

Оптимизационен модел за оценка на икономическата ефективност на биостимуланти, използвани в земеделието

Доц. д-р Ангел Саров*

Гл. ас. д-р Екатерина Цветанова**

*Висше училище по агробизнес и развитие на регионите – Пловдив

*Институт по аграрна икономика – Селскостопанска академия – София

**Нов български университет – София

*E-mail: angel.sarov@gmail.com

Резюме

Оценката на икономическата ефективност за приложението на биостимуланти в земеделието е значимо предизвикателство. Използването им би могло да увеличи добива на конкретна култура, но това да не доведе до увеличение на печалбата на земеделското стопанство като цяло. Целта на настоящата разработка е да предложи оптимизационен модел за оценка на икономическата ефективност от прилагането на листово третиране с биостимуланти върху пролетна рапица и овес. След реализация на опити, е избрано стопанство, на база на чиито данни е изведен оптимизационен модел. Изведени са заключения.

Ключови думи: земеделие; биостимуланти; икономическа ефективност

Optimization model for assessing the economic effectiveness of biostimulants used in agriculture

Assoc. Prof. Angel Sarov, PhD*

Assist. Prof. Ekatherina Tzvetanova, PhD**

*University of Agribusiness and Rural Development – Plovdiv

*Institute of Agricultural Economics – Agricultural Academy, Sofia

**New Bulgarian University – Sofia

*E-mail: angel.sarov@gmail.com

Citation: Sarov, A.; Tzvetanova, E. (2022). Optimization model for assessing the economic effectiveness of biostimulants used in agriculture. *Ikonomika i upravlenie na selskoto stopanstvo*, 67(4), 25-34 (Bg).

Abstract

Economic efficiency evaluation of biostimulants usage in agriculture is a significant challenge. Biostimulants usage could increase the yield of a specific crop, but it is not mandatory to increase the farm's profit as a whole. This study aims to suggest an optimization model that evaluates the economic efficiency of biostimulants' application to the spring rape and oat. It was derived conclusions.

Key words: agriculture; biostimulants; economic efficiency

1. Въведение

В рамките на първия етап по изпълнение на дейностите от Работен пакет 4 (РП 4) по проект „Използване на биостимуланти при биологично отглеждане на земеделските култури – оценка на приносите за биоикономиката“, финансиран от ФНИ при МОН, е разработен оптимизационен модел за оценка на икономическата ефективност на биостимулантите, използвани в земеделието. В тази връзка въпросите, свързани с икономическата ефективност (Корева, D. et al., 2012) на биостимулантите в земеделието, се отнасят също към онези сложни и трудно разрешими предизвикателства не само в България, а и по света, за които се изисква интердисциплинарен подход (Izumi, K., et. al., 1984; Belcheva, S., 1989; Looney, N. and Jackson, D., 2011; Brown, P. and Saa, S., 2015; Rademacher, W. J., 2015, 2018; Vachev, H., 2021; Sarov, A., 2018). При решаването им следва да се вземат под внимание и множеството взаимозависими фактори, свързани не само с чисто технологични, експериментални и правни ограничения, а и с многообразието на социални и поведенчески аспекти (Stoyanova, N., 2017). Всички тези предизвикателства имат много възможни решения, които се различават, в зависимост от поставените цели.

Анализите на научния екип се базират на хипотезата, че е възможно приложението на даден биостимулант (БС) да увеличава значително печалбата от дадена култура (на еди-

ница площ), но това да не доведе до увеличаване на печалбата на земеделското стопанство. Следователно полезността на даден биостимулант (и) се установява при разработване на бизнес плана (БП) на едно земеделско стопанство (ЗС). В настоящото изследване е прието да се считат за полезни тези БС, които увеличават икономическата ефективност на стопанството. *Целта на настоящата разработка е да се предложи оптимизационен модел за оценка на икономическата ефективност на биостимулантите.*

