

## Биопрепараты как факторы повышения продуктивности сои

В. В. Тедеева , А. А. Тедеева

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» РСО-Алания, с. Михайловское, РСО-Алания, Россия

 E-mail: [vikkimarik@bk.ru](mailto:vikkimarik@bk.ru)

**Аннотация.** В 2021–2023 гг. в лесостепной зоне РСО-Алания проведены исследования по применению биопрепаратов (регулятор роста «Гиберелон» и микроудобрение «Ультрамаг Комби») на посевах сортов сои – Вилана, Ирбис, Вита. **Цель работы** – совершенствовать технологию возделывания сои, направленную на улучшение показателей продуктивности и качества зерна за счет применения биопрепаратов. **Научная новизна.** Впервые в предгорной зоне республики изучалось влияние биопрепаратов (регулятора роста и микроудобрения) на фотосинтетическую деятельность, величину и качество урожая сои различной скороспелости. **Методы.** Объектом исследований являлись три высокоурожайных сортов сои – Вилана, Ирбис, Вита (селекции ФНЦ ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта). Из биопрепаратов применялись «Гиберелон» (70 г/га) стимулятор роста растений на основе гиббереллиновых кислот; «Ультрамаг Комби» (2 л/га) – концентрированное комплексное микроудобрение для листовых подкормок зерновых культур. Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам полевого опыта. **Результаты.** Установлено, что применение биопрепаратов «Гиберелон» и «Ультрамаг Комби» повышают симбиотическую активность сои, количество фиксированного азота воздуха. За вегетацию наибольшее количество активных клубеньков образовалось на делянках с обработкой растений микроудобрением «Ультрамаг Комби». С применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» также увеличилась масса клубеньков на 18,7–19,9 г по сравнению с контролем. Применяемые биопрепараты стимулировали рост растений, где наибольшая высота отмечена по сортам от 79,1 до 115,1 см. Урожайность посевов сои с применением регулятора роста «Гиберелон» увеличивалась на 0,13–0,25 т/га, с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» – на 0,28–0,47 т/га. Уровень рентабельности в среднем по всем изучаемым сортам опытных вариантов составил 65,25 %, что на 28,75 % выше контрольных вариантов.

**Ключевые слова:** зернобобовые, соя, сорта, регулятор роста, микроудобрение, масса клубеньков, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность

**Для цитирования:** Тедеева В. В., Тедеева А. А. Биопрепараты как факторы повышения продуктивности сои // Аграрный Вестник Урала. 2024. Т. 24, № 07. С. 885–895. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-885-895>.

**Дата поступления статьи:** 18.03.2024, **дата рецензирования:** 26.04.2024, **дата принятия:** 17.05.2024.

## Biological products as factors for increasing soybean productivity

V. V. Tedeeva , A. A. Tedeeva

North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” of North Ossetia – Alania, Mikhaylovskoe village, RNO-Alania, Russia

E-mail: vikkimarik@bk.ru

**Abstract.** In 2021–2023, in the forest-steppe zone of North Ossetia – Alania, research was carried out on the use of biological products (growth regulator “Giberelon” and microfertilizer “Ul’tramag Kombi”) on soybean crops of Vilana, Irbis, Vita varieties. **The purpose** of the work is to improve the technology of soybean cultivation, aimed at improving productivity and grain quality through the use of biological products. **Scientific novelty.** For the first time in the foothill zone of the republic, the influence of biologics (growth regulator and micronutrients) on photosynthetic activity, the size and quality of soybean crops of various ripeness was studied. **Methods.** The object of research was three high-yielding soybean varieties - Vilana, Irbis, Vita (breeding of the Federal Research Center of the V. S. Pustovoi Research Institute of Oilseeds). Among the biological products used were "Gibere-lon" (70 g/ha), a plant growth stimulator based on gibberellic acids; "Ultramag Combi" (2 l/ha) – a concentrated complex micronutrient for leafy top dressing of cereals. Observations and records were carried out according to generally accepted methods of field experience. **Results.** It has been established that the use of biological products “Gibe-relon” and “Ul’tramag Kombi” increases the symbiotic activity of soybeans and the amount of fixed nitrogen in the air. During the growing season, the largest number of active nodules were formed in plots where plants were treated with “Ul’tramag Kombi” microfertilizer. With the use of “Ul’tramag Kombi” microfertilizer, the mass of nodules also increased by 18.7–19.9 g compared to the control. The biological products used stimulated plant growth, where the highest plant height was noted for varieties ranging from 79.1–115.1 cm. The yield of soybean crops using the growth regulator “Giberelon” (with an application rate of 70 g/ha) increased by 0.13–0.25 t/ha, with the use of “Ul’tramag Kombi” microfertilizer (with an application rate of 2 l/ha) – by 0.28–0.47 t/ha. The average level of profitability for all studied varieties of experimental variants was 65.25 %, which is 28.75 % higher than the control variants.

**Keywords:** legumes, soybeans, varieties, growth regulator, microfertilizer, mass of nodules, net photosynthetic productivity, yield

**For citation:** Tedeeva V. V., Tedeeva A. A. Biological products as factors for increasing soybean productivity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (07): 885–895. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-885-895>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 18.03.2024, **date of review:** 26.04.2024, **date of acceptance:** 17.05.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Из сельскохозяйственных культур соя по использованию является самой универсальной. Это объясняется высоким содержанием в ее зерне белков (30–40 %), масла (20–22 %), углеводов (более 20 %), витаминов. Суммарное производство продуктов масличных культур в мире превышает 255 млн т, более половины из них приходится на сою [1; 2].

