elemente nutritive, în kg.

Elementul exportat, kg	Arborete	Culturi de câmp
N	4-7	10-17
P	0,3-0,6	2-3
K	1-5	8-26
Ca	3-9	3-28

2) Legea minimului, maximului și optimului, au fost formulate, la început, separat:

a) Legea minimului: insuficiența unui element asimilabil din sol reduce eficacitatea altor elemente și, ca urmare, se diminuează randamentul recoltelor.

Mărimea recoltei va fi condiționată de elementul ce se află în cantitatea cea mai mică în sol și care este un factor limitativ.

b) Legea maximului: excesul unui element asimilabil din sol reduce eficacitatea altor elemente și diminuează randamentul recoltelor. Exemplu, excesul de apă determină perturbarea respirației la nivelul rizosferei și încetează activitatea bacteriilor aerobe; excesul protonilor sau al sărurilor din soluția solului determină diminuarea sau chiar oprirea absorbției radiculare. Prin exces, elementele nutritive determină scăderea calității produselor vegetale.

c) Legea optimului: cea mai bună creștere și dezvoltare a plantelor se realizează pentru anumite valori ale conținutului de elemente nutritive din sol reprezentând valorile optime cuprinse între valorile maxime și minime. Aceasta s-a completat cu legea toleranței: existența vieții vegetale este posibilă numai între anumite valori ale factorilor de vegetație. Aceste legi au caracter calitativ.

Mitscherlich a exprimat cantitativ legea minimului, optimului și maximului prin ecuația care îi poartă numele:

$$Y = A(1 - 10^{-cx})$$

unde:

Y = recolta la un moment dat (recolta momentană);

A = recolta maximă;

x = valoarea unui factor de vegetație;

c = coeficientul de acțiune al factorului de vegetație.

Factorii de vegetație sunt toți cei care determină viața plantei: lumină, căldură, apă, CO₂, elementele minerale din sol.

Ecuația lui Mitscherlich se reprezintă printr-o curbă ce trece prin origine și tinde asimptotic către valoarea maximă A când factorul de vegetație x tinde către infinit. La elaborarea legii, Mitscherlich a făcut ipoteza că numai un singur factor de vegetație este factorul limitativ, adică are valori mai mici sau mult mai mici decât valoarea optimă iar toți ceilalți factori de vegetație au valori optime.

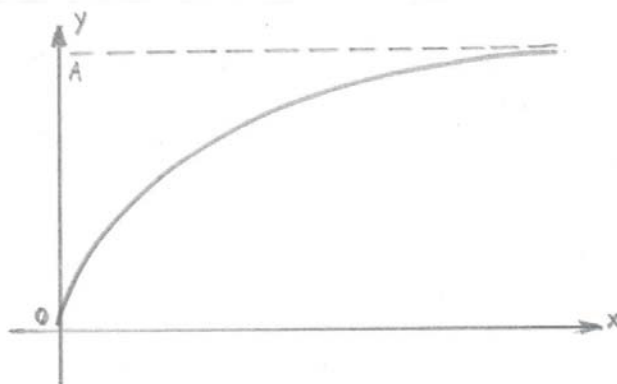


Figura 1.1. Legea lui Mitscherlich pentru un factor de vegetație

În practică s-a constatat că la doze mai mari de îngrășămintă recolta nu mai crește și începe să scadă. Din această cauză, Mitscherlich a introdus un factor

subunitar pozitiv, k , numit constantă de vătămare. Ecuația modificată a lui Mitscherlich va avea următoarea formă:

$$y = A(1 - 10^{-cx}) 10^{-kx^2}$$

Această lege se reprezintă printr-o curbă care trece prin origine, are un maxim și tinde către zero când factorul de vegetație x tinde către infinit.