2. Методология

2.1. Източници на данни

В рамките на възможностите, които се предоставят от финансовата подкрепа на ФНИ при МОН, за първични данни се ползват получените резултати от Земеделската опитна станция (ЗОС), в опитно поле в Институт по земеделие и семеизнае (ИЗС) „Образцов чифлик“ – Русе, към Селскостопанска академия. В рамките на първия етап по проекта в началото на 2021 г. е направен следният опит: подготвени са 38 парцела с по 10 m², в който са заложили 19 парцела със семена от пролетна рапица (sorte *Lakritz*, *Brassica Napus L.*) и 19 парцела с пролетен овес – сорт *Алекса 1* (селекция на ИЗС). За всяка култура са предвидени един парцел за контрола и осемнадесет парцела, върху които са направени по три повторения на шест биостимуланта (БС).

Таблица 1. Приложени биостимулатори и тяхната концентрация

Table 1. Applied biostimulants and their concentration

Биостимулант	Описание
BS1_CH	(GA) хитозан 500 ml/dca
BS2_2CH	(GA + GA) хитозан 2*500 ml/dca
BS3_V	(HA) екстракт на вермикомпост 500 ml/dca
BS4_2V	HA + HA) екстракт на вермикомпост 2*500 ml/dca
BS5_VR	(HA_IA) вермикомпост + природоидентичен разтежен регулатор 500 ml/dca
BS6_2VR	((HA_IA + HA_IA) вермикомпост + природоидентичен разтежен регулатор 2*500 ml/dca

Източник: Институт по криобиология и хранителни технологии (ИКХТ) към Селскостопанска академия.
Source: Institute of Cryobiology and Food Technology, Agricultural Academy, Sofia.

Биостимулантите са с различна концентрация на активното вещество и са разработени в Институт по криобиология и хранителни технологии (ИКХТ) към Селскостопанска академия (табл. 1).

Приложено е двуетапно третиране при различни фенофази. Пролетната рапица е двукратно третирана (фаза розетка и цъфтеж). Пролетният овес е третиран във фази братене и изкласяване. Прибирането на културите е извършено механизировано. Преди засяване са спазени всички необходими агротехнически мероприятия. След получаване на експерименталните резултати от приложението на различните БС върху пролетната рапица и овес в опитните полета, те са приравнени към 1 дка. След това е избрано конкретно земеделско стопанство в региона, което да служи за модел, върху който да се конструира модел на база на линейно програмиране. В тази ферма, наред с предвидените култури в производствената структура, се добавят пролетната рапица и пролетният овес – контроли и третирани с БС.

2.2. Приложен метод на линейно програмиране

Линейното програмиране е метод за намиране на оптимална стойност (max или min) на определена функция при зададени ограничения. Изучаването на комплекси проблеми успешно се реализира на база на конструирани системи от линейни зависимости. Тези зависимости следва да отразяват условията, които трябва да се вземат предвид при решаването на задачата (Nikolov, N. et al., 1994).

Целевата функция f изразява критериите за оптималност (min, max):

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n \leq B_1$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n \geq B_2$$

.

.

.

$$A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n = B_m$$

$$F = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \rightarrow \max (\min),$$

(1)

Където:

- X_j – показва размера (величината) на дейностите или показателите;

- A_{ij} и C_j – посочва дейностите, които ще бъдат извършени;

- B_i – означава количеството налични ресурси или количеството дейности (ограничения);

- Целевата функция F дава критериите за оптималност.

3. Резултати

3.1. Резултати от опитното поле за добив и биометрия за рапица и овес

Първичните данни са събрани от опитно поле на Института по земеделие и семезнание „Образцов чифлик” – Русе, Селскостопанска академия. В таблица 2 са представени добивите от пролетна рапица при три повторения на биостимулантите, при различни концентрации на сухо вещество и контрола – 8(K), а в таблица 3 са представени биометричните показатели след третиране с биостимуланти.

Добивите от пролетния овес след листно подхранване с биостимуланти при различни концентрации на сухо вещество, а така също и контролата 8(K) с биометричните показатели на овеса, са представени съответно в таблици 4 и 5.