Соя как бобовая культура обогащает почву азотом. При инокуляции семян ризоторфином при достаточной влажности почвы соя накапливает большое количество азота. После ее уборки на 1 га накапливается 70–80 кг усвояемого азота. Как пропашная культура при хорошем уходе за ней соя

оставляет поле чистым от сорняков и является ценным предшественником многих сельскохозяйственных культур [3; 4].

Посевы сои в России выросли более чем вдвое за последние пять лет и достигли 3,4 млн га. С 2015 года во всех регионах Северного Кавказа тоже наблюдается увеличение площадей посевов сои. Этот фактор также сдерживался отсутствием новых высокопродуктивных скороспелых сортов.

Получение высоких урожаев разных сельскохозяйственных культур невозможно достигать без применения современных средств химизации [5; 6].

На сегодняшний день изучение биопрепаратов (регуляторов роста и микроудобрений) является актуальной задачей сельского хозяйства [7].

Благодаря богатому и разнообразному химическому составу соя широко используется как продовольственная, кормовая и техническая культура. Она имеет большое агротехническое значение [8; 9].

В повышении продуктивности сои немалую роль играет подбор сортов с наиболее полным использованием биоклиматического потенциала местности. Возделывание сои должно быть направлено на более полную реализацию потенциальных возможностей с целью формирования экономически эффективного уровня урожайности и улучшения качественных показателей [10; 11].

Цель исследований заключалась в изучении действия биопрепаратов (регулятора роста и микроудобрения) на особенности продукционного процесса перспективных сортов сои, величину и активность симбиотической системы, фотосинтетический потенциал с учетом экономической эффективности.

Для решения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить динамику формирования симбиотического аппарата, величину и активность симбиотической системы различных сортов сои в зависимости от изучаемых факторов;
- установить влияние изучаемых факторов на фотосинтетическую деятельность перспективных сортов сои (площадь листовой поверхности);
- изучить влияние регулятора роста и микроудобрения на элементы структуры урожая;
- дать экономическую оценку применяемых биопрепаратов.

Научная новизна работы заключалась в том, что впервые в предгорной зоне РСО-Алания рассмотрены вопросы влияния регулятора роста «Гибберелон» и микроудобрения «Ультрамаг Комби» на фотосинтетическую деятельность, величину и качество урожая сои различной зрелости.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Исследования проводились в течение трех лет (2021–2023 гг.) на опытных полях СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН по возделыванию сои [12; 13].

Почвы опытных делянок – выщелоченные черноземы, реакция почвенной среды слабокислая, рН солевой вытяжки – 5,4–6,6, содержание гумуса – 4,5–5,6 %, гидролизуемого азота – 80 мг/кг, доступного фосфора – 117 мг/кг, обменного калия – 12 мг/кг. Сумма осадков за год составляет 667 мм, за период вегетации – 530 мм. Сумма среднесуточных температур за вегетационный период составляет 3100 °С. Климатические и рельефные условия данной зоны подходят для возделывания практически всех сельскохозяйственных культур.

Объектом исследований являлись разные по зрелости перспективные для республики сорта сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК Вилана (среднезрелый), Ирбис (ранний), Вита (средне-

ранний). Способ посева – широкорядный (междурядье – 45 см) с нормой высева 400 тыс. всхожих семян на 1 га. Посев проводили вручную.

Листовые подкормки сегодня являются элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Они позволяют повысить стрессоустойчивость, пополнить баланс, устранить дефицит элементов питания и более полно реализовать генетический потенциал растений. Тенденции последнего десятилетия таковы, что на первое место при проведении некорневых подкормок вышли препараты на основе микроэлементов. Именно они помогают сбалансировать минеральное питание растений в период вегетации, добиться стимулирующего эффекта и получить в результате достойную прибыль [14; 15].

В своих исследованиях из биопрепаратов мы применяли регулятор роста «Гибберелон» и микроудобрение «Ультрамаг Комби».

#### **Гибберелон**

Действующее вещество: гиббереллиновых кислот натриевые соли.

Концентрация: 40 г/кг.

Препаративная форма: водорастворимый порошок.

Назначение: регулятор роста растений.

Преимущества: максимальный эффект после применения достигается в течение 2–3 недель и проявляется пролонгированно; минимальные затраты на применение по сравнению с аналогичными дорогостоящими препаратами на основе гиббереллинов.

Действие: усиливает ростовые и формообразовательные процессы, повышает полевую всхожесть, активизирует ростовые и формообразовательные процессы, ускоряет созревание, повышает урожайность и улучшает качества продукции.

Норма внесения: 30–70 г/га.

Способ обработки посевов сои: опрыскивание в фазу бутонизации – цветения.

Расход рабочей жидкости: 200–400 л/га.

#### **Ультрамаг Комби**

Действующее вещество: NMgS.

Препаративная форма: жидкое.

Назначение: многокомпонентное комплексное удобрение.

Действие: улучшает состояние почвы, повышает плодородие, обеспечивает растения необходимыми питательными веществами, является важным элементом для роста и развития растений.

Норма внесения: 1,0–2,0 л/га.

Способ обработки посевов сои: как листовую подкормку в фазу 1–3 листьев.

Расход рабочей жидкости: 200–300 л/га.

#### **Схема однофакторного опыта:**

1. Контроль (без регулятора роста и микроудобрения).

2. «Гиберелон» – регулятор роста, норма – 70 г/га (опрыскивание в фазу бутонизации – цветения).

