



Аграрен университет – Пловдив, Научни трудове, т. LIX, кн. 2, 2015 г.
Юбилейна научна конференция с международно участие
Традиции и предизвикателства пред аграрното образование, наука и бизнес
Agricultural University – Plovdiv, Scientific Works, vol. LIX, book 2, 2015
Jubilee Scientific Conference with International Participation
Traditions and Challenges of Agricultural Education, Science and Business



**ВЛИЯНИЕ НА СИСТЕМИТЕ НА ТОРЕНЕ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА НА
ЖИТНИ КУЛТУРИ В ПРЕХОДНИЯ ПЕРИОД МЕЖДУ КОНВЕНЦИОНАЛНО И
БИОЛОГИЧНО ЗЕМЕДЕЛИЕ**
**EFFECT OF FERTILIZING SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY OF CEREAL
CROPS DURING THE CONVERSION PERIOD FROM CONVENTIONAL TO
ORGANIC PRODUCTION**

Светла Костадинова*, Иван Манолов
Svetla Kostadinova*, Ivan Manolov

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: svetlak@au-plovdiv.bg

Abstract

The possibility of different background levels of soil preservation created as a result of systematic mineral and organo-mineral fertilizing for the realization of the biological potential of corn, wheat and barley in the period of conversion from conventional to organic production in the region of Plovdiv was studied. It was found that the productivity of wheat and barley grain was not considerably different from the obtained yields of conventional agriculture in crop rotation. They were highest in the variants after a systematic application of nitrogen fertilization (moderate and high rates) and an organo-mineral fertilization. The values for treatments with excluded phosphorus nutrition were similar to those for the unfertilized control. The maize grain yield was 644 kg/da in average for the study period. Proven difference among the yields was observed only between the control and fertilized variants. The average total uptake as a result of crop cultivation without fertilization was 27.9 kg NPK for barley and 33.7 kg NPK for wheat or annual balance of nutrients was strongly negative.

Key words: conversion to organic production, cereal crops.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните концепции за развитие на устойчиво земеделие изискват прилагане на такива системи, които гарантират получаването на стабилни или нарастващи добиви за продължителен период от време и запазване на природните ресурси, включително и основното средство за производство – почвата (Parich, 1993; Tellarini and Caporali, 2000). Възникването на тези концепции се базира на резултатите от дългогодишни

стационарни опити, извеждани в различни райони на света с определени култури, някои от които на повече от 100 години (Koteva and Marcheva, 2012; 2013; Merbach and Deubel, 2008). Най-старият траен опит в света, заложен през 1843 г. в Ротамстед, Англия, с житни култури продължава и до днес (Edmeades, 2003). Биологичното земеделие съчетава цели, принципи и практики, чието предназначение е да се сведе до минимум човешкото въздействие върху околната среда и да се осигури функциониране на земеделската система по възможно най-естествения, близък до природата начин (Diver, 2001). За тази цел се прилагат редица агротехнически практики като: разнообразни сеитбообращения на отглежданите полски култури като предпоставка за ефективното използване на наличните земеделски ресурси; забрана върху използването на пестициди и изкуствени торове; абсолютна забрана за използването на генетично модифицирани организми; пълно оползотворяване на оборски тор и други органични остатъци, избор на генотипи, устойчиви на заболявания и добре адаптирани към местните условия (Bozanova et al., 2014).

Биологичното земеделие в момента заема над 37 милиона хектара земеделски площи в света, от които 27% се намират в Европа (Willer and Kilcher, 2012). В Европейския съюз биологичното земеделие заема 5,1% от обработваемите площи, а у нас – около 1%. Най-големи пазари на продукти от биологично земеделие са САЩ, а в Европа – Германия. В световен мащаб биологичното земеделие не може да задоволи прехраната на населението, но пазарът на биологични продукти в Европа и у нас непрекъснато се увеличава и има добри перспективи (Marcheva and Koteva, 2013; Willer and Kilcher, 2012).

