

Значение бактериальных удобрений в формировании урожая зерновых бобовых культур

Л. В. Елисеева[✉], И. П. Елисеев, Н. Н. Михайлова

Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия

[✉]E-mail: ludmilaval@yandex.ru

Аннотация. Одним из направлений современного сельскохозяйственного производства является биологизация земледелия, которое предусматривает более широкое применение биологических препаратов и бактериальных удобрений. Использование бактериальных удобрений восстанавливает плодородие почвы, способствует повышению урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур. **Цель исследования** – установить эффективность применения бактериальных удобрений при выращивании зерновых бобовых культур. **Методы.** Исследования проводили в течение трех лет, наблюдения и учеты проводили по общепринятой методике полевого опыта. **Результаты.** Установлена эффективность применения подкормок бактериальными удобрениями «Азотовит» и «Фосфатовит» при выращивании зерновых бобовых культур (соя, чечевица) на светло-серых лесных почвах. Применение «Фосфатовита» ускоряло созревание сои на 4 дня, чечевицы – на 5 дней, «Азотовит» оказывал влияние на формирование вегетативной массы, увеличив количество листьев и массу растения. Отмечено повышение микробиологической активности почвы при применении подкормок бактериальными удобрениями, максимальное значение получено в вариантах с совместной подкормкой «Азотовитом» и «Фосфатовитом», в опыте с соей в среднем оно составило 72,1 %, в опыте с чечевицей – 81,5 %. Максимальную прибавку урожайности сои обеспечила подкормка «Фосфатовитом» в среднем за три года была получена урожайность 3,97 т/га. Подкормка «Азотовитом» и «Фосфатовитом» оказала наибольшее влияние на чечевицу, в этом варианте урожайность повысилась по сравнению с контролем на 0,59 т/га, или на 32,4 %. Подкормка бактериальными удобрениями способствовала увеличению сырого протеина и сырого жира в зерне сои и чечевицы. **Научная новизна** проведенных исследований заключается в установлении эффективности применения подкормок бактериальными удобрениями при выращивании сои и чечевицы в условиях Чувашской Республики.

Ключевые слова: соя, чечевица, бактериальные удобрения, подкормка, Азотовит, Фосфатовит, структура урожая, урожайность

Для цитирования: Елисеева Л. В., Елисеев И. П., Михайлова Н. Н. Значение бактериальных удобрений в формировании урожая зерновых бобовых культур // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 06. С. 722–731. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-722-731>.

Дата поступления статьи: 09.10.2023, **дата рецензирования:** 18.03.2024, **дата принятия:** 12.04.2024.

The importance of bacterial fertilizers in the formation of the harvest of grain legumes

L. V. Eliseeva[✉], I. P. Eliseev, N. N. Mikhaylova

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

[✉]E-mail: ludmilaval@yandex.ru

Abstract. One of the directions of modern agricultural production is the biologization of agriculture, which provides for a wider use of biological preparations and bacterial fertilizers. The use of bacterial fertilizers restores the fertility of the soil, contributes to increasing the yield and quality of agricultural products. **The purpose** of the study is to establish the effectiveness of the use of bacterial fertilizers in the cultivation of grain legumes. **Methods.** The research was carried out for three years, observations and records were carried out according to the

generally accepted methodology of field experience. **Results.** The effectiveness of the application of top dressing with bacterial fertilizers “Azotovit” and “Fosfatovit” in the cultivation of grain legumes (soybeans, lentils) on light gray forest soils has been established. The use of “Fosfatovit” accelerated the ripening of soybeans for 4 days, lentils for 5 days, “Azotovit” influenced the formation of vegetative mass, increasing the number of leaves and the weight of the plant. An increase in the microbiological activity of the soil was noted when applying top dressing with bacterial fertilizers, the maximum value was obtained in variants with joint top dressing with “Azotovit” and “Fosfatovit”, in the experiment with soy, it averaged 72.1 %, in the experiment with lentils 81.5 %. The maximum increase in soybean yield was provided by fertilizing with “Fosfatovit” for an average of 3.97 t/ha over three years. Fertilizing with “Azotovit” and “Fosfatovit” had the greatest effect on lentils, in this variant the yield increased by 0.59 t/ha, or 32.4 % compared to the control. Top dressing with bacterial fertilizers contributed to an increase in crude protein and crude fat in soy and lentil grains. **The scientific novelty** of the research is to establish the effectiveness of the application of top dressing with bacterial fertilizers in the cultivation of soybeans and lentils in the conditions of the Chuvash Republic.

Keywords: soy, lentils, bacterial fertilizers, top dressing, Azotovit, Fosfatovit, crop structure, yield

For citation: Eliseeva L. V., Eliseev I. P., Mikhaylova N. N. The importance of bacterial fertilizers in the formation of grain legume crops. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (06): 722–731. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-06-722-731>. (In Russ.)