3. «Ультрамаг Комби» – микроудобрение, норма – 2 л/га (опрыскивание в фазу 1–3 листьев).

Опыты заложены в трехкратной повторности, варианты опытов рендомизированные, площадь опыта – 248,4 м<sup>2</sup>, учетная – 9 м<sup>2</sup>.

Семена перед посевом были обработаны микробиологическим удобрением «Нитрагин» (ризоторфин) – препаратом азотфиксирующих бактерий фунгицидно-стимулирующего действия.

Предшественник – картофель. Обработка почвы состояла из лущения стерни осенью трактором МТЗ 1221 с прицепным оборудованием БДТ-10 в один след, вспашку проводили на глубину 25–28 см, весной провели предпосевную культивацию зяби трактором МТЗ 82 с навесным культиватором КПС-4,0 на глубину 8–10 см.

В процессе роста и развития растений сои проводили следующие учеты и измерения:

– количество и сырую массу клубеньков, общий и активный симбиотический потенциал (ОСП, АСП) по методу Г. С. Посыпанова;

– методом высечек учитывали площадь листьев. Для этой цели с определенной площади отбирали растения, обрывали листья с них и взвешивали (А. А. Ничипорович);

– площадь листьев определяли ( $S$ , см<sup>2</sup>), зная общую массу листьев, площадь и массу высечек.

$$S = \frac{P \times J \times n}{P_1},$$

где  $J$  – площадь одной высечки, см<sup>2</sup>;

$n$  – число высечек;

$P$  – общая масса листьев, г;

$P_1$  – масса высечек, г.

Зная густоту посева растений и площадь, с которой взяты пробы, рассчитывали площадь листьев с 1 га;

– чистую продуктивность фотосинтеза определяли по формуле:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \times 0,5 \times T},$$

где ЧПФ – количество сухой массы, образованной за учитываемый промежуток времени ( $T$ ) в расчете на 1 м<sup>2</sup> листьев, г/м<sup>2</sup>×сутки;

$B_2 - B_1$  – прибавка сухой массы за учетный период, г;

$(L_1 + L_2) \times 0,5$  – сред. площадь листьев за данный промежуток времени, м<sup>2</sup>;

$T$  – число дней в учетном промежутке времени;

– фотосинтетический потенциал (ФП) посева (м<sup>2</sup>/га×сутки) определяли (Ю. К. Росс, 1965) умножением средней площади листьев ( $S_{cp.}$ ) на продолжительность периода вегетации ( $T$ , дней): ФП =  $S_{cp.} \times T$ ;

888

– определение структуры урожая путем отбора и разработки аналитических снопов;

– учет урожая проводили методом пробных площадок с шести точек делянки с последующим его пересчетом на 100 %-ную чистоту и кондиционную влажность;

– экономическую эффективность производства зерна нута рассчитывали на основании технологических карт и в соответствии с методическими рекомендациями по расчету экономической эффективности сельскохозяйственного производства (Е. И. Ржанова, О. М. Садыкова, Н. И. Соннова).

### Результаты (Results)

Количество и масса клубеньков зависят от особенностей культуры, от сорта и условий выращивания.

Продуктивность зерновых бобовых культур, в том числе сои, тесно связана с работой симбиотического аппарата. В наших опытах был предусмотрен учет количества и массы активных клубеньков (они отличаются розовой и розово-красной окраской, характерной при наличии гемопротейда леггемоглобина) на корнях растений [16].

Максимальное количество клубеньков формировалось в фазу цветения – начала образования бобов у всех изучаемых сортов сои.

Наши исследования показали, что биопрепараты (регулятор роста и микроудобрение) увеличивали количество клубеньков и среднюю массу одного клубенька. На контрольном варианте (без применения биопрепаратов) клубеньки располагались по всей корневой системе, а при обработке биопрепаратами – в основном на главном корне, что говорит об усилении процесса фиксации азота.

Исследованиями установлено, что на варианте с обработкой растений микроудобрением «Ультрамаг Комби» в среднем за вегетацию сформировалось наибольшее количество активных клубеньков: по сортам от 35,3 до 42 шт. на одном растении. С применением регулятора роста «Гиберелон» наблюдалось также увеличение количества сырых клубеньков по сортам Вилана, Ирбис, Вита на 8,4; 11,2; 9,3 шт. соответственно по сравнению с контрольным вариантом (таблица 1).

Как видно из таблицы 1, масса клубеньков при обработке растений сои микроудобрением «Ультрамаг Комби» была больше и составила по сорту Вилана 40,2 г, Ирбис – 42,0 г, Вита – 40,1 г, что на 18,7–19,9 г выше контрольного варианта. Наилучшие показатели по количеству и массе клубеньков наблюдались у изучаемого сорта сои Ирбис. Следовательно, применение биопрепаратов оказывало благоприятное влияние на образование клубеньков.

Основным процессом питания растений является фотосинтез, зависящий как от биологических особенностей самих растений, так и от внешних условий, таких как температура воздуха, влажность почвы, содержание в ней углекислого газа, уровень минерального питания.

