

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ КАЛИПЛАНТ НА КАЧЕСТВО ГОРОХА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Н.А. Михайловская, Е.Г. Тарасюк, Д.В. Маркевич

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Горох – основная зернобобовая культура в Беларуси, имеющая важное продовольственное и кормовое значение. Ценность его определяется высокой урожайностью зерна и зеленой массы, богатым белком и другими питательными веществами. В зерне гороха содержится 25-30% белка, 1,1-1,5% жира и 5-6% клетчатки [1].

Поскольку зернобобовые содержат больше питательных веществ в единице урожая, то и потребность в элементах минерального питания у них выше по сравнению с другими культурами [2]. Улучшение калийного питания гороха оказывает влияние на уровень урожайности и качество продукции. В настоящее время имеется достаточно данных о связи между интенсивностью синтеза белков в растениях и режимом калийного питания. При недостатке калия снижается продуктивность фотосинтеза, отмечается значительное торможение оттока продуктов фотосинтеза из листьев. Критический период потребления калия растениями отмечается на ранних фазах роста, в первые 15 дней после всходов [2]. Наибольшее количество калия растения потребляют, как правило, в период интенсивного прироста биологической массы. Интенсивность поступления калия в растения гороха снижается к фазе цветения – начало молочной спелости.

Разработанное в Институте почвоведения и агрохимии бактериальное удобрение Калиплант [3] стимулирует развитие корневой системы [4, 5] и улучшает минеральное питание растений [6, 8]. При недостатке доступного калия в почве внесение Калипланта активизирует его мобилизацию из труднодоступных форм [6, 7]. Разностороннее положительное воздействие Калипланта на режим питания инокулированных культур приводит к повышению их урожайности и качества. Повышение эффективности микробной мобилизации калия – одно из перспективных направлений биологизации растениеводства, экономически обоснованное и исключающее экологический риск.

Цель наших исследований заключалась в установлении влияния Калипланта на урожайность и качество гороха при разной обеспеченности дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почвы калием и внесении калийных удобрений.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в стационарном полевом опыте в СПК «Хотляны» (Узденский р-н Минская обл.) в 2006 и 2008 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная с мощной прослойкой песка (60-80 см) на контакте с размытой мореной. Возделывали горох посевной сорт WSB 1.132128, который характеризуется высокими пищевыми и кормовыми достоинствами. Агрохимичес-

кие свойства пахотного слоя: pH (KCl) 6,0-6,2, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 300-350 мг/кг, гумуса – 2,64-2,71%, обменного кальция (CaO) – 800-850 мг/кг, обменного магния – (MgO) 140-150 мг/кг.

В эксперименте созданы четыре уровня обеспеченности почвы подвижным калием. В 2006 и 2008 гг. содержание подвижного калия составило: первый уровень – 94, второй – 146, третий – 164 и четвертый – 201 мг/кг K_2O . Доза фосфорных удобрений 30-60 кг/га (P_2O_5). В 2006 г. эффективность Калипланта на посевах гороха изучена на вариантах: контроль, фон $N_{30}P_{60}$. В 2008 г. схема опыта включала: контроль, фон $N_{30}P_{60}$, фон + K_{60} , фон + K_{90} , фон + K_{120} . Общая площадь опытных делянок – 45 м², учетная площадь – 24 м².

Способ внесения Калипланта – обработка посевов в начале вегетации. Для обработки посевов использовали жидкую препаративную форму бактериального удобрения.

Качество продукции зерновых культур оценивали по содержанию белка и его аминокислотному составу, которые определяют биологическую ценность продукции [9]. Содержание аминокислот в белке определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Биологическую ценность продукции оценивали общепринятыми методами [9]. По содержанию незаменимых и критических аминокислот в белке вычисляли аминокислотный скор и химическое число. Аминокислотный скор (%) характеризует содержание аминокислот в белке по отношению к требованиям ФАО/ВОЗ (аминокислотная шкала ФАО/ВОЗ). Химическое число (%) характеризует содержание аминокислот в белке зерна по отношению к идеальному белку (цельное яйцо).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что применение бактериального удобрения Калиплант повышало урожайность гороха на всех изученных уровнях обеспеченности почвы калием. Уровень прибавок урожайности зависел от содержания подвижного калия в почве, что указывает на взаимосвязь эффективности Калипланта и активности микробной мобилизации калия с содержанием его подвижных форм в почве.

