

ГРНТИ 68.05.29

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.2.44](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.2.44)

С.Б. Кененбаев¹, Г.Л. Есенбаева^{1*}, Е.А. Жанбырбаев¹, А.Н. Бектурганов¹
ВЛИЯНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ
И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

*¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
050010, Алматы, проспект Абая 8, Казахстан,*

**e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz*

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по применению биоудобрений и биопрепаратов (биогумус, навоз, «HansePlant», «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин») на показатели плодородия и продуктивности сероземных почв юго-востока Казахстана. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами прослежена тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем на 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение нитратного азота соответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг). Применение биоудобрений и биопрепаратов показало улучшение агро- и водно-физических свойств почвы. Биоудобрения и биопрепараты способствовали увеличению количественного и весового показателя крупных клубеньков, образованных на главном корне, где происходит активная фиксация азота (12,2-19,0 штук или 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков). Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено также в образцах почвы с биоудобрениями и биопрепаратами (от $(9,2 \pm 1,3) \times 10^6$ до $(14,8 \pm 0,7) \times 10^6$). Внесение биоудобрений и биопрепаратов повысило содержание протеина (34,71-34,92 %), и жира (29,50-30,78 %) в растительных образцах сои. По содержанию тяжелых металлов в зерне сои (Zn, Fe, Mn, Ni, Co) на этих вариантах показатели не превышали предельно допустимую концентрацию. В среднем за 2021-2022 годы на вариантах со средствами биологизации получена более высокая урожайность (31,4-39,8 ц/га) урожайности зерна сои. При этом самая высокая урожайность получен при обработке препаратом «HansePlant» – 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и «Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га. Урожайность контрольного варианта – 24,2 ц/га.

Ключевые слова: соя, биоудобрения, биопрепараты, клубеньки, азотофиксация, качественные показатели, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение экологической обстановки, направленное на поддержание естественного плодородия почвы и повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры приобретает все более возрастающую роль [1,2]. Регулирование режима органического вещества почвы, улучшение ее водно-физических, агрохимических и биологических свойств возможно при использовании факторов биологизации и экологизации земледелия.

В настоящее время большинство биологических методов ведения сельскохозяйственного производства осно-

вывается на применении высокоэффективных, экономичных и экологически безопасных биологических удобрений и биопрепаратов [3].

Применение биоудобрений, созданных на основе эффективных штаммов микроорганизмов, позволит существенно снизить дозы вносимых минеральных удобрений и пестицидов. Биологизация, в отличие от химизации, свободна от негативных последствий. Это объясняется в первую очередь тем, что микроорганизмы, выделенные из природы, являются ее продуктом, а поэтому, в силу закона биологической буферности, не могут накапливаться в ней в

избытке и нарушать экологическое равновесие. Современные технологии биологизации сельского хозяйства обеспечивают последовательную замену энергоемких минеральных удобрений и пестицидов биопрепаратами нового поколения, разработанными отечественными и зарубежными исследователями [4-6].

Таким образом, при применении биоудобрений и биопрепаратов активизируется не только жизнедеятельность растений, но и деятельность микроорганизмов почвы, что способствует повышению урожайности культур и улучшению качества продукции.

Внедрение биологических препаратов, обладающих уникальной способностью повышать иммунитет растений, направлено на оптимизацию биологических показателей, которые определяют механизмы саморегуляции почвенных экосистем и часто используются в качестве диагностирующих уровень плодородия почв [7].

Целью наших исследований является изучение влияния биоудобрений и биопрепаратов на показатели плодородия и продуктивности сероземных почв юго-востока Казахстана.

Научной новизной проводимых исследований является использование биоудобрений и биопрепаратов, обеспечивающие оптимизацию питания растений, повышение плодородия почвы и получение экологически чистой продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводились в 2021-2022 гг. в условиях орошения на юго-востоке Казахстана. Климат района исследований характеризуется как резко континентальный. Район относится к предгорной пустынно-степной зоне с абсолютными отметками 550-700 метров над уровнем моря. Почва опытного участка - обыкновенные сероземы. Исходное содержание гумуса 1,34 %, общего азота 0,10-0,13 %.

В опыте проведены нижеследующие агротехнические мероприятия: осенью производили отвальную вспашку на глубину 21-23 см; весной, предпосевную подготовку почвы проводили на глубину от 8 до 10 см (1-2 раза). Посев сои проводился сеялкой точного высева двустрочным (50 x 20 см). Норма высева - 600 тыс. всхожих семян/га. Глубина посева семян - 4-6 см. Общая площадь опытного участка - 0,5 га, площадь делянки - 210 м², повторность 3-х кратная.