Таблица 1  
Количество и масса активных клубеньков на растениях сои  
в зависимости от применения биопрепаратов (в среднем за три года)

Варианты опыта	Сорта	Среднее за вегетацию	
		Количество сырых клубеньков на 1 растении, шт.	Масса клубеньков, г
Контроль	Вилана	20,0	21,0
Гиберелон, 70 г/га		28,4	27,3
Ультрамаг Комби, 2 л/га		35,3	40,2
Контроль	Ирбис	20,8	22,1
Гиберелон, 70 г/га		32,0	30,0
Ультрамаг Комби, 2 л/га		42,0	42,0
Контроль	Вита	21,3	21,4
Гиберелон, 70 г/га		30,6	28,1
Ультрамаг Комби, 2 л/га		38,3	40,1

Table 1  
Number and weight of active nodules on soybean plants depending on the use of biological products  
(average over three years)

Options experience	Varieties	Average for the growing season	
		Number of raw nodules on 1 plant, pcs.	Weight of nodules, g
Control	Vilana	20.0	21.0
Giberelon, 70 g/ha		28.4	27.3
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		35.3	40.2
Control	Irbis	20.8	22.1
Giberelon, 70 g/ha		32.0	30.0
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		42.0	42.0
Control	Vita	21.3	21.4
Giberelon, 70 g/ha		30.6	28.1
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		38.3	40.1

Таблица 2  
Фотосинтетическая деятельность посевов сои (в среднем за три года)

Варианты опыта	Сорта	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП за вегетацию, млн м <sup>2</sup> × дн/га
Контроль	Вилана	76,5	35,2	1,15
Гиберелон, 70 г/га		79,1	35,3	1,26
Ультрамаг Комби, 2 л/га		84,0	38,4	1,38
Контроль	Ирбис	95,5	41,1	1,64
Гиберелон, 70 г/га		96,2	45,5	1,78
Ультрамаг Комби, 2 л/га		101,6	51,2	1,91
Контроль	Вита	97,5	41,2	1,57
Гиберелон, 70 г/га		102,1	44,2	1,69
Ультрамаг Комби, 2 л/га		110,1	48,4	1,81

Table 2  
Photosynthetic activity of soybean crops (average over three years)

Options experience	Varieties	Plant height, cm	Leaf area, thousand m <sup>2</sup> /h	Photosynthetic potential for the growing season, million m <sup>2</sup> × day/ha
Control	Vilana	76.5	35.2	1.15
Giberelon, 70 g/ha		79.1	35.3	1.26
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		84.0	38.4	1.38
Control	Irbis	95.5	41.1	1.64
Giberelon, 70 g/ha		96.2	45.5	1.78
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		101.6	51.2	1.91
Control	Vita	97.5	41.2	1.57
Giberelon, 70 g/ha		102.1	44.2	1.69
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		110.1	48.4	1.81

Таблица 3  
Накопление сухого вещества и ЧПФ в зависимости от изучаемых факторов в условиях лесостепной зоны РСО-Алания

Варианты опыта	Сорта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> сут					Среднесуточный прирост сухого вещества, т/га (фаза ветвления)	Среднесуточный прирост сухого вещества, т/га (налив бобов)	Максимальное накопление сухого вещества, т/га
		ЧПФ <sub>1-2</sub>	ЧПФ <sub>2-3</sub>	ЧПФ <sub>3-4</sub>	ЧПФ <sub>4-5</sub>	Среднее за вегетацию			
Контроль	Вилана	1,81	2,02	1,36	1,53	1,68	0,034	0,081	6,29
Гиберелон, 70 г/га		2,00	2,07	1,40	1,61	1,77	0,032	0,078	5,89
Ультрамаг Комби, 2 л/га		2,07	2,30	1,46	1,60	1,85	0,031	0,077	5,32
Контроль	Ирбис	2,04	2,19	1,46	1,64	1,83	0,031	0,074	4,40
Гиберелон, 70 г/га		2,19	2,32	1,59	1,69	1,95	0,034	0,077	4,65
Ультрамаг Комби, 2 л/га		2,91	3,59	2,13	2,24	2,72	0,036	0,079	4,71
Контроль	Вита	2,04	2,22	1,41	1,54	1,63	0,032	0,081	6,31
Гиберелон, 70 г/га		1,92	2,01	1,34	1,55	1,70	0,034	0,084	6,42
Ультрамаг Комби, 2 л/га		1,74	1,92	1,37	1,50	1,80	0,036	0,089	6,29

Table 3  
Accumulation of dry matter and NPP depending on the studied factors in the conditions of the forest-steppe zone of North Ossetia – Alania

Options experience	Varieties	Net photosynthetic productivity g/m <sup>2</sup> day					Average daily growth dry matter, t/ha (branching phase)	Average daily growth dry matter, t/ha (pouring beans)	Maximum accumulation of dry matter, t/ha
		Net photosynthetic productivity 1-2	Net photosynthetic productivity 2-3	Net photosynthetic productivity 3-4	Net photosynthetic productivity 4-5	Average for the growing season			
Control	Vilana	1.81	2.02	1.36	1.53	1.68	0.034	0.081	6.29
Giberelon, 70 g/ha		2.00	2.07	1.40	1.61	1.77	0.032	0.078	5.89
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		2.07	2.30	1.46	1.60	1.85	0.031	0.077	5.32
Control	Irbis	2.04	2.19	1.46	1.64	1.83	0.031	0.074	4.40
Giberelon, 70 g/ha		2.19	2.32	1.59	1.69	1.95	0.034	0.077	4.65
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		2.91	3.59	2.13	2.24	2.72	0.036	0.079	4.71
Control	Vita	2.04	2.22	1.41	1.54	1.63	0.032	0.081	6.31
Giberelon, 70 g/ha		1.92	2.01	1.34	1.55	1.70	0.034	0.084	6.42
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		1.74	1.92	1.37	1.50	1.80	0.036	0.089	6.29

Площадь фотосинтетического потенциала (ФП) является главной оставляющей продукционного процесса (таблица 2).