3.2. Характеристики на стопанството, опериращо в Русенска област

Земеделското стопанство е юридическо лице, регистрирано според Търговския закон като Еднолично дружество с ограничена отговорност (ЕООД). Функционира в землище на област Русе. Релефът на района е преобладаващо низинен и равнинно-хълмист, което е подходящо за развитие на земеделие.

Териториите около р. Дунав се характеризират с високи подпочвени води и алувиално-ливадни почви, върху които се отглеждат основно зеленчуци, технически и овощни култури, както и с дълбоки подпочвени води и черноземни почви (зърнени и технически култури). Климатичните условия създават предпоставки за отглеждане на следните култури:

Таблица. 2. Добив на пролетна рапица, реколта 2021 г.
Table. 2. Spring rape yield, harvest 2021

№	1-во повт., kg	2-ро повт., kg	3-то повт., kg	Общо	Средно от поле	kg/da	% влажност	Маса на 1000 зърна, gr.
3	1,300	1,280	1,260	3,840	1,280	128,000	8,8	6,34
4	1,250	1,300	1,240	3,790	1,263	126,300	8,6	6,17
5	1,150	1,200	1,310	3,660	1,220	123,500	8,4	6,00
6	1,300	1,240	1,280	3,820	1,273	127,300	8,8	6,21
7	1,225	1,220	1,235	3,680	1,227	122,700	8,3	5,90
8 (К)	1,150	1,200	1,310	3,660	1,220	122,000	8,8	5,88
5a	1,245	1,220	1,270	3,735	1,245	124,500	8,7	6.03

Източник: Първични данни от Опитна станция по земеделие в опитно поле към Институт по земеделие и сemezнание „Образцов чифлик“ – Русе, Селскостопанска академия.

Source: The primary data from The Agricultural Experimental Station (AES) in a test (experimental) field at the Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik” – Ruse, Agricultural Academy.

Таблица. 3. Биометрия – пролетна рапица, 2021 г.
Table. 3. Biometrics – spring rape, 2021

Вариант	Височина на растението см.	Брой разклонения на 1 растение	Брой бобове в 1 растение	Маса на бобовете в 1 растение, gr.	Брой семена в 1 растение	Маса на семената в 1 растение, gr.
К	109,4	7,0	238,0	22,75	1266	7,440
3	109,0	7,2	259,1	22,88	1213	7,691
4	110,0	6,9	246,8	22,38	1118	6,897
5	109,4	7,1	248,2	22,56	1265,0	7,593
6	110,8	6,9	247,9	22,23	1232,0	7,645
7	108,8	7,3	248,1	22,39	1284	7,581
5a	111,6	7,1	248,1	22,56	1237	7,458

Източник: Първични данни от Опитна станция по земеделие в опитно поле към Институт по земеделие и сemezнание „Образцов чифлик“ – Русе, Селскостопанска академия.

Source: The primary data from The Agricultural Experimental Station (AES) in a test (experimental) field at the Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik” – Ruse, Agricultural Academy.

ечемик, пшеница, царевица, слънчоглед, рапица, ръж, овес, лозя, овошки, късни зеленчуци, соя, нахут, фасул, леща, грах и др.

В производствената дейност на предприятието е застъпена основно растениевъдна продукция – пшеница, царевица, слънчоглед. За целите на изследването се добавя и потенциал за пролетна рапица и пролетен овес. Фермата притежава 1000 дка собствена земя и може да наеме още 11 000 дка. Обработваема-

та земя попада в два типа почви. Алувиално-ливадна почва, която заема 50%, и чернозем – съответно 50%, което позволява осредняване на данните. Взимат се предвид и следните технологични изисквания:

- Есенно-житните култури при неполивни условия да заемат не по-малко от 45% и не повече от 55% от сеитбооборотната площ.

- Слънчогледът да не заема повече от 17% от сеитбооборота (1/6).