Date of paper submission: 09.10.2023, **date of review:** 18.03.2024, **date of acceptance:** 12.04.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

В условиях интенсификации аграрного производства особое внимание уделяется обеспечению стабильного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из факторов повышения продуктивности растений является обеспечение их элементами питания, однако применение минеральных удобрений не позволяет получать экологически чистую продукцию. Альтернативой химическим удобрениям служат бактериальные и микробиологические препараты. Биологизация земледелия способствует поддержанию плодородия почв и экологической безопасности [1; 2]. Бактериальные препараты, являясь элементом биологического земледелия, в настоящее время все чаще используются при возделывании сельскохозяйственных культур [3–5].

Бобовые культуры являются ценным источником растительного белка, также обладают способностью обогащать почву азотом, что делает эти культуры незаменимыми в структуре посевных площадей. В последние годы увеличиваются посевные площади под данными культурами, однако продуктивность их остается невысокой. Отмечено, что одним из факторов ее увеличения является применение удобрений [6–8]. Бактериальные и микробиологические удобрения способствуют повышению урожайности и качества зерна бобовых культур, усиливают их симбиотическую активность [9–11]. Исследованиями установлена эффективность применения разнообразных микроорганизмов для усиления деятельности азотфиксирующих бактерий [12; 13].

Ряд исследователей указывает на эффективность применения микробиологических удобрений

при выращивании сои и чечевицы для инокуляции семян и в качестве подкормок [14–19].

Таким образом, применение элементов биологизации земледелия, в частности подкормки бактериальными удобрениями, при выращивании зерновых бобовых культур в условиях Чувашской Республики с целью получения качественного урожая зерна требует изучения.

Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследования – изучить влияние бактериальных удобрений на формирование урожайности зерновых бобовых культур.

Задачи исследования:

1) установить влияние бактериальных удобрений на элементы продуктивности зернобобовых культур;

2) определить роль бактериальных удобрений в формировании урожайности и качественных показателей зерна бобовых культур.

Объект исследования – зерновые бобовые культуры: соя северного экотипа сорта СибНИИК 315 и чечевица крупносемянная сорта Веховская, бактериальные удобрения «Азотовит» и «Фосфатовит». Препарат «Азотовит» в своем составе содержит живые клетки и споры бактерий *Azotobacter chroococcum*, а также высокоэффективную почвенную микрофлору, что способствует повышению азотофиксирующих свойств у бобовых культур. «Фосфатовит» состоит из живых клеток и спор бактерий *Bacillus mucilaginosus*, переводящих нерастворимые соединения фосфора и калия в форму, доступную для растений. Оба препарата способствуют подавлению фитопатогенной микрофлоры путем выработки антибиотических веществ, повышению иммунитета растений к болезням. Бакте-

риальные удобрения «Азотовит» и «Фосфатовит» применялись в качестве подкормки.

Варианты опыта включали:

- контроль (без удобрений);
- подкормку «Азотовитом»;
- подкормку «Фосфатовитом»;
- совместную подкормку «Азотовитом» и «Фосфатовитом».

Исследования проводились в УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, расположенном в северной зоне Чувашской Республики, в 2019–2021 гг. на светло-серой лесной почве среднесуглинистого гранулометрического состава. Почвы опытного участка характеризовались низким содержанием гумуса (2,67 %), повышенным P_2O_5 (19,3 мг / 100 г), средним K_2O (17,2 мг / 100 г почвы), pH 5,4.

Площадь учетной делянки составляла 3,6 м², повторность в опыте шестикратная, размещение делянок рандомизированное. Посев бобовых культур проводился в середине второй декады мая ручными сеялками. Культуры высевались рядовым способом (15 см) с нормой высева сои 0,6 млн всхожих семян на 1 га, чечевицы – 2,0 млн всхожих семян/га, глубина посева – 4 см. В фазу бутонизации применяли первую подкормку бактериальными препаратами, через 10 дней – вторую. Расход препаратов следующий: 30 мл препарата на 10 л воды, с нормой расхода 2 л/м². Фенологические наблюдения за растениями, оценку элементов продуктивности проводили по методике Государственного сортоиспытания. Структуру урожая зерновых бобовых культур определяли на 30 растениях каждой повторности, учет урожая проводили сплошным методом. Биологическая активность почвы определялась методом разложения льняного полотна. Качественный анализ семян определяли по методикам: сырой протеин – по ГОСТ 32044.1-2012, сырой жир – по ГОСТ 13496.15-2016, клетчатка – по ГОСТ 31675-2012, азот – по ГОСТ 32044.1-2012, фосфор – по ГОСТ Р 51420-99. Математическая обработка экспериментальных данных осуществлялась по методике Б. А. Доспехова.

