



ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

ДЕНИСОВ Евгений Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КШНИКАТКИНА Анна Николаевна, Пензенский государственный аграрный университет

ЛЕТУЧИЙ Александр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПАНАСОВ Михаил Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Показана роль азотфиксации бобовых культур в повышении урожайности. Выявлено, что обработка семян сои регуляторами роста имеет большое значение. Обогащение ризосферы путем инокуляции семян способствует улучшению азотного питания растений. Это дает возможность получать экологически безопасную продукцию при относительно малых затратах. Обработка семян сои ризоторфином совместно с селеном способствовала увеличению количества и массы активных клубеньков по отношению к контролю на 16,4 и 31,5 %. Лучшим оказался вариант с использованием Байкал ЭМ-1 совместно с Поли-ФИД. Урожайность зерна сои при этом составила 2,43 т/га. Достоверная прибавка урожая равнялась 0,78 т/га, что на 47,3 % превышает контрольный вариант. Урожайность гороха полевого при обработке семян препаратами Байкал ЭМ-1 и Мастер специальный составила 3,72 т/га. Урожайность зерна нута при применении Альбита и гумата К/Na + микроэлементы по вариантам опыта составила 2,19–2,40 т/га, достоверная прибавка по отношению к контролю – 15,6 и 16,6 %.

Биологическая фиксация воздуха – уникальный биологический процесс. При активной азотфиксации около 30 % углеводов, синтезированных растениями в процессе фотосинтеза, затрачивается клубеньками на связывание азота воздуха. Для более полной реализации потенциальной продуктивности зернобобовых культур наряду с внесением основных элементов питания необходима достаточная обеспеченность микроэлементами, в первую очередь молибденом. Он повышает эффективность минеральных удобрений и способствует лучшему усвоению фосфора и калия из почвы, а также увеличивает накопление азота, фосфора, калия в растениях [1–5, 7, 8, 15].

В настоящее время большое внимание уделяется методам стимуляции семян. Одно из перспективных направлений использования микроэлементов – внесение их в хелатной форме. Обработка семян перед посевом регуляторами роста оказывает полифункциональное действие, так как семена в момент прорастания обладают высокой пластичностью и восприимчивостью к изменениям условий окружающей среды [6, 9, 13]. В связи с этим научное и практическое значение имеет изучение приемов повышения азотфиксирующей способности агроценозов зернобобовых культур.

Цель исследований – изучить влияние бактериальных препаратов, микроэлементных удобрений и регуляторов роста на формирование параметров симбиотической активности агроценозов зернобобовых культур.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле Пензенского госу-

дарственного аграрного университета и ООО Агрофирма «Биокор-С» Мокшанского района Пензенской области.

Почва опытного участка Пензенского государственного аграрного университета – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 6,5 %, подвижного фосфора – 103 мг/кг почвы, обменного калия – 160 мг/кг, обеспеченность подвижными формами молибдена, бора, марганца, меди, цинка и кобальта низкая, реакция почвенного раствора слабокислая – $pH_{\text{сол}} 5,4$.

Почва опытного участка ООО Агрофирма «Биокор-С» – чернозем выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый. Плотность почвы – 1,18–1,20 г/см³, общая пористость почвы – 55–60 %, содержание гумуса в пахотном слое – 6,5 %, подвижного фосфора – 55 мг/кг почвы, обменного калия – 177 мг/кг; обеспеченность подвижными формами молибдена – 0,2 мг/кг, бора – 1,2 мг/кг, марганца – 8,5 мг/кг, цинка – 2,1 мг/кг, меди и кобальта – низкая, $pH_{\text{сол}} 5,4$.

Объекты исследования – соя, горох полевой, горох посевной, нут. Площадь делянки – 10–25 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Листовую подкормку проводили ранцевым опрыскивателем, расход воды – 350 л/га. Концентрация препаратов принята согласно установленным рекомендациям. Технология возделывания – общепринятая для зернобобовых культур в Пензенской области. При проведении исследований применяли общепринятые в агрономической науке методики закладки и проведения опытов [10–13].