Выявлено, что применение биопрепаратов «Гиберелон» и «Ультрамаг Комби» стимулируют рост растений, наибольшая высота растений отмечена по сортам Ирбис и Вита, которая превышала сорт Вилана на 17,1 и 26,1 см соответственно.

Площадь поверхности листа достигала максимальной величины с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» и составила по сортам 38,4;

51,2; 48,4 тыс м<sup>2</sup>/га соответственно, по отношению к контролю разница составила 3,2; 10,1; 7,2 тыс м<sup>2</sup>/га соответственно (таблица 2).

Применяемые биопрепараты «Гиберелон» и «Ультрамаг Комби» не только увеличивали листовую поверхность – изучаемые варианты характеризовались наибольшим фотосинтетическим потенциалом.

Фотосинтетический потенциал при применении изучаемых биопрепаратов по сорту Вилана увеличился от 0,11 до 0,21 млн м<sup>2</sup> × дн/га, по сорту

Ирбис – от 0,14 до 0,27 млн м<sup>2</sup> × дн/га, по сорту Вита – от 0,12 до 0,24 млн м<sup>2</sup> × дн/га по отношению к контрольному варианту.

Внесение биопрепаратов «Гиберелон» и «Ультрамаг Комби» повлияло на показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). На варианте опыта с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» наблюдалась максимальная величина ЧПФ в среднем за вегетацию и составила по сортам Вилана – 1,85, Ирбис – 2,72, Вита – 1,80 г/м<sup>2</sup> сут (таблица 3).

Установлено, что применяемые биопрепараты повышали урожай зеленой массы, сбор сухого вещества и сырого протеина (таблица 4).

Как видно из таблицы 4, наибольший урожай зеленой массы получен у сорта сои Ирбис – 26,4 т/га с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби»

(больше, чем в контроле). С применением регулятора роста «Гиберелон» этот показатель составил 24,1 т/га.

Показатели сбора сухого вещества и сырого протеина также были наибольшими с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» по сорту Вилана – на 0,7 т/га; 0,06 т/га, Ирбис – на 0,8 т/га; 0,05 т/га, Вита – на 0,7 т/га; 0,06 т/га по сравнению с контролем.

Высота прикрепления нижнего боба на изучаемых сортах сои варьировала в пределах от 11,1 до 20,5 см. Вносимые биопрепараты повысили этот показатель от 2,7 до 24,2 % по сравнению с контролем.

Одним из важных элементов урожайности сои является количество бобов и семян на одном растении (таблица 5).

Таблица 4

#### Влияние биопрепаратов на сбор сухого вещества и сырого протеина (в среднем за три года)

Варианты опыта	Сорта	Урожай зеленой массы, т/га			Сбор сухого вещества, т/га			Сбор сырого протеина, т/га
		Всего надземной части	Листьев	Бобов	Всего	Листьев	Бобов	
Контроль	Вилана	15,1	5,2	3,3	4,1	1,3	0,6	0,58
Гиберелон, 70 г/га		16,6	6,1	3,8	4,6	1,7	0,8	0,65
Ультрамаг Комби, 2 л/га		17,8	7,3	3,8	4,8	2,0	0,8	0,64
Контроль	Ирбис	22,5	7,8	5,1	6,2	2,2	1,1	0,86
Гиберелон, 70 г/га		24,1	8,4	5,3	6,5	2,3	1,3	0,90
Ультрамаг Комби, 2 л/га		26,4	9,3	5,2	7,0	2,7	1,2	0,91
Контроль	Вита	18,4	6,5	4,0	5,1	1,8	0,8	0,71
Гиберелон, 70 г/га		20,0	7,0	4,7	5,5	1,9	1,0	0,76
Ультрамаг Комби, 2 л/га		21,2	7,4	4,6	5,8	2,2	1,1	0,77

Table 4  
The influence of biological products on the collection of dry matter and crude protein (average over three years)

Options experience	Varieties	Green mass yield, t/ha			Dry matter collection, t/ha			Crude protein yield, t/ha
		Total above ground parts	Leaves	Beans	Total	Leaves	Beans	
Control	Vilana	15.1	5.2	3.3	4.1	1.3	0.6	0.58
Giberelon, 70 g/ha		16.6	6.1	3.8	4.6	1.7	0.8	0.65
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		17.8	7.3	3.8	4.8	2.0	0.8	0.64
Control	Irbis	22.5	7.8	5.1	6.2	2.2	1.1	0.86
Giberelon, 70 g/ha		24.1	8.4	5.3	6.5	2.3	1.3	0.90
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		26.4	9.3	5.2	7.0	2.7	1.2	0.91
Control	Vita	18.4	6.5	4.0	5.1	1.8	0.8	0.71
Giberelon, 70 g/ha		20.0	7.0	4.7	5.5	1.9	1.0	0.76
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		21.2	7.4	4.6	5.8	2.2	1.1	0.77

Таблица 5

Элементы структуры урожая различных сортов сои (в среднем за три года)