Результаты (Results)

Годы исследований отличались по погодным условиям, действие препаратов на культурах также было неодинаковым. 2019 год характеризовался умеренной температурой и избыточной влагообеспеченностью, особенно в конце вегетации. По температурным условиям мало отличался от средних многолетних наблюдений, однако характеризовался обилием осадков в середине вегетации, гидротермический коэффициент составил 1,31. Вегетационный период 2020 года оказался несколько теплее и отличался обилием осадков в середине вегетации, что отразилось на росте и развитии зернобобовых культур. По количеству тепла от средних много-

летних наблюдений отличался июль, когда среднемесячная температуры оказалась выше на 2,2 °С, а август практически не отличался по температуре от средних значений. Избыточное количество осадков наблюдалось в июле. В целом вегетационный период 2020 года незначительно отличался по теплу, но оказался более влажным по сравнению с многолетними наблюдениями, гидротермический коэффициент составил 1,62. Условия данного года стали неблагоприятными для чечевицы, урожайность которой оказалась значительно ниже, чем в остальные годы исследований. Следующий, 2021 год оказался достаточно теплым, во все декады вегетационного периода температуры была выше, чем многолетние данные. В то же время наблюдался дефицит влаги в конце мая – начале июня и в конце июля. Этот год оказался теплее по сравнению не только с многолетними данными, но и с 2020 годом, гидротермический коэффициент составил 0,69. Достаточное количество тепла и запасов влаги в почве оказали благоприятное влияние на рост и развитие зернобобовых культур, что сказалось на урожайности, которая в данном году была выше по сравнению с 2019 и 2020 годами.

Проведенные в течение трех лет исследования, показали эффективность подкормок бактериальными удобрениями «Азотовит» и «Фосфатовит» при выращивании сои и чечевицы на светло-серых лесных почвах Чувашской Республики.

Продуктивность зерновых бобовых культур во многом зависит от погодных условий, которые складываются во второй половине лета, растянутый период вегетации не всегда в условиях республики позволяет приступить к уборке в благоприятных условиях. Следовательно, важно установить, как применение подкормок влияет на рост, развитие и скороспелость сои и чечевицы. Продолжительность вегетации в 2019 году составила у сои 124–128 дней, у чечевицы 118–122 дня с наивысшим значением в контроле, в 2020 году он оказался короче: у сои – 106–110 дней, у чечевицы – 83–90 дней, в 2021 году – 92–100 и 81–85 дней соответственно. Применение подкормки «Фосфатовитом» способствовало ускорению созревания семян бобовых культур в среднем на 4–5 дней по сравнению с контролем и вариантом с подкормкой «Азотовитом». Подкормка «Азотовитом» не оказала влияния на прохождение фаз вегетации, развитие растений в данном варианте происходило одновременно с контрольным вариантом.

Подкормки бактериальными препаратами оказали влияние на биометрические показатели растений сои и чечевицы. В среднем за три года в опытах с соей наиболее высокорослые растения были получены в варианте с подкормкой обоими препаратами (72,4 см), что оказалось выше контроля на 9,4 см, самые низкорослые растения были в варианте с

применением «Фосфатовита». Первый боб сформировался на высоте 10,9–12,6 см. Наибольшее количество листьев на растении наблюдалось в вариантах с подкормкой «Азотовитом»: контроль был превышен на 2,5 шт., масса одного растения увеличилась на 13,6 г.

В опыте с чечевицей более высокорослыми были растения при внесении «Азотовита»: высота растений увеличилась на 4,9–5,6 см по сравнению с контролем, а в варианте с подкормкой «Фосфатовитом» растения были ниже контроля на 2,0 см. По высоте формирования первого нижнего боба различий между вариантами не наблюдалось, первый продуктивный боб образовался на высоте от 20,0 до 22,6 см. Количество листьев в варианте с подкормкой Азотовитом оказалось выше, чем в контроле, в среднем на 1,8 шт., а масса растения – на 8,7 г, однако в 2021 году этот вариант практически не отличался от остальных.

У обеих культур максимальную высоту сформировали растения в 2020 году, так как год оказался более влажным, причем у чечевицы наблюдалось полегание растений к уборке, что оказало влияние на урожайность культуры.

