

SOYBEAN CULTIVATION IN SHORT ROTATION ORGANIC CROP ROTATION UNDER DIFFERENT FERTILISATION SYSTEMS

E.D. Savchenko

National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine» (Chabany, Ukraine)

Aim. To determine the impact of different types of organic fertilizer systems on the yield and quality of soybean seeds in a short-rotation crop rotation. **Methods.** Research is conducted at the Panfil Research Station of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of NAAS» in a stationary experiment established in 2021 on typical low-humus chernozem. **Results.** According to the research results, soybean cultivation in a short-term organic crop rotation: soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) – spring wheat (*Triticum aestivum* L.) – common millet (*Panicum miliaceum* L.) with using different types of biological fertilizer was quite effective. Thus, the yield of soybean seeds, depending on the organic fertilization system, was in the range of 1.28–1.68 t/ha, with a protein and fat content of 39.50–41.55 and 18.67–21.25 %, respectively. **Conclusions.** The maximum conditional net profit of 5.48 thousand UAH/ha with a profitability level of 144 % was provided by the integrated use of by-products of the predecessor, green manure and «Bio-Hel» biofertilizer, at a dose of 3.0 l/ha. Thus, in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, soybeans are most rationally grown in a short-term organic crop rotation: soybeans – spring wheat – common millet with complex application of organic fertilizers.

Key words: crop, seeds, fertilisers, yield, protein, fat, conditional net profit, profitability.

Introduction. Food safety is the paramount concern in connection with Ukraine's accession to the World Trade Organization (WTO) and the penetration of foreign markets.

Highly developed countries have been pursuing the path of biological and ecological farming for several decades, which means they are implementing biological, biodynamic, organic, and other types of agricultural systems.

In Europe, biological farming as an independent direction was proposed by Lemaire-Boucher in 1964. In France, the first association was created, uniting more than 400 members (bio-farmers and cosmetic product manufacturers) [1]. In Ukraine, organic production has been developing since 1997 [2].

Analysis of recent research and publications. Soybean (*Glycine hispida* Maxim.) is the world's main grain legume crop, grown on an area of over 50 million hectares [3].

Soybeans seeds contain up to 50 % protein, 24 % carbohydrates, 1.8–7.0 % fat, and a high content of essential amino acids and vitamins [4]. Soy protein, in terms of amino acid composition, is close to animal proteins and is well absorbed by humans and animals.

Soybeans seeds are used to produce sauces, milk, meat substitutes, cutlets, sausages, and other products.

Soybean oil contains 2–3 % lecithin [5] and is widely used in food and the production of premium table margarine.

Soy enriches the soil with biological nitrogen, making it a valuable precursor for agricultural crops [6]. It is a valuable predecessor for virtually all agricultural crops. It should be noted that soy is not a traditional crop in Ukraine, but in recent years, its acreage has increased from 75–80 thousand hectares in 1990 to 1.78 million hectares in 2023 [7], placing our country among the top ten global soybean seed producers.

The global market value of organic soybeans in 2022 was estimated at 1.5 billion USD [8]. The prospects of growing soybeans under organic farming in Ukraine are related to the fact that significant profits are expected due to the increase in sown areas and seed exports to European countries and the constant growth in demand for organic products [9].

To successfully conduct organic production, it is crucial to ensure a sufficient level of soil fertility [10; 11]. Therefore, studying the effectiveness of biological crop rotations through the use of various organic fertilization systems (green manure, by-products of predecessors, bio-fertilizers) is relevant [12].

Table 1. Soybean seed yield and quality depending on fertilization system, average for 2022–2023

Fertilizer system	Yield, t/ha	Content in seeds, %	
		proteins	fats
P. p.* (control)	1.28	39.50	18.67
P. p. + green manure	1.51	40.25	19.84
P. p. + «Bio-Hel»	1.55	40.85	21.00
P. p. + green manure + «Bio-Hel»	1.68	41.55	21.25
LSD _{0.5}	0.05		

*Note. P. p. – by-products of predecessors.

Thus, studying the impact of organic fertilization systems on the yield and quality of crops in short-rotation crop rotations, particularly soybeans, in the Left-Bank Forest-Steppe conditions is timely and pertinent.

The research aims to determine the impact of different types of organic fertilizer systems on the yield and quality of soybean seeds in a short-rotation crop rotation.

Materials and methods. Research on the impact of different fertilization systems on soybean productivity in a short-rotation crop rotation (soybean – spring wheat – common millet) under organic seed production was conducted in a stationary experiment established in 2021 at the Panfil Research Station of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences» in the zone of unstable moisture of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The soil cover of the experimental plot is typical low-humus chernozem with coarse silt loam texture. The humus content in the arable layer ranges from 3.08–3.15 %.

