

РАДКА БОЖИНОВА

Институт по тютюна и тютюневите изделия, Пловдив

E-mail: rbojinova@yahoo.com

Влияние на 45-годишното минерално торене върху хранителния режим на Хумусно-карбонатна почва и продуктивността на ориенталски тютюн

Effect of 45-year Mineral Fertilization on the Nutrient Properties of Rendzic Leptosols and the Productivity of Oriental Tobacco

R. Bozhinova

Tobacco and Tobacco Products Institute, Plovdiv, Bulgaria

Abstract

The effects of 45-year mineral fertilization with different nitrogen, phosphorus and potassium rates on selected soil properties (pH, total humus, total and mineral nitrogen, available potassium, phosphorus, calcium and magnesium content), yield and quality of oriental tobacco were studied in a stationary field trial. A long-term fertilizer experiment with continuous tobacco cropping system was established at Tobacco and Tobacco Products Institute – Plovdiv on Rendzic Leptosols in 1966.

It was found that soil pH slightly decreased in the mineral-fertilized and non-fertilized plots. Mineral fertilizer application and lack of fertilizer application led to a soil organic matter decrease. The application of 75 kg P₂O₅ ha⁻¹y⁻¹ significantly increased the soil available phosphorus concentration. Continuous fertilization with 75 kg K₂O ha⁻¹ resulted in a available K₂O increase by 29.6 – 57.3% as compared to the initial value.

Long-term monoculture growing of oriental tobacco on rendzina soils (Rendzic Leptosols) results in good I-st grade dry tobacco to yield ratio, when N₅₀P₇₅K₇₅ are applied annually.

Key words: long-term fertilization trial, Rendzic Leptosols, tobacco

Торенето с минерални торове е важно мероприятие за увеличаване продуктивността на отглежданите култури, в т. ч. и на тютюна. Заедно с ползите от торенето възниква и въпросът за трайните последици от продължителното ежегодно торене върху свойствата на почвите, добивите и качеството на продукцията. Стационарните полски опити с ежегодно торене отразяват сумарния ефект от прякото действие и последствие от торенето и са богат източник на информация за определяне параметрите на устойчиво земеделско производство. В световен мащаб са заложили около 600 дълготрайни стационарни опити с продължителност над 20 години, провеждани-

то на които се налага от разнообразието на почвените и климатичните условия, и факта, че всеки експеримент е специфичен за местните условия (Körschens, 2006). Земеделската практика в България има възможност да използва резултатите и препоръките от трайните полски опити за управление на продуктивността и качеството на културите съгласно изискванията за балансирано хранене и торене и опазване агроecosистемите от замърсяване. На базата на обобщена дълготрайна информация от стационарните опити в страната се прогнозира промени в почвеното плодородие и продуктивността на културите (Иванов и др., 1988; Филипов, 1989; Славов,

Котева, 1996; Христева и др., 1997; Панайотова, Карев, 1998; Кирчев, Нанкова, 2004; Томов и др., 2005; Tomov, Artinova, 2005).

Целта на настоящето изследване беше да се проследят измененията в агрохимичните свойства на Хумусно-карбонатна почва в резултат от 45-годишното минерално торене и влиянието на формираните различия в почвеното плодородие върху продуктивността и качеството на тютюна.

Материал и методи

Изследването е проведено върху стационарен полски опит с продължително торене и непрекъснатата монокултура тютюн. Многогодишният торов стационар е заложен през 1966 г. в Института по тютюна и тютюневите изделия, Пловдив върху Хумусно-карбонатна почва (Rendzic Leptosols). Съдържанието на хумус (по Тюрин) преди залагането на стационарния опит е 3,01%. Изходното равнище на общ азот (по Келдал) е 0,147 – 0,180%, на подвижен фосфор (по Егнер-Рийм) – 1,5 mg/100 g почва, и на усвоим калий (по Милчева) – 40 – 50 mg/100 g. Реакцията на почвата е алкална – рН (в H₂O) – 8,5 (Вартанян, 1979). Опитът е заложен по блоков метод в три повторения с големина на опитната парцелка 6,25 m². Изпитват се 28 варианти на торене с различни норми и комбинации азот, фосфор и калий, както и органоминерално торене. Настоящото изследване включва част от вариантите: N₀P₀K₀; N₀P_{7,5}K_{7,5}; N₅P₀K₀; N₅P₀K_{7,5}; N₅P_{7,5}K_{7,5}; N₁₀P₀K₀ и N₁₀P_{7,5}K_{7,5}.