В опытах с соей подкормка бактериальным удобрением «Азотовит» способствовала увеличению количества и массы полученных с каждого растения семян по сравнению с контрольным вариантом на 9,9 и 10,6 % соответственно. Однако крупность семян при этом осталась на уровне контроля. Подкормка бактериальным удобрением «Фосфатовит» увеличила все показатели продуктивности сои по сравнению с контролем. На каждом растении образовалось по 25 шт. продуктивных бобов, что превысило контроль на 14,7 %, семян на одном растении получено 52,5 шт., что больше, чем в контроле, на 26,8 %, а их масса с растения оказалась выше контрольного варианта на 2,1 г. Полученные в данном варианте семена были самыми выполненными в опыте: масса 1000 шт. составила 164,8 г, а различия по данному показателю между контролем и вариантом с «Азотовитом» оказались незначительными. При совместной подкормке бактериальными удобрениями «Азотовит» и «Фосфатовит» показатели продуктивности растений сои оказались на уровне варианта с подкормкой только «Фосфатовитом», превысив все варианты по количеству семян на одном растении. На среднее количество семян, которые образовались в одном бобе, бактериальные удобрения влияния не оказали (таблица 1).

Таблица 1
Влияние подкормок бактериальными препаратами на элементы продуктивности сои (среднее за 2019–2021 гг.)

Биометрические показатели растений	Варианты опыта			
	Контроль	Подкормка «Азотовитом»	Подкормка «Фосфатовитом»	Подкормка «Азотовитом» + «Фосфатовитом»
Количество продуктивных бобов на одном растении, шт.	21,8	22,6	25,0	26,3
Среднее количество семян в одном бобе, шт.	1,9	2,0	2,1	2,1
Количество семян на одном растении, шт.	41,4	45,2	52,5	55,2
Продуктивность растения, г	6,6	7,3	8,7	9,0
Масса 1000 шт. семян, г	159,7	160,4	164,8	162,9

Table 1
The effect of bacterial feedings on soybean productivity elements (average for 2019–2021)

Biometric indicators of plants	Experience options			
	Control	Top dressing with "Azotovit"	Top dressing with "Fosfatovit"	Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"
Number of productive beans per plant, pcs.	21.8	22.6	25.0	26.3
Average number of seeds per bean, pcs.	1.9	2.0	2.1	2.1
Number of seeds per plant, pcs.	41.4	45.2	52.5	55.2
Plant productivity, g	6.6	7.3	8.7	9.0
Weight 1000 pcs. seeds, g	159.7	160.4	164.8	162.9

Таблица 2

Влияние подкормок бактериальными препаратами на элементы продуктивности чечевицы (среднее за 2019–2021 гг.)

Агротехнологии

Биометрические показатели растений	Варианты опыта			
	Контроль	Подкормка «Азотовитом»	Подкормка «Фосфатовитом»	Подкормка «Азотовитом» + «Фосфатовитом»
Количество продуктивных бобов на одном растении, шт.	18,2	19,0	21,8	22,6
Количество семян в одном бобе, шт.	1,2	1,4	1,3	1,3
Количество семян на одном растении, шт.	21,8	26,6	28,3	29,4
Продуктивность растения, г	1,2	1,6	1,7	1,7
Масса 1000 семян, г	56,2	58,6	59,3	58,9

Table 2

The effect of bacterial feedings on lentils productivity elements (average for 2019–2021)

Biometric indicators of plants	Experience options			
	Control	Top dressing with "Azotovit"	Top dressing with "Fosfatovit"	Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"
Number of productive beans per plant, pcs.	18.2	19.0	21.8	22.6
Average number of seeds per bean, pcs.	1.2	1.4	1.3	1.3
Number of seeds per plant, pcs.	21.8	26.6	28.3	29.4
Plant productivity, g	1.2	1.6	1.7	1.7
Weight 1000 pcs. seeds, g	56.2	58.6	59.3	58.9

Применение подкормок бактериальными удобрениями на посевах чечевицы показало, что они способствуют увеличению продуктивности растений. Максимальное значение в опыте по количеству сформировавшихся на каждом растении бобов и семян получено при подкормке «Фосфатовитом» и совместном его использовании с «Азотовитом». Так, с каждого растения данных вариантов в среднем было получено 21,8–22,6 шт. бобов и 28,3–29,4 шт. семян, что превысило контроль и вариант с применением «Азотовита». Продуктивность одного растения в вариантах с подкормками увеличилась по сравнению с контролем на 1,4–1,5 г. Самые выполненные и тяжеловесные семена получены в вариантах, где применялся «Фосфатовит», масса 1000 семян составила 59,3 г, между вариантами с подкормкой «Азотовитом» и совместной его с «Фосфатовитом» различий не наблюдалось, но все варианты с подкормкой превысили контроль на 2,4–3,1 г (таблица 2).

