

РОСИЦА ТОНЧЕВА, ХРИСТИНА ПЧЕЛАРОВА, ЕЛЕНА ЗЛАТАРЕВА

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

## Сравнителен ефект от използване на птичи тор и утайка от ПСОВ като почвени подобрители

### *Comparative Effect of Using Poultry Manure and Sewage Sludge as Soil Improvers*

*R. Toncheva, H. Pchelarova, E. Zlatareva*

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

#### **Abstract**

The aim of the study was to compare the effect of the use of sewage sludge for waste water (WWTP) and poultry manure as soil improvers in agriculture.

Greenhouse pot experiments were conducted with Haplic Luvisols and Haplic Vertisols. The experiment was carrying out with 1 kg soil per pot in three replicates. Treatments with sewage sludge and poultry manure are: control (without soil ameliorative substance (AS), 3, 5, 10 and 15% AS of soil mass. The culture used as indicators in all greenhouse experiment was maize. Statistical analysis of yield data was made.

The conducted statistical analysis of data obtained from corn grown on the two soils under conditions of pot experiments show that the main influencing the yield factor is the fertilization rate, followed by the type of used fertilizer and soil kind.

The variation in yield, depending on the fertilizing rate, was 45.03% of the total variation, the type of fertilizer – 6.10% and the kind soil – 5.65%. The crop response to fertilization was highest for treatments with poultry manure.

To obtain more accurate results, it is necessary to continue research under field conditions.

**Key words:** soil, poultry manure, sewage sludge, soil improvers

През последните години се изградиха и влязоха в експлоатация голям брой пречиствателни станции за отпадъчни води (ПСОВ). При биологичното пречистване се получават големи количества утайки. Те представляват екологичен проблем, тъй като се трупат в района на станциите, затрудняват тяхното функциониране и могат да замърсят природната среда. Освен това утайките са и органичен резерв във връзка с недостига на органични източници в нашата страна. В предишни наши изследвания се установи, че утайките са биомаса, богата на макро- и микроелементи и могат да се използват в земеделската практика

като почвени подобрители (Маринова, 2008; Marinova et al., 2012a).

Птичий тор е ценен бързодействащ и висококонцентриран тор. Той е най-богатият от всички органични торове. Птичий тор съдържа три пъти повече азот и калий и около четири пъти повече фосфор в сравнение с обикновения оборски тор. Средно от една кокошканосячка с тегло около 2 kg дневно се отделят около 120 g екскременти. Икономическият анализ показва, че само от преработката на птичите екскременти или птичата постелка в една птицеферма за кокошки носачки може да се осигурят допълнителни доходи в раз-

мер на 17 – 18% от приходите от основната дейност – продажбата на яйца и птиче месо, а в птицеферма за отглеждане на бройлери съответно 12 – 15% от основната дейност (Драганова, Милков, 2010). С богатото си съдържание добре угнилият птичи тор е подходящ за използване като почвен подобрител в растениевъдството.

Целта на изследването беше да се установи сравнителният ефект при използване на утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води (ПСОВ) и птичи тор като почвени подобрители в селското стопанство чрез използване на математико-статистически анализ.

### Материал и методи

Проведени са вегетационни съдови опити върху Алувиално-ливадна почва от района на Кубратово и Излужена Смолница от Божурище. Опитите са заложи в съдове от 1 kg в 3 повторения. Изпитани са следните варианти: контрола (неторен вариант), 3%, 5%, 10% и 15% от теглото на почвата внесен подобрител. При всички заложи вегетационни опити индикаторна култура е царевица, отгледана до фенофаза 7-8-ми лист.

Преди залагане на опитите почвите са анализирани за съдържание на основни хранителни елементи и някои тежки метали по стандартни методи, използвани в ИПАЗР „Н. Пушкиров“ (фосфор и калий – по метода на П. Иванов; амониев и нитратен азот – БДС ISO14255:2002; общо съдържание на тежки метали – БДС EN – 13346: 2000, BM – 1: 2007). Характеристиките на почвените подобрителите (птичи тор и утайка) са определени по следните методи: общ азот – БДС EN 13342: 2003, ISO 11261: 2002; подвижни форми фосфор – БДС ISO 11263: 2002; рН – БДС EN 12176: 2004 ; амониев и нитратен азот – БДС ISO14255: 2002; общо съдържание на тежки метали – БДС EN – 13346: 2000, BM – 1: 2007; сух остатък – БДС EN 12880: 2003.

