

# FIZIOLOGIA ȘI BIOCHIMIA PLANTELOR

## ACTIVITATEA FOTOSINTEZEI ȘI RESPIRAȚIEI LA PLANTELE VITICOLE ÎN FUNCȚIE DE GENOTIP, CONȚINUTUL DE HUMUS ȘI Ca ACTIV ÎN SOL

Șișcanu Gheorghe, Negru Petru, Voronțov Veceaslav, Popovici Ana

*Institutul de Genetică și Fiziologie a Plantelor al Academiei de Științe a Moldovei*

### Introducere

Procesul de fotosinteză al plantelor viticole este condiționat atât de factorii biologici (specie, soi, portaltoi) [3, 16, 18], cât și de condițiile mediului ambiant – lumină [2,6,7,11, 21, 24], umiditate [5, 15, 16, 22], temperatură [2,11,16,17], tipul și specia solului [21,23].

Activitatea aparatului fotosintetic a grupeii plantelor C-3, din care face parte și vița de vie fiind foarte sensibilă la condițiile mediului ambiant, manifestă totodată și particularități genotipice semnificative [4,6,16]

Pentru realizarea programului genotipic și formare a fenotipului este necesar un nivel respectiv al activității aparatului fotosintetic care ar asigura procesele de creștere și morfogeneză. Este cunoscut că productivitatea finală a plantelor în mare măsură este determinată de activitatea în ansamblu a tuturor proceselor printre care un anumit rol îi aparține fotosintezei și creșterii. La diferite culturi relațiile între aceste procese se stabilesc în mod diferit. Dacă la plantele anuale după formarea organelor reproductive procesele de creștere încetează, la vița de vie creșterea se prelungește și după formarea acestora și țesuturile apicale care sunt centre de atracție în sistema donor – acceptor utilizează o cantitate mare de asimilate transportate din frunze, care stimulează și activitatea fotosintetică. Creșterea și fotosinteza determină procesele de adaptare la condițiile mediului exterior pe parcursul diferitelor etape ale acestora. Odată cu încetarea creșterii intensive a lăstarilor și trecerii plantelor în starea de repaus profund o parte din compușii organici produși în rezultatul activității aparatului fotosintetic se depun în țesuturile corzilor de rod, acest proces devenind și mai pronunțat după încetarea creșterii și recoltarea strugurilor, în timpul pregătirii intensive a plantelor către iernare și formare a complexului de rezistență la temperaturi scăzute.

Un rol important în realizarea potențialului de producție și rezistenței plantelor viticole la intemperii, în același număr și la iernare îi revine fertilității solului, conținutului de humus în el. Experiența arată că plantațiile viticole de pe soluri bogate în humus dau vinuri mediocre. Cu toate acestea este necesară menținerea unui conținut suficient în humus la suprafață (2-3%) cu scopul îmbunătățirii nutriției azotice a viței, menținerii structurii, îmbunătățirii regimului termic, sporirii rezistenței solurilor la eroziune. Dar sărăcia solurilor în humus nu este considerată un defect prea mare [20]. Pentru obținerea vinurilor superioare unii autori recomandă mai ales solurile sărace în humus cu un conținut mai mic de 1%. Pentru obținerea vinurilor de consum curent este necesară menținerea în sol a unui conținut de humus de 2-3%, iar pentru cele superioare 1-2%. Sub raportul producției de struguri s-au dovedit a fi restrictive solurile cu un