През последните години в Европа и България все повече стопанства се трансформират от конвенционални към биологични, в които тези вложения са изключени и поради което получаваната продукция се отличава с по-високи хранителни и вкусови качества, а самото производство натоварва минимално околната среда. Основен проблем при биологично земеделие е намалената продуктивност на културите. В тази връзка дългогодишните полски торови опити са уникална възможност и ценна база за разработване на съвременни системи за земеделие, за управление на продуктивността и качеството на културите съгласно с изискванията за балансирано хранене и торене, за рационално използване на земята и запазване качествата на почвите и опазване на агроecosystemите като цяло от замърсяване (Babulicova, 2008).

Запасеността на почвата с хранителни вещества при различните видове култури се проявява специфично върху продуктивността им в зависимост от редица ограничаващи фактори като хидротермични условия, болести, неприятели, характер на плевелната растителност и др. (Kunzova and Hejzman, 2010; Foulkes et al., 2009). У нас са недостатъчни изследванията за влиянието на продължителното системно минерално и органично-минерално торене върху продуктивността и качеството на продукцията от полски култури в преходния период от конвенционално към биологично производство, както и

за установяване на потенциалната възможност на създадените фонови нива в почвата за реализиране на биологичния потенциал на полски култури, отглеждани в сеитбообращение. Целта на настоящото проучване е да се установи възможността на различни фонови нива на запасеност на почвата, създадени в резултат на системно минерално и органично-минерално торене, за реализиране на биологичния потенциал на царевицата, пшеницата и ечемика и получаване на екологична продукция от тях в периода на преход от конвенционално към биологично производство в района на Пловдив.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За целите на проучването се използва полски опит в четириполно сеитбообращение при различни нива на запасеност на почвата с хранителни вещества, създадени в резултат на системно минерално и органично-минерално торене. Опитът се извежда върху алувиална ливадна почва в четири повторения и с големина на опитните парцелки 75 m².

Полското сеитбообращение има следния вид: царевица – пшеница – фуражен грах – ечемик. Проучвани са царевичният хибрид *Фруктис*, пшеничният сорт *Бонония* и ечемичният сорт *Каменица*. Прилаганите различни системи на торене в трайния торев опит до 2006 г. са посочени в таблица 1, а внесените количества хранителни вещества за периода 1959–2006 г. – в таблица 2.

Таблица 1. Системи на торене до 2006 г.
Table 1. Fertilizing systems up to 2006

1959–1988 г.	1988–2003 г.	2003–2006 г.
1. Неторено/Unfertilized	1. Неторено/Unfertilized	1. Неторено/Unfertilized
2. N ₃₀ P ₄₀ K ₆₀ +1800 kg/da фиево-овесена смес/ N ₃₀ P ₄₀ K ₆₀ +1800 kg/da vetch-oat mixture	2. N ₃₀ P ₃₀ K ₄₀	2. N ₂₅ P ₃₀ K ₄₀
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ (запасяващо/reserved)	3. N ₆₀ P ₃₀ K ₄₀	3. N ₅₀ P ₃₀ K ₂₀
4. N ₉₀ P ₄₀ K ₆₀	4. N ₉₀ P ₃₀ K ₄₀	4. N ₇₅ P ₃₀ K ₂₀
5. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ +3 t оборски тор/da/ N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ +3 t manure/da	5. N ₆₀ P ₃₀ K ₄₀ +4 t оборски тор/da N ₆₀ P ₃₀ K ₄₀ +4 t manure/da	5. N ₂₅ P ₁₅ K ₀ +6 t оборски тор/da N ₂₅ P ₁₅ K ₀ +6 t manure/da
6. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ +400 kg слама/da N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ +400 kgstraw/da	6. N ₆₀ P ₀ K ₄₀	6. N ₅₀ P ₀ K ₂₀
7. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ (ежегодно/annually)	7. N ₆₀ P ₃₀ K ₀	7. N ₅₀ P ₃₀ K ₀

Проучването обхваща периода 2007–2010 г., като след 2006 г. е изключено всякакво торене в сеитбообращението. Изследвана е продуктивността на основна и прилежаща продукция при културите пшеница, ечемик и царевица. В зърното и сламата е определено съдържанието на общ азот, фосфор и калий след мокра минерализация със сярна киселина, въз основа на което е установен износът на основните макроелементи азот, фосфор и калий (Tomov et al., 2009).