За индикаторен сорт е използван Пловдив 7 от сортава група басми. Тютюнът е отгледан по възприетата технология за ориенталския тип. Беритбите са извършени при техническа зрялост на листата. Торовете са внесени еднократно преди последната пролетна обработка: азотът – под формата на карбамид, фосфорът – като троен суперфосфат и калият – като калиев сулфат.

Преди внасянето на торовете (началото на март) са взети средни почвени проби от орния слой (0 – 25 cm) на наблюдаваните варианти. Анализирани са: рН (в H₂O) – потенциометрично; общ хумус (%) – по Тюрин; общ азот (%) – по Келдал; амониев и нитратен азот (mg/kg почва) – чрез дестилация и редукция на нитратите; подвижен фосфор (mg/100 g почва) – по

Егнер-Рийм; подвижен калий (mg/100 g почва) – в 2N HCl. Определени са подвижните форми на Ca и Mg (в извлек от 1N KCl) и отчитане на атомно-абсорбционен спектрометър.

Отчетен е добивът на сух тютюн от декар и количественото му разпределение по класи.

Дисперсионен анализ на данните е направен с помощта на статистическия пакет SPSS.

Резултати и обсъждане

Важен проблем на съвременния свят е антропогенното киселяване на почвите, водещо до увеличаване на токсично-киселите почви. Интензивното торене с физиологично кисели минерални торове е една от главните причини за киселяване на земеделските почви (Ганев, 1992). Продължителното минерално торене е понижало слабо рН в сравнение с изходното равнище (табл. 1). Слабо понижаване спрямо изходното ниво се установява и при неторената почва. Според Debreczeni and Kismányoky (2005) киселяването на почвата от неторените варианти се дължи както на измиването на базичните катиони, така и на изнасянето им с растителната биомаса. За условията на опита намалението на рН от торенето е благоприятен процес. Както отбелязва Ганев (1992) при киселяване на карбонатните почви се отстраняват хидролитично алкалните дисхармонии в минералното хранене на растенията и почвената реакция се доближава до оптималната за тях. Установеното сравнително слабо за 45-годишния период понижение на рН в изследването е свързано с високата буферност на Хумусно-карбонатната почва поради големия процент карбонати, с ниските азотни норми и използването на физиологично неутрален азотен тор (карбамид).

Изпитаните варианти на минерално торене са довели до диференциация на хумусното съдържание от 2,35 до 2,85% (табл. 1). За 45-годишния период без торене хумусът при неторената почва е намалял с 21,9% в сравнение с изходното ниво. Този факт съвпада по посока с резултатите от други изследвания (Ellmer et al., 2000; Tomov, Artinova, 2005; Lenart et al., 2007). При всички варианти с минерално торене хумусът е по-малко в сравнение с изходното ниво. Подобни резултати представят Ellmer et al. (2000), Nardi et al.

Таблица 1. Промени в рН, хумуса и общия азот от системното торене

Table 1. Effect of continuous fertilization on the changes in pH, humus and total nitrogen in the soil

Равнище на торене	рН (в H ₂ O)	Хумус, %	Общ N, %	C: N
N ₀ P ₀ K ₀	8,33	2,35	0,143	9,53
N ₀ P _{7,5} K _{7,5}	8,26	2,61	0,154	9,83
N ₅ P ₀ K ₀	8,23	2,43	0,147	9,59
N ₅ P ₀ K _{7,5}	8,19	2,49	0,152	9,50
N ₅ P _{7,5} K _{7,5}	8,24	2,79	0,165	9,81
N ₁₀ P ₀ K ₀	8,12	2,65	0,162	9,49
N ₁₀ P _{7,5} K _{7,5}	8,10	2,85	0,178	9,29
GD _{5%}	0,089	0,060	0,007	

Таблица 2. Промени в подвижните форми на елементите в почвата от системното торене

Table 2. Effect of continuous fertilization on available element content in the soil

Равнище на торене	N _{min} , mg/kg	P ₂ O ₅ , mg/100 g	K ₂ O, mg/100 g	Ca, mg/100 g	Mg, mg/100 g
N ₀ P ₀ K ₀	2,68	2,39	40,7	320,1	41,2
N ₀ P _{7,5} K _{7,5}	4,90	13,11	63,8	323,0	37,4
N ₅ P ₀ K ₀	3,28	2,14	42,5	353,4	27,9
N ₅ P ₀ K _{7,5}	6,42	1,87	58,3	330,8	31,6
N ₅ P _{7,5} K _{7,5}	5,88	8,75	70,8	318,6	30,7
N ₁₀ P ₀ K ₀	7,38	1,94	45,5	349,6	28,4
N ₁₀ P _{7,5} K _{7,5}	6,54	9,65	67,0	316,4	25,5
GD _{5%}	2,56	1,97	11,30	80,39	6,57