Схема опыта включает варианты:

1) контрольный вариант (без применения средств биологизации);

2) биогумус - продукт переработки навоза красным калифорнийским червем, с содержанием N - 288 мг/кг, P - 748 мг/кг, K - 8775 мг/кг (2,0 т/га);

3) навоз - перепревший с содержанием N - 0,52 %, P - 0,225 %, K - 0,635 % (30 т/га);

4) комплекс «HansePlant» - комплексное питание, состоящее из сбалансированного сочетания микроорганизмов, листового, натурального, жидкого, концентрированного азотно-фосфорно-калийных удобрений, включающий: обработку семян перед посевом (SeedSpor C - 2,0 мл/1 кг семян); внесение стартового удобрения при посеве (Smart Start P - 150 кг/га); первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа (HanseBiosulfur - 5,0 л/га); вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев (Prairie Pride A - 3,0 л/га + Prairie Pride B - 7,5 кг/га + Absorb - 1,0 л/га);

5) «БиоЭкоГум» - темно-коричневая жидкая суспензия, получаемая из вермикомпоста, переработанного компостными червями в специальных питомниках различного органического сырья, путем обогащения элементами питания в доступной для растений форме, с содержанием гуминовых кислот - 0,18-0,24 % (на 100 г мг/кг сухого вещества содержатся - 1000 мг общего азота, 1700 мг общего фосфора, 5000 мг общего калия), включающий: обработку

семян перед посевом - 0,25 л/100 кг; первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 5 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 5 л/га;

б) «Тумат» - органическое гуминовое удобрение, вырабатываемая из бурого угля (леонардит и лигнит) и специально подготовленной воды, с содержанием солей гуминовых кислот, фульвокислот, аминокислот, органических солей, органических кислот, природных ауксинов, цитокининов и ряда необходимых макро- и микроэлементов, наночастиц металлов Ag, Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe и т.д. В составе удобрения также имеются хорошо растворяющиеся в воде одновалентные элементы как натрий, калий, аммоний, включающий: обработку семян перед посевом - 30 мл/100 кг; первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 1 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 1 л/га.

7) «Агрофлорин» - ферментный комплексный препарат для повышения урожайности и плодородия почв и экстренной обработки при признаках болезни растений и появления стрессовых факторов, безопасен для животных, пчел и человека, не токсичен, не горюч, не образующий токсичных соединений, включающий: первую листовую подкормку в фазу 2-4 листа - 0,25 л/га; вторую листовую подкормку в фазу 6 листьев - 0,25 л/га.

Активность симбиотического аппарата осуществлялось методом отбора монолита почвы с корнями и надземной биомассой растений с площади 0,1 м². Учет количества и массы клубеньков путем подсчета и взвешивания.

Определение численности азотфиксирующих микроорганизмов на агаризованной питательной среде мето-

дом Коха, путем посева почвенных суспензий из разведений 1:10³, 1:10⁴ и 1:10⁵ на агаризованную среду Эшби. [8].

Агрохимические показатели определяли по ГОСТ 26423-85 (РН, водородный показатель и ЕС, мСм/см), ГОСТ 26213-91 (органическое вещество (%), подвижный фосфор (мг/кг), подвижный калий (мг/кг), ГОСТ 26951-86 (нитратный азот (мг/кг)). А так же, агро- и водно-физические свойства почвы определяли по общепринятым методикам.

В растениях определяли: содержание сырой протеин, сырую клетчатку, сырого жир с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области на ИнфраЛЮМ ФТ-12 по ГОСТ 32040-2012. Содержание тяжелых металлов в зерносеи по ГОСТ 26929.

Учет урожая с каждой делянки с одновременным определением его влажности, перерасчетом к стандартной влажности 14 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение биоудобрений и биопрепаратов (обработка семян, листовые обработки растений в период вегетации) способствовали активизации как жизнедеятельности растений, так и микробиологической деятельности почвенной среды, что в конечном итоге привело к повышению потенциального и эффективного плодородия почвы. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем составила 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение азота в составе нитрата соответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биоудобрения и биопрепаратов на агрохимические показатели почвы

Варианты	Общий гумус, %.	Подвижные формы, мг/кг				рН
		азот (N-NO ₃)	фосфор	калий	сера	
Контроль	1,34	2,8	35,2	240,2	3,4	8,0
Биогумус	1,36	3,2	45,4	255,1	3,6	8,0
Навоз	1,36	3,4	50,5	261,0	3,7	8,1
«HansePlant»	1,38	3,9	51,5	254,6	3,9	8,0
«БиоЭкоГум»	1,37	3,6	51,0	262,4	3,7	8,0
«Тумат»	1,37	3,5	50,3	251,0	3,6	8,0
«Агрофлорин»	1,36	3,5	49,6	260,7	3,5	8,0
НСР ₀₅	0,03	0,1	5,3	11,2	0,1	0,1

По вариантам опыта величина объемной массы в пахотном слое варьировала в пределах 1,13-1,30 г/см³, удельная масса составила 2,54-2,58 г/см³, общая пористость 51,7-54,3 %, а водопрочность почвенных агрегатов в пределах 37,1-38,9 %. Данные по агрофизическим свойствам почвы свидетельствуют об удовлетворительных условиях для возделывания сельскохозяйственных культур. В тоже время применение биоудобрений и биопрепаратов способствовало улучшению агрофизических свойств почвы.

Уникальные функции клубеньковых бактерий в фиксации атмосферного азота приобретают особое значение, в связи с усилением антропогенного воздействия на агросистемы и возможностью использования биологических механизмов питания растения [9]. Из литературных источников известно, что формирование клубеньков начинается в фазу 2-4 настоящих листьев, пик образования клубеньков приходится на фазу цветения. Фаза наиболее активной азотфиксации растений – фаза плодообразования [10-12].