Варианты опыта	Сорта	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество, шт/раст		Масса 1000 семян, г	Урожай, т/га	Прибавка урожая	
			Бобов	Семян			т/га	%
Контроль	Вилана	11,1	23,0	35,2	124,4	1,63	–	–
Гиберелон, 70 г/га		11,4	24,5	38,8	133,1	1,76	0,13	7,9
Ультрамаг Комби, 2 л/га		13,1	26,4	46,0	133,6	1,91	0,28	17,2
НСР <sub>0,5</sub>						0,11		
Контроль	Ирбис	16,5	37,2	101,0	171,1	2,26	–	–
Гиберелон, 70 г/га		17,7	42,4	115,1	179,3	2,51	0,25	11,1
Ультрамаг Комби, 2 л/га		20,5	51,6	124,6	181,0	2,73	0,47	20,8
НСР <sub>0,5</sub>						0,25		
Контроль	Вита	15,2	39,1	91,5	162,7	2,07	–	–
Гиберелон, 70 г/га		17,1	42,7	110,4	164,2	2,24	0,17	8,2
Ультрамаг Комби, 2 л/га		18,0	48,3	122,0	172,6	2,46	0,39	18,8
НСР <sub>0,5</sub>						0,15		

Table 5

Elements of the yield structure of various soybean varieties (average for three years)

Options experience	Varieties	Height of attachment of the lower bean, cm	Quantity, pcs/plant		Weight of 1000 seeds, g	Harvest, t/ha	Yield increase	
			Beans	Seeds			t/ha	%
Control	Vilana	11.1	23.0	35.2	124.4	1.63	-	-
Giberelon, 70 g/ha		11.4	24.5	38.8	133.1	1.76	0.13	7.9
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		13.1	26.4	46.0	133.6	1.91	0.28	17.2
NSR <sub>0,5</sub>						0.11		
Control	Irbis	16.5	37.2	101.0	171.1	2.26	-	-
Giberelon, 70 g/ha		17.7	42.4	115.1	179.3	2.51	0.25	11.1
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		20.5	51.6	124.6	181.0	2.73	0.47	20.8
NSR <sub>0,5</sub>						0.25		
Control	Vita	15.2	39.1	91.5	162.7	2.07	-	-
Giberelon, 70 g/ha		17.1	42.7	110.4	164.2	2.24	0.17	8.2
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		18.0	48.3	122.0	172.6	2.46	0.39	18.8
LSD <sub>0,5</sub>						0,15		

По изучаемым сортам наибольшее количество бобов сформировалось по варианту с применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» на 3,4–14,4 шт/раст по сравнению с контролем.

По показателям массы 1000 семян установлено, что с применением биопрепаратов «Гиберелон» и «Ультрамаг Комби» семена были наиболее крупные. По сорту сои Вилана на варианте с применением «Гиберелона» масса 1000 семян составила 133,1 г; Ирбис – 179,3 г; Вита – 164,2 г, что на 1,5–8,7 г выше контроля. С применением микроудобрения «Ультрамаг Комби» масса 1000 семян составила 133,6; 181,0; 172,6 г, что выше контрольного варианта на 9,2–9,9 г.

Урожайность с применением биопрепаратов сои в среднем колебалась в пределах 1,63–2,73 т/га. Применение микроудобрения «Ультрамаг Комби» оказалось эффективнее, где прибавка урожая составила 17,2–20,8 % по сравнению с контролем,

регулятор роста «Гиберелон» дал прибавку на 7,9–11,1 %.

Как видно из таблицы 6, обработанные биопрепаратами растения разных сортов сои имели более высокий урожай, чем контрольные варианты. Анализируя результаты опыта, надо признать, что микроудобрение «Ультрамаг Комби» в дозе 2 л/га больше повлияло на урожайность сои, чем регулятор роста «Гиберелон» в дозе 70 г/га.

Стоимость затрат на 1 га на всех опытных вариантах выше, чем на контроле. Однако за счет увеличения продуктивности сои затраты окупаются.

Так, в среднем на всех вариантах опыта стоимость затрат повысилась на 0,6–3,0 тыс. руб/га по сорту Ирбис, при этом чистый доход составил 4,4–6,4 тыс. руб., по сорту Вилана – 2,0–2,6 тыс. руб., по сорту Вита – 2,8–4,8 тыс. руб.

Уровень рентабельности с применением биопрепаратов по сортам увеличился: Вилана – на 6,9–11,3 %, Ирбис – 13,7–14,8 %, Вита – 8,5–11,0 %.

## Экономическая эффективность возделывания разных сортов сои в зависимости от применения биопрепаратов

Варианты опыта	Сорта	Урожайность зерна, т/га	Стоимость затрат на 1 га, тыс. руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Стоимость в ценах реализации, тыс. руб.	Себестоимость реализационной продукции, тыс. руб.	Чистый доход с 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Контроль	Вилана	1,63	29,00	17,79	32,60	29,00	3,6	12,4
Гиберелон, 70 г/га		1,76	29,60	16,81	35,20	29,60	5,6	18,9
Ультрамаг Комби, 2 л/га		1,91	32,00	16,75	38,20	32,00	6,2	19,3
Контроль	Ирбис	2,26	29,20	12,92	45,20	29,20	16,0	54,8
Гиберелон, 70 г/га		2,51	29,80	11,87	50,20	29,80	20,4	68,5
Ультрамаг Комби, 2 л/га		2,73	32,20	11,79	54,60	32,20	22,4	69,6
Контроль	Вита	2,07	29,10	14,05	41,40	29,10	12,3	42,3
Гиберелон, 70 г/га		2,24	29,70	13,25	44,80	29,70	15,1	50,8
Ультрамаг Комби, 2 л/га		2,46	32,10	13,04	49,20	32,10	17,1	53,3

Примечание. Реализационная цена 1 т сои – 20 000 руб. Стоимость регулятора роста «Гиберелон» – 233 руб. за 70 г. Стоимость микроудобрения «Ультрамаг Комби» – 342 руб/л.

