

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-2-52-58

УДК 635.656:631 526 32: 631 8

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ АКВАМИКС И ИНОКУЛЯЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ ГОРОХА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

М.Т. ГОЛОПЯТОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

Г.П. ГУРЬЕВ, кандидат биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье отражены результаты исследований (2017-2019 г.г.) по изучению обработки семян гороха перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс, содержащим в хелатной форме элементы и инокуляции ризоторфином на урожай, его качество и образование симбиотического аппарата у сортов гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата (листочковые, безлисточковые, с ярусной гетерофиллией-хамелеоны и люпиноиды). Установлено положительное влияние обработки семян перед посевом Аквамиксом и инокуляции семян на продуктивность гороха. Прибавка урожая достигала 4-9%, при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Лучшие других на обработку семян отозвались листочковый сорт гороха Темп и сорт с ярусной гетерофиллией Спартак.

Обработка семян гороха перед посевом увеличивала сбор белка с урожаем зерна на 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка обеспечил сорт Спартак.

Показано, что инокуляция семян гороха перед посевом ризоторфином и обработка Аквамиксом положительно влияли на формирование симбиотического аппарата. Максимальная масса клубеньков образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. В фазу бутонизации масса клубеньков снизилась по всем вариантам в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 (люпиноид) масса клубеньков по вариантам опыта колебалась от 11 до 13 мг на растение.

Анализ экономических показателей показал, что максимальный чистый доход получен в вариантах с обработкой семян. Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%

Ключевые слова: сорта, горох, микроудобрения, инокуляция, белок, симбиотический аппарат, урожай.

INFLUENCE OF COMPLEX MICRONUTRIENT FERTILIZER AQUAMIX AND INOCULATION ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF NEW GENERATION PEA VARIETIES

Golopyatov M.T., Gur'ev G.P.

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article reflects the results of studies (2017-2019) on the study of the treatment of pea seeds before sowing with complex micronutrient fertilizer Aquamix, containing in a chelated form elements and inoculation with rhizotorphin for the yield, quality and formation of a symbiotic apparatus in pea varieties differing in the architectonics of the leaf apparatus (leafy, leafletless, with canopy heterophyllia - chameleons and lupinoids). The positive effect of seed treatment before sowing with Aquamix and seed inoculation on the productivity of peas has been established. The increase in yield reached 4-9%, with a yield in the control of 2.1-2.3 t/ha. Better than others, the leafy pea variety Temp and the variety with canopy heterophyllia Spartak responded to seed treatment.*

Treatment of pea seeds before sowing increased the protein harvest with grain yield by 0.2-0.5 c/ha (4-11%). The highest increase in protein yield was provided by the Spartak variety.

It was shown that inoculation of pea seeds before sowing with rhizotorphin and treatment with Aquamix had a positive effect on the formation of a symbiotic apparatus. The maximum mass of nodules was formed during the shoot phase (7 leaves) of peas. In the budding phase, the mass of nodules decreased in all variants by 1.3-4.0 times, and by the beginning of flowering on the Pharaon, Temp and Spartak varieties, almost complete destruction of nodules occurred, and only in the Lu-153-06 (lupinoid) line, the mass of nodules along experimental variants ranged from 11 to 13 mg per plant.

Analysis of economic indicators showed that the maximum net income was obtained on options with seed treatment. At the same time, the level of profitability ranged from 108 to 126%

Keywords: varieties, peas, micronutrient fertilizers, inoculation, protein, symbiotic apparatus, harvest.

Тенденции мирового производства продукции растениеводства связываются с одной стороны со снижением техногенного воздействия на агрофитоценоз, а с другой – с высоким темпом роста уровня продуктивности. Возрастают и требования потребителей к качеству производимой продукции. В этих условиях необходимо максимально использовать биологические факторы поддержания уровня плодородия и урожайности путем разработки экономически и экологически выгодных энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха [1, 2, 3].

Резкое сокращение применения в сельскохозяйственном производстве органических и минеральных удобрений ставит необходимость поиска дополнительных источников питания растений. В связи с этим, изучение взаимодействия растений и микроорганизмов имеет в настоящее время особую актуальность. Необходимо особое внимание обратить на такие процессы, как биологическая фиксация азота [4].

