

ОБЩО ЗЕМЕДЕЛИЕ И АГРОТЕХНОЛОГИИ
GENERAL AGRICULTURE and TECHNOLOGIES



**ИЗМЕНЕНИЯ В НЯКОИ ОСНОВНИ АГРОХИМИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ
НА ПОЧВЕНОТО ПЛОДРОДИЕ НА СЛАБО ИЗЛУЖЕН ЧЕРНОЗЕМ
ПОД ВЛИЯНИЕ НА СИСТЕМНОТО ЗАОРАВАНЕ
НА РАСТИТЕЛНИ ОСТАТЪЦИ**

**Маргарита Нанкова, Генчо Милев, Илия Илиев,
Нечо Нанков, Албена Иванова**
Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

Резюме

Нанкова М., Г. Милев, И. Илиев, Н. Нанков, А. Иванова, 2014. Изменения в някои основни агрохимически характеристики на почвеното плодородие на слабо излужен Чернозем под влияние на системното заораване на растителни остатъци. FCS 9(2): 273-288

Изследването е проведено в стационарен полски опит, извеждан в Опитното поле на ДЗИ – Г.Тошево. Същият представлява на 6 – полен сеитбооборот при следното редуване на културите: фасул-пшеница-царевица-пшеница-слънчоглед-пшеница и ежегодно внасяне на следжъвните остатъци (СЖО) от всяка култура при три нива на почвено торене - $N_0P_0K_0$, $N_6P_{12}K_0$ и $N_{12}P_{12}K_0$. В края на 3^{та} ротация от системното прилагане на посочените агротехнически практики е проследено влиянието им върху съдържанието на усвоими форми на основните макроелементи и общ С (хумус). Агрохимичните анализи са проведени в почвени проби по дълбочина на профила от слоевете 0-30 cm, 30-60 cm и 60-90 cm след прибиране на пшеницата.

Продължителното прилагане на изследваните агротехнически практики оказва влияние върху агрохимичните характеристики на слабо излужения Чернозем по дълбочина на изследвания профил.

Нарастващите норми на минерално торене, независимо от начина на използване на растителните остатъци в 6-полния сеитбооборот, водят до намаляване стойностите на почвената реакция. Същите са подложени на по-голяма динамика при отглеждане на пшеницата след слънчоглед в сравнение с отглеждането ѝ след фасул и царевица.

Минералното торене оказва съществено влияние върху съдържанието на минерален азот в почвата и по-специално върху нитратната форма на азота, усвоимия фосфор и органичното вещество на почвата. Системното заораване на растителните остатъци и неприлагането на калиево торене в сеитбооборота допринасят за намаляване количеството на обменния калий в почвата, особено при системно торене с $N_{12}P_{12}K_0$. Минералното торене се оказва по-силно влияещия фактор върху агрохимическия статус на слабо излужения чернозем в сравнение с факторите предшественик и дълбочина на изследвания профил. Системното заораване на цялата биомаса на културите в сеитбооборота води до нарастване

силата на неговото влияние.

Връщането на цялото количество на растителните остатъци в 6-полния сеитбооборот само за 3 ротации води до повишаване съдържанието на хумус средно с 3,6%, като същото е най-голямо при отглеждане на пшеницата след фасул и царевица, където увеличението е съответно с 6,3% и 5,0% в сравнение с тяхното изнасяне. Внасянето на растителните остатъци в сеитбооборота води до увеличаване съдържанието на хумус по дълбочина, което е особено добре изразено при контролния вариант.

Установено е повишаване запаса от хумус в повърхностния слой 0-30 cm с нарастване нормите на торене. Ежегодното използване на нормата $N_{12}P_{12}K_0$ води до заличаване различията в запасите от хумус, формирани след различните предшественици.

Ключови думи: 6-полен сеитбооборот, минерално торене, растителни остатъци, усвоими форми на NPK, хумус

Abstract

Nankova M., G. Milev, I. Iliev, N. Nankov, A. Ivanova, 2014. Changes in some main agrochemical characteristics of soil fertility of the slightly leached Chernozem soil under the effect of systematic incorporation of plant residues. FCS 9(2): 273-288

The investigation was carried out in a stationary field trial at DAI – General Toshevo. The trial involved 6-field rotation of the following crops: bean – wheat – maize – wheat – sunflower – wheat, as well as annual incorporation of the post harvest plant residues (PHR) from each crop at three levels of soil fertilization: $N_0P_0K_0$, $N_6P_{12}K_0$ and $N_{12}P_{12}K_0$. At the end of the third rotation with systematic application of the above agronomy practices, their effect on the content of available forms of the main macro elements and of the total humus (C) was followed. The agro chemical analyses were done in soil samples take down the soil profile from layers 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm after harvesting of wheat.

The long-term application of the investigated agronomy practices influenced the agro chemical characteristics of the slightly leached Chernozem (Haplic Chernozems) down the soil profile.

The increasing levels of mineral fertilization, regardless of the way of plant residue utilization in the 6-field crop rotation, lead to decrease of the values of the soil reaction. These values were subjected to greater dynamics when growing wheat after sunflower as compared to growing wheat after bean and maize.

Mineral fertilization had significant effect on the mineral nitrogen content in soil, on the nitrate form of nitrogen in particular, on available phosphorus and the organic matter in soil. The systematic incorporation of the plant residues and not using potassium fertilization in the crop rotation contributed to lower amount of exchangeable potassium in soil, especially at systematic fertilization with $N_{12}P_{12}K_0$. Mineral fertilization turned out to be the factor with higher effect on the agro chemical status of the slightly leached chernozem in comparison to the factors previous crop and depth of the investigated profile. The systematic incorporation of the entire biomass from the crops included in the crop rotation enhances its effect.

The return of the entire amount of plant residues in the 6-field crop rotation increased within only 3 rotations the humus content with averagely 3.6 %; the humus amount was highest when growing wheat after bean and maize, the increase being with 6.3 5 and 5.0 %, respectively, in comparison to the practice of removing the plant residues. The incorporation of the plant residues in the crop rotation increased the humus content down the soil profile, and this increase was especially well expressed in the check variant.

Higher humus reserves were found in the surface 0-30 cm layer at the higher fertilization norms. The annual use of the $N_{12}P_{12}K_0$ norm neutralized the differences in the

humus reserves formed after the different previous crops.

