

**ЗДРАВКА ПЕТКОВА\*, ЕЛЕНА ЗЛАТАРЕВА, НИКОЛАЙ НИКОЛОВ**

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиров”, София*

\*E-mail: petkova17@yahoo.com

**Изменение в съдържанието на азот, фосфор и калий в  
Сива горска почва, в резултат от торенето на малини с нарастващи  
норми на азотни и фосфорни минерални торове**

***Changes of the Amount of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in  
Grey Forest Soil as a Result of Increasing Norms of Nitrogen and  
Potassium Mineral Fertilizers***

***Z. Petkova\*, E. Zlatareva, N. Nikolov***

*N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

**Abstract**

The field experiment with raspberry has been conducted to established changes in available nitrogen, phosphorus and potassium as a result of fertilization with increasing norm of mineral fertilizers. Results have shown significant change in ammonium and nitrate amount in soil with the increase of norm of fertilization. This tendency is observed also in the amounts of mobile phosphorus and potassium in soil in the experiment with increasing norm of phosphorus fertilization. In the experiment with nitrogen fertilization the situation is different. With the increase of nitrogen fertilizing norms the amount of mobile forms of phosphorus has decreased.

The availability of potassium has depended weaker from phosphorus as a result of the increase of fertilizing norms.

**Key words:** mineral fertilization, raspberry, available amount of nitrogen, phosphorus and potassium

Досега в нашата страна е извършена значителна експериментална работа за установяване влиянието на минералното торене върху добивите от основните селскостопански култури (Николов, 2001; Alexandrova, Tosheva, 2005; Míkova, Alexandrova, 1998; Митовска, Петкова, Пейков, 2001; Tosheva, Petkova, Valchovski, 2009), но при отглеждане на малини изследванията в системата *почва – растение* са много ограничени. В литературата липсват данни за насаждения от малини на Сиви горски почви от планинските райони.

Обезпечаването на културните растения с хранителни вещества, особено азот, фос-

фор и калий, е основна задача в земеделието. Пътищата за решаването ѝ са различни и зависят от почвено-климатичните условия и прогнозирания добив. Малината е широко разпространена култура в планинските и полупланинските райони. Препоръките за нейното торене трябва да бъдат в съответствие както с физиологичните потребности на културата, така и с параметрите на почвеното плодородие на района. Получаването на икономически обосновани добиви от културата е възможно само при осигуряване на условия за балансирано хранене и развитие на малиновите насаждения. Научнообосновеният под-

ход при определяне нормите на торене ще допринесе и за опазването на околната среда.

Целта на изследването беше да се установи изменението в съдържанието на азот, фосфор и калий в Сива горска почва, в резултат на торене на малини с нарастващи норми на азотни и фосфорни торове. При създаване на малиново насаждение нормите на торене с азот, фосфор и калий трябва да осигуряват условия за висока продуктивност и качество на получената продукция и същевременно да предпазват околната среда от замърсяване.

### Материал и методи

Експерименталната работа е осъществена в района на град Троян на територията на

Таблица 1. Схема на полския опит „Крива на отзивчивост на азотно торене“

Table 1. Scheme of field experiment “Responsiveness curve of nitrogen fertilization”

Варианти	kg N/da	kg NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> /da	Внесен (g) NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> за вариант 4,6 m <sup>2</sup>
1.	фон + 0	0	0
2.	фон + 4	11,4	52,44
3.	фон + 8	22,8	104,88
4.	фон + 12	34,3	157,78
5.	фон + 16	45,7	210,22
6.	фон + 20	57,1	262,66
7.	фон + 24	68,6	315,56

Таблица 1а. Схема на полския опит „Крива на отзивчивост на фосфорно торене“

Table 1a. Scheme of field experiment “Responsiveness curve of phosphorus fertilization”