За изчисляване на суров протеин в зърното са използвани стойностите за общ N и коефициенти 5,70 за пшеницата и ечемика и 6,25 при царевицата. Проследени са основните агрохимични показатели в почвата – рН, съдържание на минерален азот, подвижен фосфор и усвоим калий по общоприети у нас методи (Tomov et al., 2009).

Таблица 2. Внесени количества хранителни вещества с различни системи на торене за периода 1959–2006 г., kg/da
Table 2. Applied nutrients by different fertilizing systems for the period 1959–2006 kg/da

Системи на торене/ Fertilizing systems	Оборски тор/ Manure	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Неторено/Unfertilized		-	-	-
2. N ₁ PK		240	290	400
3. N ₂ PK		480	290	400
4. N ₃ PK		720	290	400
5. NPK+оборски тор/ NPK+manure	33 000	450	275	380
6. N ₂ P ₀ K с изключен P/ excluded P		480	200	400
7. N ₂ PK ₀ с изключен K/ Excluded K		480	290	300

За математическа обработка на получените резултати е приложен дисперсионен анализ (ANOVA) и тест на Duncan при ниво на доказаност $\alpha < 0,05$ между вариантите. Използвана е програма SPSS.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Съдържанието на подвижни форми на основните хранителни елементи в почвата след изключване на торенето води до близки стойности в съдържанието на амониев, нитратен и минерален азот без особени разлики в зависимост от прилаганото предходно системно торене (табл. 3).

Доказано по-ниско е съдържанието на подвижни фосфати при варианта с изключено фосфорно торене (елиминиране на торов P от 1988 г.), контролния (неторен) вариант и при системата с високо азотно торене в сеитбообращението. По отношение на усвоимия калий в почвата се

установява най-високо съдържание при варианта с органо-минерално торене. Средното съдържание на минерален азот, подвижен фосфор и усвоим калий показват, че по отношение на азота и фосфора почвата се характеризира като слабо запасена, а по отношение на калия е добре запасена. Това е обяснимо поради естествено добрата запасеност на почвата от опитното поле с усвоим калий.

Таблица 3. Съдържание на подвижните форми на азота, фосфора и калия в почвата, 2010 г.

Table 3. Content of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil in 2010 year

Системи на торене/ Fertilizing systems	Минерален азот, mg/kg почва/ Mineral nitrogen, mg/kg soil			Подвижен фосфор/ Available phosphorus	Усвоим калий/ Available potassium
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	N min	mg P ₂ O ₅ /100 g	mg K ₂ O/100 g
1. Неторено/ Unfertilized	14,3 a	12,2 c	26,5 b	5,8 c	33,7 c
2. N ₁ PK	12,7 ab	30,9 a	43,6 a	8,9 a	39,2 ab
3. N ₂ PK	8,6 b	18,2 bc	26,9 b	6,8 bc	35,1 bc
4. N ₃ PK	11,1 ab	16,2 bc	27,3 b	4,8 c	33,7 c
5. NPK+оборски тор/ NPK+manure	11,1 ab	32,8 a	43,9 a	8,1 ab	41,5 a
6. N ₂ P ₀ K с изключен P/ Excluded P	9,2 b	20,8bc	30,1 b	5,0 c	34,7bc
7. N ₂ PK ₀ с изключен K/ Excluded K	9,2 b	24,9 ab	34,0ab	9,3 a	34,6bc
<i>Средно/Average</i>	<i>10,9</i>	<i>22,3</i>	<i>33,2</i>	<i>7,0</i>	<i>36,1</i>

Продуктивността на изследваните култури средно за тригодишен период след изключване на торенето в сеитбообращението не се различава съществено от получаваните добиви при провеждане на конвенционално земеделие в сеитбообращението.

Тенденциите от влиянието на предходните системи на торене за период от 45 години се запазват и при четирите култури (табл. 4).