The total area under the experiment is 0.30 hectares, with a sown area of 81 m² and a record area of 60 m². The method of laying the experiment is systematic. Replication is three-fold. The following varieties were sown in the experiment: soybeans Muza, spring wheat Rannia 93, and millet Omriane, bred by the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences» and included in the State Register.

Results and discussion. The application of by-products of predecessors, green manure, bio-fertilizers, and their combinations positively influenced the yield and quality of soybean seeds (Table 1).

The highest yield of soybean seeds (1.68 t/ha) was provided by the application of by-products of predecessors (p. p.), green manure and bio fertilizer «Bio-Hel», which is 0.40 t/ha or 23.8% more than in the control (by-products of predecessors). In the variants where the by-products of predecessors were combined with green manure and by-products of predecessors with bio-fertilizers, the yield increase was 0.23 and 0.27 t/ha or 18.0 and 21.1 %, respectively.

Organic fertilizers also influenced the quality indicators of soybeans seeds. The maximum amount of protein (41.55 %) and fat (21.25 %) was accumulated in the seeds under the complex application of fertilizers (by-products of predecessors + green manure + «Bio-Hel»), which is 2.05 % and 2.58 % more than in the control variant, respectively.

Analyzing the economic indicators of growing of soybean in a short rotation crop rotation in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe under different systems of organic fertilizers, it should be noted that the highest conditional net profit of 5.48 thousand UAH/ha at a profitability level of 144 %, provided a combination of by-products of the predecessor, green manure and bio fertilizers (Table 2).

Table 2. Influence of different fertilization systems on economic indicators for soybean cultivation, average for 2022–2023

Predecessor	Fertilization system	Cost of crop growth, thousand UAH	Costs of bio fertilizers, soil cultivation, thousand UAH	Net income, thousand UAH/ha	Profitability, %
Common millet	P. p.* (control)	0	0	0	0
	P. p. + green manure	5,90	2,0	3,90	195
	P. p. + «Bio-Hel»	6,88	1,7	5,18	305
	P. p. + green manure + «Bio-Hel»	9,28	3,8	5,48	144

The calculation is based on prices (organic production of soybean seeds) as of 01.11.2023 – 25.0 thousand UAH/t.

CONCLUSIONS

1. The average soybean seed yield for the 2022–2023 periods ranged from 1.28 to 1.68 tons per hectare. The highest yield of 1.68 tons per hectare was achieved in a short-rotation organic crop rotation system, where soybeans were planted after common millet and a comprehensive application of predecessor by-products, green manure, and the bio-fertilizer «Bio-Hel» at a rate of 3.0 liters per

hectare (1.5 liters per hectare at faze of full emergence and 1.5 liters per hectare at flowering). The content of protein and fat in the soybean seeds was 39.50–41.55% and 18.67–21.25%, respectively.

2. The highest net profit of 5.48 thousand UAH per hectare, with a profitability level of 144%, was received for soybean cultivation in a 3-manure organic crop rotation system: soybean – spring wheat – common millet, with the complex use of by-products of the predecessor, as a fertilizer, sowing green manure and applying «Bio-Hel» bio fertilizer at a rate of 3.0 liters per hectare.

REFERENCES

1. Hadzalo Ya. M., Kaminskyi V. F. (2016). *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v Ukraini. [Scientific bases of organic production in Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
2. Kaminskyi V. F., Saiko V. F. (2013). *Stratehiia rozvytku adaptivnykh system zemlerobstva i ahrotekhnologii v Ukraini. Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhenia i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv. [Strategy of development of adaptive systems of agriculture and agrotechnologies in Ukraine. Adaptive farming systems and modern agrotechnologies are the basis of rational land use, preservation and reproduction of soil fertility]*. Kyiv: VP «Edelweis» [in Ukrainian].
3. Zinchenko O. I. (2016). *Roslynnytstvo [Plant growing]*. Uman: Vydavets «Sochinskyi M. M.» [in Ukrainian].
4. Chornolaha L. (2018). *Kormova tsinnist proteinu ta zhyru nasinnia soi. Suchasne tvarynnytstvo [Feed value of soybean protein and fat. Modern animal husbandry]*. URL: <https://agribusiness.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/11332-kormova-tsinnist-proteinu-ta-zhyru-nasinnia-soi>. Html [in Ukrainian].
5. Toralf R., Kravchenko A. Prokopchuk N. ta in. (2014). *Orhanichna soia [Organic soy]*. Kyiv: Doslidnyi instytut orhanichnoho silskoho hospodarstva (FiBL) [in Ukrainian].
6. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. (2008). *Seleksiia i vyrobnytstvo soi v Ukraini [Breeding and production of soybeans in Ukraine]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
7. Sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. URL: www.ukrstat.gov.ua.
8. *Hlobalnyi i vnutrishnii rynky soi [Global and domestic soybean markets]*. URL: <https://agribusiness.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/25235-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-soi.html> [in Ukrainian].
9. Lukianyk M. M. (2021). *Investytsiine zabezpechennia rozvytku vyrobnytstva orhanichnoi produktsii [Investment support for the development of production of organic products]: zvit pro naukovo-doslidnu robotu. Instytut silskoho hospodarstva Zakhidnoho Polissia, 21–25 [in Ukrainian]*.
10. Litvinov D. V. (2015). *Ahrobiologichni osnovy pidvyshchennia efektyvnosti korotkorotatsiinykh sivozmin Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Agrobiological basics of increasing the efficiency of short-rotational crop rotations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia doktor s-h nauk: spets. 06.01.01 «Zahalne zemlerobstvo»*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Tsvei Ya. P. (2015). *Formuvannia rodiuchosti hruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh Lisostepu [Formation of soil fertility in short-rotational crop rotations of the Forest Steppe]*. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo» – Interdepartmental thematic scientific collection «Agriculture»*. Kyiv: VP «Edelweis», 1, 56–59 [in Ukrainian].
12. Boiko P. I., Kovalenko N. P. (2003). *Problemy ekolohichno vrinovazhenykh sivozmin. [Problems of ecologically balanced crop rotations]*. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8, 9–13. [in Ukrainian].