Симбиотическое взаимодействие с ризобиями имеет важное значение в жизни растений, обеспечивая их азотным питанием и оказывая благоприятное влияние на почвенное плодородие и экологическую обстановку [5, 6]. Играя огромную роль, как в экономическом, так и в экологическом значениях, симбиотическая азотфиксация зависит от целого ряда факторов среды, при которых уровень усвоения атмосферного азота может колебаться от нулевых значений до 2/3 общего потребления растениями азота. Такие факторы как кислотность почвы, обеспеченность ее макроэлементами и микроэлементами играют существенную, а иногда решающую роль в формировании и дальнейшем функционировании симбиотического аппарата гороха [7, 8, 9].

Для реализации максимальной продуктивности новых сортов гороха, с помощью энергетически и экономически выгодных приемов повышения урожайности, необходимо изучение факторов, определяющих его рост и развитие. Одним из наиболее важных факторов является минеральное питание и связанный с ним процесс симбиотической азотфиксации. Особое значение для формирования и активности симбиотических систем при этом имеют микроэлементы.

В связи с этим нами в течение 2017-2019 годов было проведено изучение сочетания инокуляции и обработки семян перед посевом комплексным водорастворимым микроудобрением (Аквамикс) на продуктивность и качество сортов гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата.

Условия и методы исследований

Опыты проводили в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений ФНЦ зернобобовых и крупяных культур на темно-серой лесной среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижных элементов минерального питания (табл. 1)

Агрохимическая характеристика опытного поля

Год	рНсол	Гумус, %	Мг на 100 г почвы	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
2017	5,1	4,1	18,6	12,5
2018	5,1	4,2	18,0	12,2
2019	4,9	4,5	16,5	10,8

Полевые опыты закладывались в четырехкратной повторности. Расположение вариантов рендомизированное. Площадь делянки 20 м². Предшественник – озимая пшеница. Семена заблаговременно обрабатывались комплексным водорастворимым микроудобрением Аквамикс, содержащим в хелатной форме Fe(ДТПА)-1,74%; Fe(ЭДТА)-2,4%; Mn(ЭДТА)-2,57%; Zn(ЭДТА)-0,53%; Cu(ЭДТА)-0,53%; Ca(ЭДТА)-2,57%; B-0,52%; Mo-0,13%; N-1,55%; P₂O₅-5%; K₂O-1,55 в дозе 100 г/т семян.

Инокуляция семян бактериальным удобрением (ризоторфин) проводилась в день посева. Посев сплошной рядовой (междурядье 15 см) осуществлялся сеялкой СН-16. Уборку проводили прямым комбайнированием в фазу полной спелости гороха. При проведении учетов и химических анализов использовались общепринятые методы исследований. В опытах изучалось четыре сорта и линии гороха, различающиеся по архитектонике листового аппарата: Фараон – безлисточковый, Темп – листочковый, Спартак – гетерофильного типа (хамелеон) и Лу-153-06 – люпиноид (форма с многоплодным апикальным цветоносом).

При постановке опытов был применен весь комплекс мероприятий, направленный на борьбу с сорняками и вредителями гороха. Метеорологические условия в годы проведения опытов были не совсем благоприятные для роста и развития растений гороха. Вегетационный период 2017 года характеризовался недобором тепла в мае и июне месяце и существенным превышением осадков над среднегодовалыми значениями в июле. Крайне неблагоприятные для роста и развития гороха сложились условия в 2018 и 2019 годы, что не могло не отразиться на величине урожая.

Результаты и обсуждения

Результаты исследований, показали, что из изучаемых сортов гороха почвенное плодородие лучше использовал листочковый сорт Темп, урожай семян у которого в контроле в среднем за 3 года достигал 2,3 т/га, в то время, как у других сортов он составил 2,1-2,2 т/га. (табл. 2). Это свидетельствует о том, что этот сорт более эффективно использует плодородие почвы и более экономно расходует питательные вещества на создание единицы продукции.