Результаты исследований. Ведущая роль в увеличении производства растительного белка отводится зернобобовым культурам, прежде всего сое. Она принадлежит к числу ценных зернобобовых и масличных культур. Семена сои содержат до 55 % высококачественного белка и до 27 % масла [14].

Применение экологически безопасных бактериальных удобрений является одним из направлений повышения продуктивности растений и улучшения качества зерна. Обогащение ризосферы путем инокуляции семян способствует улучшению растений азотным питанием, дает возможность получать экологически безопасную продукцию при относительно малых затратах энергии.

Одним из основных показателей эффективности функционирования соевых агроценозов является динамика развития и деятельность азотфиксирующего симбиоза культуры. Обработка семян сои ризоторфином совместно с селеном способствует созданию благоприятных условий для активного симбиоза: количество и масса активных клубеньков по отношению к контролю увеличиваются на 16,4 и 31,5 %, активный симбиотический потенциал – на 30,0 %.

У среднеспелых сортов продолжительность активного симбиоза (69–78 сут.) значительно отличалась от скороспелых сортов.

Посев семенами, инокулированными ризоторфином штаммом 634^b совместно с селеном, способствует увеличению количества и массы клубеньков у всех изучаемых сортов. Так, на контрольном варианте скороспелых сортов сформировалось 38–42 шт. активных клубеньков массой 0,73–0,75 г, а при инокуляции – 65–68 шт. массой 1,83–1,92 г. По количеству активных клубеньков превышает контрольный вариант в 1,5–1,7 раза, а по их массе в 2,3–2,6 раза (табл. 1).

В условиях Пензенской области наиболее адаптированным оказался скороспелый сорт сои

Магева с продолжительностью вегетационного периода 99 дней, урожайность – 1,94 т/га, содержание белка – 38,5 % и жира – 17,1 %.

Регуляторы роста, микроэлементные удобрения и бактериальные препараты оказывают различное влияние на количество и массу клубеньков. Так, при совместном применении изучаемых препаратов для обработки семян во все фазы роста и развития сои образовалось наибольшее количество клубеньков по сравнению с вариантами, где препараты применялись в чистом виде. В фазу налива семян сформировалось активных клубеньков 10,76–11,94 млн шт./га массой 343,0–437,7 кг/га. Наибольшее значение массы активных клубеньков было при использовании Байкал ЭМ-1 совместно с Поли-ФИД – 437,7 кг/га. Показателем, обобщающим величину симбиотического аппарата, является симбиотический потенциал. Наибольший активный симбиотический потенциал (АСП) на посевах сои отмечали в варианте с обработкой семян Байкал ЭМ-1 и Поли-ФИД – 21 447 (кг·сут./га).

При совместном применении изучаемых препаратов активный симбиотический потенциал составил 17 170–21 447 кг·сут./га, что в 2,0–2,3 раза превышает контроль (табл. 2).

Показатели урожайности и качества зерна сои зависели от способа предпосевной обработки. Лучшим оказался вариант с использованием Байкал ЭМ-1 совместно с Поли-ФИД, урожайность зерна составила 2,43 т/га, достоверная прибавка урожая – 0,78 т/га, что на 47,3 % превышает контрольный вариант. Содержание белка и жира составило по вариантам опыта 36,8–39,8 % и 14,86–16,73 % соответственно. Наибольшее их количество содержалось при использовании для обработки препаратов Байкал ЭМ-1 и Поли-ФИД – 39,8 и 16,73 %, что превышает контрольный вариант на 3,80 и 2,06 % соответственно (табл. 3).