Извършен е статистически анализ на получените данни за добива.

### Резултати и обсъждане

Данните от агрохимичния анализ на Алувиално-ливадната почва от района на Кубратово показват, че почвата е добре запасена с подвижен фосфор (19,0 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g почва)

и с подвижен калий (25,6 mg K<sub>2</sub>O/100 g почва), а минералният азот е с превес на амониевата форма. Общото количество на тежките метали в почвата е под пределно допустимите концентрации (ПДК).

Излужената Смолница от района на Божурище е много добре запасена с подвижен калий – 35,8 mg K<sub>2</sub>O/100 g почва, и добре запасена с усвоим за растенията фосфор – 28,5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g почва. Минералният азот е с превес на амониевата форма. Общото количество на тежките метали е под ПДК.

Резултатите от агрохимичния анализ на птичия тор показват, че той е със слабо алкална реакция (табл. 1). Съдържанието на сухо вещество е високо (93,4%), а на органичния въглерод не се различава съществено от това, получено при предишни наши изследвания (Marinova et al., 2012b; Zlatareva et al., 2013; Toncheva et al., 2014). Общият азот е сравнително висок – 1,91%. Разпределението на азота по минерални фракции показва, че на нитратния азот е три пъти по-високо от това на амониевия. Очевидно през периода на съхранение и угниване на птичия тор процентното съдържание на амоняка е намаляло бързо и са се влошили хранителните качества на тора.

Съдържанието на общ фосфор, както и на подвижните му форми, които определят храненето на растенията са високи. Птичият тор е богат на калциеви и магнезиеви съединения. Концентрацията на изследваните тежки метали е под допустимите граници.

Химичната характеристика на използваната утайка от ПСОВ – София показва, че съдържанието на общ азот е малко в престолялата повече от година утайка (0,79%). Подобни са и резултатите за общите количества фосфор и калий. Това вероятно се дължи на спецификата на процесите при образуване на утайките в пречиствателните станции и на атмосферни загуби през периода на съхранението им. Реакцията на средата (рН) е близка до неутралната (табл. 1).

Количествата на изследваните тежки метали е под ПДК и не представляват опасност при използването на утайките в практиката.

Данните за добивите (биомаса) от царевица, получени от съдовите опити варират, както в резултат от вида на внесения подобри-

тел, така и от нормите на торене и почвеното различие.

За да се оцени степента на влияние на изпитваните фактори е извършен статистически анализ на получените резултати.

Таблица 1. Агрохимична характеристика на използваните почвени подобрители

Table 1. Agrochemical indices of the used soil ameliorative substances

Показатели	Птичи тор	Утайка от ПСОВ
pH (в H <sub>2</sub> O)	7,5	7,34
Влага, %	6,6	33,04
Сух остатък, %	93,4	66,96
Органичен С, %	25,42	5,63
Общ Р, %	2,8	0,37
Общ N, %	1,91	0,79
Общ К, %	1,6	0,17
Общ СаО, %	3,8	4,23
Общ MgO, %	1,9	1,00
Подв. N-NH <sub>4</sub> , %	0,049	0,01
Подв. N-NO <sub>3</sub> , %	0,25	0,03
S (като SO <sub>4</sub> ), %	0,36	0,69
As, mg/kg	< 5	< 5
Cd, mg/kg	< 0,4	1,7
Co, mg/kg	4,1	-
Cr, mg/kg	21,0	35,3
Cu, mg/kg	107,8	179,8
Hg, mg/kg	< 1	< 1
Ni, mg/kg	27,0	24,4
Pb, mg/kg	< 5	78,7
Zn, mg/kg	687,3	461,1

Анализът показва, че отзивчивостта на царевицата към равнището на торене е по-висока при внасяне на птичи тор (особено при Излужената Смолница), като получените добиви от биомаса се изменят в най-голям диапазон с нарастване на торовата норма: от 17,02 до 42,31 g/съд при Алувиално-ливадната почва и от 14,92 до 65,51 g/съд при Излужената Смолница, а средните добиви са съответно 28,436 g/съд за Алувиално-ливадната почва и 33,769 g/съд за Излужената Смолница (табл. 2).