Существенные различия урожайности гороха по годам исследований были связаны с агрометеорологическими условиями. Вегетационный период 2006 г. (ГТК 2,0) характеризовался дефицитом осадков, что привело к снижению урожайности зерна. В 2008 г. ГТК составил 1,6, что практически соответствовало среднемноголетней величине (ГТК 1,54) и обеспечило высокую урожайность гороха (табл. 1).

Несмотря на то, что Калиплант эффективен при разной обеспеченности почвы калием, наибольший эффект отмечается при относительном его дефиците в дерново-подзолистой супесчаной почве – в пределах 94-164 мг/кг K_2O . Прибавки зерна гороха на фоне внесения $N_{30}P_{60}$ составляли 2,0-2,8 ц/га в условиях засушливого 2006 г. и 3,7-4,0 ц/га при благоприятных условиях 2008 г. (табл. 1).

Изучено влияние возрастающих доз калийных удобрений на урожайность гороха. Установлено, что на первом уровне обеспеченности почвы K_2O (94 мг/кг) статистически достоверные прибавки от Калипланта, 2-4 ц/га зерна, получены на фонах $N_{30}P_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{90}$. На втором уровне содержания калия в почве (146 мг/кг K_2O) повышение урожайности от Калипланта, 1,7-3,7 ц/га зерна, отмечено на фонах внесения $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$. На третьем уровне обеспеченности

почвы калием (164 мг/кг K_2O) достоверная прибавка урожайности от Калипланта получена только на фоне внесения $N_{30}P_{60}$ удобрений. Применение Калипланта в сочетании с калийными удобрениями на третьем (164 мг/кг) и четвертом (201 мг/кг) уровнях обеспеченности почвы K_2O не приводило к повышению урожайности, а полученные прибавки были статистически недостоверны (табл. 1). Негативное влияние на урожайность связано с нарушением баланса элементов питания, высоким содержанием K_2O в почве и внесением высокой дозы калийного удобрения.

Таблица 1

Влияние Калипланта на урожайность гороха на дерново-подзолистой супесчаной почве при разной обеспеченности калием и внесении калийных удобрений (СПК «Хотляны», 2006, 2008 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га				
	2006 г.	2008 г.			
	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{90}$	$N_{30}P_{60}K_{120}$
1-й уровень, 94 мг/кг K_2O					
Контроль	13,9	44,3	48,4	53,1	57,5
Калиплант	16,7	48,3	51,0	55,1	57,6
Прибавка	2,8	4,0	2,6	2,0	0,1
2-й уровень, 146 мг/кг K_2O					
Контроль	16,5	58,3	60,6	63,2	65,9
Калиплант	18,5	62,0	62,3	63,6	65,4
Прибавка	2,0	3,7	1,7	0,4	-0,5
3-й уровень, 164 мг/кг K_2O					
Контроль	16,9	61,7	63,5	65,1	66,9
Калиплант	19,3	63,6	63,7	65,6	66,1
Прибавка	2,4	1,9	0,2	0,5	-0,8
4-й уровень, 201 мг/кг K_2O					
Контроль	18,3	62,8	64,5	66,2	63,8
Калиплант	18,6	63,5	65,2	66,7	63,5
Прибавка	0,3	0,7	0,7	0,5	-0,3
НСР ₀₅ уровни K_2O	0,79	2,45			
бактеризация	1,12	1,73			

Важнейшими показателями качества сельскохозяйственной продукции являются содержание белка и его аминокислотный состав, которые определяют биологическую ценность продукции [9]. Зернобобовые культуры играют важную роль как источники растительного белка, обеспечивая продукты питания и корма с высоким содержанием протеина. Бобовые культуры способны полностью обеспечить себя азотом за счет его усвоения из атмосферы в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Для формирования полноценного симбиоза бобовых культур с клубеньковыми бактериями необходима также оптимизация калийного и фосфорного питания. Содержание калия и фосфора в почве оказывает значительное влияние на формирование бобово-ризобияльного симбиоза. Одним из основных показателей эффективности симбиотических отношений является

численность активных клубеньков. Оптимизация минерального питания способствует образованию дополнительного количества клубеньков и, в итоге, приводит к повышению урожая и содержания белка [10, 11].

В качестве альтернативного источника калия может использоваться бактериальное удобрение Калиплант. При возделывании гороха WSB 1.132128 в 2006 и 2008 гг. на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве на трех уровнях содержания K_2O (94-164 мг/кг) отмечено достоверное повышение содержания сырого белка в зерне гороха на 0,4-4,4% за счет применения Калипланта на фонах $N_{30}P_{60}$ (табл. 2, 3). При внесении возрастающих доз калийных удобрений повышение содержания белка в зерне гороха за счет Калипланта отмечено только на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ (табл. 3).