Бактериальные удобрения оказали влияние на количество и массу клубеньков. В вариантах с применением удобрений количество клубеньков на корнях сои увеличилось в варианте с подкормкой «Азотовитом» в среднем на 37,0 %, «Фосфатовитом» – на 20,6 %, при совместном их применении – на 41,4 %. Больше их количество наблюдалось в 2020 году. Масса клубеньков на растении оказалась максимальной в варианте с совместной подкормкой

«Азотовитом» и «Фосфатовитом», где превышение контрольного варианта составило 72,5 %. В опытах с чечевицей в среднем при подкормке «Азотовитом» количество клубеньков на растении увеличилось по сравнению с контролем на 94,0 %, а их масса – на 83,0 %. Подкормка «Фосфатовитом» также способствовала увеличению количества клубеньков на 85,4 %, а их массы – на 63,2 %. Совместная подкормка данными удобрениями оказала максимальный эффект: количество клубеньков увеличилось на 116,1 %, а масса – на 96,5 %.

Было отмечено, что микробиологическая активность почвы при применении подкормки бактериальными удобрениями увеличивается. Наибольший ее показатель получен в вариантах с совместной подкормкой «Азотовитом» и «Фосфатовитом»: в опыте с соей она составила в 2019 году 79,3 %, в 2020 году – 82,6 %, в 2021 году – 54,3 %, в контрольном варианте же микробиологическая активность оказалась на уровне 38,6 %, 40,4 % и 22,8 % соответственно. Аналогичная закономерность наблюдалась и в опыте с чечевицей. Так, показатель микробиологической активности почвы был получен в 2019 году на уровне 86,2 %, в 2020 году – 88,9 %, в 2021 году – 69,3 %, превысив контроль на 38,9 %, 40,3 % и 31,4 % соответственно. Снижение показателя микробиологической активности почвы в 2021 году связано с более низкой обеспеченностью влагой по сравнению с предыдущими годами.

Влияние подкормки их бактериальными удобрениями на урожайность зернобобовых культур

Варианты	Урожайность, т/га			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средняя за три года
Соя				
Контроль	2,36	3,20	3,38	2,98
Подкормка «Азотовитом»	2,34	3,36	4,32	3,34
Подкормка «Фосфатовитом»	3,22	4,20	4,49	3,97
Подкормка «Азотовитом»+«Фосфатовитом»	2,95	3,83	4,65	3,81
НСР ₀₅	0,16	0,13	0,21	
Чечевица				
Контроль	1,86	1,22	2,38	1,82
Подкормка «Азотовитом»	2,27	1,53	2,74	2,18
Подкормка «Фосфатовитом»	2,42	1,70	2,81	2,31
Подкормка «Азотовитом»+«Фосфатовитом»	2,29	1,81	3,13	2,41
НСР ₀₅	0,14	0,19	0,23	

Table 3

The effect of fertilizing them with bacterial fertilizers on the yield of leguminous crops

Experience options	Yield, t/ha			
	2019	2020	2021	Average for three years
Soybean				
Control	2.36	3.20	3.38	2.98
Top dressing with "Azotovit"	2.34	3.36	4.32	3.34
Top dressing with "Fosfatovit"	3.22	4.20	4.49	3.97
Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"	2.95	3.83	4.65	3.81
LSD ₀₅	0.16	0.13	0.21	
Lentils				
Control	1.86	1.22	2.38	1.82
Top dressing with "Azotovit"	2.27	1.53	2.74	2.18
Top dressing with "Fosfatovit"	2.42	1.70	2.81	2.31
Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"	2.29	1.81	3.13	2.41
LSD ₀₅	0.14	0.19	0.23	

Применяемые бактериальные удобрения способствовали увеличению урожайности бобовых культур. Поскольку годы исследований отличались по погодным условиям, то и урожайность по годам заметно отличалась (таблица 3). В опытах с соей более благоприятным оказался 2021 год. Во все годы исследований максимальная прибавка урожайности была получена в варианте с подкормкой «Фосфатовитом», в среднем за три года она составила 3,97 т/га, что превысило контроль на 33,2 %. Подкормка только «Азотовитом» дала наибольшую прибавку в 2021 году и несущественно уступало варианту с подкормкой «Фосфатовитом». Для чечевицы также более благоприятными оказались погодные условия 2021 года. Наибольшую эффективность в среднем за три года показала совместная подкормка «Азотовитом» и «Фосфатовитом»: в этом варианте урожайность повысилась по сравнению с контролем на 0,59 т/га, или на 32,4 %. В 2020 и 2021 годах различий между вариантами, где при-

менялась подкормка только одним бактериальным удобрением, не наблюдалось. Все варианты с применением бактериальных удобрений достоверно превысили контроль (таблица 3).