При внасяне на утайката като почвен подобрител добивите варират от 15,48 до 31,31 g/съд за Алувиално-ливадната почва и от 14,75 до 41,59 g/съд за Излужената Смолница, като средните добиви са съответно 24,156 g/съд и 28,251 g/съд.

Варирането в добивите, получени при внасяне на птичи тор е много по-високо от това при утайките – коефициентът на вариация за Излужената Смолница е 46,65%, а за Алувиално-ливадната почва е 26,57%, докато при утайките е съответно 25,66% и 15,18%.

За да се оцени степента на влияние на изпитваните фактори (почвено различие, вид на внасян подобрител и равнище на торене) е извършен дисперсионен анализ на данните за добивите от царевица (биомаса – свежо тегло, g) (табл. 3).

От направения дисперсионен анализ на данните се вижда, че влиянието на различните видове подобрители, на нормите на торене, както и на почвата, е статистически значимо и доказано при ниво на вероятност

Таблица 2. Дескриптивна статистика на данните за добива от царевица (g/съд)

Table 2. Descriptive statistics of yield data of maize (g/pot)

Внесен тор	Min	Max	Mean	Std. dev	Var.	C <sub>v</sub> (%)
Алувиално-ливадна почва						
Утайки	15,48	31,31	24,156	3,667	13,449	15,18
Птичи тор	17,02	42,31	28,436	7,555	57,076	26,57
Излужена Смолница						
Утайки	14,75	41,59	28,251	7,250	52,567	25,66
Птичи тор	14,92	65,51	33,769	15,752	248,133	46,65

Min – минимален добив (g);

Max – максимален добив (g)

Mean – среден добив (g);

Std. dev. – стандартно отклонение;

Variance – дисперсия на добивите;

C<sub>v</sub> – коефициент на вариация.

Таблица 3. Дисперсионен анализ на средните сумарни добиви от царевица биомаса (g/съд) във вегетационен експеримент върху Алувиално-ливадна почва и Излужена Смолница при използване на утайка и птичи тор

Table 3. Analysis of variance of the average total yields of maize biomass (g/pot) in the greenhouse pot experiment on Haplic Luvisols and Haplic Vertisols using sludge and poultry manure

Източник на вариране	DF	SS	SS (%)	S <sup>2</sup>	F-отношение/P%
Обща	59	5896,291	100,00		
Варианти на торене (V)	4	2655,345	45,03	663,836	21,426/0,000***
Почва (S)	1	333,374	5,65	333,374	10,760/0,002**
Вид тор (F)	1	360,003	6,10	360,003	11,620/0,002**
V*S	4	535,747	9,09	133,936	4,323/0,005**
V*F	4	603,581	10,24	150,895	4,870/0,003**
S*F	1	5,747	0,10	5,747	0,186/0,669
V*S*F	4	163,207	2,77	40,802	1,317/0,280
Грешка	40	1239,289	21,02	30,982	

Варианти на торене	Тор	Почва	Среден добив (g свежо тегло)
1	утайка	Алувиално-ливадна	21,620
1	утайка	Излужена Смолница	18,830
1	птичи тор	Алувиално-ливадна	21,207
1	птичи тор	Излужена Смолница	16,907
2	утайка	Алувиално-ливадна	22,327
2	утайка	Излужена Смолница	26,077
2	птичи тор	Алувиално-ливадна	23,210
2	птичи тор	Излужена Смолница	18,793
3	утайка	Алувиално-ливадна	24,183
3	утайка	Излужена Смолница	29,467
3	птичи тор	Алувиално-ливадна	29,353
3	птичи тор	Излужена Смолница	34,773
4	утайка	Алувиално-ливадна	24,520
4	утайка	Излужена Смолница	35,107
4	птичи тор	Алувиално-ливадна	33,177
4	птичи тор	Излужена Смолница	47,593
5	утайка	Алувиално-ливадна	28,130
5	утайка	Излужена Смолница	31,777
5	птичи тор	Алувиално-ливадна	35,233
5	птичи тор	Излужена Смолница	50,780

НМДР 5% = 9,185

НМДР 1% = 12,290

НМДР 0,1% = 16,139

DF – степени на свобода;

SS – обща сума от квадратите на отклоненията на всички наблюдения в опита от тяхната обща средна стойност;