Горох полевой (пелюшка) – *Pisum arvense* L. – ценная кормовая культура, отличается достаточ-

Таблица 1

Симбиотическая активность сортов сои

Сорт – фактор А	Инокуляция семян – фактор В					
	контроль			ризоторфин + селен		
	количество активных клубеньков, шт.	масса активных клубеньков, г	продолжительность активного симбиоза, сут.	количество активных клубеньков, шт.	масса активных клубеньков, г	продолжительность активного симбиоза, сут.
Магева	28	0,66	56	42	1,49	60
Окская	26	0,64	57	40	1,49	62
СибНИИК 315	25	0,63	56	38	1,48	60
Гармония	46	0,76	74	69	1,96	78
Кинелянка	40	0,75	73	68	1,92	77
Соер 7	38	0,74	72	66	1,83	76
Соер 4	38	0,73	70	65	1,89	74
УСХИ 6	42	0,75	67	68	1,92	69





Параметры симбиотической активности сои сорта Магева

Вариант	Количество активных клубеньков, шт./раст.	Масса активных клубеньков, г/раст.	Продолжительность активного симбиоза, сут.	Общий симбиотический потенциал, кг-сут./га	Активный симбиотический потенциал, кг-сут./га
Контроль	32	0,93	57	18 952	9126
Байкал ЭМ-1	40	1,16	60	25 410	13 353
Циркон	39	1,13	59	26 939	15 648
ЖУСС-2	42	1,22	61	27 603	15 468
Аквამикс	44	1,28	63	29 358	16 104
Поли-ФИД	46	1,34	65	32 676	17 760
Байкал ЭМ-1+ Поли-ФИД	58	1,69	69	39 552	21 447
Циркон+ Поли-ФИД	54	1,57	68	38 080	20 420
Байкал ЭМ-1+ Аквამикс	55	1,60	67	33 400	17 640
Циркон+ Аквамикс	52	1,51	65	32 221	17 170

Таблица 3

Урожайность и качество семян сои

Вариант	Урожайность т/га	Содержание, %		Выход с 1 га, кг		Сумма	Сумма
		белка	жира	белка	жира	незаменимых аминокислот, мг/г	заменимых аминокислот, мг/г
Контроль	1,65	36,0	14,67	594,0	242,1	110,70	24,53
Байкал ЭМ-1	2,03	37,5	15,58	761,2	316,3	119,80	27,09
Циркон	1,95	36,8	14,86	717,6	290,0	116,98	25,71
ЖУСС-2	1,96	37,0	14,93	725,2	292,6	118,59	26,76
Аквамикс	2,01	37,2	15,06	747,7	302,7	120,29	27,42
Поли-ФИД	2,20	38,4	15,78	844,8	347,2	123,52	30,01
Байкал ЭМ-1+ Поли-ФИД	2,43	39,8	16,73	967,1	406,5	126,04	33,31
Циркон+ Поли-ФИД	2,30	38,9	16,34	894,7	375,8	124,73	32,40
Байкал ЭМ-1+ Аквамикс	2,24	38,7	15,92	866,9	356,6	123,63	31,33
Циркон + Аквамикс	2,16	38,2	15,9	825,1	343,4	123,12	30,11

но высокой азотфиксирующей способностью. При благоприятных условиях симбиоза он может фиксировать до 120 кг/га азота [8].

Одним из основных показателей эффективности функционирования бобовых агроценозов является динамика развития и деятельность азотфиксирующего симбиоза. Наблюдения за образованием клубеньков на корнях гороха полевого показали, что инокуляция семян ризоторфином способствовала более раннему образованию клубеньков (на 2–3 дня) в сравнении с контрольным вариантом (табл. 4).

Эффективность величины бобово-ризобиального симбиоза отражает масса клубеньков с легтемоглобином. Наибольшее количество клубеньков формируется в период цветения – образования бобов (табл. 5).

Инокуляция семян гороха ризоторфином совместно с препаратом Мастер специальный способствует увеличению количества и массы клубеньков у всех изучаемых сортов по отношению к контролю на 12,3–15,2 %.

Общий симбиотический потенциал в посевах гороха полевого колебался по вариантам опыта и по фазам развития. Показатели при инокуляции семян гороха ризоторфином совместно с препаратом Мастер специальный увеличивались по отношению к контролю на 7,1–22,1 %.

Наблюдения за динамикой образования и состоянием клубеньков показали, что в течение вегетации активность симбиотического аппарата варьирует в значительных пределах. Так, наибольший АСП сорта Николка отмечен в варианте с предпосевной обработкой семян ризоторфином совместно с микроэлементным удобрением Мастер специальный в фазу цветения – плодообразования – 1128 кг-сут./га.