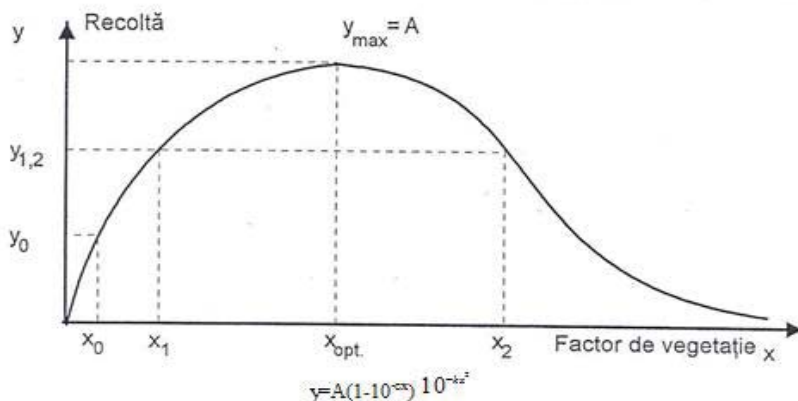


Figura 1.2. Reprezentarea grafică a celei de-a doua aproximații a Legii

factorilor de vegetație a lui Mitscherlich: $y = A(1 - 10^{-cx}) 10^{-kx^2}$

Legea lui Mitscherlich exprimă cantitativ legea minimumului, optimului și maximumului, considerând că numai un factor de vegetație se găsește în minim și toți ceilalți sunt în optim.

Baule a exprimat această lege printr-o ecuație generalizată, considerând că mai mulți factori de vegetație nu au valori optime:

$$y = A(1 - 10^{-c_1x_1})(1 - 10^{-c_2x_2}) \dots (\dots)(\dots) \dots (1 - 10^{-c_nx_n})$$

El a considerat că, indiferent de valoarea absolută a recoltei, există întotdeauna o cantitate dintr-un factor de vegetație (element nutritiv) care asigură o anumită creștere a recoltei (teoria îndeștării sau a satisfacerii a lui Baule). Exemplu, Hera și Borlan, prin experiențe de lungă durată au arătat că, dacă solul conține 1,5 mg $P_2O_5/100$ sol, recolta crește de la 0 la $A/2$; dacă ar conține 3 mg, recolta ar crește cu încă $A/4$. Recolta ar ajunge de la $A/2$ la $A/2 + A/4 = 3A/4$, etc.

Americanul Bray, folosește o formulă modificată pentru a exprima creșterea de recoltă în funcție de conținutul formelor ușor asimilabile din sol și anume fosfați sau săruri de potasiu din sol, pe de o parte și de conținutul de îngrășăminte aplicate, pe de altă parte, considerând că plantele nu valorifică cu aceeași eficiență fosforul și potasiul din sol față de fosforul și potasiul din îngrășăminte. Formula lui Bray este următoarea:

$$Y = A \cdot \left[1 - 10^{-(c_1x_1 + c_2x_2)} \right]$$

unde:

c_1 și c_2 = coeficienți de acțiune ai P_2O_5 și K_2O din sol și îngrășăminte;

x_1 și x_2 = cantitățile de P_2O_5 și K_2O din sol și îngrășăminte.

Experimental, s-a găsit: $c_1 = 0,2$ și $c_2 = 0,002$.

3. Legea echivalenței sau a egalei importanțe a factorilor de vegetație și a imposibilității de substituire a acestora: toți factorii de vegetație, indispensabili pentru viața plantelor au o importanță egală, fiind la fel de necesari și importanți, indiferent de cantitatea în care sunt folosiți de către plante.

Chiar dacă plantele folosesc în cantități mai mari macroelementele decât microelementele, ele au din punct de vedere biologic aceeași importanță, în sensul că în absența totală a unui microelement, de exemplu a fierului, plantele nu mai supraviețuiesc și mor (întrucât o clasă importantă de enzime – catalaza, citocromoxidaza și alți compuși precum fitoferitina și ferodoxina nu se mai pot forma; majoritatea proceselor de oxidoreducere, ca și verigile lanțului de fixare a azotului fiind stopate).

Legea postulează că niciunul dintre factorii indispensabili vieții plantelor nu poate fi înlocuit sau substituit cu vreun alt factor. Exemplu, fierul nu poate fi înlocuit de magneziul, cu toate că intră în constituția unei enzime cu structură și funcțiune asemănătoare.