Подкормка бактериальными удобрениями способствовала увеличению содержания сырого протеина и сырого жира в зерне бобовых культур. Содержание сырого протеина в зерне сои увеличилось на 0,44–0,58 %, а жира – на 0,15–0,3 %, при этом различий между вариантами удобрений практически не наблюдалось. Анализ зерна чечевицы показал, что большему накоплению сырого протеина способствовала подкормка «Азотовитом» как при однокомпонентном внесении (25,81 %), так и совместно с «Фосфатовитом» (26,54 %). На накопление сырого жира большее влияние оказал «Фосфатовит». У обеих культур применение бактериальных удобрений позволило увеличить содержание азота в зерне (таблица 4).

Таблица 4
Качественная характеристика зерна зернобобовых культур при подкормке их бактериальными удобрениями

Варианты	Содержание, %				
	Сырого протеина	Сырого жира	Клетчатки	Азота	Сырой золы
Соя					
Контроль	39,81	14,98	6,20	6,37	5,56
Подкормка «Азотовитом»	40,25	15,23	8,96	6,44	5,50
Подкормка «Фосфатовитом»	40,25	15,13	7,85	6,44	5,38
Подкормка «Азотовитом» + «Фосфатовитом»	40,39	15,28	8,74	6,46	5,43
Чечевица					
Контроль	24,94	0,96	5,56	4,16	3,30
Подкормка «Азотовитом»	25,81	1,04	6,88	5,08	3,50
Подкормка «Фосфатовитом»	25,38	1,12	7,96	4,32	3,22
Подкормка «Азотовитом» + «Фосфатовитом»	26,54	1,16	7,88	4,86	3,19

Table 4
Qualitative characteristics of grains of leguminous crops when feeding them with bacterial fertilizers

Experience options	Content, %				
	Raw protein	Raw fat	Fiber	Nitrogen	Raw ash
Soybean					
Control	39.81	14.98	6.20	6.37	5.56
Top dressing with "Azotovit"	40.25	15.23	8.96	6.44	5.50
Top dressing with "Fosfatovit"	40.25	15.13	7.85	6.44	5.38
Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"	40.39	15.28	8.74	6.46	5.43
Lentils					
Control	24.94	0.96	5.56	4.16	3.30
Top dressing with "Azotovit"	25.81	1.04	6.88	5.08	3.50
Top dressing with "Fosfatovit"	25.38	1.12	7.96	4.32	3.22
Top dressing with "Azotovit" + "Fosfatovit"	26.54	1.16	7.88	4.86	3.19

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенные исследования указывают на положительное влияние бактериальных удобрений на формирование урожая сои и чечевицы. Так, применение «Фосфатовита» и как единственного компонента, и в смеси с «Азотовитом» ускоряло созревание бобовых культур, что имеет практическое значение, так как это позволяет приступить к уборке сои и чечевицы в более ранние сроки, что важно для условий Чувашской Республики.

Бактериальные удобрения, применяемые в качестве корневой подкормки, способствуют увеличению симбиотической деятельности растений бобовых культур.

В опытах с соей установлено, что подкормка «Фосфатовитом» обеспечивает формирование наиболее выполненных семян, а совместная подкормка двумя видами удобрений дает наибольшую прибавку урожайности сои. Также очевидно положитель-

ное влияние подкормок на формирование урожая чечевицы, что в первую очередь проявилось в увеличении количества продуктивных бобов на растениях, формировании более выполненных семян и увеличении продуктивности растений.

Отмечено влияние бактериальных удобрений на качественный состав зерна бобовых культур, подкормки увеличили содержание в зерне сырого протеина, сырого жира и азота в зерне.

Несмотря на эффективность бактериальных удобрений в среднем за годы исследований, следует отметить, что эффективность «Азотовита» зависит от наличия достаточного количества влаги в почве, тогда как положительное влияние «Фосфатовита» наблюдалось во все годы исследований.

Таким образом, в условиях Чувашской Республики наиболее эффективно применение в качестве подкормки «Фосфатовита» и совместное его внесение с «Азотовитом».

Библиографический список

1. Voronkova N. A., Bobrenko I. A., Nevenchannaya N. M., Popova V. I. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region) // IOP Conference Series: Earth and Environmental

Science III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. 2020. Vol. 548, No. 02. Article number 22071. DOI: 10.1088/1755-1315/548/2/022071.

2. Eliseev I. P., Shashkarov L. G., Vasiliev O. A., Eliseeva L. V., Mitrofanov E. L. Optimization of plant nutrition using non-traditional organic fertilizers and zeolite-containing tripoli // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International AgroScience Conference, AgroScience 2019. 2020. Vol. 433. Article number 012017. DOI: 10.1088/1755-1315/433/1/012017.