Таблица 4. Добив на пролетен овес, реколта 2021 г.
Table 4. Spring oat yield, harvest, 2021

№	1-во повт., kg	2-ро повт., kg	3-то повт., kg	Общо	Средно от поле	kg/da	% влажност	Маса на 1000 зърна, gr.
3	1,300	1,280	1,260	3,840	1,280	128,000	8,8	6,34
4	1,250	1,300	1,240	3,790	1,263	126,300	8,6	6,17
5	1,150	1,200	1,310	3,660	1,220	123,500	8,4	6,00
6	1,300	1,240	1,280	3,820	1,273	127,300	8,8	6,21
7	1,225	1,220	1,235	3,680	1,227	122,700	8,3	5,90
8 (К)	1,150	1,200	1,310	3,660	1,220	122,000	8,8	5,88
5a	1,245	1,220	1,270	3,735	1,245	124,500	8,7	6,03

Източник: Първични данни от Опитна станция по земеделие в опитно поле към Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик“ – Русе, Селскостопанска академия.

Source: The primary data from The Agricultural Experimental Station (AES) in a test (experimental) field at the Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik” – Ruse, Agricultural Academy.

Таблица 5. Биометрия – пролетен овес, 2021 г.
Table 5. Biometrics – spring oat, 2021

№	1st rep., kg	2nd rep., kg	3rd rep., kg	Total	Average on plot	kg/da	% влажност	Mass per 1000 grains, gr.
3	1,105	1,300	1,203	3,608	1,203	120,267	13,4	27,32
4	1,555	1,260	1,407	4,222	1,407	140,733	14,7	26,62
5	1,560	1,350	1,455	4,365	1,455	145,500	14,6	29,66
6	1,415	1,150	1,283	3,848	1,283	128,267	14,6	25,57
7	1,370	1,300	1,335	4,005	1,335	133,500	13,3	26,69
8 (К)	1,220	1,000	1,110	3,330	1,110	111,000	14,5	28,12
5a	0,885	0,850	0,868	2,603	0,868	86,767	16,3	28,74

Източник: Първични данни от Опитна станция по земеделие в опитно поле към Институт по земеделие и семезнание „Образцов чифлик“ – Русе, Селскостопанска академия.

Source: The primary data from The Agricultural Experimental Station (AES) in a test (experimental) field at the Institute of Agriculture and Seed Science “Obraztsov Chiflik” – Ruse, Agricultural Academy.

Земеделското стопанство е обезпечено с модерна техника – трактори и комбайни. Разходите, които са предвидени по култури, са представени в таблица 6. В таблица 7 са представени и други разходи на стопанството. През 2020 г. стопанството е взело 31 лв./дка субсидии по I Стълб на ОСП.

През 2021 г. в България се запазва тенденцията площите преобладаващо да са наторени с азотни торове. В по-малка степен се из-

ползват фосфорни и калиеви торове. Засилва се ползването на комбинирани минерални торове. В земеделското стопанство не се използва торене с химически торове. Затова се приема, че средният добив на културите е, както следва:

- пшеница – 2 900 кг/ха;
- царевица – 3 400 кг/ха;
- слънчоглед – 1 900 кг/ха;
- експериментален добив пролетна рапица

Таблица. 6. Променливи разходи по култури

Table. 6. Variable costs per crops

Производствен разход (лв./дка)	Пшеница	Царевица	Слънчоглед	Рапица с БС	Рапица (к)	Овес с БС	Овес (к)
Механизирани услуги	24	24	24	35*	24	35*	24
Материални разходи	3	1	2	4,5**	0.5	11**	7
Трудови разходи	9	9	9	9	9	9	9
Общо разходи	36	34	35	48,5	33,5	55	40

Бележки:

* Предвидени са 11 лв./дка разходи за третиране с биостимуланти

** 4 лв./дка разход за биостимулант.

Таблица. 7. Други разходи

Table. 7. Other costs

Разход	Размер
Рента	55 лв./дка (средна ставка за Русенска област от 58 лв./дка)
6 бр. заети – 2 постоянно; 4 при нужда	18 000 * 6 = 108 000 лв. годишно

– 1 220 кг/ха;

- експериментален добив пролетна овес – 1 110 кг/ха*.

При разработването на ИМЗ се прилагат добивите на рапицата и овеса от експерименталния опит (контрола и различни БС).