По результатам наших исследований на одном растении контрольного варианта образовалось 36,3 клубеньков, из них 9,6 штук на главном корне и 26,7 штук на боковых. Т.е., из всех образовавшихся клубеньков 26,5 % находились на

главном корне и 73,5 % на боковых. На вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами их количество было в пределах 35,5-44,9 штук. Значительное превышение отмечено в вариантах с биогумусом и «БиоЭкоГум». Преимущество вариантов с биоудобрениями и биопрепаратами проявлено в количестве образовавшихся клубеньков на главном корне (таблица 2).

Результаты исследований показали, что на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами на главном корне было образовано 12,2-19,0 штук клубеньков, что составила 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков. Максимальное значение было на вариантах с комплексом «HansePlant» – 41,5 %, с биопрепаратами «БиоЭкоГум» – 43,2 %, «Тумат» – 46,2 % и «Агрофлорин» – 49,7 %. Т.е., биоудобрения и биопрепаратов стимулировали образование клубеньков на главном корне.

Из литературных источников известно, что фиксация азота более интенсивна в крупных клубеньках расположенных на главном корне и около него. Мелкие клубеньки, рассредоточенные по корневой системе, как правило, фиксируют мало азота или совсем не фиксируют его, паразитируя на растении. Иногда они даже снижают урожай [10-13].

Таблица 2 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на количество клубеньков образовавшихся на 1 растений

Варианты	Количество клубеньков, шт./1 растение			Доля образовавшихся клубеньков, %	
	всего	из них:		на главном корне	на боковых корнях
		на главном корне	на боковых корнях		
Контроль	36,3	9,6	26,7	26,5	73,5
Биогумус	44,9	17,9	27,0	39,9	60,1
Навоз	36,4	12,2	24,2	33,5	66,5
«HansePlant»	35,5	14,7	20,8	41,5	58,5
«БиоЭкоГум»	44,0	19,0	25,0	43,2	56,8
«Тумат»	37,0	17,1	19,9	46,2	53,8
«Агрофлорин»	38,2	19,0	19,2	49,7	50,3
НСР ₀₅		1,8	1,5		

По показателю «масса клубеньков (г) на 1 растение», преимущество также было на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на массу клубеньков полученного с одного растения

Варианты	Масса клубеньков, г/1 растение			Масса клубеньков, %	
	всего	из них:		с главного корня	с боковых корней
		с главного корня	с боковых корней		
Контроль	1,38	0,51	0,87	36,7	63,3
Биогумус	2,18	1,23	0,95	56,4	43,6
Навоз	1,38	0,63	0,75	45,7	54,3
«HansePlant»	1,82	1,00	0,82	54,9	45,1
«БиоЭкоГум»	2,22	1,35	0,87	60,8	39,2
«Тумат»	1,90	1,20	0,70	63,2	36,8
«Агрофлорин»	1,88	1,25	0,63	66,5	33,5
НСР ₀₅		0,1	0,1		

Из таблицы 3 видно, что вес клубеньков, полученных с контрольного варианта, составлял 1,38 г на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами от 1,38 до 2,22 г. Максимальный показатель, 2,22 и 2,18 г клубеньков с одного корня, соответственно на вариантах с «БиоЭкоГум» и с биогумусом.

Анализ данных по массе клубеньков полученных с главного и боковых корней показал преимущество вариантов с биоудобрениями и биопрепаратами. Так, если масса клубеньков с главно-

го корня на контрольном варианте составил 0,51 г или 36,7 % от всей массы клубеньков, то на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами был значительно выше (0,63-1,35 г или 42,9-68,4 %). Максимальный показатель на вариантах с «Тумат» (1,20 г или 63,2 %) и «Агрофлорин» (1,25 г или 66,5 %). Из чего следует, что на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами, основная масса клубеньков была сосредоточена на главном корне.

Расчетный показатель массы одного клубенька по вариантам опыта, для выделения крупных клубеньков, обладающих высокой азотфиксирующей активностью представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на массу клубеньков, мг

Варианты	Масса клубенька, мг		
	среднее	с главного корня	с боковых корней
Контроль	38,0	53,1	32,6
Биогумус	48,4	68,4	35,1
Навоз	41,2	55,9	33,8
«HansePlant»	54,4	71,4	42,1
«БиоЭкоГум»	50,6	71,2	35,0
«Тумат»	51,4	70,4	35,2
«Агрофлорин»	49,2	65,8	32,7
НСР ₀₅		4,2	2,3

Из таблицы видно, что средняя масса одного клубенька контрольного варианта составил 38,0 мг. Средняя масса одного клубенька полученного на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами была намного выше (41,2-54,4 г). Масса клубенька расположенного на главном корне была также высок на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами (55,9-71,4 мг). Вес клубеньков с боковых корней контрольного варианта составил – 32,6 мг, на уровне 32,7-42,1 мг на вариантах с биоудобрениями и с биопрепаратами. Из вышесказанного следует, что биоудобрения и биопрепараты оказали положительное влияние на размер клубеньков, тем самым увеличили вероятность биологической фиксации молекулярного азота атмосферы.