Key words: six-field crop rotation, mineral fertilization, plant residues, available forms of NPK, humus

УВОД

Хазартните климатични условия, продължителната експлоатация на почвените ресурси, високата цена на агротехническите практики за осигуряване на балансирано хранене, както и енергетичната криза в световен мащаб генерират интереса към алтернативни хранителни източници и цялостно управление на земеделското производство.

Сред безспорните предимства на биомасата като възобновяем енергиен източник е фактът, че този ресурс е наличен навсякъде по територията на страната. Следжътвените остатъци при целинните и съответно орните аналози на почвите и главно промеждутъчните продукти на тяхното разлагане са едни от основните източници, попълващи запаса на почвата от органична материя. Съдържанието на лабилните форми на органичното вещество (бързо разлагаеми) в орните почви се колебае от 0.1 до 1.5 – 2.0 % спрямо масата на почвата и зависи от постъпващите след жътвени остатъци и технологията на отглеждане на културите (Пачев и Кутев, 2004; Пачев, 2011).

Биологичният ефект от разлагането на растителните остатъци до голяма степен зависи от техния химичен състав и условията, при които се осъществява тяхното разлагане и съответно освобождаване на хранителни вещества (Tian et al, 1992).

Химичното, физичното и биологичното плодородие на почвата е в зависимост от съдържанието на органичен С в почвата (Can et al, 2008). **Растителните остатъци** повишават съдържанието на органична материя в почвата и нивата на общия азот за продължителен период от време (Cassman et al, 1996). **Те са са добър източник на хранителни вещества** в много агроecosистеми за устойчиво производство и околна среда, намаляващи зависимостта от минерално торене (Blanco-Canqui and Lal, 2009).

Изваждането на растителните остатъци от системата на сеитбооборота, чрез изгарянето или изнасянето им води до загуба на ценна естествена добавка, която поддържа и подобрява по природосъобразен начин почвеното плодородие. Формулирането на добри земеделски практики и изграждане на дългосрочни стратегии за управлението на растителните остатъци и редуването на културите ще работи за ограничаване емисиите на парникови газове и за въглеродно секвестриране в различни региони на света (Митова, 2008). Митова (2012) прави оценка и предлага модел за прогнозиране прихода в баланса на въглерода в почвата, чрез кореновата биомаса на полски култури, включени в сеитбообращения, различаващи се по вид и структура с цел добавяне на биомаса в почвата за устойчиво управление и компенсирани минерализацията на почвеното органично.

Минералните торове и растителните остатъци често не са налични или поединично се са в състояние да осигурят количествено и качествено използване, докато комбинирането им включване в управлението на почвеното плодородие е сигурно средство за оптимизиране използването на всички налични ресурси без отрицателно въздействие върху околната среда. Комбинираното използване на минерално торене и растителни остатъци може да подобри азотния синхрон, като намали загубите на азот, използвайки интерактивния ефект между двата типа влажения (Kimani et al, 2003; Gentile et al, 2009).

В ДЗИ - Г.Тошево проблемите с начините на използването на растителните остатъци, както и влиянието им върху продуктивността и качеството на културите в сеитбооборота и върху почвеното плодородие са обект на редица разработки (Милев, 1998, 2001, 2007, 2008; Милев и Нанкова, 1999, 2003; Nankova et al, 2010 и

други).

Целта на настоящата разработка е проследяване промените в някои агрохимически характеристики на почвеното плодородие в резултат на системното заораване на следжътвените остатъци в 6-полен сеитбооборот.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в стационарен полски опит, извеждан в Опитното поле на ДЗИ – Г.Тошево, на слабо излужен Чернозем (**Haplic Chernozems, FAO-2006**). Същият представлява на 6 – полен сеитбооборот при следното редуване на културите: фасул-пшеница-царевица-пшеница-слънчоглед-пшеница и ежегодно внасяне на следжътвените остатъци (СЖО) от всяка култура при три нива на почвено торене - $N_0P_0K_0$, $N_6P_{12}K_0$ и $N_{12}P_{12}K_0$, извършвано при варианта с изнасяне на растителните остатъци (A_0) и варианта на тяхното заораване в почвата (A_1). В края на 3^{та} ротация от системното прилагане на посочените агротехнически практики е проследено влиянието им върху съдържанието на усвоими форми на основните макроелементи и общ С (хумус). Агрохимичните анализи са проведени в почвени проби по дълбочина на профила от слоевете 0-30 cm, 30-60 cm и 60-90 cm след прибиране на пшеницата. Почвените проби са стривани, изсушавани и пресявани през сито (1 mm). Във въздушно сухата почва са определяни почвената реакция – 1 n KCl; усвоими форми на минерален азот в извлек с 1% K_2SO_4 и последващо определяне на NO_3-N с дисулфофенолова киселина, а на NH_4-N - по феноловия метод. Фосфорът и калият са определени по AL метод (модификация на П. Иванов, 1994).

Съдържанието на въглерод в почвата, респективно хумус, е определено по модифициран метод на Тюрин [окисление с разтвор на $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ в термостат при 125°C, 45 min, в присъствие на Ag_2SO_4 и титруване с $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6 H_2O$ при индикатор фенолантранилова киселина] (Spiege at al, 2007; Hegymegi at al, 2007).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