Варианти	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da	kg супер-фосфат/da	Внесен (g) суперфосфат за вариант 4,6 m <sup>2</sup>
1.	фон + 0	0	0
2.	фон + 5	10,8	49,68
3.	фон + 10	21,7	99,82
4.	фон + 20	43,5	200,10
5.	фон + 40	86,9	399,74
6.	фон + 60	130,4	599,84
7.	фон + 80	173,9	799,94

Института по планинско животновъдство и земеделие. Проведени са 2 полски опита в продължение на 3 години. Първият опит е заложен на Сива горска почва, на наклонен терен по схемата, показана в табл. 1, а вторият – по подобен начин, като схемата е представена на табл. 1а. Проведени са по метода „Криви на отзивчивост“ (Николов и др., 2009), при който е използван широк диапазон от ниски до високи нарастващи торови норми, даващи възможност да се определят най-малките достатъчни норми, осигуряващи получаването на желания добив. Почвата е бедна на усвоим фосфор и калий и има висока сорбционна способност по отношение на фосфора (Николов, 1969; Николов, 1985; Михайлова и др., 2006). Използвани са следните торове: троен суперфосфат със съдържание 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (43% водоразтворим), амониев нитрат със съдържание 34% N и калиев хлорид със съдържание 60% K<sub>2</sub>O.

Опитните площи са засадени с по 4 растения малини на 1 линеен метър, представляващ 1 повторение. Използван е сортът *Самодива*. Площта на всеки вариант е 4,6 m<sup>2</sup>, като се тори на разстояние 0,5 m от двете страни на реда.

В първия опит е изследвана кривата на отзивчивост на азотно торене на фона на завишено стандартно торене с фосфор и калий. Като фон са внесени сравнително високи количества фосфор и калий, които още от самото начало на опита създават добра запасеност на тези елементи, за да бъдат изключени като фактор, лимитиращ добива. Използвани са 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da и 30 kg K<sub>2</sub>O/da. Фосфорът и калият са внесени еднократно в началото на опита преди засаждането на малиновите растения. Азотът като амониев нитрат е внасян ежегодно рано през пролетта при първата обработка и веднага е инкорпориран в почвата с окопаване.

При втория опит е изследвана кривата на отзивчивост на фосфорно торене на фона на стандартно торене с азот и калий. Поради високия сорбционен капацитет на Сивата горска почва от изследвания район по отношение на фосфор е използван широк диапазон от фосфорни норми. Използвани са съответно 16 kg N/da и 30 kg K<sub>2</sub>O/da азотен и калиев фон за създаване на подходящи стартови условия за развитие на малиновото насаждение.

Почвените проби са взети от дълбочина 0 –

20 cm. Определянето на общ азот в почвите е осъществено по метода на Келдал (Аринушкина, 1961), на амониен и нитратен азот – по Bremner and Keeney (Bremner et al., 1966) и на усвоим фосфор и калий – по ацетатно-лактатен метод (Иванов, 1984).

### Резултати и обсъждане

Сивите горски почви се отличават с ниско съдържание на хумус (около 2% в разораните площи). По-голямата част от органичното вещество е концентрирана в най-горната част на хумусния хоризонт, където е и най-голямата концентрация на почвената микрофлора и фауна (Вълчовски, 2010). Сорбционният капацитет на Сивите горски почви е сравнително нисък – 17 – 27 meq/100 g почва. Карбонатите са измити на дълбочина под 120 cm. Реакцията е слабо до средно кисела (pH 6,3 – 5,2) (Атанасов, Пенков, 1975). Поради малката мощност на хумусно-елувиалния хоризонт и ниското съдържание на хумус е ниско и съдържанието на общ азот. Съдържанието на общ азот в Сивата горска почва, измерено през третата година, варира в рамките на 0,077% в контролния вариант до 0,095% при варианта с 12 kg N/da и се вижда, че не се изменя съществено в резултат на торенето (табл. 3). По-значително влияние оказва торенето върху съдържанието на амониен и нитратен азот в почвата.