3.3. Модел

Представяне на варианти на задачите

Икономико-математическият модел се разработи в два варианта с критерии за оптималност – **тах брутен марж и тах печалба**:

Първи вариант. Задача за оптимизиране на производствената структура на земеделско стопанство. Взимат се под внимание агротехническите изисквания за сеитбооборота. Решението на задачата дава най-оптималната структура за производство при критерий за оптималност **тах брутен марж и тах печалба**. То показва как оптимално да се комбинират наличните ресурси (земя, трудови ресурси, размер на обработваема земя) при дадените ограничения

в стопанството, какви земеделски култури да се произведат, кои биостимуланти да се приложат, на кои култури и в каква концентрация, в коя фаза да се третират, така че да се постигне най-висок икономически ефект.

Втори вариант. При него се прилагат ограничения за минимален и максимален размер на обработваемата земя, в която да се включат култури, третирани с биостимуланти. Целта е да се намери най-оптималното решение за постигане на **тах брутен марж и тах печалба**. Решението на задачата дава комбинации на икономически най-изгодните производства. Поставя се условие да се използва в максимална степен възможността за засъгване на земеделски култури, третирани с различни биостимуланти, с различни концентрации.

Работната хипотеза е: „Биостимулантите, приложени в критичните фази на вегетация, в подходящата доза, стимулират продуктивността на земеделските култури в степен, зависеща от видовата и сортова принадлежност, и повишават икономиче-

ската ефективност на земеделските стопанства“.

Дефиниране на променливи и ограничения

Включването на все повече критерии в модела свива възможните оптимални решения, защото той търси балансиране между променливи и множество ограничения. За реализация на тестовете в опитните полета бяха използвани три типа биостимуланти в различни комбинации. Наименованието на променливите и тяхното описание са представени в таблица 1.

За да се конструира оптимизационният модел е необходимо да се дефинират неизвестните величини и ограниченията, пред които е изправено стопанството, за да се намерят оп-

тималните решения от гледна точка на брутен марж и печалба.

Първо, за установяването на влиянието на биостимулантите върху икономическата ефективност на земеделското стопанство се дефинират неизвестните променливи. Те са представени схематично в таблици 8 и 9.

Веднъж дефинирани неизвестните, следва да се дефинират и ограниченията на оптимизационния модел. Ограниченията са разпределени в три групи: използване на земята (табл. 10); труд (табл. 11); подкрепящи (табл. 12).

Целева функция на модела

Променливите и ограниченията са добавени в следния линеен оптимизационен модел, чиято целева функция е изведена с два кри-

Таблица 8. Променливи при третиране с биостимуланти
Table 8. Variables with biostimulants treatment

Срок	Биостимулант (ха)						
	Control	BS1_CH	BS2_2CH	BS3_V	BS4_2V	BS5_VR	BS6_2VR
Пролетна рапица	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
Пролетен овес	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}

Източник: Изчисления на автора. / Source: Authors' calculations.

Таблица 9. Други променливи
Table 9. Other variables

Други култури (дка)		Ресурси	Финансови показатели, лв.		
x_1	Пшеница	x_{18}	Собствена обработваема земя (дка)	x_{22}	Приходи
x_2	Царевица	x_{19}	Наета обработваема земя (дка)	x_{23}	Материални разходи
x_3	Слънчоглед	x_{20}	Постоянно заети механизатори (бр.)	x_{24}	Разход за труд
		x_{21}	Постоянно заети работници (бр.)	x_{25}	Марж
				x_{26}	Брутен марж
				x_{27}	Фиксирани разходи
				x_{28}	Печалба
				x_{29}	Печалба със субсидии

Източник: Изчисления на автора. / Source: Authors' calculations.