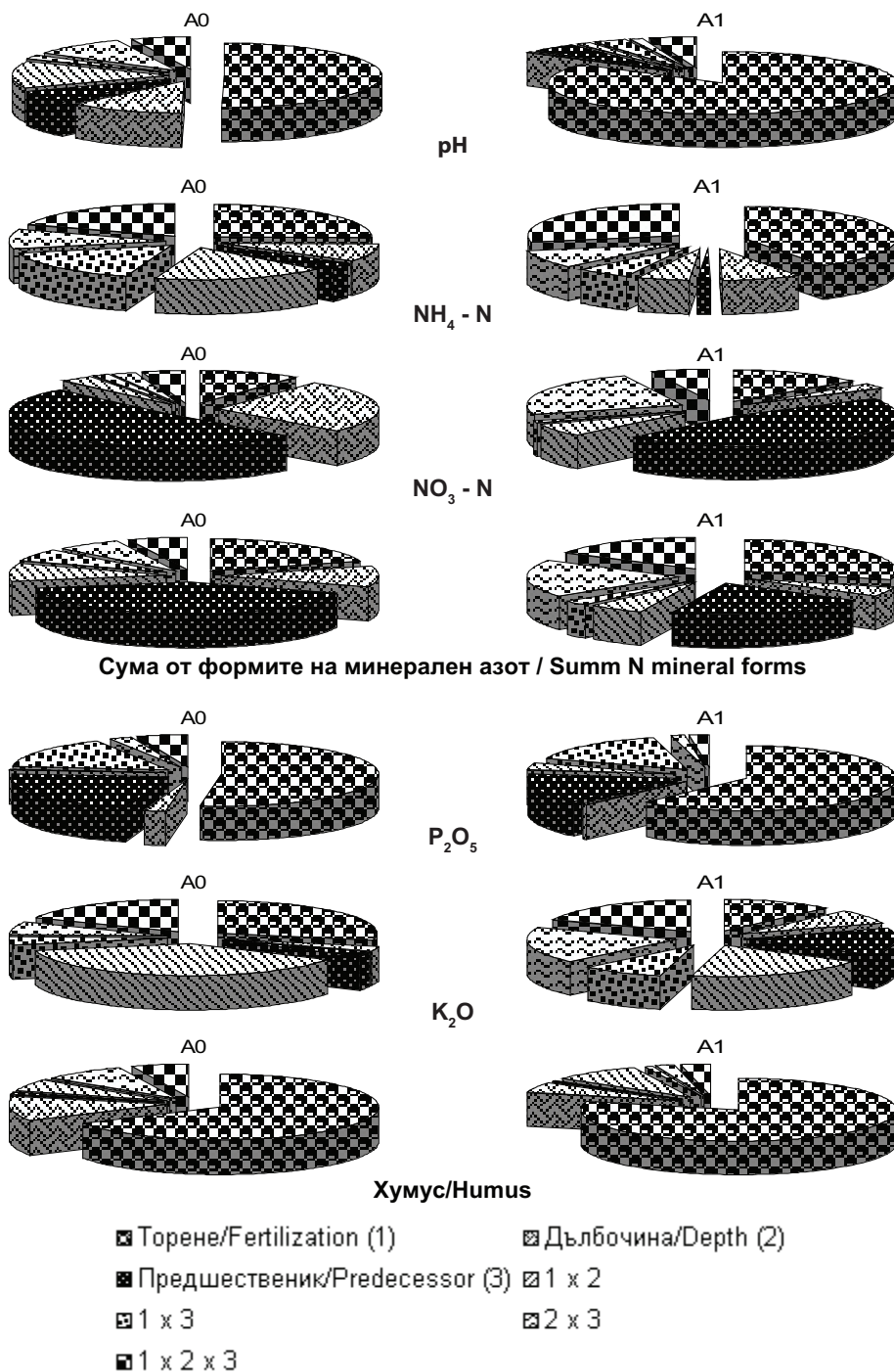
Анализът на вариансите на проследяваните агрохимически характеристики показва, че самостоятелното влияние на минералното торене има несъществено влияние върху стойностите на обменния амоний, независимо от съдбата на растителните остатъци (Табл. 1). Същото не влияе достоверно и върху съдържанието на обменен калий във варианта A_0 . Заораването на цялото количество на СЖО (A_1) оказва съществено влияние и върху съдържанието на хумус.

Дълбочината на изследвания слой, като самостоятелно действащ фактор, има силно влияние върху стойностите на всички изследвани агрохимически показатели и при двата начина на използване на СЖО. Силно изразено е самостоятелното действие на предшественика като агротехнически фактор с изключение на влиянието му върху стойностите на обменния калий във варианта A_0 .

Различните комбинирани взаимодействия между факторите също оказват влияние върху изследваните агрохимични характеристики на почвата. Промените в стойностите на обменния калий при варианта с изнасяние на СЖО са статистически недостоверни с изключение на взаимодействието дълбочина x предшественик. Подобно недостоверно влияние е установено при комбинираното взаимодействие на факторите минерално торене и дълбочина върху съдържанието на хумус, независимо от начините на използване на СЖО. Всички останали комбинативни взаимодействия между факторите при вариантите A_0 и A_1 оказват значително влияние върху агрохимическия статус на почвата.

Таблица 1. Анализ на вариансите.
Table 1. Analysis of variances.

Source	Dependent Variable	Sig. - A ₀	Sig. - A ₁
Торене (1) Fertilization (1)	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,070 ^{NS}	0,044 ^{NS}
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,437 ^{NS}	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,145 ^{NS}
Дълбочина (2) Depth (2)	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,000	0,000
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,000	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,000
Предшественик (3) Predecessor (3)	pH - KCl	0,000	0,001
	NH ₄	0,000	0,000
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,400 ^{NS}	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,000
1 x 2	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,000	0,000
	NO ₃	0,000	0,012
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,002
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,524 ^{NS}	0,001
	Хумус/Humus	0,534 ^{NS}	0,134 ^{NS}
1 x 3	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,001	0,000
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,299 ^{NS}	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,010
2 x 3	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,000	0,000
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,000	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,000
1 x 2 x 3	pH - KCl	0,000	0,000
	NH ₄	0,000	0,000
	NO ₃	0,000	0,000
	Форми мин. N/Forms Min. N	0,000	0,000
	P ₂ O ₅	0,000	0,000
	K ₂ O	0,134 ^{NS}	0,000
	Хумус/Humus	0,000	0,009



Фигура 1. Сила на влияние на факторите върху стойностите на агрохимичните характеристики, % (- СЖО; + СЖО)

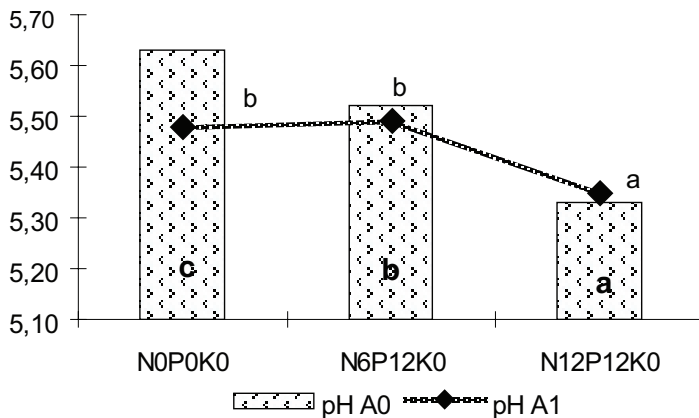
Figure 1. Strength of effect of the factors on the agrochemical characteristics, % (- PHR; + PHR)