3. Mikula K., Izydorczyk G., Skrzypczak D., Mironiuk M., Moustakas K., Witek-Krowiak A., Chojnacka K. Controlled release micronutrient fertilizers for precision agriculture: a review // Science of the Total Environment. 2020. Vol. 712. Article number 136365. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.136365.

4. Belik M., Sviridova S., Yurina T. The Effectiveness of Biological Products and Micronutrient Fertilizers use in Row Crops Cultivation // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 273, No. 54. Article number 01002. DOI: 10.1051/e3sconf/202127301002.

5. Kshnikatkina A., Galiullin A., Kshnikatkin S., Alenin P. Legume-rhizobial symbiosis of the pannonian clover variety anik using complex microelements and growth regulators // Scientific Papers. Series B. Horticulture. 2020. Vol. LXIV, No. 1. Pp. 659–664.

6. Ложкин А. Г., Елисеева Л. В., Филиппова С. В. Влияние способов посева и микроудобрений на продуктивность сои // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 38–44. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-38-44.

7. Prokina L. N. Dependence of yield and quality of soybean grain on macro and micro fertilizers against the background of liming aftereffect // Agricultural Science Euro-North-East. 2020. Vol. 21, No. 4. Pp. 417–424. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.4.417-424.

8. Popov V., Serekraev N., Stybaev G. Adaptive technology of environmentally – friendly production of legumes in the dry steppe zones // Journal of Central European Agriculture. 2017. Vol. 18, No. 1. Pp. 73–94. DOI: 10.5513/JCEA01/18.1.1869.

9. Михайлова Н. Н., Елисеева Л. В., Елисеев И. П. Применение подкормки микробиологическими препаратами «Азотовит» и «Фосфатовит» на посевах гороха // Аграрный вестник Урала. 2022. № 2 (217). С. 12–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-12-22.

10. Tiranov A. B., Tiranova L. V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 613, No. 1. Article number 012149. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012149.

11. Елисеева Л. В., Глинский И. Ю., Филиппова С. В. Влияние гуминовых препаратов на продуктивность и качество семян сои // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 3–10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-3-10.

12. Каримова Е. Р., Худайгулов Г. Г. Изучение влияния биопрепарата на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini* на бобовые и злаковые культуры // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6. № 2. С. 52–57. DOI: 10.14529/food180207.

13. Корягин Ю. В., Корягина Н. В., Куликова Е. Г., Галиуллин А. А. Качество получаемой продукции при использовании микробиологических удобрений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Сурский вестник. 2020. № 3 (11). С. 38–43.

14. Koryagin Y., Kulikova E., Koryagina N., Kuznetsov A. Agroecological evaluation of application the microbiological fertilizers in lentil cultivation technology // Scientific Papers. Series A. Agronomy. 2020. Vol. 63, No. 1. Pp. 361–365.

15. Минченко Ж. Н. Эффективность различных микроудобрений при возделывании сои // Аграрный вестник Урала. 2022. № 9 (224). С. 22–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-224-09-22-32.

16. Ногаев В. О., Терехин Н. А., Нестеров И. Н. [и др.] Продуктивность растений чечевицы в зависимости от применения микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» в условиях Пензенской области // Цифровые технологии живых систем в сельском хозяйстве: сборник материалов международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. Т. IV. С. 44–48.

17. Пугач Е. И. Продуктивность чечевицы под действием бактериальных препаратов и минеральных удобрений // Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. Персиановский, 2021. С. 92–95.

18. Сироткина Е. Н. К вопросу микробиологических препаратов и удобрений для чечевицы // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2021. Т. 8, № 1-2. С. 68–70. DOI: 10.24411/2500-0454-2021-10122.

19. Сырмолот О. В., Ластушкина Е. Н., Кочева Н. С. Использование биологических препаратов в посевах сои // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52, № 6. С. 51–58. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-6-6.

Об авторах:

Людмила Валерьевна Елисеева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия; ORCID 0000-0002-2414-5947, AuthorID 318037. E-mail: ludmilaval@yandex.ru

Иван Петрович Елисеев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия; ORCID 0000-0002-0266-5589, AuthorID 607375. E-mail: ipelis21@rambler.ru

Надежда Николаевна Михайлова, аспирант, старший преподаватель кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия; ORCID 0000-0003-3245-3656, AuthorID 1056941. E-mail: cool.gordeeva@list.ru