На эффективность обработки семян перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс и ризоторфином существенное влияние оказали погодные условия. Так, если в относительно более благоприятном 2017 году прибавка урожая от обработки микроудобрением и инокуляции семян ризоторфином колебалась от 3 до 12% (0,1-0,4 т/га), то в крайне неблагоприятном 2019 году (температура воздуха в апреле-июне была существенно выше среднегодовалых значений) прибавки урожая практически не было. В среднем за 3 года прибавка урожая зерна гороха у всех сортов и линий гороха от обработки семян достигала 4-9% при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Из изучаемых сортов и линий гороха сильнее других повышали урожай от обработки семян перед посевом листочковый сорт Темп и сорт с ярусной гетерофилией (хамелеон) Спартак, что нужно учитывать в технологии их возделывания.

Одна из основных особенностей, определяющих народнохозяйственную ценность гороха – достаточно высокое содержание белка в семенах. Кроме того, аминокислотный состав его отличается сбалансированным и высоким содержанием таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин, триптофан.

Таблица 2

Влияние инокуляции и комплексного микроудобрения на урожай сортов гороха нового поколения (при 14% влажности и 100% чистоте)

Сорт, линия	т/га			Среднее, т/га	Прибавки	
	2017	2018	2019		т/га	%
Контроль (без обработки семян)						
1. Фараон	2,9	1,9	1,6	2,1	-	-
2. Темп	3,1	2,1	1,8	2,3	-	-
3. Спартак	2,9	1,8	1,9	2,2	-	-
4. Лу-153-06	2,9	2,0	1,8	2,2	-	-
Ризоторфин + Аквамикс						
5. Фараон	3,1	2,0	1,7	2,3	0,2	9
6. Темп	3,5	2,2	1,8	2,5	0,2	9
7. Спартак	3,2	2,1	1,9	2,4	0,2	9
8. Лу-153-06	3,0	2,1	1,8	2,3	0,1	4

НСР₀₅ сорт 0,12 0,17 0,18

Ризоторфин+ 0,08 0,12 0,12

Аквамикс

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что на контроле максимальное содержание белка и его выход с гектара (табл. 3) обеспечили сорта Темп и Спартак (4,5-4,8 ц/га). Обработка семян гороха ризоторфином и Аквамиксом способствовала увеличению сбора белка с урожаем гороха. Прибавка достигала 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка с урожаем зерна гороха при этом обеспечил сорт Спартак.

Немаловажно в условиях применения микроудобрений и ризоторфина при обработке семян перед посевом влияние их на развитие симбиотического аппарата гороха.

Анализируя результаты исследований, следует отметить, что клубеньки сформировались на всех сортах и линиях гороха (табл. 4). Максимальное количество клубеньков на корнях гороха и их масса образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. Однако по количеству и массе их на корнях гороха сорта различаются. Так на контроле самая большая масса клубеньков на растении (80 мг/раст.) сформировалась у листочкового сорта Темп, в то время, как в среднем по сортам она составила 62 мг/раст.

Таблица 3

Влияние ризоторфина и Аквамикса на качество зерна гороха сортов гороха

Сорт, линия	Белок, %	Сбор белка, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
Контроль (без обработки семян)				
1. Фараон	20,8	4,4	-	-
2. Темп	21,3	4,8	-	-
3. Спартак	21,9	4,5	-	-
4. Лу-153-06	20,9	4,3	-	-
В среднем по сортам	21,2	4,5	-	-
Ризоторфин + Аквамикс				
5. Фараон	21,0	4,6	0,2	4
6. Темп	21,5	5,2	0,4	8
7. Спартак	21,9	5,0	0,5	11
8. Лу-153-06	20,9	4,6	0,3	7
В среднем по сортам	21,3	4,8	0,3	7

Влияние инокуляции и комплексного микроудобрения на формирование клубеньков на корнях гороха (в среднем за 2017-2019 гг.)