Силата на въздействие на минералното торене е най-силно изразена върху стойностите на почвената реакция, хумуса, усвоимия за растенията фосфор, а от формите на минералния азот – по-силно при амониева в сравнение с нитратната форма (Фиг. 1). Същата е значително по-голяма в съчетание със заораване на цялото количество СЖО в сравнение с изнасянето им. Силата на въздействие на другите два фактора е по-слабо изразена в сравнение с тази на минералното торене. Изключение е установено при нитратния азот и съответно сумата от формите на минерален азот, където силата на влиянието му е по-силно изразена в сравнение с минералното торене и дълбочината, особено при варианта с изнасяне на СЖО.

Силата на влияние на пълното взаимодействие между трите фактора е най-силно проявена при сумата от формите на минерален азот и в частност при амониевата форма. Същата нараства значително при варианта със заораване на цялото количество на СЖО.

Нормите на минерално торене оказват статистически достоверно влияние върху проследените агрохимически характеристики. Нарастване нормата на азота води до намаляване стойностите на рН като диференциацията между тях във вариантите без внасяне на СЖО е максимално изразена (Фиг. 2). Внасянето на СЖО води до по-слабо изразена диференциация и изравняване ефекта от ниската азотна норма с този в контролата.

Не са установени съществени промени в стойностите на $\text{NH}_4\text{-N}$ при отделните норми на минерално торене в зависимост от начина на използване на СЖО (Табл. 2). При $\text{NO}_3\text{-N}$ тенденцията за повишаване съдържанието му с нарастване нормите на минералното торене е много добре изразена. Във вариантите с изнасяне на СЖО (A_0) остатъчното количество на $\text{NO}_3\text{-N}$ слабо превишава установените концентрации във варианта със заораване на цялото им количество (A_1). Това води до много добре изразена диференциация в сумата от формите на минерален азот в зависимост от изпитваните норми на минерално торене при запазване на установените тенденции за $\text{NO}_3\text{-N}$.



Фигура 2. Влияние на нормите на минерално торене върху стойностите на почвената реакция.

Figure 2. Influence of mineral fertilization norms on pH values.

Минералното торене провокира повишаване количеството на усвоим фосфор с нарастване на торовата норма (Табл. 3). Тази тенденция е по-силно изразена при вариантите без внасяне на СЖО. Съдържанието на обменен калий и при 2-та варианта на СЖО остава в зоната на средната запасеност. Във варианта със СЖО количеството на обменния К е под установеното във варианта без СЖО. Другата

тенденция, която се наблюдава е по-ниското му количество при по-високата азотна торова норма във варианта със заораване на цялото количество на нестопанската част на продукцията от предшественика.

Таблица 2. Съдържание на форми на минерален азот в зависимост от нормите на минерално торене, mg/1000 g

Table 2. Content of mineral N forms according to fertilization norms, mg/1000 g

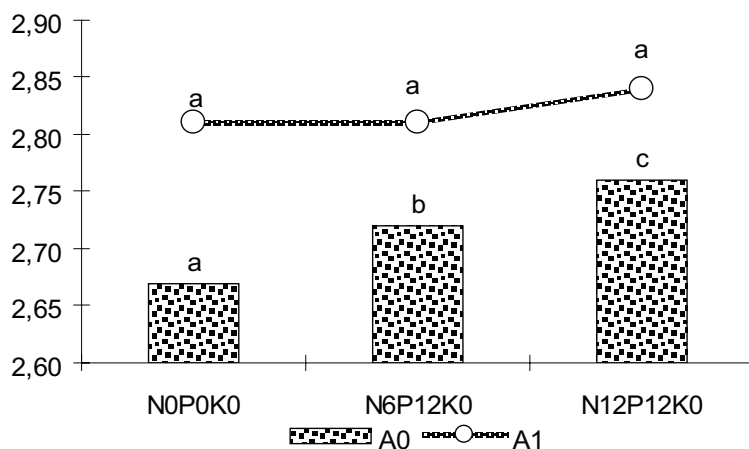
Норми на торене	NH ₄		NO ₃		Summa	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
N ₀ P ₀ K ₀	2,44 ab	2,47 ab	1,73 a	1,79 a	4,18 a	4,26 a
N ₆ P ₁₂ K ₀	2,39 a	2,36 a	3,16 b	2,70 b	5,54 b	5,06 b
N ₁₂ P ₁₂ K ₀	2,68 b	2,63 b	4,85 c	3,75 c	7,53 c	6,38 c

Таблица 3. Съдържание на усвоими форми на фосфор и калий, в зависимост от нормите на минерално торене, mg/100 g.

Table 3. Content of available phosphorus and potassium forms according to fertilization norms, mg/100 g

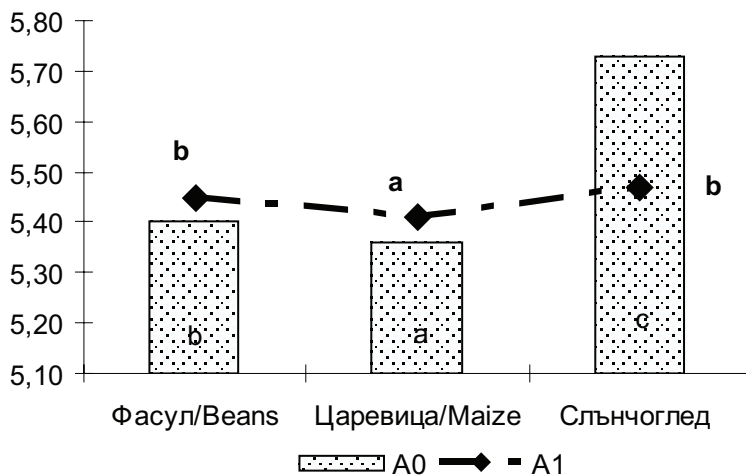
Норми на торене/ Fertilizer norms	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
N ₀ P ₀ K ₀	1,50 a	1,54 a	18,66 a	18,07 b
N ₆ P ₁₂ K ₀	6,94 c	5,51 b	18,95 a	17,68 b
N ₁₂ P ₁₂ K ₀	6,57 b	5,56 c	19,04 a	16,50 a

В края на 3-тата ротация се наблюдава повишаване съдържанието на хумус в резултат на извършваното минерално торене при ясно изразена диференциация между торовите варианти във варианта с изнасяне на СЖО (Фиг. 3). Минералното торене в съчетание с ежегодно заораване на цялото количество на СЖО от предшественика води до повишаване съдържанието на хумус средно с 3,8%, спрямо варианта с изнасянето им. Най-силно ефекта от заораването на растителните остатъци е изразен при контролния вариант, където увеличението е с 5,2%.