Таблица 3. Влияние на системното торене върху добива и качеството на тютюна

Table 3. Effect of continuous fertilization on the tobacco yield and quality

Равнище на торене	Добив, kg/da	Ефект от 1 kg активно вещество	I класа, %	II класа, %	III класа, %
N ₀ P ₀ K ₀	74		17,4	62,1	20,5
N ₀ P _{7,5} K _{7,5}	83		28,0	55,9	16,1
N ₅ P ₀ K ₀	111	7,4	13,6	63,4	23,0
N ₅ P ₀ K _{7,5}	117		17,3	61,8	20,9
N ₅ P _{7,5} K _{7,5}	144		24,5	59,2	16,3
N ₁₀ P ₀ K ₀	125	5,1	4,8	53,5	41,7
N ₁₀ P _{7,5} K _{7,5}	152		6,8	56,2	37,0
GD _{5%}	18,06		5,08	9,04	11,71

(2004), Томов, Artinova (2005), Мерзлая и др. (2006), и други. При самостоятелно торене с N₅ и N₁₀ понижението на хумуса е съответно с 19,3% и 12,0%. Степента на намаление на

хумуса е по-ниска при системното азотно-фосфорно-калиево торене (N₅P_{7,5}K_{7,5} и N₁₀P_{7,5}K_{7,5}). Вероятна причина за това е неговият положителен ефект върху количеството на свежото

органично вещество – корени и коренови отделяния и азотът в почвата.

Данните за изменението на хумуса са от значение за избора на подходящо торене на културите и за прогнози, свързани с актуалните екологични проблеми. Резултатите показват, че без торене потенциалът на почвеното плодородие, съществен елемент на който е хумусното съдържание, спада. Достатъчното минерално и особено азотно торене са с възможности да поддържат по-високо ниво на хумуса.

Общият азот, подобно на хумуса е важен параметър на потенциалното плодородие на почвата. Съдържанието му при неторената контрола е близо до долната граница от 0,147%, установена преди залагането на опита, но е съществено различно от средното изходно ниво – от 0,164% (табл. 1). За 45-годишен период намалението на общия азот при неторения вариант е с 12,8% спрямо средното изходно равнище. Според Филипков (1977) изменението на хранителния режим на почвата от торенето зависи главно от количеството на неусвоените с добивите хранителни вещества. Слабото понижаване на общия азот спрямо изходното равнище може да се свърже с ниските добиви, получавани при продължително монокултурно отглеждане без торене и съответно на малкия износ на азот с биомасата. При минералната система на торене общият азот е с най-високи стойности при системното азотно-фосфорно-калиево торене. Това кореспондира с повишеното съдържание на хумус при тези варианти.

Експериментиранияте варианти на торене не са диференцирали значимо индекса на минерализация (C: N). Варирането му е не съществено – от 9,29 до 9,83 (табл. 1). Няма съществени различия дори между неторената контрола и вариантите с по-високи норми на минерално торене.

Минералният азот в почвата варира в широки граници в зависимост от количеството на внесените азотни торове и метеорологичните условия (Захаров, Коваленко, 1987; Славов, Котева, 1996; Панайотова, Карев, 1998). Съдържанието на N_{min} преди внасянето на торовете (март) е ниско при всички варианти (табл. 2). Основната причина за това е слабата минерализация поради потиснатата биологична ак-

тивност от ниските температури и високата влажност на почвата. Освен това есенно-зимните валежи смиват значима част от нитратния азот към по-дълбоките слоеве (Захаров, Коваленко, 1987; Филипков, 1994). Наличният минерален азот е най-малко при неторената контрола – 2,68 mg/kg. Най-високи стойности се наблюдават при торене с 10 kg N/da.

За 45-годишния период на отглеждане на тютюна без фосфорно торене се наблюдава тенденция за слабо повишение на подвижния фосфор, но без да се преминава в по-горна група на запасеност (табл. 2). Възможна причина за това е биологичният пренос на фосфор от по-долните почвени слоеве. Вартанян (1979) обяснява наблюдаваното и от нея слабо повишение на подвижните фосфати при контролата с въздействието на кореновите отделяния. Продължителното ежегодно торене със 7,5 kg P_2O_5 /da е повишило многократно подвижния фосфор. Предходни изследвания (Божинова, 2008) показват, че торовият фосфор превишава отстранявания с реколтите и компенсира както част от почвеното поглъщане, така и загубите от стареенето, които вероятно са значими поради високото карбонатно съдържание на почвата. Почвата при вариантите с участието на фосфора се обогатява с подвижни фосфати и преминава в по-висока категория по степен на запасеност.