Большинство почв лесостепи Поволжья характеризуются достаточно низким (ниже среднего) уровнем обеспеченности такими микроэлементами, как Мо, В, Мп. Данные микроэлементы участвуют во многих метаболических процессах, поэтому внесение их способствует активизации бобово-ризобиального симбиоза

Динамика прироста количества и массы клубеньков гороха полевого

Сорт	Контроль (без обработки)						Ризоторфин + Мастер специальный					
	цветение		образование бобов		зеленая спелость		цветение		образование бобов		зеленая спелость	
	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га	кол-во, млн шт./га	масса, кг/га
Николка	64	43,6	54	65,4	32	62,7	72	62,7	45	55,7	37	49,5
Малиновка	63	43,9	53	65,8	31	62,3	71	62,3	44	54,3	36	48,2
Свитанак	65	43,8	55	65,7	33	62,9	73	62,9	46	56,4	38	49,9
Агат	65	43,9	55	65,8	34	63,2	74	63,2	47	56,8	38	50,5
Алла	66	44,1	66	66,1	36	63,8	76	63,8	48	57,2	39	51,2

Таблица 5

Формирование активного симбиотического аппарата гороха полевого

Сорт	Вариант	Сырая масса клубеньков, кг-сут/га		
		ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – плодообразование
Николка	Без обработки (к.)	532	536	973
	Ризоторфин	723	765	1096
	Ризоторфин + Мастер специальный	746	789	1128
Малиновка	Без обработки (к.)	522	528	962
	Ризоторфин	714	756	1084
	Ризоторфин + Мастер специальный	728	776	1116
Свитанак	Без обработки (к.)	528	534	958
	Ризоторфин	718	760	1080
	Ризоторфин + Мастер специальный	732	780	1102
Агат	Без обработки (к.)	529	537	956
	Ризоторфин	720	765	1074
	Ризоторфин + Мастер специальный	739	786	1098
Алла	Без обработки (к.)	526	530	953
	Ризоторфин	714	756	1070
	Ризоторфин + Мастер специальный	728	754	1092

и повышению урожайности и белковой продуктивности культуры [13].

При предпосевной обработке семян регуляторами роста, микроэлементными удобрениями и бактериальным препаратом Байкал ЭМ-1 (как каждым из них отдельно, так и при совместном применении) активность бобово-ризобиального симбиоза в значительной степени зависела от вида и способа применения препаратов. Наибольшее значение количества и массы активных клубеньков отмечали при совместном использовании препаратов Байкал ЭМ-1 и Мастер специальный – 96 млн шт./га и 288 кг/га (табл. 6).

Наибольшая урожайность семян гороха полевого сорта Николка получена при обработке их биопрепаратом Байкал ЭМ-1 совместно с Мастер специальный – 3,72 т/га. Максимальное количество белка в зерне (26,3 %) содержалось так-

же при использовании препарата Байкал ЭМ-1 совместно с Мастер специальный, что превышает контроль на 2,4 % (табл. 7).

Аридизация климата предполагает поиск засухоустойчивых зернобобовых культур. Перспективной культурой является нут. Обладая высокой засухоустойчивостью, жаровыносливостью, технологичностью в уборке, он может стабилизировать производство высокобелкового зерна. Нут, как и другие зернобобовые культуры, позволяет решать многие проблемы животноводства и земледелия: улучшает качество концентрированных кормов, продуктов питания, сохраняет плодородие почвы, уменьшает экологическую напряженность агробиоценозов. Нут в симбиозе с клубеньковыми бактериями обогащает почву биологическим азотом. Вместе со стерневыми остатками и корнями после нута





в почве (на 1 га) остается 30–70 кг связанного азота.

Установлено, что продолжительность симбиоза нута изменялась от 60–70 дней и более (в зависимости от условий увлажнения). При этом период максимальной азотфиксирующей активности клубеньков приходится на начало – середину июля, к концу июля она значительно сокращается. Активность клубеньков особенно резко падает в условиях дефицита влаги.