Азотфиксирующие микроорганизмы способствуют активной фиксации молекулярного азота атмосферы и имеют большое значение в круговороте азота в природе [14]. По результатам наших исследований, численность азотфиксирующих микроорганизмов во всех исследуемых почвенных образцах была приблизительно одинаковой и составляла 10^6 КОЕ на г почвы, то есть во всех почвенных образцах насчитывались

миллионы клеток азотфиксирующих микроорганизмов. Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено в образце почвы с комплексом «HansePlant» $((14,8 \pm 0,7) \times 10^6)$ и последствием биогумуса $((14,2 \pm 1,4) \times 10^6)$, наименьшее – на контроле $((7,5 \pm 1,4) \times 10^6)$. Незначительное повышение по сравнению с контрольным вариантом была на варианте с последствием навоза $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$ (таблица 5).

Из таблицы 5 видно, что биоудобрения и биопрепараты явились протекторами выделенных почвенных микроорганизмов, оказали стимулирующее действие и способствовали наращиванию их биомассы. По видимому, насыщение почвы и бактериализация семян микроорганизмами, интродукция их в почву интенсифицировали процесс круговорота азота в ней и был проявлен в высоком количестве этой группы микроорганизмов. Низкая же микробная обсемененность почвы контрольного варианта, вероятно, обусловлена низким содержанием в ней органического вещества и питательных элементов. На низкий показатель общей численности почвенных микроорганизмов на пашне, а также при применении навоза было указано в литературных источниках

[15-17], которая получила подтверждение в наших опытах. И на варианте с последствием навоза, по сравнению с другими биоудобрениями и биопрепаратами, получен относительно низкий показатель численности азотфиксирую-

щих микроорганизмов в почвенных образцах $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$, которое, по-видимому, связано с тем, что разложение навоза приводило к снижению численности аммонифицирующих бактерий участвующих в иммобилизации азота.

Таблица 5 - Влияние биоудобрения и биопрепаратов на численность азотфиксирующих микроорганизмов в почвах (абсолютно сухая)

Варианты	Азотфиксирующие микроорганизмы, КОЕ/г почвы
Контроль	$(7,5 \pm 1,4) \times 10^6$
Биогумус	$(14,2 \pm 1,4) \times 10^6$
Навоз	$(9,2 \pm 1,3) \times 10^6$
«HansePlant»	$(14,8 \pm 0,7) \times 10^6$
«БиоЭкоГум»	$(11,4 \pm 0,1) \times 10^6$
«Тумат»	$(11,9 \pm 1,7) \times 10^6$
«Агрофлорин»	$(10,7 \pm 1,8) \times 10^6$
НСР ₀₅	2,1
Примечание: КОЕ – колониобразующие единицы в 1 г почвы $\times 10^6$	

Основными показателями качества семян сои является белок и жир. Содержание белка в урожае сои имеет как теоретический интерес – изучение обмена азотсодержащих веществ, так и практический – повышение пищевой ценности и технологического качества семян в зависимости от применяемых препаратов. По результатам наших исследований, содержание протеина на контрольном варианте составляла 34,06 %. Наибольшее содержание протеина в семенах сои было на вариантах с биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (34,71-34,92 %), несколько ниже на вариантах с последствием навоза, биогумуса и комплексом «Hanse-Plant» (34,30-34,34 %). Содержание жира в семенах сои контрольного варианта было на уровне 29,12 %, на вариантах со средствами биологизации было нес-

колько выше и колебалось в пределах 29,50-30,78 %. При этом его минимальное количество было на варианте с комплексом «Hanse-Plant» (29,50 %), максимальное на вариантах с биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (30,16-32,20 %).

Результаты содержания тяжелых металлов в растительных образцах сои представлены в таблице 6.

Как видно из таблицы 6, в зерне сои содержалось 33,35 - 38,89 мг/кг (Zn), 42,8-51,5 мг/кг (Fe), 11,4-18,4 мг/кг (Mn), 0,38-0,70 мг/кг (Ni) и 0,34-0,77 мг/кг (Co). Содержание тяжелых металлов в зерне сои на всех вариантах не превышало предельно допустимую концентрацию [18], следовательно, на изучаемых нами опытах получена экологически чистая растениеводческая продукция.

Таблица 6 – Влияние биоудобрения и биопрепаратов на содержания тяжелых металлов в семенах сои

Сорт	Содержание тяжелых металлов, мг/кг				
	Цинк (Zn)	Железо (Fe)	Марганец (Mn)	Никель (Ni)	Кобальт (Co)
Контроль	38,89	51,5	18,4	0,70	0,77
Биогумус	34,82	47,6	11,5	0,47	0,48
Навоз	36,29	45,7	14,7	0,38	0,34
«HansePlant»	37,72	47,3	13,5	0,64	0,74
«БиоЭкоГум»	33,54	42,8	11,4	0,43	0,46
«Тумат»	33,35	48,2	12,3	0,62	0,68
НСР ₀₅	2,42	4,1	3,3	0,21	0,26
ПДК	50,00				