conținut de humus sub 1,2 % [ 20 ]. În R. Moldova sunt înregistrate 700 mii ha de soluri mediu și puternic erodate cu conținutul în humus (conform clasificăției) respectiv mai mic de 2 și de 1% [8]. Pe solurile bogate în humus plantele viticole cresc foarte viguros, se formează lăstari cu țesuturi afânate și rezistență redusă la ger. Dacă și condițiile de umiditate sunt suficiente creșterea lăstarilor se poate prelungi până toamna târziu. Ei vor intra în iarnă cu un grad insuficient de maturare și vor fi vătămați ori chiar striviți în condițiile și a unei ierni nu prea aspre [12]. În organismul vegetal calciul îndeplinește funcții diverse. Ele sunt legate de influența sa asupra structurii membranelor, fluxului de ioni prin ele, fenomenelor bioelectrice și de restructurare a citoplasmei, proceselor de polarizare a celulelor și țesuturilor [9, 10, 13]. Calciul activează un șir de sisteme fermentative, servește drept punte între ferment și substrat, contribuie la agregarea și dezagregarea subunităților proteice, influențează asupra elementelor citoplazmei și proceselor de mitoză [9, 13]. Printre compușii calciului din sol (carbonați, sulfati, fosfați, azotați) cei mai importanți pentru vița de vie sunt carbonații de calciu. De conținutul acestora în sol depinde creșterea, maturarea și calitatea producției vitie-vinicole [6, 11, 21]. Carența de calciu provoacă cloroza marginală a frunzelor tinere, moartea mugurilor apicali și reducerea ritmului de creștere a rădăcinilor [13]. Excesul de calciu însă este dăunător pentru că insolubilizează unele elemente absolut necesare ( Fe, Zn, B, Mn) care devin inacceptabile [13,21]. Aceasta provoacă îmbolnăvirea plantelor de cloroză [11].

Scopul cercetărilor noastre a fost studierea particularităților activității fotosintezei și respirației la plantele viticole în funcție de genotip, conținutul de humus și concentrația calcarului activ în sol, sub aspectul pregătirii plantelor către iernare.

### **Materiale și metode**

Drept obiect de studii au servit soiurile pentru vin Cabernet Sauvignon cu creștere viguroasă, perioadă târzie de vegetație, rezistență medie la ger și Aligote cu creștere, maturare și rezistență medie, altoite pe R × R -101-14. Intensitatea fotosintezei și respirației a fost determinată gazometric cu utilizarea monitorului pentru fotosinteză RTN-48A cu analizator infraroșu [1]. Influența conținutului de humus în sol asupra fotosintezei și respirației a fost studiată la plantele Cabernet Sauvignon cultivate în tranșee cu lățimea și adâncimea de un metru umplute cu sol cernoziom obișnuit, argilo – nisipos ( componența granulometrică medie ) cu conținutul de 0,5% și 3 % de humus pe care sunt amplasate majoritatea plantațiilor viticole din R. Moldova. Fiecare variantă conținea câte 33 de plante repartizate în trei repetări, câte 11 în fiecare. Influența conținutului de calcar activ în sol a fost studiată în condițiile casei de vegetație a Institutului de Genetică și Fiziologie a Plantelor al AȘM la vițele cultivate în vase de vegetație, cu conținutul de 5% și 10 % de calcar activ în sol, fiecare variantă fiind compusă din 20 de plante.

### **Rezultate și discuții**

Conform datelor obținute activitatea fotosintezei (exprimată în greutatea de micromoli CO<sub>2</sub> la 1 m<sup>2</sup> de suprafață foliară) depinde atât de soi și fenofaza de vegetație, cât și de vigoarea de creștere și durata perioadei de vegetație a plantelor (tab.1). S-a constatat că pe parcursul tuturor etapelor de creștere și fazei de maturare a lăstarilor intensitatea fotosintezei este mai înaltă la soiul Cabernet Sauvignon cu creștere mai

viguroasă și epoca de vegetație mai lungă în raport cu Aligote - soi mediu – timpuriu cu vigoare și epocă de vegetație mai redusă. O activitate mai înaltă a fotosintezei s-a observat în timpul fenofazei de creștere intensivă a lăstarilor și a fost cu circa 36% mai înaltă la plantele de Cabernet Sauvignon în comparație cu acele de Aligote, iar cea mai redusă - după încetarea creșterii liniare a lăstarilor și trecerea plantelor în starea de repaus profund. Astfel, în luna septembrie activitatea fotosintezei a fost de 2 ori mai mică la plantele de Cabernet Sauvignon și de 1,7 ori la cele de Aligote în raport cu luna iunie. Așadar, în pofida faptului că plantele soiului Cabernet Sauvignon cu vigoarea de creștere mai puternică și perioada de vegetație mai lungă în decursul fenofazelor de creștere intensivă a lăstarilor, înfloririi și creșterii bobelor și ciorchinelor au avut o activitate fotosintetică mai mare, în timpul pregătirii plantelor către iernare îi este caracteristic o scădere mai pronunțată a intensității fotosintetice comparativ cu cea a soiului Aligote.