Сорт, линия	7 листьев		Бутонизация		Начало цветения	
	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.	Кол-во клубеньков, шт/раст	Масса клубеньков, мг/раст.
Контроль (без обработки семян)						
1. Фараон	23	56	10	22	3	10
2. Темп	27	80	17	25	2	3
3. Спартак	19	55	9	43	3	5
4. Лу-153-06	25	57	20	30	9	11
В ср. по сортам	23	62	14	30	4	7
Ризоторфин + Аквамикс						
5. Фараон	22	77	13	27	2	4
6. Темп	22	81	10	20	2	4
7. Спартак	20	60	8	36	2	4
8. Лу-153-06	30	71	20	41	8	13
В ср. по сортам	23	72	13	31	3	6

Обработка семян перед посевом Аквамиксом и ризоторфином повысила массу клубеньков у всех изучаемых сортов гороха. Если на контроле в среднем по сортам масса клубеньков была 62 мг/раст., то при обработке семян ризоторфином и Аквамиксом она возросла на 16%. В фазу бутонизации масса клубеньков по всем сортам и вариантам опыта снизилась в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 масса клубеньков в зависимости от вариантов колебалась от 11 до 13 мг на растение. Полученные результаты дают основание утверждать, что при сформированном симбиотическом аппарате и его работе даже в течение небольшого промежутка времени, фиксируемый атмосферный азот вносит определенный свой вклад в азотное питание растений гороха и формирование урожая.

Применение факторов интенсификации на современных сортах, отличающихся по своей агротехнике и уровню отзывчивости на нее, делает все более актуальным изучение вопросов экономической эффективности агроприемов в сложившихся экономических условиях. Анализ экономических показателей (по ценам 2016-2019 гг.) в среднем за три года показал, что они различаются по вариантам опыта. Максимальный чистый доход от выращивания гороха на товарную продукцию получен в вариантах с обработкой семян Аквамиксом и ризоторфином (табл. 5).

Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%. Максимальную рентабельность (126%) при этом обеспечил листочковый сорт гороха Темп.

Таблица 5

Экономическая эффективность возделывания гороха в зависимости от обработки семян перед посевом ризоторфином и Аквамиксом (в среднем за 2017-2019 гг.)

Сорт, линия	Урожай, т/га	Производственные затраты, руб/га	Чистый доход, руб/га	Себестоимость, руб/ц	Рентабельность, %
Контроль (без обработки семян)					
1. Фараон	2,1	10420	10580	498	101
2. Темп	2,3	10409	12591	453	121
3. Спартак	2,2	10474	11526	479	110
4. Лу-153-06	2,2	10036	11964	456	119
Ризоторфин + Аквамикс					
5. Фараон	2,3	11041	11959	480	108
6. Темп	2,5	11046	13954	442	126
7. Спартак	2,4	11088	12912	462	116
8. Лу-153-06	2,3	11063	11937	481	108

Заключение

В результате исследований установлено, что обработка семян гороха перед посевом комплексным микроудобрением Аквамикс и инокуляция ризоторфином способствовали повышению урожая у всех изученных сортов и линий гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата. Прибавка урожая достигала 4-9% при урожае на контроле 2,1-2,3 т/га. Лучше других отзывались на обработку семян листочковый сорт Темп и сорт с ярусной гетерофилией (хамелеон) Спартак, что нужно учитывать в технологии их возделывания.

Обработка семян гороха перед посевом ризоторфином и Аквамиксом увеличивала сбор белка с урожаем семян на 0,2-0,5 ц/га (4-11%). Самую высокую прибавку выхода белка при этом обеспечил сорт Спартак.

Установлено, что инокуляция семян гороха перед посевом ризоторфином и обработка Аквамиксом положительно влияли на формирование симбиотического аппарата. Максимальная масса клубеньков образовалась в фазу стеблевания (7 листьев) гороха. В фазу бутонизации масса клубеньков по всем сортам и вариантам опыта снизилась в 1,3-4,0 раза, а к началу цветения на сортах Фараон, Темп и Спартак произошла практически полная деструкция клубеньков и только у линии Лу-153-06 (люпиноид) масса клубеньков по вариантам колебалась от 11 до 13 мг на растение. Полученные результаты исследований дают основание утверждать, что при сформированном симбиотическом аппарате и его работе даже в течение небольшого промежутка времени, фиксируемый атмосферный азот вносит определенный вклад в азотное питание растений гороха и формирование урожая.