Положительное влияние биоудобрения и биопрепаратов позволило обеспечить урожайность сои в среднем за 2021-2022 годы на уровне 31,4-39,8 ц/га. При этом самая высокая урожайность получена при обработке препаратом «HansePlant» – 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и

«Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га, урожайность контрольного варианта 24,2 ц/га. Двукратная листовая обработка с «Агрофлорин» в 2022 году обеспечила урожайность на уровне 43,1 ц/га (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние применения средств биологизации на урожайность сои, ц/га

Варианты	Урожайность ц/га			Прибавка урожая (в среднем за 2 года)	
	2021	2022	среднее	ц/га	%
Контроль	14,2	34,3	24,2	-	-
Биогумус	20,6	42,1	31,4	7,2	29,8
Навоз	19,4	43,4	31,4	7,2	29,8
«Hans Plant»	30,0	49,6	39,8	15,6	64,5
«БиоЭкоГум»	30,0	47,1	38,6	14,4	59,5
«Тумат»	24,2	46,2	35,2	11,0	45,4
«Агрофлорин»	-	43,1			
НСР ₀₅	2,1	2,4			

Таким образом, применение средств биологизации в среднем за два года обеспечило 7,2-15,6 ц/га прибавки урожая сои или в процентном отношении 29,8-64,5 % по сравнению с контролем.

ВЫВОДЫ

1. На вариантах, где применялись биоудобрения и биопрепараты тенденция повышения общего гумуса по сравнению с контролем составила 0,02-0,04 %, при исходном содержании гумуса 1,34 %. Повышение азота в составе нитрата со-

ответственно (0,4-1,1 мг/кг), подвижных элементов фосфора (10,2-16,3 мг/кг), калия (14,4-22,2 мг/кг) и серы (0,1-0,5 мг/кг).

2. Биоудобрения и биопрепараты способствовали увеличению количественного показателя крупных клубеньков, образованных на главном корне, от 12,2 до 19,0 штук, что составила 33,5-49,7 % всех образовавшихся клубеньков, при их значении на контрольном варианте 9,6 штук или 26,5 %.

3. Вес клубеньков полученных на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами составил 1,38 - 2,22 г, который превышал контрольный вариант на 0,5-0,84 г. На 0,12-0,84 г превышал контрольный вариант по весу клубеньков полученных с главного корня.

4. Применение биоорганических удобрений и биопрепаратов воздействуя на многообразие почвенных микроорганизмов, способствовало увеличению симбиотической азотфиксации. Наибольшее количество азотфиксаторов было отмечено в образце почвы с комплексом «HansePlant» $((14,8 \pm 0,7) \times 10^6)$ и последствие биогумуса $((14,2 \pm 1,4) \times 10^6)$, наименьшее – на контроле $((7,5 \pm 1,4) \times 10^6)$. Незначительное повышение по сравнению с контрольным вариантом была на варианте с последствием навоза $((9,2 \pm 1,3) \times 10^6)$.

5. Внесение биоудобрений и биопрепаратов повысило содержание протеина, жира в растительных образцах сои. Наибольшее содержание протеина в семенах сои было на вариантах с

биопрепаратами «БиоЭкоГум», «Тумат» и «Агрофлорин» (34,71-34,92 %), увеличение содержания жира было также на этих вариантах - 29,50-30,78 %. Содержание тяжелых металлов в зерне сои составило: (33,35 - 38,89 мг/кг - Zn, 42,8-51,5 мг/кг -Fe, 11,4-18,4 мг/кг - Mn, 0,38-0,70 мг/кг - Ni и 0,34-0,77 мг/кг - Co). На всех вариантах эти показатели не превышали предельно допустимую концентрацию, следовательно, получена экологический чистая растениеводческая продукция.

6. В среднем за годы исследований максимальное значение урожайности семян сои - 31,4-39,8 ц/га, получено на вариантах с биоудобрениями и биопрепаратами. При этом самая высокая урожайность получена при обработке препаратом «HansePlant» - 39,8 ц/га, несколько ниже 35,2-38,6 ц/га («БиоЭкоГум» и «Тумат»). На вариантах с последствием биогумуса и навоза соответственно получено 31,4 ц/га урожая семян. Урожайность контрольного варианта 24,2 ц/га.

Статья подготовлена в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы по научно-технической программе «Выработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию сельскохозяйственных культур с учётом специфики регионов, цифровизации и экспорта» (ИРН – BR10764907).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Волобуева, О.Г. Использование биопрепаратов и регуляторов роста в повышении эффективности бобово-ризобиального симбиоза /О.Г. Волобуева// Доклады ТСХА. - М.: МСХА, 2010. - Вып. 282. - Ч. 1. - С. 707-710.

2 Мотина Т.Ю., Дягтерева И.А., Давлетшина А.Я., Яппаров И.А., Алиев Ш.А., Бабынин Э.В. Биоудобрения комплексного действия на основе консорциума микроорганизмов и наноструктурных агроминералов для получения экологически безопасной продукции растениеводства// Вестник технологического университета. - 2017. - Т. 20, № 12. - С. 122-126.