терия за оптималност – **тах брутен марж** и **тах печалба**.

$$F = 80x_1 + 102x_2 + 155x_3 + 79,96x_4 + 80,43x_5 + 68,96x_6 + 66,36x_7 + 67,29x_8 + 69,89x_9 + 65,61x_{10} + 2,18x_{11} - 9,30x_{12} - 1,52x_{13} + 0,29x_{14} - 22,03x_{15} - 6,26x_{16} - 4,27x_{17} - 18000x_{20} - 18000x_{21} \rightarrow \text{Мах брутен марж}, \quad (2)$$

$$F = 80x_1 + 102x_2 + 155x_3 + 79,96x_4 + 80,43x_5 + 68,96x_6 + 66,36x_7 + 67,29x_8 + 69,89x_9 + 65,61x_{10} + 2,18x_{11} - 9,30x_{12} - 1,52x_{13} + 0,29x_{14} - 22,03x_{15} - 6,26x_{16} - 4,27x_{17} - 18000x_{20} - 18000x_{21} - 55x_{19} + 31x_{18} + 31x_{19} \rightarrow \text{Мах печалба}, \quad (3)$$

4. Заключение

Въз основа на резултатите от емпирични опити, изведени в опитните полета на ИЗС „Образцов чифлик“ – Русе, е събрана и обработена първичната информация относно влиянието на експериментално разработени в ИКХТ биостимуланти върху добива на пролетен овес и пролетна рапица. На тази база, както и събрана допълнителна статистическа информация от НСИ и отдел „Агростатистика“, МЗХГ, Технико-икономически нормативи за агротехнология, разработени от ИАИ, налични в Селскостопанска библиотека, е разработен икономико-математически модел

за оптимизация на производствената структура на избрано земеделско стопанство.

С цел оценка на икономическата ефективност на биостимулантите е конструирана постановката на задачата със заложените два критерия за оптималност: **тах брутен марж** и **тах печалба**.

Първият вариант, насочен към оптимизиране на производствената структура, показва

Таблица. 11. Втора група ограничения, свързани с труда (брой заети)

Table. 11. Second group of constrains related to the labor (number)

Ограничение	Формула
Постоянно наети механизатори	$x_{20} = 4$
Постоянно наети работници	$x_{21} = 2$

Източник: Изчисления на автора. / Source: Authors' calculations.

Таблица. 10. Първа група ограничения, свързани с използването на земята (дка)

Table. 10. First group of constrains related to the land usage (in ha)

Ограничение (дка)	Задача за оптимална производствена структура (първи вариант)	Задача, със зададени тах и min използвана земя (втори вариант)
Ограничения за земята	$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} = x_{18} + x_{19}$	$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \leq x_{18} + x_{19}$
Ограничение за наетата земя	$x_{19} = 11\ 000$	$x_{19} \leq 11\ 000$
Ограничение за собствената земя	$x_{18} = 1\ 000$	
Есенно-житни култури, минимум 45% от сеитбооборотната площ	$x_1 \geq 5\ 400$	
Есенно-житни култури, максимум 55% от сеитбооборотната площ	$x_1 \leq 6\ 600$	
Слънчоглед, максимум 17% (1/6) от сеитбооборотната площ	$x_3 \leq 2\ 040$	
Ограничения за земята, с използване на БС, минимум		$x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \geq 3360$
Ограничения за земята, с използване на БС, максимум		$x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \leq 4560$

Източник: Изчисления на автора. / Source: Authors' calculations.

Таблица 12. Трета група от поддържащи ограничения (лв.)
Table 12. Third group of constrains, supporting (BGN)

Ограничение	Формула
Приход	$116x_1 + 136x_2 + 190x_3 + 113,46x_4 + 128,93x_5 + 117,46x_6 + 114,86x_7 + 115,79x_8 + 118,39x_9 + 114,11x_{10} + 42,18x_{11} + 45,70x_{12} + 53,48x_{13} + 55,29x_{14} + 32,97x_{15} + 48,74x_{16} + 50,73x_{17} = x_{22}$
Променливи материални разходи	$27x_1 + 27x_2 + 26x_3 + 24,5x_4 + 39,5x_5 + 39,5x_6 + 39,5x_7 + 39,5x_8 + 39,5x_9 + 39,5x_{10} + 31x_{11} + 46x_{12} + 46x_{13} + 46x_{14} + 46x_{15} + 46x_{16} + 46x_{17} = x_{23}$
Разходи за труд	$x_{24} = 18000x_{20} + 18000x_{21}$
Фиксирани разходи	$x_{27} = 55x_{19}$
Марж	$x_{25} = x_{22} - x_{23}$
Брутен марж	$x_{26} = x_{22} - x_{23} - x_{24}$
Печалба	$x_{28} = x_{22} - x_{23} - x_{24} - x_{27}$

Източник: Изчисления на автора. / Source: Authors' calculations.