Анализ экономических показателей показал, что максимальный чистый доход от выращивания гороха на товарную продукцию получен в вариантах с обработкой семян. Уровень рентабельности при этом колебался от 108 до 126%.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. Изд-во Агрорус. Москва, – 2004. – 1109 с.
2. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Наумкина Т.С. Иновационные технологии в производстве зернобобовых и крупяных культур // Сб. научных материалов «Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть иновационных технологий в растениеводстве» – Орел, – 2011. – С. 21-28.
3. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. Изд-во «Лань» Санкт-Петербург, Москва, Краснодар, – 2015. – 463 с.
4. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. Ульяновск, – 2017. – 316 с.
5. Парахин Н.В., Петрова С.Н. Сельскохозяйственные аспекты симбиотической азотфиксации – М. «Колос», – 2006, – 158 с.

6. Кузьмичева Ю.В. Энергосберегающие приемы повышения продуктивности сортов гороха посевного (*Pisum sativum* L) на основе растительно-микробных взаимодействий: Автореф... канд... дисс.... – Орел, – 2011. – 25 с.
7. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В., Асаров Х.К., Плешаков Б.П., Демин В.А., Решетникова Н.В. Агрохимия, – М. «Колос», – 1982. – 574 с.
8. Паников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай – М: Агропромиздат, – 1987. – 512 с.
9. Гурьев Г.П. Влияние предшественника на симбиотическую азотфиксацию у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1. – С. 34-38.

References

1. Zhuchenko A.A. Resursnyi potentsial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. *Agrorus*, Moskva, 2004, 1109 p. (In Russian)
2. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Naumkina T.S. Inovatsionnye tekhnologii v proizvodstve zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Innovative technologies in the production of leguminous and great crops. Collection of scientific materials "New varieties of agricultural crops - an integral part of innovative technologies in crop production"], Orel, 2011, pp. 21-28. (In Russian)
3. Kiryushin V.I., Kiryushin S.V. Agrotekhnologii [Agrotechnology]. «Lan'», Sankt-Peterburg, Moskva, Krasnodar, 2015, 463 p. (In Russian)
4. Nikitin S.N. Otsenka effektivnosti primeneniya udobrenii, biopreparatov i diatomita v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Evaluation of the effectiveness of the use of fertilizers, biological products and diatomite in the forest-steppe of the Middle Volga region]. Ul'yanovsk, 2017, 316 p. (In Russian)
5. Parakhin N.V., Petrova S.N. Sel'skokhozyaistvennye aspekty simbioticheskoi azotfiksatsii [Agricultural aspects of symbiotic nitrogen fixation]. Moskva, «Kolos», 2006, 158 p. (In Russian)
6. Kuz'micheva Yu.V. Energosberegayushchie priemy povysheniya produktivnosti sortov gorokha posevnogo (*Pisum sativum* L) na osnove rastitel'no-mikrobnnykh vzaimodeistvii: Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii [Energy-saving methods of increasing the productivity of sowing pea varieties (*Pisum sativum* L) based on plant-microbial interactions: Abstract of Ph.D. thesis]. Orel, 2011, 25 p. (In Russian)
7. Yagodin B.A., Smirnov P.M., Peterburgskii A.V., Asarov Kh.K., Pleshakov B.P., Demin V.A., Reshetnikova N.V. *Agrokimiya* [Agrochemistry], Moscow, «Kolos», 1982, 574 p. (In Russian)
8. Pannikov V.D., Mineev V.G. Pochva, klimat, udobrenie i urozhai [Soil, climate, fertilization and crops]. Moscow, *Agropromizdat*, 1987, 512 p. (In Russian)
9. Gur'ev G.P. Vliyanie predshestvennika na simbioticheskuyu azotfiksatsiyu u gorokha [Effect of the precursor on symbiotic nitrogen fixation in peas]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 1, pp. 34-38. (In Russian)