3 Давлетшин Ф.М., Сафин Х.М., Аюпов Д.С. Использование биопрепарата фитоспорин при возделывании яровой пшеницы в южной лесостепи Республики Башкортостан// Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 10. - С.12-14.

4 Боев, Ю.Г. Контроль качества и безопасности продуктов питания – одна из задач ветеринарно-санитарной службы ВС РФ// Проблемы экотоксикологического, радиационного и эпизоотологического мониторинга: Всерос. науч.-практ. конф. - Казань, 2005. - С. 22-29.

5 Суханова И.М., Газизов Р.Р., Биккинина Л.М.-Х. Влияние биогумуса на агрофизические свойства серых лесных почв// Почва – национальное богатство. пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния: Всероссийская научно-практическая конференция. – 2015. – С. 142-148.

6 Дегтярева И.А., Ежкова А.М., Яппаров А.Х., Яппаров И.А., Ежков В.О., Бабынин Э.В., Давлетшина А.Я., Мотина Т.Ю., Яппаров Д.А. Получение нано-размерного бентонита и изучение его влияния на мутагенез у бактерий *Salmonella typhimurium*// Российские нанотехнологии. – 2016. – Т. 11, №9-10. – С. 104-110.

7 Волобуева О.Г. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на бобоворизобиальный симбиоз// Тезисы Международной конференции «Современные аспекты сельскохозяйственной микробиологии». – М.: МСХА, 2016. – С. 33-34.

8 Нетрусов А.Н. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студентов вузов/ под ред. А.Н.Нетрусова. - М.: Academia, 2005. – 608 с.

9 Волобуева О.Г. Эффективность бобово-ризобиального симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста: дис.док.с.-х.: 03.01.05. – Москва, 2021. - 348 с.

10 Артемьев Е.Г., Еремин Д.И. Роль азотфиксации в формировании гороха в условиях северной лесостепи Тюменской области// Вестник КрасГАУ. - 2009. - №3. - С. 60-66.

11 Наумкина Т.С. Селекция гороха (*Pisum sativum* L.) на повышение эффективности симбиотической азотфиксации : автореф.док.с.-х.наук: 06.01.05. – Орел, 2007. – 45 с.

12 Кадермас И.Г. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений и их вклад в повышение продуктивности агроценозов гороха посевного (*Pisum sativum* L.):дис.канд.биол.наук: 03.02.08. - Омск, 2014. - 147 с.

13 Берестецкий А.О., Хотянович А.В. Использование микроорганизмов для улучшения фос-форного питания растений в Индии// Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. – № 11. – С. 9-10.

14 Хворова Л.А., Топаж А.Г., Абраимова А.В., Неупокоева К.Г. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Ч.2. Анализ подходов к математическому моделированию процесса// Известия Алтайского государственного университета. - 2015. - Т. 1 (1). - С. 192-196.

15 Бадамзая М., Дорж Б. Влияние бобовых на некоторые виды почвенных микроорганизмов и их численность// Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии и Болгарии: сб.науч.докл.XVIII междунар.науч.-практ.конф. – Новосибирск, 2015. – С. 41-43.

16 Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А. Влияние длительного применения минеральных удобрений, различных доз бесподстилочного навоза на биологические свойства дерново-подзолистой почвы// Московский экономический журнал. - 2018. - №2. – С. 23-35.

17 Влияние навоза на микробиологические процессы в почве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://myzooplanet.ru/agrohimiya-agropochvovedenie-knigi/vliyanie-navoza-mikrobiologicheskie-protsessyi-13946.html>, свободный.

18 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах// Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противозидемическим вопросам. Под общей редакцией В.М.Подольского. М.: МП «Папор». – Т. V. – С. 355-356.