Таблица 4. Добиви от зърно от царевица, пшеница и ечемик средно за тригодишен период (kg/da)

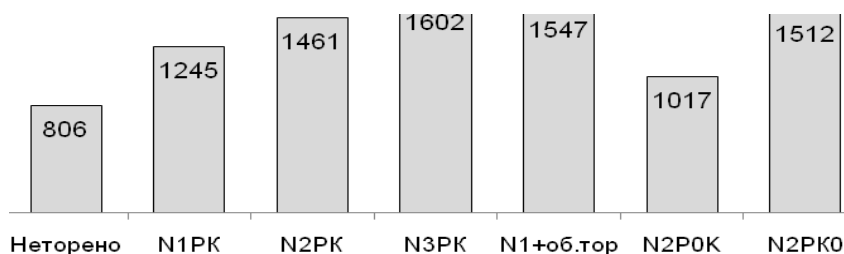
Table 4. Grain yield of maize, wheat and barley, average for three years period (kg/da)

Системи на торене/ Fertilizing systems	Царевица/Maize		Пшеница/Wheat		Ечемик/Barley	
	Последно торене/ Last fertilizing	Без торене*/ Without fertilizing*	Последно торене/ Last fertilizing	Без торене/ Without fertilizing	Последно торене/ Last fertilizing	Без торене/ Without fertilizing
1. Неторено/ Unfertilized	765 c	440 b	156 d	182 c	166 e	184 d
2. N ₁ PK	930 b	618 a	352 c	327 b	316 c	300 c
3. N ₂ PK	983 ab	683 a	454 ab	381 ab	390 b	397 b
4. N ₃ PK	1034 a	727 a	434 b	425 a	421 ab	450 a
5. N ₁ +об.тор N ₁ +manure	1031 a	709 a	491 a	433 a	451 a	405 ab
6. N ₂ P ₀ K	926 b	607 a	164 d	207 c	260 d	203 d
7. N ₂ PK ₀	1002 a	707 a	416 b	385 ab	424 ab	420 ab
<i>Средно/ Average</i>	<i>953</i>	<i>644</i>	<i>352</i>	<i>334</i>	<i>347</i>	<i>337</i>

Полученото царевично зърно средно за изследвания период след изключване на торенето е 644 kg/da, като статистически доказана е разликата единствено между контролата и бившите торени варианти. Това до голяма степен може да се обясни, от една страна, с усвояващата способност на царевицата да черпи хранителни вещества от по-долни почвени хоризонти, при условие че е добре водообезпечена. От друга страна, добивите от хибрида Фруктис през две от експерименталните години запазват тенденция да са високи при вариантите, запасени с хранителни вещества в резултат на азотно и органично-минерално торене. През 2009 г. обаче продуктивността от царевицата е много ниска поради силна заплевеленост на посева. Хибридът Фруктис, отглеждан на неторена от 50 години почва, дава с 45% по-нисък добив от зърно спрямо средния добив от торените варианти, който е 675 kg/da (табл. 4).

Продуктивността на пшеницата и ечемика средно за проучвания период продължава да е по-висока при системите на торене с внасяне на високо и умерено азотно торене и органично-минерално торене. Получените средни добиви от бившите варианти с торене при пшеницата и ечемика са 360–363 kg зърно/da, което е два пъти повече зърно от декар спрямо контролния, неторен от 50 години вариант. Системата с изключено фосфорно торене за период от 22 години води до силно понижаване на добивите и при двете житни култури със слята повърхност. Разликата между продуктивността при тази система на торене и добива от зърно, получен при неторения от 50 години вариант при пшеницата, е 25 kg зърно/da (14%), а при ечемика – едва 19 kg зърно/da или 10%.

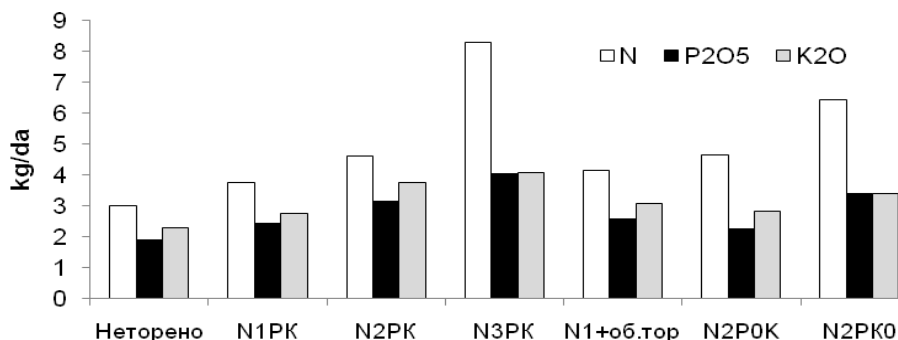
Общото количество зърно, получено в сеитбообращението от царевицата, пшеницата и ечемика, е най-високо при вариантите след системното прилагане на азотно торене (умерено и високо) и на органично-минерално торене (фиг. 1). При системата с изключено фосфорно торене от 1988 г. добивът от зърно от житните култури, включени в сеитбообращението, е с 26% по-висок, спрямо зърното, получено при отглеждане на културите на почва, неторена от 1959 г.