как оптимално да се комбинират наличните ресурси (земя, трудови ресурси, размер на обработваема земя) при дадените ограничения в стопанството, какви земеделски култури да се произвеждат, кои биостимуланти да се приложат, на кои култури и в каква концентрация, в коя фаза да се третират, така че да се постигне най-висок икономически ефект.

Вторият вариант залага ограничения за минимален и максимален размер на обработваемата земя, в която да се включат култури, третирани с биостимуланти. Той дава подходящи комбинации на икономически най-изгодните производства.

Приложеният подход е широко използван при решението на оптимизационни проблеми. Следваща стъпка ще бъде апробирането на конструираната методология в други ферми в България. Освен това, следва да бъдат изведени заключения, свързани с икономическата ефективност от приложението на биостимулантите в земеделското производство.

Благодарности

Разработката е осъществена с финансовата подкрепа по Проект „Използване на био-

стимуланти при биологично отглеждане на земеделските култури – оценка на приносите за биоикономиката“, финансиран с Договор № КП-06-Н46/6 от 27.11.2020 г. от Фонд „Научни изследвания“ на МОН.

Литература

- Bachev, H.** (2021). Unpacking competitiveness of agricultural farms in Bulgaria. *Journal of Economics Bibliography*, 8(1), 56-81.
- Belcheva, S.** (1989). *Vliyanie na biologichno aktivni veshchestva vŭrkhu semennata produktivnost na lyutsernata* (Doctoral dissertation, Dissertation thesis, Agricultural Academy, Sofia (BG)).
- Brown, P. & Saa, S.** (2015). Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.* 6:671. doi: 10.3389/fpls.2015.00671.
- Fridlender, M., Kapulnik, Y., & Koltai, H.** (2015). Plant derived substances with anti-cancer activity: from folklore to practice. *Frontiers in plant science*, 6, 799. doi: 10.3389/fpls.2015.00799.
- Izumi, K., Yamaguchi, I., Wada, A., Oshio, H., & Takahashi, N.** (1984). Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4, 4-dimethyl-2-(1, 2, 4-triazol-1-yl)-1-penten-3-ol (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. *Plant and cell physiology*, 25(4), 611-617.
- Kopeva, D., Madzharova, S., & Nikolova, N.**

(2012). Efficiency of Production Structures in Agriculture. *Nauchni trudove*, (2), 84-133.

Looney, N., & Jackson, D. A. V. I. D. (2010). Use of bio-regulators in fruit production. In *Temperate and subtropical fruit production* (pp. 92-100). Wallingford UK: CABI.

Nikolov, N., Ivanov, G., & Stefanov, L. (1994). Economic and mathematical modeling of agricultural production. *Sofia: Zemizdat*.

Rademacher, W. (2016). Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. *Annual Plant Reviews, Volume 49: Gibberellins, The*, 359-404.

Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of plant growth regulation*, 34(4), 845-872.

Sarov, A. (2019). Knowledge of the economic effect

of biological methods application in agriculture. In *X International Agriculture Symposium, Agrosym 2019, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 3-6 October 2019. Proceedings* (pp. 1121-1126). University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture.

Stoyanova, N. (2017). Model for entrepreneurship of small and medium enterprises in the agricultural sector. *New knowledge Journal of science*, 6(4), 41-64.

Compendium N 4 "Zonal standards for replacement productivity and fuel consumption in plant protection and crop fertilization works with ground machinery".

Ministry of Agriculture, SSA, IIOSS. (1992). Norms for time consumption, service norms and the personnel number. Sofia.

Ministry of Agriculture, SSA, IIOSS. (1992). Labor standards for manual work in crop production. Sofia.