REFERENCES

- 1 Volobueva, O.G. Ispol'zovanie biopreparatov i regulyatorov rosta v povyshenii ehffektivnosti bobovo-rizobial'nogo simbioza /O.G.Volobueva// Doklady TSKHA. - M.: MSKHA,2010. - Vyp. 282. - CH. 1. - S. 707-710.
- 2 Motina T.YU., Dyagtereva I.A., Davletshina A.YA., YApparov I.A., Aliev SH.A., Babynin EH.V. Bioudobreniya kompleksnogo dejstviya na osnove konsortsiума mikroorganizmov i nanostrukturnykh agromineralov dlya polucheniya ehkologicheski bezopasnoj produktsii rastenievodstva// Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. - 2017. - T. 20, № 12. - S. 122-126.
- 3 Davletshin F.M., Safin KH.M., Ayupov D.S. Ispol'zovanie biopreparata fitosporin pri vzdelyvanii yarovoj pshenitsy v yuzhnoj lesostepi Respubliki Bashkortostan// Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2010. - № 10. - S. 12-14.
- 4 Boev, YU.G. Kontrol' kachestva i bezopasnosti produktov pitaniya - odna iz zadach veterinarno-sanitarnoj sluzhby VS RF// Problemy ehkotsikologicheskogo, radiatsionnogo i ehpizootologicheskogo monitoringa: Vseros. nauch.-prakt. konf. - Kazan, 2005. - S. 22-29.
- 5 Sukhanova I.M., Gazizov R.R., Bikkinina L.M.-KH. Vliyanie biogumusa na agrofizicheskie svoystva serykh lesnykh pochv// Pochva - natsional'noe bogatstvo. puti povysheniya ee plodorodiya i uluchsheniya ehkologicheskogo sostoyaniya: Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. - 2015. - S. 142-148.
- 6 Degtyareva I.A., Ezhkova A.M., YApparov A.KH., YApparov I.A., Ezhkov V.O., Babynin EH.V., Davletshina A.YA., Motina T.YU., YApparov D.A. Poluchenie nanorazmernogo bentonita i izuchenie ego vliyaniya na mutagenez u bakterij Salmonella typhimurium// Rossijskie nanotekhnologii. - 2016. - T. 11, № 9-10. - S. 104-110.
- 7 Volobueva O.G. Vliyanie regulyatorov rosta i biopreparatov na bobovorizobial'nyj simbioz// Tezisy Mezhdunarodnoj konferentsii «Sovremennyye aspekty sel'skokhozyajstvennoj mikrobiologii». - M.: MSKHA, 2016. - S. 33-34.
- 8 Netrusov A.N. Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya studentov vuzov/ pod.red. A.N.Netrusova. - M.: Academia, 2005. - 608 s.
- 9 Volobueva O.G. Effektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza pri ispol'zovanii biopreparatov i regulyatorov rosta: dis.dok.s.-kh.: 03.01.05. - Moskva, 2021. - 348 s.
- 10 Artem'ev E.G., Eremin D.I. Rol' azotfiksatsii v formirovanii gorokha v usloviyakh severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti// Vestnik KrasGAU. - 2009. - №3. -S. 60-66.
- 11 Naumkina T.S. Seleksiya gorokha (Pisum sativum L.) na povyshenie effektivnosti simbioticheskoy azotfiksatsii : avtoref.dok.s.-kh.nauk: 06.01.05. - Orel, 2007. -45s.
12. Kadermas I.G. Formirovanie fotosinteticheskogo i simbioticheskogo apparatov rastenij i ikh vklad v povyshenie produktivnosti agrotsenozov gorokha posevno (Pisum sativum L.): dis.kand.biol.nauk: 03.02.08. - Omsk, 2014. -147 s.
- 13 Berestetskij A.O., KHotyanovich A.V. Ispol'zovanie mikroorganizmov dlya uluchsheniya fos-fornogo pitaniya rastenij v Indii// Sel'skoe khozyajstvo za rubezhom. - 1984. - № 11. - S.9-10.
- 14 KHvorova L.A., Topazh A.G., Abraimova A.V., Neupokoeva K.G. Podkhody k opisaniyu simbioticheskoy azotfiksatsii. CH.2. Analiz podkhodov k matematicheskomu modelirovaniyu protsessa// Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta.- 2015. - T1(1). - S.192-196.
- 15 Badamzayaa M., Dorzh B. Vliyanie bobovykh na nekotorye vidy pochvennykh mikroorganizmov i ikh chislennost// Agrarnaya nauka - sel'skokhozyajstvennomu pro-

izvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii i Bolgari: sb.nauch.dokl.XVIII mezhdunar.nauch.-prakt.konf. – Novosibirsk, 2015. – S. 41-43.

16 Tarasov S.I., Kravchenko M.E., Buzhina T.A. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya mineral'nykh udobrenij, razlichnykh doz bespodstilochnogo navoza na biologicheskie svoystva dernovo-podzolistoj pochvy// Moskovskij ehkonomicheskij zhurnal. - 2018. - №2. – S. 23-35.

17 Vliyanie navoza na mikrobiologicheskie protsessy v pochve [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://myzooplanet.ru/agrohimiya-agropochvovedenie-knigi/vliyanie-navoza-mikrobiologicheskie-protsessyi-13946.html>, svobodnyj.

18 Predel'no dopustimye kontsentratsii tyazhelykh metallov i mysh'yaka v prodovol'stvennom syr'e i pishhevnykh produktakh// Sbornik vazhnejshikh ofitsial'nykh materialov po sanitarnym i protivoehpidemicheskim voprosam. Pod obshhej redaktsiej V.M.Podol'skogo. M.: MP «Papor». – T.V. – S. 355-356.

ТҮЙІН

С.Б. Кененбаев¹, Г.Л. Есенбаева^{1*}, Е.А. Жанбырбаев¹, А. Н. Бектурганов¹
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ СҰР ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚҰНАРЛЫҒЫ
МЕН ӨНІМДІЛІК КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАР МЕН
БИОПРЕПАРАТТАРДЫҢ ӘСЕРІ

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, 050010, Алматы қ., Абай д, 8,
Қазақстан, *e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