**Tabelul 1. Activitatea fotosintezei și respirației în funcție de genotip și conținutul de humus și calcar activ în sol ( $\text{mmol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ).**

Indici ( $\text{mmol/m}^2$ )	Condiții de creștere							
	Casa de vegetație				Câmp			
	Aligote		Cabernet Sauvignon		Cabernet Sauvignon		Aligote	Cabernet Sauvignon
	5% Ca	10% Ca	5% Ca	10% Ca	0,5% humus	3% humus	2% humus	
<b>15 iunie</b>								
Fotosinteza reală	9,4	6,5	9,1	11,5	10,9	12,1	8,2	10,7
Respirația totală	2,3	2,8	1,6	2,4	2,9	3,6	3,7	2,7
Respirația la întuneric	1,3	2,6	1,3	1,7	2,0	2,6	2,6	1,7
Fotorespirația	1,0	0,2	0,3	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0
Transpirația	42,4	33,4	42,7	40,0	41,3	40,0	41,2	28,2
<b>4 august</b>								
Fotosinteza	10,7	10,4	7,6	11,2	6,9	8,0	7,3	9,2
Respirația totală	2,6	2,3	1,9	1,8	2,6	2,6	3,3	2,0
Respirația la întuneric	2,1	2,0	1,4	1,5	2,2	2,2	2,2	1,4
Fotorespirația	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	1,0	0,6
Transpirația	43,5	33,4	52,9	42,6	25,9	28,6	34,4	36,8
<b>8 septembrie</b>								
Fotosinteza	8,4	9,7	7,6	6,9	5,8	7,5	4,7	6,2
Respirația totală	3,2	2,1	2,6	2,3	1,6	2,5	2,9	1,6
Respirația la întuneric	2,4	1,9	1,8	1,9	1,4	1,3	1,7	1,2
Fotorespirația	0,8	0,2	0,8	0,4	0,2	1,2	1,2	0,4
Transpirația	32,1	19,8	20,8	35,8	22,5	28,0	13,4	19,8

Din datele expuse în tab. 1 vedem că și conținutul de humus în sol are o anumită influență asupra activității aparatului fotosintetic. Plantele soiului Cabernet Sauvignon crescute pe sol cu un conținut mai mare de humus (3% ) au o activitate mai înaltă a aparatului fotosintetic atât în timpul creșterii organelor vegetative și reproductive, cât și a fenofazei de maturare și acumulare a substanțelor de rezervă necesare creării potențialului de rezistență a plantelor la ger și iernare (septembrie).

Scăderea activității fotosintezei pe măsura parcurgerii perioadei de vegetație studiată este mai pronunțată la plantele de pe sol cu conținutul foarte mic de humus (0,5%) în raport cu cele de pe sol cu conținut mai înalt (3 %). E foarte interesant faptul că diferența în activitatea fotosintezei dintre plantele cultivate pe sol cu un conținut de humus extrem de mic cum este cel de 0,5% și cele de pe sol cu conținutul optimal (de 3%), poate chiar maximal pentru vița de vie, este foarte mică în raport cu diferența atât de mare (de 6 ori) a fertilității celor două soluri. Astfel în luna iunie această diferență în activitatea fotosintezei a constituit 10, în august 14, iar în septembrie - doar 7,7 %. Acest fapt ne demonstrează cât de mare este capacitatea viței de vie de ași mobiliza potențialul vital la susținerea nivelului înalt de acaparare a energiei solare și asimilare a dioxidului de carbon în condiții excepționale de nutriție radiculară și producerea fructelor de calitate superioară pe soluri erodate cum sunt cele de pe versanți. Este o manifestare a memoriei filogenetice a acestei plante legată de perioada când, conform datelor științifice, vița de vie era un arbust și creștea în condiții de insolație puternică pe soluri foarte sărace.

Influența calcarului activ în sol are un caracter genotipic asupra aparatului fotosintetic. În timpul etapei de creștere intensivă a lăstarilor la plantele de Aligote de pe sol cu 5% de Ca a fost înregistrată o intensitate mai înaltă a activității fotosintezei în raport cu cea a plantelor de pe sol cu 10%, iar la soiul Cabernet a avut valori mai pronunțate în frunzele plantelor de pe sol cu 10% de calcar. În luna august însă nu au fost observate diferențe esențiale în activitatea aparatului fotosintetic produse de conținutul diferit de carbonați din sol.