Фигура 3. Съдържание на хумус в зависимост от минералното торене, %.
Figure 3. Humus content according to the fertilization norms, %.

Предшественика също оказва съществено влияние върху изследваните агрохимични характеристики на почвата. Стойностите на почвената киселинност варират в пределите от 5,36 до 5,73 (Фиг. 4). Средно за предшествениците не се наблюдават съществени различия в стойностите на рН в зависимост от начина на използване на растителните остатъци. И при двата варианта на използването им пониски стойности на рН са установени след предшественик царевица. При последния, както и при предшественик фасул различията между вариантите със и без СЖО са несъществени. По-голяма амплитуда на вариране в стойностите на показателя са установени след предшественик слънчоглед.



Фигура 4. Влияние на предшественика върху почвената киселинност.
Figure 4. Influence of predecessor on the soil acidity.

Тестът на Waller-Dunkan диференцира остатъчните количества минерален азот в зависимост от начина на използване на растителните остатъци в сеитбооборота (Табл. 4). При амониевата форма на азота тази диференциация е най-силно изразена при варианта със заораване на СЖО, а при нитратната – при тяхното изнасяне. По-големи количества минерален азот след прибиране на пшеницата остават при отглеждането ѝ след фасул и по-малко – след царевица.

Таблица 4. Съдържание на форми на минерален азот в зависимост от вида на предшественика, mg/1000 g.

Table 4. Content of mineral N forms according to predecessor, mg/1000 g.

Предшественик Predecessor	NH ₄		NO ₃		Summa	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
Фасул/Beans	2,38 a	2,08 a	4,30 c	2,59 a	6,68 c	4,68 a
Царевица/Maize	2,88 b	2,63 b	2,07 a	3,01 b	4,95 a	5,64 b
Слънчоглед/Sunflower	2,26 a	2,73 c	3,37 b	2,63 a	5,63 b	5,38 b

След жътвата на пшеницата във вариантите със заораването на СЖО е установено слабо намаляване съдържанието на усвоими форми на фосфор и обменен калий (Табл.5).

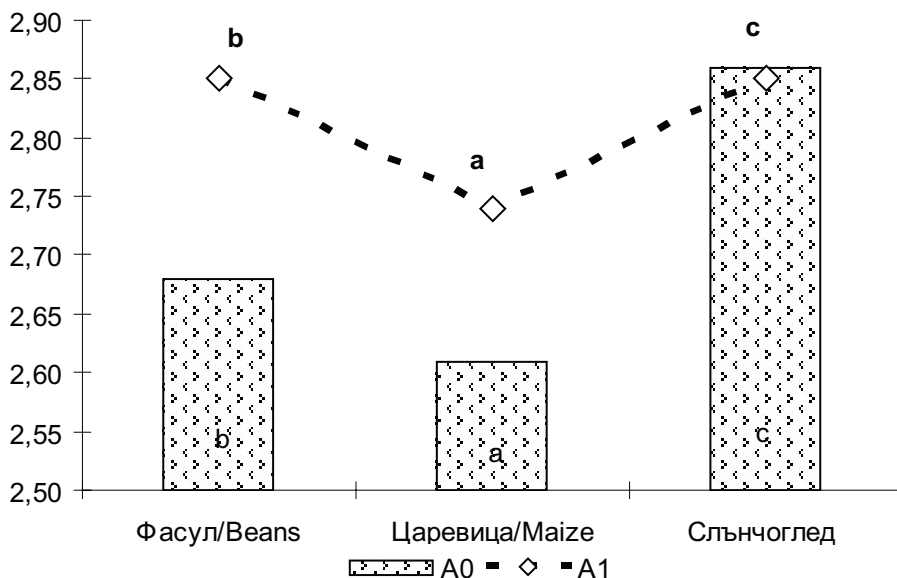
До голяма степен по-високата продуктивност на пшеницата във вариантите с изнасяне на СЖО е причина за по-ниските стойности на установените количества усвоими макроелементи, поради по-високия износ на хранителни вещества.

Таблица 5. Съдържание на усвоими форми на фосфор и калий, в зависимост от вида на предшественика.

Table 5. Content of available phosphorus and potassium forms according to predecessor, mg/100 g.

Предшественик Predecessor	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
Фасул/Beans	4,16 a	4,72 a	19,06 a	17,49 b
Царевица/Maize	4,79 b	3,85 b	18,65 a	16,79 a
Слънчоглед/Sunflower	6,07 c	4,04 b	18,95 a	17,98 b

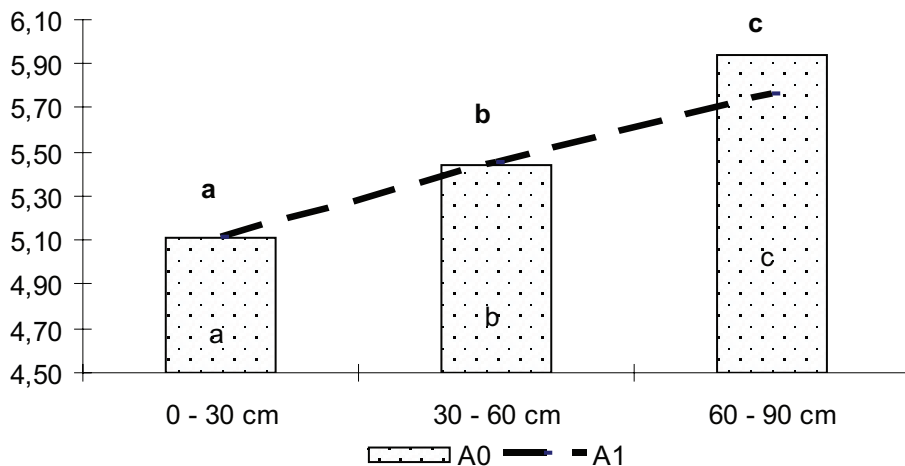
Съдържанието на хумус при заораване на СЖО е по-високо в сравнение с вариантите с изнасянето им средно с 3,6% (Фиг. 5). Тази тенденция е най-добре изразена при отглеждане на пшеницата след фасул и царевица, където увеличението в съдържанието на хумус е съответно с 6,3% и 5,0% в сравнение с установеното при варианта с изнасяне на растителните остатъци. След предшественик слънчоглед практически не са установени различия в зависимост от вариантите със СЖО.