Анализът на почвените проби през втората година на опита с азотно торене (табл. 2) показва наличие на амониен азот 8,72 mg/kg почва в контролата до 25,15 mg/kg почва в торения с 12 kg N/da вариант, като средно сумарната величина от всички варианти на опита е 13,4 (3,2 kg N/da). Количеството на този амониен азот е малко и се намира в адсорбирано състояние в катионопоглъщателния комплекс на почвата. Това количество дори в почви като Сива горска почва, с ниско съдържание на хумус и нисък сорбционен капацитет, не може да създава условия както за денитрификация, така и за нитрификация – процеси, които биха довели до замърсяване на околната среда и подпочвените води. Като се има предвид, че амоният е главно в адсорбирано състояние върху почвените колоиди, той не представлява голяма опасност за замърсяване на водите. Подобно е разпределението на

Таблица 2. Минерален азот (амониев и нитратен) в полски опит с малини от района на Троян през втората година

Table 2. Mineral nitrogen (ammonium and nitrate) in field experiment with raspberry from the region of Troyan during the second year

### Опит с фосфорно торене/Experiment with phosphorus fertilization

Варианти	Амониен N, mg/kg	Нитратен N, mg/kg	Сума минерален N, mg/kg
1.	11,40	4,02	15,42
2.	12,74	4,69	17,43
3.	17,77	5,03	22,80
4.	14,08	3,68	17,74
5.	14,75	5,03	19,78
6.	13,08	3,68	16,76
7.	9,72	6,03	15,75
Средно	13,4 (2,9 kg N/da)	4,6 (1,0 kg N/da)	

### Опит с азотно торене/Experiment with nitrogen fertilization

Варианти	Амониен N, mg/kg	Нитратен N, mg/kg	Сума минерален N, mg/kg
1.	8,72	4,02	12,74
2.	11,73	8,38	20,11
3.	13,41	7,04	20,45
4.	25,15	8,38	33,53
5.	12,40	7,37	19,77
6.	14,75	5,70	20,45
7.	16,09	7,37	23,46
Средно	14,6 (3,2 kg N/da)	6,9 (1,5 kg N/da)	

съдържанието на амониевия азот и в опита с фосфорно торене, където той варира между 9,72 и 17,77 mg N/kg почва, или средно около 2,9 kg N/da (табл. 2).

Нитратният азот, който се намира в почвения разтвор е лесно подвижен и по принцип може да бъде измит с обилен дъжд или поливка с по-голяма поливна норма в по-нисколежащите хоризонти или подпочвени води. В нашия опит с фосфорно торене, както показват данните от табл. 2, за втората година средното количество на нитратния азот в почвата

Таблица 3. Общ и минерален азот (амониев и нитратен) в полски опит с малини от района на гр. Троян през третата година

Table 3. Total and mineral nitrogen (ammonium and nitrate) in field experiment with raspberry from the region of Troyan during the third year

**Опит с фосфорно торене/Experiment with phosphorus fertilization**

Варианти	Амониев N, mg/kg	Нитратен N, mg/kg	Сума минерален N, mg/kg	Общ N, %
1.	4,67	9,34	14,00	0,077
2.	13,34	13,34	26,68	0,073
3.	14,0	18,67	32,67	0,082
4.	23,34	18,67	42,01	0,095
5.	18,67	13,34	32,01	0,084
6.	9,34	14,0	23,34	0,080
7.	9,34	18,67	28,01	0,075
Средно	13,2 (2,9 kg N/da)	15,1 (3,3 kg N/da)		

**Опит с азотно торене/Experience with nitrogen fertilization**

Варианти	Амониев N, mg/kg	Нитратен N, mg/kg	Сума минерален N, mg/kg	Общ N, %
1.	9,34	14,00	23,34	0,080
2.	9,34	14,00	23,34	0,110
3.	9,34	18,67	28,01	0,098
4.	9,34	23,34	32,67	0,095
5.	0,00	18,67	18,67	0,084
6.	4,67	9,34	14,00	0,092
7.	7,00	14,00	21,00	0,084
Средно	7,0 (1,5 kg N/da)	16 (3,5 kg N/da)		

се колебае от 3,68 до около 6,0 mg N/kg почва и се променя слабо в зависимост от торенето. Това количество е ниско – около 1,0 kg N/da и не би създавало проблеми за околната среда. Съдържанието на нитратния азот в почвата по варианти в опита с азотно торене проявява подобна тенденция, но е по-високо от това в опита с фосфорно торене (1,5 kg N/da).