În timpul fenofazei de maturare a lăstarilor (septembrie) intensitatea fotosintezei scade la ambele soiuri dar este mai înaltă la plantele de pe sol cu 10% de calcar. Însă reducerea intensității fotosintetice în acest timp este mai pronunțată la plantele de pe sol cu 10% de Ca. Astfel în septembrie activitatea fotosintezei plantelor de Cabernet Sauvignon de pe sol cu 10% de calcar a fost de 1,6 ori mai mică ca în august în timp ce la plantele de pe sol cu 5% de Ca schimbări esențiale nu s-au observat. Totodată activitatea fotosintezei la plantele de Aligote de pe sol cu 10% de Ca în septembrie a fost doar de 1,1, iar la cele de pe sol cu 5% - de 1,2 ori mai mică în raport cu cea din august. Prin urmare o influență mai pronunțată asupra activității fotosintezei în perioada de pregătire a plantelor viticole către iernare se observă la plantele soiului tardiv Cabernet Sauvignon crescute pe sol cu conținut de calcar la limita de toleranță a portaltoiului R×R-101-14 (10%) și condiții mai favorabile de asimilare a dioxidului de carbon la cele de pe sol cu 5% de calcar activ. Influența carbonaților asupra activității aparatului fotosintetic al plantelor de Aligote în această perioadă este mai redusă.

Deosebiri esențiale au fost înregistrate și în procesele de respirație, atât în plan genotipic cât și în funcție de condițiile de creștere a plantelor. Analogic fotosintezei intensitatea respirației a scăzut treptat de-a lungul perioadei de investigații și în

septembrie ea a fost de 1,7 ori mai mică la plantele de Cabernet Sauvignon și doar de 1,2 la cele de Aligote în comparație cu luna iunie. Aceste particularități genotipice ale respirației au o tangență semnificativă cu procesele de acumulare a compușilor metabolici care formează potențialul de pregătire a plantelor către iernare, proces care și determină prin urmare gradul de rezistență mai înaltă la ger și iernare al soiului Aligote în raport cu Cabernet Sauvignon.

Cercetările au arătat că plantelor crescute pe sol cu un conținut mai înalt de humus le este caracteristică o intensitate mai înaltă a respirației, care deasemenea scade pe parcursul perioadei de investigații iunie - septembrie de 1,8 ori la plantele de pe sol cu conținutul de 0,5% de humus și de 1,4 ori la cele de pe sol cu 3%.

**Tabelul 2 Ponderea modurilor de respirație în cadrul respirației totale în funcție de genotip, concentrația humusului și Ca activ în sol (%)**

Modul de respirație	Condiții de creștere							
	Casa de vegetație				Câmp			
	Aligote		Cabernet Sauvignon		Cabernet Sauvignon		Aligote	Cabernet Sauvignon
	5% Ca	10% Ca	5% Ca	10% Ca	0,5% humus	3% humus	2% humus	
<b>15 iunie</b>								
La întuneric	57	93	81	71	69	72	71	63
Fotorepirația	43	7	19	29	31	28	29	37
<b>4 august</b>								
La întuneric	81	87	74	83	85	85	67	70
Fotorepirația	19	13	26	17	15	15	23	30
<b>8 septembrie</b>								
La întuneric	75	69	83	87	52	52	56	75
Fotorepirația	25	31	17	13	48	48	-44	25

Conform rezultatelor obținute intensitatea respirației la plantele viticole depinde și de concentrația calcarului activ în sol având totodată un caracter genotipic. În timpul etapei de creștere intensivă a lăstarilor intensitatea respirației totale a fost mai înaltă la plantele de Cabernet Sauvignon crescute pe sol cu 10% de calcar, însă în următoarele perioade de vegetație nu au fost depistate diferențe esențiale la acest capitol între plantele crescute pe soluri cu conținut diferit de carbonați.

În decursul perioadei de pregătire a plantelor către iernare respirația totală a fost mai înaltă la plantele soiului Aligote de pe sol cu 5% de calcar. Acest indice, atât în iunie cât și în august a avut valori mai mari la plantele soiului Aligote, iar în septembrie diferență esențială între soiuri la acest capitol nu s-a înregistrat.