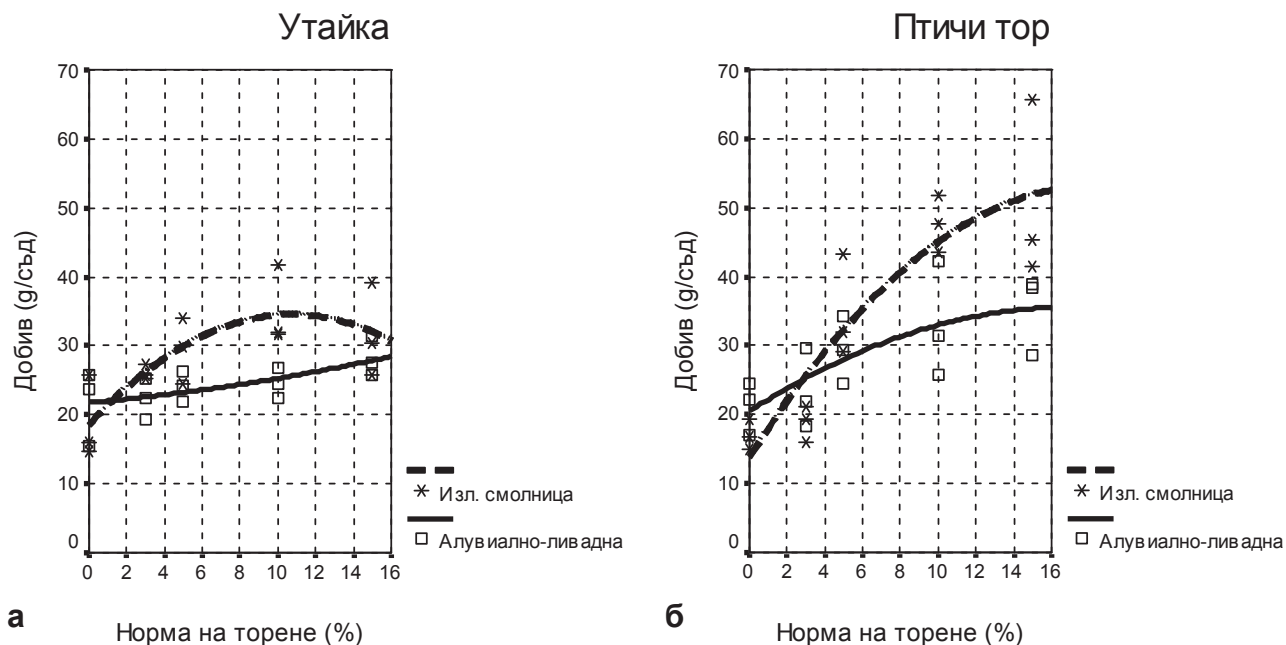
SS (%) – сума от квадратите в % спрямо общата сума;

S<sup>2</sup> – среден квадрат на отклоненията;

F-отношение на Фишер (отношение м/у средния квадрат на всеки един от изследваните фактори и взаимодействието м/у тях и средния квадрат на грешката);

P% – пределна вероятност (\* - вероятност да се сгреша в 5% от случаите; \*\* - в 1% от случаите;

\*\*\* - в 0,1% от случаите).



Алувиално-ливадна почва:  
 $y = 21,787 + 0,232 \cdot x + 0,012 \cdot x^2$ ,  $R = 0,62$   
 Излужена Смолница:  $y = 18,561 + 2,979 \cdot x - 0,139 \cdot x^2$ ,  
 $R = 0,73$ ,  $x_{opt} = 10,716$ ,  $y_{max} = 34,522$

Алувиално-ливадна почва:  
 $y = 20,472 + 1,768 \cdot x - 0,052 \cdot x^2$ ,  $R = 0,73$ ,  $x_{opt} = 17,000$ ,  
 $y_{max} = 35,500$   
 Излужена Смолница:  $y = 13,860 + 4,284 \cdot x - 0,116 \cdot x^2$ ,  
 $R = 0,89$ ,  $x_{opt} = 18,466$ ,  $y_{max} = 53,413$

Фиг. 1. Зависимости „норми на торене – добив“ за двете почвени различия  
 Fig. 1. Dependences of yield (y) on the fertilizing rate (x) for two soil differences

$P < 1\%$ . Най-силно е въздействието върху добивите на равнището на торене – 45,03% от общото вариране в данните се дължи именно на различните количества внесени подобрители, 6,10% – на вида внесен тор и 5,65% – на почвеното различие.