Фигура 5. Влияние на предшественика върху съдържанието на хумус, %.
Figure 5. Influence of predecessor on humus content, %.

По дълбочина на изследвания почвен профил също са наблюдавани промени в съдържанието на хранителни вещества. При стойностите на рН е установена тенденция към повишаването ѝ, което е свързано с генезиса на почвообразователния процес при слабо излужения Чернозем (Фиг. 6). Не са наблюдавани съществени промени в почвената киселенност в зависимост от начина на използването на растителните остатъци на предшественика.

По отношение промените в стойностите на минералните форми на азота, усвоимия фосфор и обменния калий по дълбочина на изследвания почвен профил се наблюдава много добре изразена тенденция към намаляването им (Табл. 6, 7).



Фигура 6. Влияние на дълбочината на профила върху стойностите на почвената реакция.
Figure 6. Influence of soil depth on pH values.

В края на 3-тата ротация след прибиране на пшеницата са установени сравнително ниски стойности на хранителни вещества. Наблюдава се слабо изразена тенденция за по-ниските им стойности при варианта със заораване на цялото количество растителни остатъци от предшественика, но тази тенденция е статистически недостоверна. е установена добре изразена диференциация в съдържанието на минерален азот и особено на нитратната му форма.

Таблица 6. Съдържание на форми на минерален азот в зависимост от дълбочината на изследвания профил, mg/1000 g.

Table 6. Content of mineral N forms according to the soil depth, mg/1000 g.

Дълбочина Depth, cm	NH ₄		NO ₃		Сума/Summ	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
0 - 30	3,13 b	3,38 b	3,82 c	3,23 c	6,96 c	6,61 c
30 - 60	2,25 a	2,09 a	3,44 b	2,85 b	5,69 b	4,94 b
60 - 90	2,13 a	1,98 a	2,47 a	2,16 a	4,61 a	4,14 a

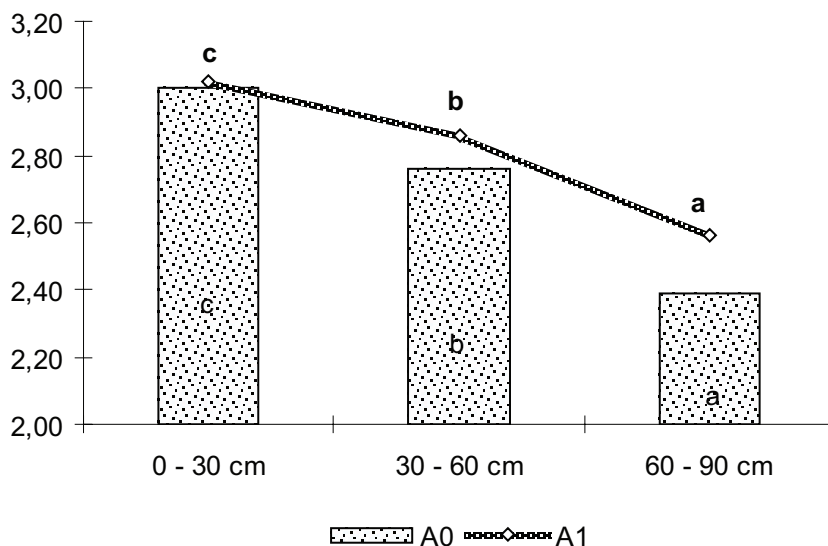
Таблица 7. Съдържание на усвоими форми на фосфор и калий, в зависимост от дълбочината на изследвания профил.

Table 7. Content of available phosphorus and potassium forms according to the soil depth, mg/100 g.

Дълбочина Depth, cm	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	A ₀	A ₁	A ₀	A ₁
0 - 30	10,24 c	9,58 c	19,72 b	18,18 c
30 - 60	3,49 b	2,42 b	18,47 a	17,38 b
60 - 90	1,28 a	,61 a	18,46 a	16,69 a

Съдържанието на хумус постепенно намалява по дълбочина на почвения профил, което е характерно за слабо излужения чернозем (Фиг. 7). Начините на системно използване на СЖО макар и слабо, оказва влияние върху стойностите на

тази стабилна характеристика на почвеното плодородие. Промените в съдържанието на хумус практически не са засегнали слоя 0-30 cm. При по-долу лежащите слоеве се наблюдава тенденция на обогатяване на почвата с въглерод, респективно хумус, при варианта със заораване на цялото количество на растителните остатъци (A_1). За слоя 30-60 cm това увеличение е с 3,6%, а за слоя 60-90 cm – със 7,1%. Основна причина за този факт е по-голямото количество общанадземна и коренова маса, формирана от културите във варианта със заораване на цялото количество на СЖО.