Conținutul de humus în sol nu a influențat semnificativ intensitatea respirației la întuneric în decursul etapei de creștere intensivă (iunie) și începutul fenofazei de maturare a lăstarilor (august), ea devenind totuși mai înaltă la plantele de pe sol cu 0,5% de humus în timpul maturării intensive a lăstarilor (septembrie). Dependența intensității respirației la întuneric de concentrația calcarului activ din sol are un caracter genotipic. În luna iunie a fost înregistrată o intensitate mai înaltă a acestui proces la

plantele de Aligote de pe sol cu 10 % de Ca, iar în următoarele două perioade (august – septembrie) – la cele de pe sol cu 0,5%. Plantele soiului Cabernet Sauvignon însă de pe ambele soluri au avut valori apropiate ale acestui proces în decursul întregii perioade de investigații.

Rezultatele determinării ponderii respirației la întuneric (tab.1) ne demonstrează că la plantele soiului Aligote cu vigoare mai moderată de creștere și epoca mai redusă de vegetație acest indice are valori mai pronunțate în raport cu cele ale soiului tardiv Cabernet Sauvignon cu creștere viguroasă. Plantele acestui soi crescute pe sol cu conținutul de 0,5 % de humus au o pondere mai înaltă a respirației la întuneric în comparație cu cele de pe sol cu 3% .

Condițiile de creștere au o influență semnificativă și asupra fotorespirației care depinde și de particularitățile genotipice ale soiurilor. În timpul repausului profund (septembrie) și pregătirii plantelor către iernare fotorespirația are valori mai pronunțate la plantele de pe sol cu conținutul redus de carbonați (5%). Soiului Aligote îi este caracteristic o activitate mai înaltă a fotorespirației în raport cu Cabernet Sauvignon. Se știe că fotorespirația, la rând cu rolul de susținere a ciclului Calvin cu CO<sub>2</sub> este și cel de asigurare cu produși intermediari (glicină și serină) și protecția aparatului fotosintetic de acțiunea distrugătoare a luminii în cazul deficitului de CO<sub>2</sub> în frunze în timpul secetei. Prin urmare plantele viticole crescute pe sol cu 5% de calcar și cele de pe sol cu 3% de humus au un potențial mai pronunțat al activității vitale în condiții nefavorabile de umiditate cum au fost cele din timpul perioadei de vegetație, dar și de acumulare a substanțelor de rezervă în vederea pregătirii către iernare.

### Concluzii

1. Pe parcursul tuturor etapelor de creștere și fenofazei de maturare a lăstarilor intensitatea fotosintezei este mai înaltă la plantele soiului Cabernet Sauvignon cu creștere viguroasă și epoca de vegetație lungă în raport cu cele ale soiului Aligote cu vigoare de creștere și epoca de vegetație mai reduse.

2. Soiului Aligote îi este caracteristic o scădere redusă a activității fotosintezei și o pondere mai mare a respirației la întuneric și fotorespirației în perioada de pregătire a plantelor către iernare în raport cu acești indici ai plantelor de Cabernet Sauvignon.

3. Conținutul extremal de humus în sol (0,5%) nu influențează esențial activitatea fotosintezei plantelor viticole. Diferența dintre plantele de pe sol cu 0,5 și 3% de humus în activitatea fotosintezei este extrem de mică în raport cu conținutul de humus, iar procesele de respirație decurg mai intens la plantele de pe sol 0,5% de humus. Posibil că datorită acestor procese plantele viticole cultivate pe pante cu soluri sărace dau producție mai calitativă de struguri și au o rezistență mai înaltă la iernare.

4. Concentrația moderată de calcar activ în sol (5%) contribuie la efectuarea mai deplină a asimilării dioxidului de carbon, proceselor de respirație (atât la întuneric, cât și fotorespirației) și realizarea mai deplină a pregătirii plantelor la iernare.

### Bibliografie

1. Балаур Н.С., Воронцов В.А., Клейман И. Тон Ю.Д. Новая технология мониторинга CO<sub>2</sub> – обмена у растений // Физиология растений. 2009 т.56,с. 466-470.
2. Burzo I. și a. Fiziologia plantelor de cultură. V.3, Chișinău, Știința, 1999, p. 423.
3. Champagnol F. Element de Phiziologie de la vigne. Sent Gelvidufese, 1984.