Table 6

## Economic efficiency of cultivating different soybean varieties depending on the use of biological products

Options experience	Varieties	Grain yield, t/ha	Cost of expenses per 1 ha, thousand rubles	Cost of 1 t, rub.	Cost in selling prices, thousand rubles	Cost of sales products, thousand rubles	Net income from 1 ha, thousand rubles	Profitability level, %
Control	Vilana	1.63	29.00	17.79	32.60	29.00	3.6	12.4
Giberelon, 70 g/ha		1.76	29.60	16.81	35.20	29.60	5.6	18.9
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		1.91	32.00	16.75	38.20	32.00	6.2	19.3
Control	Irbis	2.26	29.20	12.92	45.20	29.20	16.0	54.8
Giberelon, 70 g/ha		2.51	29.80	11.87	50.20	29.80	20.4	68.5
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		2.73	32.20	11.79	54.60	32.20	22.4	69.6
Control	Vita	2.07	29.10	14.05	41.40	29.10	12.3	42.3
Giberelon, 70 g/ha		2.24	29.70	13.25	44.80	29.70	15.1	50.8
Ul'tramag Kombi, 2 l/ha		2.46	32.10	13.04	49.20	32.10	17.1	53.3

Note. Selling price of 1 t soy is 20 000 rubles. The cost of the growth regulator "Giberelon" is 233 rubles / 70 g. The cost of "Ul'tramag Kombi" microfertilizer is 342 rubles/l.

Таким образом, из всех сортов выделился раннеспелый сорт сои Ирбис, а из применяемых биопрепаратов более перспективным является микроудобрение «Ультрамаг Комби». Регулятор роста «Гиберелон» и микроудобрение «Ультрамаг Комби» повышают урожайность на 0,13–0,28 т/га (сорт Вилана), 0,25–0,47 т/га (сорт Ирбис), 0,17–0,39 т/га (сорт Вита).

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применяемые биопрепараты «Ультрамаг Комби» (микроудобрение, с нормой применения 2 л/га), «Гиберелон» (регулятор роста с нормой применения 70 г/га), улучшают работу симбиотического аппарата сои, фотосинтетическую деятельность растений, повышают качество и урожайность.

## Библиографический список

- Абаев А. А., Тедеева А. А., Мамиев Д. М., Лагуева Э. А., Тедеева В. В., Хохоева Н. Т., Тавказов С. А. Вопросы минерального питания сои в предгорьях Северного Кавказа. Владикавказ: Типография ООО НПКП «МАВР», 2021. 146 с.
- Галиченко А. П., Фокина Е. М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // Аграрный вестник Урала. 2022. № 7 (222). С. 16–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-16-25.
- Князев Б. М., Назранов Х. М., Князева Д. Б. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от влажности почвы в степной зоне // Известия Кабардино-Балкарского госу-

дарственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 4 (38). С. 15–20. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20.

4. Мамсиоров Н. И., Чумаченко Ю. А., Оразкулыев М. М. Оптимизация элементов технологии возделывания перспективных сортов сои. Майкоп: Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2022. 94 с.

5. Ханиева И. М., Кудаев Р. Х., Бозиев А. Л., Хамоков Х. А., Шукаев А. А., Тутукова Д. А. Влияние микробиологических удобрений и микроэлементов на фотосинтетическую деятельность и продуктивность сои // Аграрная Россия. 2023. № 1. С. 3–8. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-1-3-8.

6. Исмагилов К. Р. Особенности формирования урожая сои на территории Республики Башкортостан // Аграрный вестник Урала. 2023. № 2 (231). С. 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-2-13.

7. Блиев С. Г., Ханиева И. М., Шогенов Ю. М. Особенности возделывания сои в биологическом земледелии // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2020. Т. 20, № 1. С. 91–95. DOI: 10.47928/1726-9946-2020-20-1-91-95.

8. Резвякова С. В., Еремин Л. П. Повышение урожайности сои на основе защиты от грибных болезней // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 77–83. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77.

9. Степанов А. С., Асеева Т. А., Дубровин К. Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграрный вестник Урала. 2020. № 1 (192). С. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19.

10. Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Есаулко А. Н., Власова О. И., Трубачева Л. В. Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья // Земледелие. 2021. № 3. С. 45–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10310.

11. Толоконников В. В., Медведева Л. Н., Кошкарлова Т. С. Оноприенко Ю. Г. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 68–79. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06.

12. Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Вайцеховская С. С. Реакция скороспелых сортов сои на применение минеральных удобрений и ризоторфина на черноземе обыкновенном // Вестник АПК Ставрополя. 2021. № 2 (42). С. 23–27. DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-42-23-27.

13. Есаулко А. Н., Шабалдас О. Г., Пимонов К. И. Урожайность и качество зерна сои, выращиваемой в почвенно-климатических условиях ставропольской возвышенности // Вестник АПК Ставрополя. 2021. № 4 (44). С. 27–31. DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-27-31.

14. Муслимов Н. Ж., Кабылда А. И., Далабаев А. Б., Атабаева Б. С. Технологическое исследование зерновой микрофлоры при прорастивании зернобобовых и масличных культур в пищевых целях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 103–111. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-12.

15. Вронская Л. В. Влияние доз удобрений на продуктивность и качество зерна ранних сортов сои в условиях орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3 (71). С. 223–231. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22.