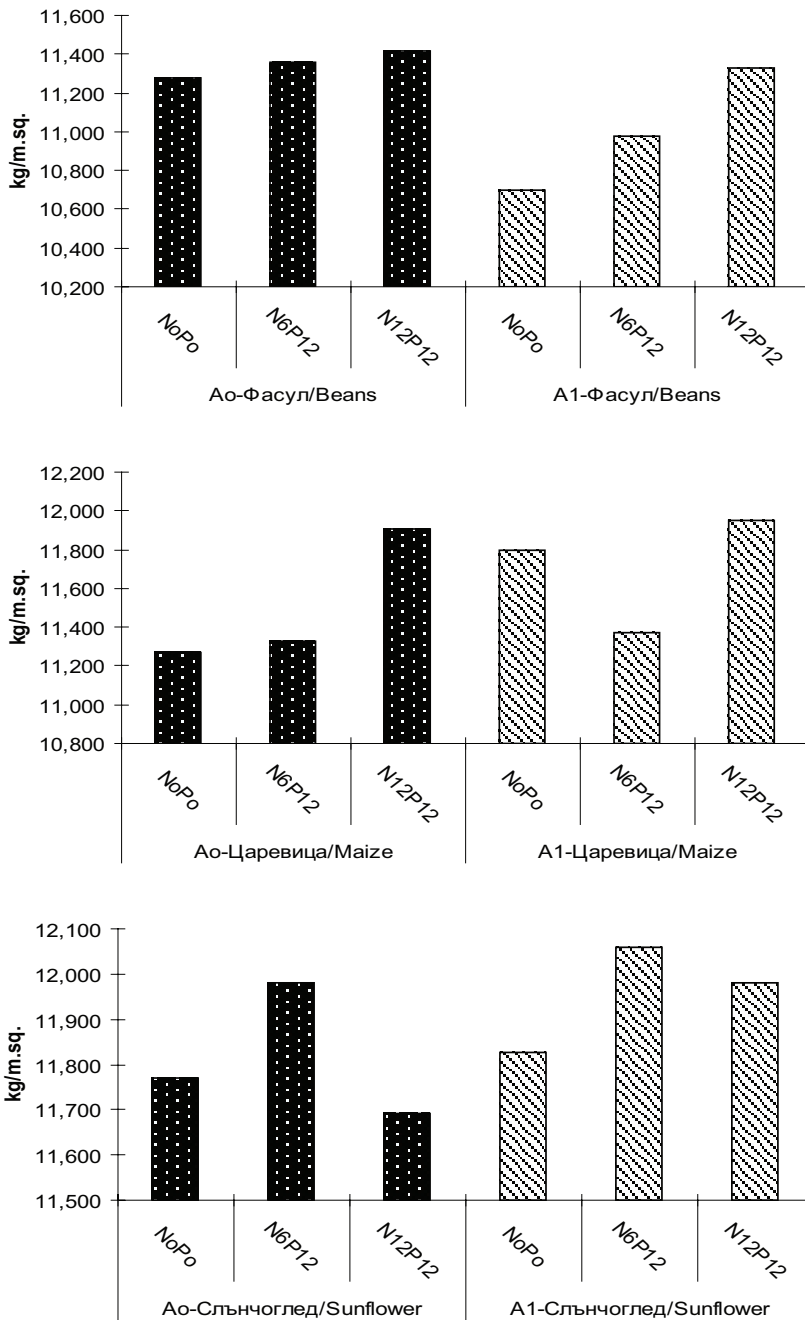


Фигура 7. Влияние на дълбочината на профила върху съдържанието на хумус, %.
Figure 7. Influence of soil depth on the humus content, %.

В края на ротацията са определени и запасите от хумус в зависимост от нормите на минерално торене при вариантите с прибавка и без заораване на СЖО от предшественика на пшеницата в слоя 0-30 cm. (Фиг. 8). Формираните средни запаси се отличават с известна диференциация в стойностите си в зависимост от вида на предшественика. След предшественик фасул запасът от хумус е средно 11,175 kg/m² и е по-нисък от този при отглеждане на пшеницата след царевица (11,604 kg/m²) и след слънчоглед (11,885 kg/m²). Основната причина за този факт е, че запасите от хумус са функция от 2 променливи – съдържание и обемна плътност на почвата. Без минерално торене и поради по-силно вариране стойностите на обемната плътност в контролния вариант с прибавка на СЖО, формираните запаси след фасул са по-ниски, поради по-ниските стойности на обемната плътност на почвата при заораване на цялото количество от остатъците на фасула. При отглеждането на пшеницата след предшествениците царевица и слънчоглед се наблюдава тенденция към повишаване запаса на почвено органично вещество във варианта със заораване на цялото количество от следжътвените им остатъци.

Системното минерално торене и при двата варианта на използване на растителните остатъци води до повишаване запаса от хумус в повърхностния слой 0-30 cm с нарастване нормите на торене. Ежегодното използване на нормата $N_{12}P_{12}K_0$ води до заличаване различията в запасите от хумус, формираните след различните предшественици. При тази торова норма средните стойности на запаса възлизат на 11,713 kg/m². В контролния вариант ($N_0P_0K_0$) и при ниско ниво на азотно торене ($N_6P_{12}K_0$) са формираните съответно запаси от 11,440 kg/m² и 11,511 kg/m², при изразена тенденция за по-ниски запаси след предшественик фасул и системно заораване на

цялото количество от растителните му остатъци.



Фигура 8. Запаси от хумус в слоя 0-30 cm в зависимост от нормите на минерално торене и начин на използване на растителните остатъци, kg/m².

Figure 8. Humus reserves in depth 0-30 cm according fertilizer norms and the way of plant residue utilization, kg/m².

ИЗВОДИ

Продължителното прилагане на изследваните агротехнически практики оказва влияние върху агрохимичните характеристики на слабо излужения Чернозем по дълбочина на изследвания профил.

Нарастващите норми на минерално торене, независимо от начина на използване на растителните остатъци в 6-полния сеитбооборот, водят до намаляване стойностите на почвената реакция. Същите са подложени на по-голяма динамика при отглеждане на пшеницата след слънчоглед в сравнение с отглеждането ѝ след фасул и царевица.

Минералното торене оказва съществено влияние върху съдържанието на минерален азот в почвата и по-специално върху нитратната форма на азота, усвоимия фосфор и органичното вещество на почвата. Системното заораване на растителните остатъци и неприлагането на калиево торене в сеитбооборота допринасят за намаляване количеството на обменния калий в почвата, особено при системно торене с $N_{12}P_{12}K_0$. Минералното торене се оказва по-силно влияещия фактор върху агрохимическия статус на слабо излужения Чернозем в сравнение с факторите предшественик и дълбочина на изследвания профил. Системното заораване на цялата биомаса на културите в сеитбооборота води до нарастване силата на неговото влияние.