Ниски и от порядъка на тези от втората година са и данните за третата година (табл. 3), където измереното средно съдържание на амониевия азот за изследваните варианти е 13,2 mg N/kg почва, или 2,9 kg N/da (тези величини, измерени през втората година са 13,4, или 3,2 kg N/da). Трябва да се отбележи само, че варирането в количеството на амониевия азот по варианти е по-голямо от това в предишната година. Подобна закономерност се установява също и в съдържанието на нитратния

азот по варианти. Установените количества амониев и нитратен азот в проведените опити с малини на Сива горска почва не са големи и не може да се разглеждат като резултат от осъщественото торене. При това следва да се има предвид, че измерванията са направени в проби, взети през периода между 10 – 15 август, когато вегетационният период още не е завършил и предстои изчерпване на значителни количества хранителни вещества от растенията. Докато за формиране на летораслите през първите 2 години нормата от 12 kg N/da се оказва достатъчна за максимален резултат, то през третата година, когато насаждението е плододаващо, по-високите норми, включително 24 kg N/da дават повишение на добива (Николов и др., 2009; Михайлова и др., 2006).

Анализът на почвените проби за усвоим фос-

Таблица 4. Количество усвоим за растенията фосфор и калий в почвата от полски опит с малини в района на гр. Троян през третата година  
 Table 4. Quantity of plants absorb phosphorus and potassium in the soil of field experience with raspberries in the town of Troyan in the third year

**Опит с фосфорно торене**

Варианти	mg P/100 g почва	mg K <sub>2</sub> O/100 g почва
1.	3,61	8,0
2.	5,90	9,0
3.	8,40	7,2
4.	8,64	7,2
5.	8,75	13,2
6.	12,86	10,0
7.	12,59	12,2

**Опит с азотно торене**

Варианти	mg P/100 g почва	mg K <sub>2</sub> O/100 g почва
1.	10,46	10,0
2.	7,37	9,0
3.	6,65	9,0
4.	11,76	12,2
5.	5,42	8,0
6.	2,23	9,0
7.	1,74	9,0

фосфор и калий в почвата, определени по ацетатно-лактатния метод за опита с фосфорно торене, показва, че количеството им е най-ниско в контролния вариант (табл. 4). Количеството усвоим

за растенията фосфор и калий в почвата от полския опит с малини в района на град Троян и през третата година нараства постепенно по варианти с нарастване нормите на внесените фосфорни торове. Това е доказателство, че растенията не успяват да използват всичките налични в почвата достъпни количества фосфор и калий през първите три години от началото на опита и те се акумулират в почвата като запас.

В опита с азотното торене изменението на достъпните за растенията количества фосфор и калий е по-различно. С нарастване на внесените азотни норми намалява количеството на достъпния фосфор и това се проявява най-силно във варианта с най-високата азотна норма. Така например от 10,46 в контролата тази величина намалява до 1,74 mg P/100 g почва във варианта с 24 kg N/da азотна норма. По всяка вероятност внесените високи норми на минерално торене намаляват рН в почвата, което е съпроводено и с намаляване достъпността на фосфатните аниони в почвения разтвор. Достъпността на калия се повлиява слабо от внесените азотни норми на торене на малините.

### Изводи

Съдържанието на общ азот в Сивата горска почва е ниско и слабо варира под влияние на торенето както с азотни, така и с фосфорни минерални торове.

При опита с азотно торене е установено значително нарастване на амониевия азот (почти 3 пъти) през втората година при вариантите с торене в сравнение с контролата.