Мақалада, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы сұр топырақтардың құнарлылығы мен өнімділігі көрсеткіштеріне биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды (биогумус, көң, «HansePlant», «БиоЭкоГум», «Тумат» және «Агрофлорин») қолдану жөніндегі зерттеу нәтижелері келтірілген. Биологиялық тыңайтқыштар мен биологиялық өнімдердің нұсқаларында бақылаумен салыстырғанда жалпы гумустың жоғарылауы 0,02-0,04 % құрады. Нитратты азотының (0,4-1,1 мг/кг), фосфордың (10,2-16,3 мг/кг), калийдің (14,4-22,2 мг/кг) және күкірттің (0,1-0,5 мг/кг) жылжымалы элементтерінің жоғарылауы байқалды. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану топырақтың агро-және су-физикалық қасиеттерінің жақсарғанын көрсетті. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттар, азоттың белсенді бекітілуі орын алатын негізгі тамырда пайда болған ірі түйіндердің сандық және салмақтық көрсеткіштерінің өсуіне ықпал етті (12,2-19,0 дана немесе барлық қалыптасқан түйіндердің 33,5-49,7 %). Азот фиксаторларының ең көп саны ((9,2±1,3)×10⁶-дан (14,8±0,7)×10⁶-ға дейін) биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттар қолданылған топырақ үлгілерінде байқалды. Биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану май бұршақ үлгілеріндегі ақуыз (34,71-34,92 %) және май (29,50-30,78 %) мөлшерін арттырды. Май бұршақ дәніндегі ауыр металдардың мөлшері бойынша (Zn, Fe, Mn, Ni, Co) бұл нұсқаларда көрсеткіштер рұқсат етілген шекті концентрациядан аспады. Орташа алғанда, 2021-2022 жылдары биологияландыру құралдары бар нұсқаларда май бұршақ дәнінің өнімділігінің жоғары деңгейі (31,4-39,8 ц/га) алынды. Сонымен қатар, ең жоғары өнімділік «HansePlant» препаратымен өңделген нұсқадан алынады – 39,8 ц/га, сәл төмен («БиоЭкоГум» (38,6 ц/га) және «Тумат» (35,2 ц/га). Биогумус пен көңнің салдары бар нұсқаларда 31,4 ц/га алынды. Бақылау нұсқасындағы өнімділік - 24,2 ц/га болды.

Түйінді сөздер: май бұршақ, биологиялық тыңайтқыштар, биопрепараттар, түйіндер, азотты бекіту, сапалық көрсеткіштер, өнімділік.

SUMMARY

S.B. Kenenbayev¹, G.L. Yessenbayeva^{1*}, Y.A. Zhanbyrbayev¹, A.N. Bekturganov¹
THE INFLUENCE OF BIOFERTILIZERS AND BIOLOGICS ON THE FERTILITY AND
PRODUCTIVITY OF GRAY-EARTH SOILS OF THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

¹*Kazakh National Agrarian Research University, 050010, Almaty, Abay Avenue 8,
Kazakhstan, *e-mail: *gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz*

The article presents the results of a study on the use of biofertilizers and biologics (biohumus, manure, HansePlant, BioEcoGum, Tumat and Agroflorin) on the indicators of fertility and productivity of gray-earth soils of the south-east of Kazakhstan. In the variants of biofertilizers and biologics, the increase in total humus compared to the control was 0.02-0.04 %. Increase of nitrate nitrogen, respectively (0.4-1.1 mg/kg), mobile elements of phosphorus (10.2-16.3 mg/kg), potassium (14.4-22.2 mg/kg) and sulfur (0.1-0.5 mg/kg). The use of biofertilizers and biological preparations has shown an improvement in the agro- and water-physical properties of the soil. Biofertilizers and biologics contributed to an increase in the quantitative and weight index of large nodules formed on the main root, where active nitrogen fixation occurs (12.2-19.0 pieces or 33.5-49.7 % of all formed nodules). The largest number of nitrogen fixators was also observed in soil samples with biofertilizers and biological preparations (from $(9.2 \pm 1.3) \times 10^6$ to $(14.8 \pm 0.7) \times 10^6$). The introduction of biofertilizers and biologics increased the content of protein (34.71-34.92 %) and fat (29.50-30.78 %) in soybean plant samples. According to the content of heavy metals in soybean grain (Zn, Fe, Mn, Ni, Co), the indicators in these variants did not exceed the maximum permissible concentration. On average, in 2021-2022, a higher level (31.4-39.8 c/ha) of soybean grain yield was obtained on variants with biologization means. At the same time, the highest yield was obtained when treated with HansePlant – 39.8 c/ha, slightly lower than 35.2-38.6 c/ha (BioEcoGum and Tumat). On variants with the aftereffect of vermicompost and manure, respectively, 31.4 c/ha were obtained. With the yield under control - 24.2 c/ha.

Key words: soy, biofertilizers, biologics, nodules, nitrogen fixation, quality indicators, yield.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Кененбаев Серик Барменбекович – академик НАН РК, д.с.х.н, профессор кафедры «Агрономия», e-mail: serikkenenbayev@mail.ru

2 Есенбаева Гульвира Лемисовна – к.с.х.н., профессор кафедры «Агрономия», e-mail: gulvira.yessenbayeva@kaznaru.edu.kz

3 Жанбырбаев Елдос Алмабекович – PhD доктор, асс.профессор кафедры «Агрономия», e-mail: yeldos.zhanbyrbayev@kaznaru.edu.kz

4 Бектурганов Айдос Назарбекович – обучающийся докторантуры образовательной программы 8D08101-Агрономия, e-mail: b.aidos8585@mail.ru