4. *Chen Wei – ping, Shang Hong – Ying și a.* Экологическая адаптируемость винограда у восточной подошвы горы Хелан. Acta. Bot. boreali – occident. Sin. 2007, 27, N.9, с. 1855 – 1860. Kum.
5. *Fang Yu – lin și a.* Влияние водного стресса на фотосинтетические свойства винограда. Agr. Res. Arid. Areas. 2006, 24, N.2, с. 135 – 138.
6. *Georgescu M., Dejeu L., Ionescu P.* Fiziologia viței de vie. Editura Cereș, 1990, p. 136.
7. *Jacota A.* Фотосинтез. Энциклопедия виноградарства. Кишинев, 1987, p. 353 – 354.
8. *Константинов И. С.* Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии. Кишинев «Штиинца» 1987 240 с.
9. *Ленинджер А.* Биохимия – Молекулярные основы структуры и функции клетки. Мир, М. 1974, 956с.
10. *Либерт Э.* Физиология растений. «Мир», М., 1976, 580с.
11. *Mullins M. G. și a.* Biology of grapevine. Cambridge, 1994.
12. *Негру П. и сопр.* Эколого – физиологические механизмы зимостойкости винограда. Кишинев, «Штиинца», 1988, 174с.
13. *Полевой П.П.* Физиология растений. М. «Высшая школа» 1989, 464с.
14. *Poni și a.* Am.f. Enology Viticulture. 1994, 45, 71 – 78.
15. *Стасик О.* Реакция фотосинтетического аппарата С3 – растений на водный дефицит. Физиология и биохимия культурных растений т. 39, 2007, №1, с. 14 – 27, Киев. Укр.
16. *Стоев С.* Фотосинтез. Физиология винограда и основы его возделывания. В трех томах. София 1981 изд. Болгарской АН, 69 – 119.
17. Физиология сельскохозяйственных растений .Изд. Московский Университет. Том 1, 1966, 495 с.
13. *Шушкану Г.* Фотосинтез яблони. Кишинев «Штиинца» 1973, 291 с.
14. *Gh. Șișcanu, P Negru ș.a.* Particularitățile activității fotosintezei, respirației și substanțelor reglatoare de creștere la plantele viticole în funcție de genotip și condițiile de creștere. Bul. AȘ a Moldovei. Științele vieții. Chișinău № 1, a. 2009, p. 42-49.
20. *Țirdea G., Dejeu C.* Viticultura, Ediție period. și pedagog., RA. București 1995. 503 p.
21. *Baniță P., Grumeza N.* Unii factori ecopedologici care favorizează cultura viței de vie pe nisipurile ameliorate din România. În „Lucrări științifice S.C.C.A.N., Dăbuleni” ,vol,III , 1979, p. 435-443.
22. *Xu Z.Z., Zhou G.* Leumus chinensis в ответ на длительную почвенную засуху. S.Z. Plant Growth Regul. 2006, 25, N.3, с. 252 – 266. КНР.
23. *Zhang – Zin – Lin și a.* Физиологическое регулирование фотосинтеза в насаждении тополя на песчаной почве. Z. Acta ecol. Sin. 2006, 26, N.5, с. 1523 – 1532. Kum.
24. *Zhou Xin – ming, Xi Zhu – mei și a.* Связь между фотосинтезом и возрастом листа винограда при повышенной УФ – β радиации. Китай. Agr. Res. Arid Areas. 2007, N.4, с. 216 – 220.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО АЗОТА И ЕГО БИОДОСТУПНОСТЬ КАК КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ**

**Емнова Е.Е., Тома С.И.**

*Институт генетики и физиологии растений Академии Наук Молдова*

Биодоступность азота рассматривают как важную концепцию или путь понимания плодородия почв и функционирования экосистем [1]. Классические (кислотный гидролиз) и современные (спектрометрия и спектроскопия) методы анализа указывают на то, что азот в системе почва-растения находится в основном в органической фазе, причем белковый азот является доминирующей формой в почве [2]. Учитывая исключительную важность азота в природе и