След 45-годишна монокултура без калиево торене понижението на подвижния калий е до 9,6% спрямо средната стойност за 1966 г. (табл. 2). Варирането на подвижния калий в границите на минералната система на торене без участието на торов калий може да се свърже както с нееднаквите отстранени количества с продукцията, така и с различния биологичен пренос в по-долните почвени слоеве. Положителното влияние на системното торене с минерални калиеви торове върху подвижния калий е добре изразено. Прилаганата ежегодно норма от 7,5 kg/da K_2O е осигурила повишение на подвижния калий с 29,6 – 57,3% спрямо средната стойност за годината на залагане на стационара.

Продължителното системно торене би могло да повлияе върху съдържанието на калция и магнезия чрез величината на извличането и отстраняването им от почвата и чрез промяна на някои от почвените свойства – на органич-

ното съдържание, рН и др. Почвата е свръхзапасена с усвоим калций, което е характерно за Хумусно-карбонатните почви. Статистическият анализ не показва доказани разлики между вариантите по отношение съдържанието на подвижен калций (табл. 2). По-добре изразено вариране по варианти се наблюдава при подвижния магнезий (табл. 2). Неговото количество е най-голямо при неторения вариант и при торене с $N_0P_{7,5}K_{7,5}$. Тези варианти са с най-ниски добиви и съответно най-малко извлечен и отстранен магнезий. Понижение на подвижния магнезий спрямо неторената контрола се наблюдава от торенето с участието на азота – $N_5P_0K_0$; $N_5P_0K_{7,5}$; $N_5P_{7,5}K_{7,5}$, $N_{10}P_0K_0$ и $N_{10}P_{7,5}K_{7,5}$, като последният вариант е с най-висок ефект върху биомасата на тютюна и съответно извлечането на магнезия е голямо.

В резултат на продължителното торене са формирани различия в почвеното плодородие, които оказват влияние върху продуктивността на тютюна (табл. 3). Добивът от неторената контрола е нисък, поради което сравнителният ефект от торенето е висок. Ефектът от азота е добре очертан. При самостоятелно торене с 5 или 10 kg N/da увеличаването на добива спрямо неторения вариант е съответно с 50,0% и 68,9%, т. е. при нарастване на азотната норма от 0 на 5 kg/da увеличението на добива е значително, след което следва по-слабо повишаване. Вариантите със самостоятелно азотно торене заемат по-задни

места от комбинациите му с фосфор и калий. Повишението на добивите от калиевото торене е значително при прилагането му на азотно-фосфорен фон. Най-висок добив е получен при торене с $N_{10}P_{7,5}K_{7,5}$. Ефектът от фосфорно-калиевото торене е по-слабо изразен – общият добив нараства с 12,2% спрямо неторения вариант.

Представа за доходността от торенето, независеща от колебанията на цените, може да се получи чрез определяне на повишението на добива от единица тор. Анализът на данните показва, че с увеличение на азотната торова норма продукцията от единица активно вещество намалява, но остава висока (табл. 3).

Под влияние на 45-годишното системно торене са налице отчетливи различия в качеството на продукцията, изразено като процент първа класа сух тютюн (табл. 3). Най-висок процент първа класа се получава от варианта с фосфорно-калиево торене. Качеството на сухия тютюн се понижава при самостоятелното азотно торене с 5 kg/da. Калиевото торене на азотен фон показва слаба тенденция за повишение на процента първа класа. Качеството на тютюна се повишава при варианта с пълно минерално торене ($N_5P_{7,5}K_{7,5}$). По-отчетлив пад се установява от най-високата норма – 10 kg N/da. Прибавката на фосфор и калий към торения с N_{10} тютюн допринася за подобряване до известна степен на качеството, но то остава твърде ниско.

Изводи

В резултат на 45-годишното торене с азотни, фосфорни и калиеви торове, приложени в различни норми и съотношения, настъпват изменения в агрохимичните свойства на Хумусно-карбонатната почва.

Стойностите на рН на почвата се понижават спрямо изходното ниво от вариантите на минералната система и от контролата. Измененията са в границата на алкалната реакция. Хумусът и общият азот намаляват най-значително в неторената почва. Минералното торене забавя обедняването, но не го предотвратява. Продължителното фосфорно торене е подобрило уловимо фосфорния режим на почвата, която от групата на ниско запасена с подвижен фосфор е преминала в категорията на средно и добре запасените почви. Системното калиево торене е осигурило повишение на подвижния калий с 29,6 – 57,3% спрямо средната стойност за годината на залагане на стационара.