В опита с фосфорно торене е установено по-слабо увеличение на амониевия азот вследствие торенето. Средното количество на нитратния азот в почвата се колебае незначително през втората година от торенето и достига стойностите 1,0 kg N/da за вариантите с фосфорно торене и 1,5 kg N/da за тези с азотно торене. През третата година има увеличение в количеството на нитратния азот и при двата опита, като средните стойности са съответно 3,3 kg N/da и 3,5 kg N/da. Тези количества са ниски и не биха довели до замърсяване на околната среда и подпочвените води с нитрати.

При опита с фосфорно торене е установено постепенно нарастване на количеството на усвоимите фосфор и калий в почвата с нарастване нормите на внесените фосфорни торове. Това е доказателство, че растенията не успяват да използват всичките налични в почвата достъпни количества фосфор и калий през първите три години от началото на опита и те се акумулират в почвата като запас.

В опита с азотното торене е доказано, че с нарастване на внесените азотни норми намалява количеството на достъпния фосфор. Достъпността на калия се повлиява по-слабо от фосфора в резултат от внесените азотни норми на торене на малините.

## Литература

**Атанасов, П., М. Пенков.** 1975. Общо земеделие с почвознание и торене. *Земиздат*, София, 368 с.

**Вълчовски, Х.** 2010. Характеристика и на популациите на сем. Lumbricidae в парковете на гр. София като биоиндикатор за състоянието на почвата и биоразнообразието. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4, 60-66

**Златарева, Е.** 1997. Химическо състояние и концентрации на подвижните форми на хранителни и други елементи в планински ливади и пасища във връзка с тяхната продуктивност и опазване на околната среда от замърсяване. Дисертация. ИП „Н. Пушкиров“, София.

**Иванов, П.** 1984. Нов ацетатно-лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий в почвата. *Почвознание и агрохимия*, № 3.

**Митовска, Р., З. Петкова, К. Пейков.** 2001. Влияние на минералните, органичните и органоминералните торове върху баланса на азота и въглерода в почвата. *Почвознание агрохимия и екология*, vol. XXXVI, № 4-6, 158-161

**Михайлова, П., З. Петкова, Н. Николов.** 2006. Торене на малината. Влияние на азотната норма върху броя, височината и дебелината на летораслите. *Почвознание агрохимия и екология*, № 1, 27-32

**Николов, Н.** 2001. Състояние на почвеното плодородие, употреба на торове и задачи на агрохимията за устойчивото развитие на производ-

ството на растениевъдна продукция. *Почвознание агрохимия и екология*, vol. XXXVI, № 4-6, 79-84

**Николов, Н., Е. Златарева, П., Михайлова.** 2009. Влияние на различни норми на торене с азот и фосфор върху малиново насаждение на лива горска почва в района на гр. Троян. –В: Сб. научни доклади от Международна конференция „Обработка на почвата и екология“, 1 – 5 септември, 2009, 399-403

**Аринушкина, Е.** 1961. Руководство по химическому анализу почв. Москва, 491 с.

**Alexandrova, P., E. Tosheva.** 2005. Meteorological Factors and Fertilizer Efficiency in Maize Growing. In: V. Kovacevic, S. Jovanovac (eds.). Proceedings from XL Croatian Symposium of Agriculture with International Participation, Section: Field Crop Production, 15 – 18. 02. 2005. Publisher: Faculty of Agricultural University of J. J. Strossmayer, Opatija, Croatia. CDROM (en)

**Mikova, A., P. Alexandrova.** 1998. Influence of some meteorological elements and fertilization on maize development and yield. Soil and water relating to sustainable development and environmental protection. Special Publications, vol. CIX, Sarajevo, p. 401-407

**Tosheva, E., Z. Petkova, I. Valchovski.** 2009. Effect of fertilization of wheat grown on the Leached Smolnitzka. –In: Proceeding Seminar of Ecology, 23 – 24 April 2009, Sofia, p. 267-272

### *Благодарности.*

Изразяваме благодарност на Фонд „Научни изследвания“ и Министерство на образованието и науката за финансиране на настоящите изследвания по Проект 1107/01.