16. Tedeeva V. V., Tedeeva A. A., Abaev A. A., Mamiev D. M., Khokhueva N. T., Kelekhshashvili L. M. Symbiotic activity of leguminous crops depending on the variety and growing conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 624. Article number 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012016.

#### Об авторах:

**Виктория Витальевна Тедеева**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» РСО-Алания, с. Михайловское, РСО-Алания, Россия; ORCID 0000-0001-7543-8355, AuthorID 936219. E-mail: vikkimarik@bk.ru

**Альбина Ахурбековна Тедеева**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела адаптивно-ландшафтного земледелия, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» РСО-Алания, с. Михайловское, РСО-Алания, Россия; ORCID 0000-0002-0638-5269, AuthorID 611912. E-mail: tedeeva64@bk.ru

#### References

1. Abaev A. A., Tedeeva A. A., Mamiev D. M., Lagkueva E. A., Tedeeva V. V., Khokhueva N. T., Tavkazhoxov S. A. *Issues of mineral nutrition of soybeans in the foothills of the North Caucasus*. Vladikavkaz: Printing house of ООО НПКР “MAVR”, 2021. 146 p. (In Russ.)

2. Galichenko A. P., Fokina E. M. Meteorological effects in formation of the yield of soybean varieties bred by ARSRI of soybean. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 7 (222): 16–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25. (In Russ.)
3. Knyazev B. M., Nazranov Kh. M., Knyazeva D. B. Symbiotic and photosynthetic activity of soybean plants depending on soil moisture in the steppe zone. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov*. 2022; 4 (38): 15–20. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-4-38-15-20. (In Russ.)
4. Mamsirov N. I., Chumachenko Yu. A., Orazkulyev M. M. *Optimization of elements of cultivation technology of promising soybean varieties*. Maykop: Publishing house “Magarin Oleg Grigor’evich”, 2022. 94 p. (In Russ.)
5. Khanieva I. M., Kudaev R. Kh., Boziev A. L., Khmokov Kh. A., Shukaev A. A., Tutukova D. A. The influence of microbiological fertilizers and microelements on photosynthetic activity and productivity of soybean. *Agrarnaya Rossiya*. 2023; 1: 3–8. DOI: 10.30906/1999-5636-2023-1-3-8. (In Russ.)
6. Ismagilov K. R. Features of the formation of soybean crops on the territory of the Republic of Bashkortostan. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 2 (231): 2–13. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-231-02-2-13. (In Russ.)
7. Bliiev S. G., Khanieva I. M., Shogenov Yu. M. Specific features of soybean cultivation in biological farming. *Reports of Adyge (Circassian) International Academy of Sciences*. 2020; 20 (1): 91–95. DOI: 10.47928/1726-9946-2020-20-1-91-95. (In Russ.)
8. Rezvyakova S. V., Eremin L. P. Increasing soybean yields based on protection against fungal diseases. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021; 3 (90): 77–83. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.77. (In Russ.)
9. Stepanov A. S., Aseeva T. A., Dubrovin K. N. The influence of climatic characteristics and values of NDVI at soybean yield (on the example of the districts of the Primorskiy region). *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 1 (192): 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19. (In Russ.)
10. Shabalda O. G., Pimonov K. I., Esaulko A. N., Vlasova O. I., Trubacheva L. V. Features of soybean cultivation depending on the species diversity of weed vegetation under irrigation under conditions of the steppe zone of the Central Fore-Caucasus. *Zemledelie*. 2021; 3: 45–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10310. (In Russ.)
11. Tolokonnikov V. V., Medvedeva L. N., Koshkarova T. S., Onoprienko Yu. G. Selection of soybean varieties responsible for irrigation with the justification of economic significance for the national economy. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2020; 4 (60): 68–79. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-06. (In Russ.)
12. Shabalda O. G., Pimonov K. I., Vaitsekhovskaya S. S. Reaction of early ripening soybean varieties to the use of mineral fertilizers and rhizotorphin on ordinary chernozem. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2021; 2 (42): 23–27. DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-42-23-27. (In Russ.)
13. Esaulko A. N., Shabalda O. G., Pimonov K. I. Productivity and quality of soybean grain grown in the soil and climatic conditions of the Stavropol Upland. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2021; 4 (44): 27–31. DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-27-31. (In Russ.)
14. Muslimov N. Zh., Kabylda A. I., Dalabaev A. B., Atabaeva B. S. Technological study of grain microflora during the germination of legumes and oilseeds for food purposes. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2022; 3 (67): 103–111. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-12. (In Russ.)
15. Vronskaya L. V. The influence of fertilizer doses on the productivity and grain quality of early soybean varieties under irrigated conditions. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2023; 3 (71): 223–231. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22. (In Russ.)
16. Tedeeva V. V., Tedeeva A. A., Abaev A. A., Mamiev D. M., Khokhoeva N. T., Kelekhsashvili L. M. Symbiotic activity of leguminous crops depending on the variety and growing conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 624: 012016. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012016.

#### Authors' information:

**Viktoriya V. Tedeeva**, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of adaptive landscape agriculture, North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” of North Ossetia – Alania, Mikhaylovskoe village, RNO-Alania, Russia; ORCID 0000-0001-7543-8355, AuthorID 936219.  
E-mail: vikkimarik@bk.ru

**Albina A. Tedeeva**, candidate of biological sciences, senior researcher, department of adaptive landscape agriculture, North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” of North Ossetia – Alania, Mikhaylovskoe village, RNO-Alania, Russia; ORCID 0000-0002-0638-5269, AuthorID 611912. E-mail: tedeeva64@bk.ru