4. Legea interdependenței și a condiționării reciproce a factorilor de vegetație. Conform acestei legi, între toți factorii de vegetație există relații de interdependență și ei se condiționează sau se influențează reciproc.

Exemplu, insuficiența sulfurii din sol determină scăderea conținutului de cisteină, cistină, vitamina B1, coenzima A și creșterea excesivă a azotului nitric în țesuturile vegetale.

Între elementele nutritive din sol au fost puse în evidență interacțiuni de sinergism, antagonism și inhibiție. Există limite între care raporturile dintre diferite elemente nu produc dereglări în nutriția plantelor. Au fost puse în evidență relații de antagonism Ca – Mg, Mg – K, Ca – Na, Ca – H₂, cele mai puternice fiind între ionii monovalenți și cei bivalenți. Aceste relații nu influențează defavorabil absorbția ionilor de către plante și procesele metabolice dacă raportul concentrațiilor cationilor monovalenți și bivalenți este 1/40.

Legile și principiile enunțate trebuie privite ca un tot unitar și respectate în integralitatea lor.

2. PROBLEMELE CE STAU ÎN FAȚA CHIMIZĂRII AGRICULTURII ÎN ȚARA NOASTRĂ

Chimizarea agriculturii este legată de creșterea continuă a producțiilor vegetale pentru satisfacerea nevoilor de hrană ale omenirii, ținând cont de explozia demografică și de crizele energetice.

Ridicarea randamentelor agricole nu se poate face prin luarea în cultură de noi suprafețe agricole (acestea, practic, s-au epuizat), nici prin folosirea culturilor de alge și bacterii fotosintetizante care folosesc energie solară cu un randament mai mare decât vegetalele terestre, întrucât nu au fost stabilite tehnologii eficiente și nici prin folosirea bacteriilor care se dezvoltă pe suport de hidrocarburi parafinice deoarece prețul proteinelor obținute este mare din cauza prețului ridicat al petrolului.

Aproape exclusiv, singura cale de creștere a producțiilor vegetale o reprezintă folosirea îngrășămintelor, pesticidelor, unor tehnologii agricole avansate.

2.1. Consumuri energetice în agricultură

Acum două sute de ani, singura sursă de energie folosită în agricultură era forța musculară a animalelor și oamenilor. Din 1840, odată cu utilizarea îngrășămintelor și mașinilor agricole, a început să fie folosită energia furnizată de lemne și combustibilii fosili (cărbune și petrol). Energia folosită în agricultură este încorporată în forța de muncă umană, utilaje și mașini agricole, carburanți, îngrășăminte și pesticide, energia necesară irigațiilor, pentru uscarea produselor, pentru transporturi și depozitarea produselor agricole. Până în 1950 prevala energia mecanică înmagazinată în carburanți și echipamente agricole apoi preponderentă a devenit energia înmagazinată în îngrășăminte urmată de cea înmagazinată în carburanți și alte servicii.

Fabricarea îngrășămintelor se face cu consumuri foarte mari de energie (este o industrie energofagă). Pentru a produce 1 kg s.a. se consumă:

- 14,4 Mcal pentru azot, N;
- 6,55 Mcal pentru fosfor, P₂O₅;
- 2,31 Mcal pentru potasiu, K₂O;
- 0,73 Mcal pentru calciu, Ca.

Pesticidele sunt și mai mari consumatoare de energie, fiind necesară de cca 5-10 ori mai multă energie pentru fiecare kg de substanță activă (s.a.) decât pentru îngrășămintele dar, întrucât se folosesc în doze de 50 – 100 de ori mai mici decât îngrășămintele, consumul de energie pe hectar este mai mic.

În agricultura intensivă, îngrășămintelor le revine 30% din totalul consumului energetic, în medie, cu variații în funcție de culturi: 50% pentru grâu, 40% pentru porumb, 20% pentru orz. Partea de energie revenită îngrășămintelor a crescut în continuu. În SUA a fost de 8% în 1945, de 23% în 1959 și de 37% în 1970 pentru porumb iar în Franța, de 43% pentru grâu.

Dacă se consideră energia înmagazinată în îngrășămintele 100%, atunci, energia corespunzătoare îngrășămintelor cu azot reprezintă 78%, cea