Връщането на цялото количество на растителните остатъци в 6-полния сеитбооборот само за 3 ротации води до повишаване съдържанието на хумус средно с 3,6%, като същото е най-голямо при отглеждане на пшеницата след фасул и царевица, където увеличението е съответно с 6,3% и 5,0% в сравнение с тяхното изнасяне. Внасянето на растителните остатъци в сеитбооборота увеличава съдържанието на хумус по дълбочина, което е особено добре изразено при контролния вариант.

Установено е повишаване запаса от хумус в повърхностния слой 0-30 cm с нарастване нормите на торене. Ежегодното използване на нормата $N_{12}P_{12}K_0$ води до заличаване различията в запасите от хумус, формирани след различните предшественици.

ЛИТЕРАТУРА

- Аладжаджиян А.** НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ПО БИОМАСА В БЪЛГАРИЯ. Аграрен Университет, www.au-plovdiv.bg, www.bgbiom.org
- Аладжаджиян А., Н.Каканакон, и А. Захариев, 2014.** Потенциалът на биомаса за енергия в ЕС. Земеделие. ISSUU - Земеделие плюс 257/2014 by Enthripy 1. issuu.com/zemedelie/docs/z_257_zsajta
- Иванов П.Г., 1984.** Ацетатно-лактатен метод за определяне на достъпните за растенията фосфор и калий на почвата в един извлек - метод на Петко Иванов. *Почвознание и агрохимия, № 4,*
- Милев, Г 2001.** Проучване върху влиянието на инкорпорирането на следжътвения растителен остатък на предшественика върху добива на зърно от пшеница, Сборник науч. доклади, том II, стр. 575-581 от Юбилейна научна: сесия 50 г. Добруджански земеделски институт
- Милев, Г., 2007.** Влияние на системното инкорпориране на следжътвения остатък върху добива от пролетни култури, *Field Crops Studies, (Bulg.) v. IV, No. 2, 261-268.*
- Милев, Г., М. Нанкова 1999.** Ефект на заораването на следжътвения растителен остатък на предшественика върху добива на зърно от царевица, *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, v.2, No. 2, pp. 163-170, Published by Upland Stockbreeding and Agriculture*

- Милев, Г., М. Нанкова 2003.** Ефект на заораването на следжътвения растителен остатък на предшественика върху добива на семе от слънчоглед (*Heliantus annuus* L.), Научна конференция с межд. участие, 5-6.06.2003, Стара Загора, 117-121
- Митова Т. 2008.** Земеделски практики за ограничаване емисиите на парникови газове от земеделието. II. Сеитбообращения и управление на растителните остатъци. Сборник VII Международен симпозиум „Екология-устойчиво развитие”, гр. Враца, 23-25 Октомври 2008г, стр. 155-159.
- Пачев И., 2011.** Ролята на растителните остатъци за поддържане на почвеното плодородие. **Agronet.bg**
- Пачев И., В. Кутев, 2004.** Минерализация на растителните остатъци от житни фуражни тревни, третирани с ванадий. Наука за гората, кн. 1
- Blanco-Canqui, H., Lal, R. 2009.** Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 28, 139 – 163
- Cassman, K.G., Dobermann, A., Sta Cruz, P.C., Gines, G.C., Samson, M.I., Descalsota, J.P., Alcantara, J.M., Dizon, M.A., Oik, D.C. 1996.** Soil organic matter and the indigenous nitrogen supply of intensive irrigated rice systems in the tropics. *Plant Soil*. 182, 267-278.
- Chan, K.Y., Cowie, A., Kelly, G., Singh, B., Slavich, P. 2008.** Scoping Paper: Soil Organic Carbon Sequestration Potential for Agriculture in NSW. NSW Department of Primary Industries, Science Res. Tech. paper. pp.1-29. http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/266850/Scoping-paper---Soil-organic-carbon-sequesterin-for-Ag.pdf
- FAO, 2006.** *World Reference Base for Soil Resources*. Rome, Italy.
- Gentile, R., Vanlauwe, B., Van Kessel, C., Six, J. 2009.** Managing N availability and losses by combining fertilizer-N with different quality residues in Kenya. *Agri. Ecosystems and Environ*. 131, 308-314.
- Hegymegi P., H. Spiegel, E.Filcheva, A. Gal, F. G.A. Verheijen. 2007.** Review and comparison of methods used for soil organic carbon determination. Part 2. Laboratory study. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, XLI, 4, 19-25.
- Kimani, S.K., Nandwa, S.M., Mugendi, D.L., Obanyi, S.N., Ojiem, J., Murwira, H.K., Bationo, A. 2003.** Principles of integrated soil fertility management. In: Gichuru, M.P., Bationo, A., Bekunda, M.A., Goma, H.C., Mafongoya, P.L., Mugendi, D.L., Murwira, H.K., Nandwa, S.M., Nyathi, P., Swift, M.J. (Eds.), *Soil Fertility Management in Africa: A Regional Perspective*. Academy Science Publishers, Nairobi, pp. 51-72.
- Milev, G., 1998.** Effect of incorporated post-harvest plant residues on grain yield and N₂ fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Proceedings of the 3rd European Conference on Grain Legumes, Valladolid (Spain), Ed. AEP, 14-19 November, pp. 439.
- Milev, G. 2008.** Systematic incorporation of post-harvest residues- an inexpensive agronomy practice of increasing yield and quality of production, 13th RAMIRAN Int. Conf. “Potential for simple technology solutions in organic manure management” Albena, Bulgaria june, pp. 483-486
- Mitova T. , 2012.** Prediction of carbon input into soil from root biomass of main crops included in crop rotations. *Balkan Ecology*, v. 15, 3.
- Nankova M., P.Yankov, D.Georgiev, N.Nankov, 2010.** Role of some agronomy practices on the nutrition regime of Haplic Chernozems after spring crops. *15-th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region with focus on Environmental Threats in the Mediterranean Region: Problems and Solutions, October, 2009, Bary, ITALY; Fresenius Environmental Bulletin, volume 19 – No 8b, pp 1715-1721*
- Spiege H., E. Filcheva, P. Hegymegi, A. Gal, F. G.A. Verheijen. 2007.** Review and comparison of methods used for soil organic carbon determination. Part 1: Review of

the methods. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*. XLI, 4, 3-18.

Tian G., B.T. Kang, L. Brussaard, 1992. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions—Decomposition and nutrient release. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 24, Issue 10, Pages 1051–1060