Сорт Приво 1 обладает высокой азотфиксирующей способностью. На корнях формировалось 13,3–20,4 шт. клубеньков массой 0,78–1,22 г (табл. 8).

Изучаемые препараты оказали существенное влияние на формирование симбиотического аппарата. Микроэлементный комплекс в хелатной

форме, входящий в состав препаратов Альбит и гумат К/Na + микроэлементы, способствовал лучшему функционированию клубеньковых бактерий, что позволило сформировать на каждом растении на 4,7–5,9 клубеньков больше, чем в контрольном варианте. Масса клубеньков с растения в этих вариантах была выше, чем в контроле, на 0,35–0,44 г.

Урожайность зерна нута по вариантам опыта составила 2,19–2,40 т/га. Наиболее эффективными из всех изучаемых препаратов были Альбит и гумат К/Na + микроэлементы. Они обеспечили достоверную прибавку урожая 15,6 и 16,6 % (см. табл. 8).

Микроудобрения и регуляторы роста способствуют увеличению содержания протеина в зерне на 0,28–1,58 %, сырого жира – на 0,10–0,81 %,

Таблица 6

Количество и масса активных клубеньков на корнях гороха полевого

Вариант	Стебление	Бутонизация – цветение	Начало налива семян
Без обработки (контроль)	28/20	46/189	38/58
Байкал ЭМ-1	34/24	68/196	47/68
Силиплант	29/25	65/197	44/71
Поли-ФИД	40/39	85/255	62/78
Гумат К/Na	37/27	80/245	60/68
Мастер специальный	38/40	82/256	63/80
ЖУСС-2	38/35	81/248	62/71
Байкал ЭМ-1 + Силиплант	34/26	68/205	42/72
Байкал ЭМ-1 + Поли-ФИД	55/52	95/286	91/123
Байкал ЭМ-1 + гумат К/Na	50/58	91/242	83/116
Байкал ЭМ-1 + Мастер специальный	56/56	96/288	91/124
Байкал ЭМ-1 + ЖУСС-2	51/62	91/253	84/119

Примечание: в числителе – количество клубеньков, млн шт./га; в знаменателе – масса клубеньков, кг/га.

Таблица 7

Урожайность и качество зерна сорта Николка гороха полевого

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонения от контроля		Содержание белка, % среднее	Сумма аминокислот, мг/г
		т/га	%		
Без обработки (контроль)	3,07	–	–	23,8	63,9
Байкал ЭМ-1	3,34	0,27	8,8	24,2	66,7
Силиплант	3,38	0,31	10,1	24,1	64,6
Поли-ФИД	3,54	0,47	15,3	25,0	69,6
Гумат К/Na	3,42	0,35	11,4	25,2	67,9
Мастер специальный	3,55	0,48	15,6	25,1	70,8
ЖУСС-2	3,30	0,23	7,5	24,7	66,0
Байкал ЭМ-1 + Силиплант	3,44	0,37	12,1	24,3	67,4
Байкал ЭМ-1 + Поли-Фид	3,71	0,64	20,8	26,1	76,7
Байкал ЭМ-1 + гумат К/Na	3,54	0,47	15,3	25,9	74,6
Байкал ЭМ-1 + Мастер специальный	3,72	0,65	21,2	26,3	78,0
Байкал ЭМ-1 + ЖУСС-2	3,46	0,39	12,7	25,4	70,3
НСР, 05, т/га		0,02 – 0,05			



золы – на 0,02–0,15 %, снизилось содержание клетчатки – на 0,16–0,41 %. Более высокие показатели по содержанию протеина были при применении препаратов Альбита и гумата К/Na с микроэлементами – 22,64–22,82 %, в контроле – 21,45 %.