При отглеждане на ориенталския тютюн като продължителна монокултура добро съотношение между добива и качеството се получава при минерално торене с 5 kg N/da, приложен на фосфорно-калиев фон. Най-висок добив в опита е получен при торене с $N_{10}P_{7,5}K_{7,5}$, но качеството на сухия тютюн е ниско. Изключването на минералното торене при монокултурното отглеждане на тютюн е свързано със силно понижаване на стопанския добив.

Литература

- Божинова, Р.** 2008. Влияние на продължителното торене върху хранителния режим на почвата, добива и качеството на ориенталски тютюн. Дисертация. София.
- Вартанян, А.** 1979. Системното минерално торене и развитието на ориенталския тютюн и плодородието на почвата. *Български тютюн*, 10, 33-39
- Ганев, С.** 1992. Към въпроса за антропогенното киселяване на почвите в България. *Почвознание агрохимия и екология*, № 1, 5-11
- Иванов, П., М. Господинов, Р. Джендова, И. Димитров.** 1988. Изменение на азотния режим на слабо излужен чернозем при продължителни полски опити. *Почвознание и агрохимия*, № 6, 42-47
- Кирчев, Хр., М. Нанкова.** 2004. Влияние на системното минерално торене върху хранителния режим на слабо излужен чернозем. *Почвознание агрохимия и екология*, № 2, 73-78
- Панайотова, Г., К. Карев.** 1998. Съдържание и динамика на минералния азот и неговите форми в излужена смолница при продължително азотно торене. *Почвознание агрохимия и екология*, № 5, 28-31
- Славов, Д., В. Котева.** 1996. Динамика на минералния азот в излужена смолница при продължително торене с нарастващи норми минерални торове. *Почвознание агрохимия и екология*, № 3, 3-6
- Томов, Т., Г. Рачовски, С. Горбанов, Й. Матев, С. Костадинова, И. Манолов.** 2005. Трайният полски торов опит – инвестиция в образованието и науката на АУ – Пловдив. Юбилейна научна конференция „Състояние и проблеми на аграрната наука и образование”, т. L, кн. 3, 179-188
- Филипов, Х.** 1989. Влияние на четири- и осемгодишното системно торене върху калиевия режим на излужен чернозем-смолница. *Почвознание и агрохимия*, № 2, 24-27
- Филипов, Х.** 1994. Азотно хранене на пшеницата при силно вариращи хидротермични условия и параметри на азота в почвата и растенията. Дисертация. София.
- Христева, Цв., С. Наумова, Е. Апостолова.** 1997. Продължително монокултурно отглеждане на тютюн и почвеното плодородие. ВСИ – Пловдив, Научни трудове, т. XLII, кн. 2, 183-186
- Захаров, В. Н., А. А. Коваленко.** 1987. Влияние возрастающих доз удобрений на накопление и динамику минеральных форм азота в метровом слое легкосуглинистой почвы. *Агрохимия*, № 3, 3-13
- Мерзлая, Е. Г., Г. А. Зябкина, Т. П. Фомкина.** 2006. Длительное применение органических и минеральных удобрений при оптимизации их доз и сочетаний на легкосуглинистой почве. *Агрохимия*, № 10, 33-40
- Debreczeni, K., T. Kismányoky.** 2005. Acidification of Soil in Long-Term Experiments. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 36, 321-329
- Ellmer, F., H. Peschke, W. Köhn, F. M. Chmielewski, M. Baumecker.** 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt-University, Berlin. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 163, 267-272
- Körschens, M.** 2006. The importance of long-term field experiments for soil science and environmental research – a review. *Plant Soil Environ.*, 52, 1-8
- Lenart, S., A. Kusinska, A. Gawronska-Kulesza, E. Nozderko.** 2007. The influence of long-term fertilization and soil tillage system on soil organic matter. *Fragmenta Agronomica*, 24 (1), 150-156
- Nardi, S., F. Morari, A. Berti, M. Tosoni, L. Giardini.** 2004. Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilizers. *Europ. J. Agronomy*, 21, 357-367
- Tomov, T., N. Artinova.** 2005. Effect of system mineral and organic-mineral fertilization on the humus content and humus fractions in mollic fluvisols. *J. Cent. Eur. Agric.*, 6: 4, 577-582