References

1. Voronkova N. A., Bobrenko I. A., Nevenchannaya N. M., Popova V. I. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. 2020; 548 (02): 22071. DOI: 10.1088/1755-1315/548/2/022071.
2. Eliseev I. P., Shashkarov L. G., Vasiliev O. A., Eliseeva L. V., Mitrofanov E. L. Optimization of plant nutrition using non-traditional organic fertilizers and zeolite-containing tripoli. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International AgroScience Conference, AgroScience 2019*. 2020; 433: 012017. DOI: 10.1088/1755-1315/433/1/012017.
3. Mikula K., Izydorczyk G., Skrzypczak D., Mironiuk M., Moustakas K., Witek-Krowiak A., Chojnacka K. Controlled release micronutrient fertilizers for precision agriculture: a review. *Science of the Total Environment*. 2020; 712: 136365. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.136365.
4. Belik M., Sviridova S., Yurina T. The Effectiveness of Biological Products and Micronutrient Fertilizers use in Row Crops Cultivation. *E3S Web of Conferences*. 2021; 273 (54): 01002. DOI: 10.1051/e3sconf/202127301002.
5. Kshnikatkina A., Galiullin A., Kshnikatkin S., Alenin P. Legume-rhizobial symbiosis of the pannonian clover variety anik using complex microelements and growth regulators. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. 2020; LXIV (1): 659–664.
6. Lozhkin A. G., Eliseeva L. V., Filippova S. V. Influence of seeding methods and micronutrients on the productivity of soybean. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; 1 (49): 38–44. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-38-44. (In Russ.)
7. Prokina L. N. Dependence of yield and quality of soybean grain on macro and micro fertilizers against the background of liming aftereffect. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020; 21 (4): 417–424. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.4.417-424.
8. Popov V., Serepaev N., Stybaev G. Adaptive technology of environmentally – friendly production of legumes in the dry steppe zones. *Journal of Central European Agriculture*. 2017; 18 (1): 73–94. DOI: 10.5513/JCEA01/18.1.1869.
9. Mikhaylova N. N., Eliseeva L. V., Eliseev I. P. Application of fertilizing with microbiological preparations “Azotovit” and “Fosfatovit” on pea crops. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 2: 12–22. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-12-22. (In Russ.)
10. Tiranov A. B., Tiranova L. V. The effect of Azotovit and Phosphatovit on the yield of vetch. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 613 (1): 012149. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012149.
11. Eliseeva L. V., Glinskiy I. Yu., Filippova S. V. Humic preparations impact on soybean seeds productivity and quality. *Vestnik KrasGAU*. 2021; 7: 3–10. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-3-10. (In Russ.)
12. Karimova E. R., Khudaygulov G. G. Study of the effect of the biological product based on Rhizobium lupini nodule bacteria on legumes and cereals. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*. 2018; 6 (2). DOI: 10.14529/food180207. (In Russ.)
13. Koryagin Yu. V., Koryagina N. V., Kulikova E. G., Galiullin A. A. The quality of the products obtained when using microbiological fertilizers in the technology of cultivation of agricultural crops. *Surskiy Vestnik*. 2020; 3 (11): 38–43. (In Russ.)
14. Koryagin Y., Kulikova E., Koryagina N., Kuznetsov A. Agroecological evaluation of application the microbiological fertilizers in lentil cultivation technology. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020; 63 (1): 361–365.
15. Minchenko Zh. N. The effectiveness of various microfertilizers in the cultivation of soybeans. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 9 (224): 22–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-224-09-22-32. (In Russ.)
16. Nogaev V. O., Terekhin N. A., Nesterov I. N., et al. Productivity of lentil plants depending on the use of microbiological fertilizers “Azotovit” and “Fosfatovit” in the Penza region. *Digital technologies of living systems*

in agriculture: collection of materials of the international scientific and practical conference. Penza, 2022. Vol. IV. Pp. 44–48. (In Russ.)

17. Pugach E. I. Productivity of lentils under the action of bacterial preparations and mineral fertilizers. *Modern high-tech technologies are the basis for the modernization of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference*. Persianovskiy, 2021. Pp. 92–95. (In Russ.)

18. Sirotkina E. N. On the issue of microbiological preparations and fertilizers for lentils. *Selection And Variety Breeding of Horticulture*. 2021; 8 (1-2): 68–70. DOI: 10.24411/2500-0454-2021-10122. (In Russ.)

19. Symolot O. V., Lastushkina E. N., Kocheva N. S. The use of biological preparations in soybean crops. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2022; 52 (6): 51–58. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-6-6. (In Russ.)

Authors' information:

Lyudmila V. Eliseeva, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia; ORCID 0000-0002-2414-5947, AuthorID 318037. *E-mail: ludmilaval@yandex.ru*

Ivan P. Eliseev, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia; ORCID 0000-0002-0266-5589, AuthorID 607375. *E-mail: ipelis21@rambler.ru*

Nadezhda N. Mikhaylova, postgraduate, senior lecturer of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia; ORCID 0000-0003-3245-3656, AuthorID. *E-mail: cool.gordeeva@list.ru*