ЛІТЕРАТУРА

1. Наукові основи органічного виробництва в Україні: моногр. / за ред. від Я. М. Гадзало, В. Ф. Камінський. Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.
2. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Стратегія розвитку адаптивних систем землеробства та агротехнологій в Україні. Адаптивні системи землеробства та

- сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження та відновлення родючості ґрунтів. Київ: ВП «Едельвейс», 2013. С. 5–24.
3. Зінченко О. І. Рослинництво: підручн., 3-тє вид., перероб. і допов. Умань: Вид-во «Сочінський М. М.», 2016. 612 с.
 4. Чорнолага Л. Кормова цінність протеїну та жиру в насінні сої. Сучасне тваринництво. 2018. URL: <https://agribusiness.com.ua/agro/purchase-tvarynnystvo/item/11332-kormova-tsinnist-proteinu-ta-zhyru-nasinnia-soi.html>.
 5. Organic Soybeans / R. Toralf et al.; вид. А. Кравченко, Н. Прокопчук. Київ: НДІ органічного сільського господарства (FiBL), 2014. 16 с.
 6. Бабич А. О. Селекція та виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
 7. Сайт Державної служби статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua.
 8. Світовий та внутрішній ринки сої. URL: <https://agribusiness.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/25235-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-soi.html>.
 9. Лук'яник М. М. Інвестиційне забезпечення розвитку органічного виробництва: Звіт про наук. дослідж. Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021. С. 21–25.
 10. Литвинов Д. В. Агробіологічні основи підвищення ефективності короткоротаційних сівозмін у Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. д. с.-г. Литвинова Д. В. дис. Київ, 2015. 42 с.
 11. Цвей Я. П. Формування родючості ґрунтів у короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Сільське господарство. 2015. Вип.1. С. 56–59.
 12. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Проблеми екологічно збалансованих сівозмін. Вісник аграрної науки. 2003. № 8. С. 9–13.

Є.Д. Савченко

Вирощування сої в короткоротаційній органічній сівозміні за різних систем удобрення

Мета. Визначити вплив різних систем органічного удобрення на врожайність та якість насіння сої у короткоротаційній сівозміні. **Методи.** Дослідження проводяться на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» у стаціонарному досліді, встановленому у 2021 р. на чорноземі типовому малогумусному. **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що вирощування сої в короткоротаційній органічній сівозміні: соя (*Glycine max* (L.) Merrill) – пшениця яра (*Triticum aestivum* L.) – просо (*Panicum miliaceum* L.) із застосуванням різних видів удобрення біологічного спрямування було досить ефективним. Так, врожайність насіння сої, залежно від системи органічного удобрення була в межах 1,28–1,68 т/га, з умістом білка, протеїну та жиру – 39,50–41,55; 48,95–51,49 та 18,67–21,25 % відповідно. **Висновки.** Максимальний умовно чистий прибуток 5,48 тис. грн/га за рівня рентабельності 144 % забезпечувало комплексне застосування побічної продукції попередника, сидератів і біодобрив «Біо-Гель» у дозі 3,0 л/га. Отже, в умовах Лівобережного Лісостепу України сою найбільш раціонально вирощувати у короткоротаційній органічній сівозміні: соя – пшениця яра – просо за комплексного внесення органічних добрив.

Ключові слова: культура, насіння, добрива, урожайність, білок, жир, умовно чистий прибуток, рентабельність.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Савченко Є.Д., аспірант, ННЦ «Інститут землеробства НААН», e-mail: evgensavchenko360@gmail.com, ORCID: 0009-0005-3295-4268.

Savchenko E.D., postgraduate, NSC «Institute of Agriculture of NAAS», e-mail: evgensavchenko360@gmail.com, ORCID: 0009-0005-3295-4268.

Надійшла 08.03.2024