При изучении влияния технологий возделывания разных уровней интенсивности на урожайность и качество зерна гороха посевного установлено, что внесение удобрений, боронование посевов, борьба с вредителями и болезнями, сорной растительностью способствовали созданию благоприятных условий для бобово-ризобиального симбиоза. При внесении удобрений (2-й уровень: фон питания – $N_{20}P_{30}K_{30}$, обработка посевов инсектицидом Брейк 0,05 л/га в период бутонизации, перед уборкой и гербицидом Корсар 2 кг/га) масса активных клубеньков по отношению к контролю увеличивалась на 6,9–10,9 %. Наибольшая масса клубеньков с леггемоглобином (134–153 кг/га) сформировалась на растениях гороха при технологии 4-го уровня интенсивности: фон питания – $N_{20}P_{30}K_{30}$, двухкратное боронование посевов, обработка посевов в период бутонизации, перед уборкой инсектицидом Брейк 0,05 л/га и гербицидом Корсар 2 кг/га + Силиплант 0,5 л/га.

Общий симбиотический потенциал в посевах гороха в среднем за три года исследований по вариантам опыта составил в следующие периоды: ветвления – бутонизации – 542–748 кг-сут./га, бутонизации – цветения – 362–454 кг-сут./га, цветения – образования бобов – 996–1206 кг-сут./га. На минеральном фоне данный показатель увеличился на 19,6–35,1 %. Активный симбиотический

потенциал на фоне естественного плодородия (1-й уровень интенсивности) находился в пределах 390–792 кг-сут./га, при внесении минерального удобрения – 509–863 кг-сут./га. Наибольшие показатели активного симбиотического потенциала отмечены при возделывании гороха по технологии 4-го уровня интенсивности. Так, в фазу цветения – образования бобов АСП составил по сортам: Флагман 9 – 692–983 кг-сут./га, Флагман 12 – 697–967, Фокор – 675–962 кг-сут./га.

Определяющим фактором в оценке агроприемов является урожайность культуры. Изучаемые агроприемы оказывали существенное влияние на величину урожайности гороха. Выращивание гороха при внесении минеральных удобрений, бороновании посевов и обработке вегетирующих растений гербицидом Корсар обеспечивало прибавку урожая 0,38–0,50 т/га, или 18,7–20,2 %. При использовании баковой смеси Корсар (2 кг/га) + Силиплант (1 кг/га) получили более высокой урожай в сравнении с применением Корсара в полной норме (4 л/га).

Выводы. Оптимизация минерального питания путем предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений микроэлементами удобрениями увеличивает параметры симбиотического потенциала агроценозов сои, гороха полевого, нута и гороха посевного, при этом увеличивается урожайность на 15–26 % и повышается содержание белка на 2–3 %.

Наиболее эффективными при выращивании нута оказались Альбит и гумат К/Na + микроэлементы (2,19–2,40 т/га по вариантам опыта, контроль – 2,01).

Таблица 8

Параметры азотфиксации, урожайность и качество зерна нута

Сорт	Количество клубеньков, шт./раст.	Масса клубеньков, г/раст.	Урожайность, т/га	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырой жир, %	БЭВ, %	Зола, %
Контроль	13,3	0,78	2,01	21,45	6,51	6,47	48,89	2,68
Байкал ЭМ-1	16,6	1,02	2,19	21,73	6,35	6,57	48,66	2,70
Альбит	18,1	1,13	2,32	22,64	6,36	6,99	47,25	2,76
Силиплант	16,4	1,01	2,24	22,16	6,37	6,87	47,83	2,76
Циркон	14,3	0,86	2,26	22,26	6,32	6,96	47,68	2,78
Гумат К/Na + м/эл.	19,2	1,22	2,34	22,82	6,18	7,13	47,08	2,79
Байкал ЭМ-1 + Альбит	19,0	1,20	2,35	22,84	6,28	7,14	46,92	2,82
Байкал ЭМ-1 + Силиплант	17,3	1,08	2,27	22,36	6,29	7,02	47,51	2,82
Байкал ЭМ-1 + Циркон	15,9	0,98	2,28	22,46	6,24	7,11	47,35	2,85
Байкал ЭМ-1 + гумат К/Na + м/эл.	20,4	1,31	2,40	23,03	6,10	7,28	46,75	2,85

Максимальные урожайность (3,72 т/га) и качество зерна гороха полевого (сорт Николка) достигнуты при применении биопрепарата Байкал ЭМ-1 совместно с Мастер специальный.