Фиг. 1. Обща продуктивност на зърно от царевица, пшеница и ечемик (kg/da)

Fig. 1. Total production of grain of maize, wheat and barley (kg/da)

Въпреки елиминирането на калиевото торене в продължение на 22 години в системата с умерено азотно торене добивите на основна продукция от житните култури царевица, пшеница и ечемик са високи и надвишават близо два пъти добива от зърно спрямо този при неторения вариант. Това показва, че изключването на калия от торовата комбинация на сеитбообращението при почва, добре запасена с усвоими калиеви съединения (съдържание на усвоим калий около и над 35 mg K₂O/100 g почва), слабо влияе върху продуктивността на житните култури царевица, пшеница и ечемик.



Фиг. 2. Износ на азот, фосфор и калий в зърното от царевицата

Fig. 2. Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in maize grain

Износът на хранителни вещества с царевичното зърно запазва тенденция да е повишен паралелно с прилаганото азотно торене в системите (фиг. 2). Царевичният хибрид *Фруктус* изнася над два пъти повече азот и фосфор в зърното при почвени условия, създадени в резултат на системно високо минерално торене – вариант N₃PK, спрямо неторения вариант.

Износът на азот, фосфор и калий в пълна зрялост при пшеницата варира от 20,5 kg NPK/da (неторения вариант) до 44,6 kg NPK/da при варианта със системно органо-минерално торене (табл. 5). Най-малък е износът при вариантите без торене и с изключено фосфорно торене. При ечемика най-голямо количество хранителни вещества с основната и страничната продукция се изнасят след прилагане на системно минерално торене, включващо умерени и високи азотни норми – N₂PK и N₃PK.

Таблица 5. Износ на хранителни вещества с пшеницата и ечемика (средно за три години), kg/da
Table 5. Total uptake of nutrients at wheat and barley (average for three years), kg/da

Системи на торене/ Fertilizing systems	Пшеница/Wheat				Ечемик/Barley			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
1. Неторено/ Unfertilized	7,5	3,2	10	20,5	5,4	4,2	7,7	17,3
2. N ₁ PK	10,6	5,9	14	30,2	8,8	9,1	8,1	26,0
3. N ₂ PK	12,2	6,2	18	36,8	11,6	7,7	14,9	34,2
4. N ₃ PK	18,2	6,9	15	40,1	11,2	9,5	14,5	35,2
5. N ₁ +об.тор/ N ₁ +manure	17,2	8,8	19	44,6	9,5	7,1	11,6	28,2
6. N ₂ P ₀ K	9,0	4,2	11	24,6	7,6	5,1	7,8	20,5
7. N ₂ PK ₀	15,2	5,5	19	39,2	10,2	8,2	15,9	34,2
<i>Средно/Average</i>	<i>12,8</i>	<i>5,8</i>	<i>15,1</i>	<i>33,7</i>	<i>9,2</i>	<i>7,3</i>	<i>11,5</i>	<i>27,9</i>

Изнесеното количество и от трите хранителни елемента (NPK) нараства успоредно с повишаване на азотното торене, респективно продуктивността на културите. Продължително изключване на фосфора от торовата комбинация води до най-малък износ на NPK поради ниските добиви, получени от пшеницата и ечемика, а елиминирането на калиевото торене за период от 22 години не влияе съществено върху износа на хранителни елементи. Това се дължи на добрата запасеност на почвата с усвоим калий, която осигурява добро снабдяване на растенията с елемента – респективно получаване на високи добиви. Средният износ на азот, фосфор и калий при пшеницата е 12,8 kg N, 5,8 kg P₂O₅ и 15,1 kg K₂O от декар, а при ечемика е съответно 9,2 kg N, 7,3 kg P₂O₅ и 11,5 kg K₂O от декар. В резултат на отглеждане на културите без торене от един декар площ се изнасят

средно от 27,9 kg NPK при ечемика до 33,7 kg NPK при пшеницата или ежегодният баланс на хранителни вещества е силно отрицателен.