На фиг. 1а, б са представени резултатите от регресионния анализ на данните за добивите от биомаса царевица в зависимост от нивата на внесените почвени подобрители (утайка и птичи тор) за двете почвени различия, както и регресионните криви. Полиномите от втора степен добре апроксимират данните (коэффициентът на множествена корелация е в интервала от 0,62 до 0,89).

На графиките ясно се вижда, че получените добиви при неторените варианти са повисоки за Алувиално-ливадната почва (фиг. 1 а, б). При внасяне на почвените подобрители обаче кривите на добива, получен от Излужена Смолница са над тези от Алувиално-ливадната почва, като за всички норми на торене добивите с птичи тор превъзхождат тези с

утайки. Вероятно това е така, защото съдържанието на основните хранителни елементи в птичия тор многократно превишава това в утайките за единица количество подобрител.

Направените апроксимации на данните показват, че при торене с утайки оптималната норма на торене за Излужената Смолница е 10,716% от теглото на почвата с внесен подобрител, при който се достига максимален добив 34,511 g/съд царевица свежо тегло. При Алувиално-ливадната почва добивът монотонно нараства, като не достига максимална стойност в интервала на изследване на внесенния подобрител (от 3 до 15% от теглото на почвата).

При внасяне на птичи тор добивите от двете почви монотонно нарастват в интервала на изследване (от 0 до 15% от теглото на почвата тор) и според направените апроксимации достигат максимални стойности (35,5 g/съд) при 17% тор за Алувиално-ливадната почва и 53,413 g/съд свежо тегло при 18,466% за Излужената Смолница.

## Заклучение

От проведените вегетационни опити с царевица върху Алувиално-ливадна почва и Излужена Смолница се вижда, че както при внасяне на утайка, така и при внасяне на птичи тор по-високи добиви от царевица – биомаса се получават при Излужената Смолница.

Отзивчивостта на културата към торенето е по-висока при внасяне на птичи тор.

От проведения анализ на данните за добива от царевица, отглеждана на Алувиално-ливадна почва (Кубратово) и Излужена Смолница (Божурище) в условията на съдови опити се установи, че основен, влияещ на добива фактор е нормата на торене, следвана от вида на внасяния тор и почвеното различие.

Варирането в добивите биомаса, дължащо се на нормите на торене е 45,03% от общото вариране в данните, на вида тор – 6,10% и на почвата – 5,65%.

## Литература

**Драганова, Г., К. Милков.** 2010. Преработката на птичите екскременти - неотменимо звено от общата технология в птицепроизводството. Научни трудове на Русенски университет „А. Кънчев“, том 49, серия 9.2, с. 92-95

**Маринова, С.** 2008. Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване. „ПъблишСайСет-Еко“, София; ISBN 078-054-749-076-5, 123 стр.

**Marinova, S., E. Zlatareva, R. Toncheva, H. Pchelarova.** 2012a. Characteristics of the sludge from wastewater treatment plants /wwtp/ in the region of Bourgas-town – agricultural application potential. BAL-WOIS 2012 – Ohrid, Republic of Macedonia – 27 May, 2 June, 6 p.

**Marinova, S., R. Toncheva, N. Kathijotes, E. Zlatareva, H. Pchelarova.** 2012b. Agricultural use of sludge and treated waste water from sewage treatment plants. Proceedings International Conference “Ecology – Interdisciplinary Science and Practice”, Sofia, 25-26 Oct., Part 2, 498-503

**Toncheva, R., H. Pchelarova, S. Marinova.** 2014. Effect of Organic Waste Materials for Ameliorating Soils. *J. of Balkan Ecology*, vol. 17, No. 2, 143-152

**Zlatareva, E., Petrova, V., Ivanov, P., Marinova, S.** 2013. Comparative characteristics and evaluation of digestate from biogas production with participation of pig manure and waste from markets. INMATE Agricultural Engineering, p. 209-215

### *Благодарности.*

Авторите изказват благодарност на НФ „Научни изследвания“ при MOMH за финансовата подкрепа по Договор № ДФНИ-F01/3 от 27. 11. 2012 г. на тема „Екологизация на агроекологични системи с цел повишаване на енергийната им ефективност чрез прилагане на биоорганични отпадъци за торене, интродуциране на енергийни култури и комплексно използване на биомасата като енергоносител“.