Для сои лучшим оказался вариант с использованием Байкал ЭМ-1 совместно с Поли-ФИД, урожайность зерна составила 2,43 т/га.

Улучшение условий минерального питания посредством внесения минерального удобрения $N_{20}P_{30}K_{30}$ способствовало увеличению урожайности сортов гороха посевного на 2,24–2,80 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения / А.К. Злотников [и др.]; под ред. В.Г. Минеева. – 2-е изд. – М.: Агрорус, 2009. – 248 с.

2. Гайсин И.А. Макро- и микроудобрения в интенсивном земледелии. – Казань: Татарское кн. изд.-во, 1989. – 126 с.

3. Дозоров А.В., Костин О.В. Оптимизация продуктивного процесса гороха и сои в условиях лесостепи Поволжья. – Ульяновск, 2003. – 166 с.

4. Доросинский Л.М. Взаимоотношения клубеньковых бактерий с бобовыми растениями: автореф. дис...д-ра биол. наук. – Л., 1967. – 41 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1989. – 335 с.

6. Засоренность посевов чечевицы на фоне минимализации обработки почвы и применения гербицида в Поволжье / А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 6. – С. 32–34.

7. Захарченко И.Г., Шилина Л.И. Роль бобовых культур в азотном балансе дерново-подзолистых почв // Агрохимия. – 1968. – № 1. – С. 53–61.

8. Кшникаткина А.Н. Клевер паннонский. – Пенза, 2015. – 318 с.

9. Методическое указание по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов [и др.]. – М.: ВИК, 1987. – 198 с.

10. Посыпанов Г.С. Биологический азот // Проблемы экологии и растительного белка. – М., 1993. – 272 с.

11. Посыпанов Г.С. Азотфиксация бобовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 75–84.

12. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.

13. Солодовников А.П., Абросимов А.С. Влияние различных приемов основной обработки черноземов южных на продуктивность чечевицы в условиях правобережья // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 4. – С. 39–44.

14. Тимошкин О.А., Аленин П.А., Зеленцов И.А. Перспективные сорта нута для условий лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2014. – № 2 (31). – С. 45–50.

15. Треначев Е.П. Биологический и минеральный азот в земледелии: пропорции и проблемы // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – Т. 15. – № 2. – С. 178–189.

Денисов Евгений Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Кшникаткина Анна Николаевна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции», Пензенский государственный аграрный университет. Россия.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

Тел.: (8412) 62-83-67.

Летучий Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Панасов Михаил Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: соя; горох; нут; азотфиксация; обработка семян; бактериальные препараты; микроэлементные удобрения; регуляторы роста.

METHODS OF INCREASING SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION OF LEGUMES

Denisov Evgeniy Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kshnikatkina Anna Nikolaevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agricultural Products Processing", Penza State Agrarian University. Russia.

Letuchiy Aleksandr Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Panasov Mihail Nikolaevich Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: soybeans; peas; chickpeas; nitrogen fixation; seed treatment; bacterial preparations; trace element fertilizers; growth regulators.

It is given the role of nitrogen fixation of legumes in improving the yield-rates. It was revealed that the treatment of soybean seeds with growth regulators is of great importance. Enrichment of the rhizosphere by inoculation of seeds contributes to the improvement of plants nitrogen nutrition. It enables to obtain environmentally safe products, at a relatively low cost. Treatment of soybean seeds by rizotorfin with selenium increased the number and weight of active nodules in relation to the control by 16.4 and 31.5%. The best was the option where Baikal EM-1 with Poly-FID was applied. In this case the yield of soybean amounted to 2,43 t/ha. Significant yield increase was 0,78 t/ha, that is 47.3% higher than the control variant. The yield of peas after seed treatment with preparations Baikal EM-1 and Master spetsialniy was 3.72 t/ha. grain Yield of chickpea after application of Albite and humate K/Na + trace elements in the variants was 2,19–2.40 t/ha, the significant increase in relation to the control was 15.6 and 16.6 %.