ИЗВОДИ

1. В преходния период на преминаване от конвенционално към биологично производство добивите от зърно от пшеницата и ечемика се приближават до тези при провеждане на конвенционално земеделие в сеитбообращението. Те са най-високи при вариантите след системното прилагане на азотно торене (умерено и високо) и на органо-минерално торене.

2. При изключено фосфорно торене стойностите са близки до тези при неторения вариант. Добивът от царевично зърно средно за изследвания период е 644 kg/da с доказана разлика единствено между торените и контролния вариант.

3. В резултат на отглеждане на културите без торене от един декар площ се изнасят средно от 27,9 kg NPK при ечемика до 33,7 kg NPK при пшеницата или ежегодният баланс на хранителни вещества е силно отрицателен.

REFERENCES

Bozanova, V., V. Koteva, T. Savova, M. Marcheva, G. Panayotova, S. Nedyalkova, G. Rachovska, K. Kostov, 2014. Podbor na sortove ot zarneno-zitni kulturi za biologichno zemedelie v Bulgaria – problem I otgovori. Natsionalna konferentsia s mezdunarodno uchastie „Biologichno rastenievadstvo, zivotnovadstvo i hrani“, Troyan, Sbornik dokladi na Selskostopanska akademia, 68–77.

Koteva, V., M. Marcheva, 2013. Kachestvo na pivovaren echemik sort Emon, otglezdan v uslovia na redutsirano mineralno torene v razlichni ekologichni uslovia, Rastenievadni nauki, 2013, 50: (4-5), 88–95.

Koteva, V., M. Marcheva, 2012. Produktivnost i kachestvo na tsarevitsa za zarno, otglezdana bez torene na izluzena smolnitsa v Yugoiztochna Bulgaria, Yubileina mezdunarodna nauchno-prakticheska konferentsia „Bulgaria na regionite“ 18 oktombri 2012, Plovdiv, New Knowledge Journal of Science, II:1, 181–187.

Marcheva, M., V. Koteva, 2013. Korelatsia mezdru kolichestveni i kachestveni priznatsi na pivovaren echemik, otglezdan pri razlichni uslovia na sredata, Sbornik dokladi ot Vtora nauchna konferentsia s mezdunarodno uchastie „Teoria i praktika v zemedeliето“ LTU, 22–24 noembri 2013, Yundola, 25–32.

Babulicova, M., 2008. Influence of fertilization on winter wheat in crop rotations and in long-term monoculture, Plant Soil Environ. 54, 190–196.

Diver, S., 2001. Resource Guide to Organic and Sustainable Vegetable Production. http://altra.ncat.or.glatlra-pub/PDF/vegetable_guide.pdf.

Edmeades, D., 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 66, 165–180.

Foulkes, M.J., M.J. Hawkesford, P.B. Barraclough, M.J. Holdsworth, S. Kerr, 2009. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: Recent advances and future prospects, Field Crops Research 114, 329–342.

Kunzova, T., I. Hejzman, 2010. Yield development of winter wheat over 50 years of nitrogen, phosphorus and potassium application on greyic Phaeozem in the Czech Republic, Field Crop Research, 111, (3), 226–234.

Merbach, W., A. Deubel, 2008. Long-term field experiments – museum relics or scientific challenge, Plant Soil Environ., 54, 219–226.

Parich, D., 1993. Agricultural Productivity Sustainability and Fertilizer Use, IFDC (24).

Tellarini, V., F. Caporali, 2000. An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agro-ecosystems: an application of indicators to farms in central Italy. Agric. Ecosyst. Environ. 77, 111–123.

Tomov, T., G. Rachovski, S. Kostadinova, I. Manolov, 2009. Rakovodstvo za uprazhneniya po agrohimiya, Akademichno izdatelstvo na AU – Plovdiv.

Willer, H., L. Kilcher, 2012. The world of organic agriculture, statistic & emerging trends, 2012. FiBL and IFOAM, 331 p.