Таблица 2

**Влияние Калипланта на биологическую ценность зерна гороха
при разной обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы
калием (фон $N_{30}P_{60}$, СПК «Хотляны», 2006 г.)**

Вариант опыта	Белок, %	Содержание аминокислот, мг/г белка		Биологическая ценность белка, % к ФАО/ВОЗ	
		незаменимых	критических	незаменимых	критических
1-й уровень, 94 мг/кг K ₂ O					
Контроль	24,9	97,9	289,7	82	92
Калиплант	27,9	98,6	292,9	83	93
2-й уровень, 146 мг/кг K ₂ O					
Контроль	23,5	94,7	278,0	80	89
Калиплант	27,9	120,3	355,9	101	113
3-й уровень, 164 мг/кг K ₂ O					
Контроль	23,9	99,5	294,3	84	94
Калиплант	28,3	112,9	341,7	95	109
4-й уровень, 201 мг/кг K ₂ O					
Контроль	26,2	95,4	295,3	80	94
Калиплант	26,5	96,7	287,7	81	92
НСП ₀₅ уровни K ₂ O	1,17	2,65	10,10		
бактеризация	0,83	2,45	5,12		

Калиплант повышает биологическую ценность белка гороха за счет улучшения его аминокислотного состава. По биологической ценности белок гороха, выращенного с применением Калипланта, приближается к требованиям ФАО/ВОЗ. Скор незаменимых аминокислот при возделывании гороха в 2006 г. достигал 8-113% по отношению к шкале ФАО/ВОЗ. Наибольший положительный эффект от Калипланта отмечен на втором (146 мг/кг) и третьем (164 мг/кг) уровнях содержания калия в почве, аминокислотный скор повышался на 24% и на 15% соответственно, что подтверждает положительную роль бактеризации в формировании полноценного по аминокислотному составу белкового комплекса зерна гороха (табл. 2).

Таблица 3

Влияние Калипланта на содержание белка в зерне гороха в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы калием и доз калийных удобрений (СПК «Хотляны», 2008 г.)

Вариант	Содержание белка, %			
	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀
1-й уровень, 4 мг/кг K ₂ O				
Контроль	18,1	19,2	20,4	21,3
Калиплант	18,8	19,6	20,5	21,6
2-й уровень, 146 мг/кг K ₂ O				
Контроль	19,2	19,9	20,7	21,8
Калиплант	19,9	20,1	20,8	21,8
3-й уровень, 164 мг/кг K ₂ O				
Контроль	20,2	21,4	22,2	22,9
Калиплант	20,6	21,6	22,5	23,1
4-й уровень, 201 мг/кг K ₂ O				
Контроль	21,4	22,6	23,6	23,9
Калиплант	22,0	22,8	23,6	23,8
НСП ₀₅ уровни K ₂ O бактеризация	0,13 0,11			

Белок гороха содержит все незаменимые аминокислоты, благодаря чему характеризуются высокой биологической ценностью. Горох является хорошим источником одной из наиболее ценных критических аминокислот – лизина (6,5% в сыром белке) [12].

Установлено, что внесение калиймобилизирующих бактерий способствовало повышению такой важной для сбалансированного питания человека аминокислоты как лизин в зерне гороха. Наиболее значимый эффект от Калипланта отмечен на втором (146 мг/кг) и третьем (164 мг/кг) уровнях содержания K₂O в почве.

Применение бактериального удобрения оказывает влияние не только на содержание белка, но и на его качество, что подтверждают результаты исследований по оценке влияния некорневого внесения Калипланта на качество белка гороха при внесении возрастающих доз калийных удобрений. Положительное влияние Калипланта на скор критических аминокислот (рис. 1) и незаменимых аминокислот (рис. 2) установлено на первом, втором и третьем уровнях насыщения калием при содержании K₂O в пределах 94-164 мг/кг почвы и только на фонах внесения N₃₀P₆₀ и N₃₀P₆₀K₆₀.

Таким образом, экспериментальные данные показывают, что бактериальное удобрение Калиплант на основе калиймобилизирующих бактерий оказывает положительное влияние на аминокислотный состав белка гороха. Эффект от Калипланта зависит от обеспеченности почвы калием и доз калийных удобрений.

На дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве применение Калипланта способствовало повышению биологической ценности гороха WSB-1.132128 при относительном дефиците калия, при содержании K_2O в почве 94-164 мг/кг на фонах $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$.

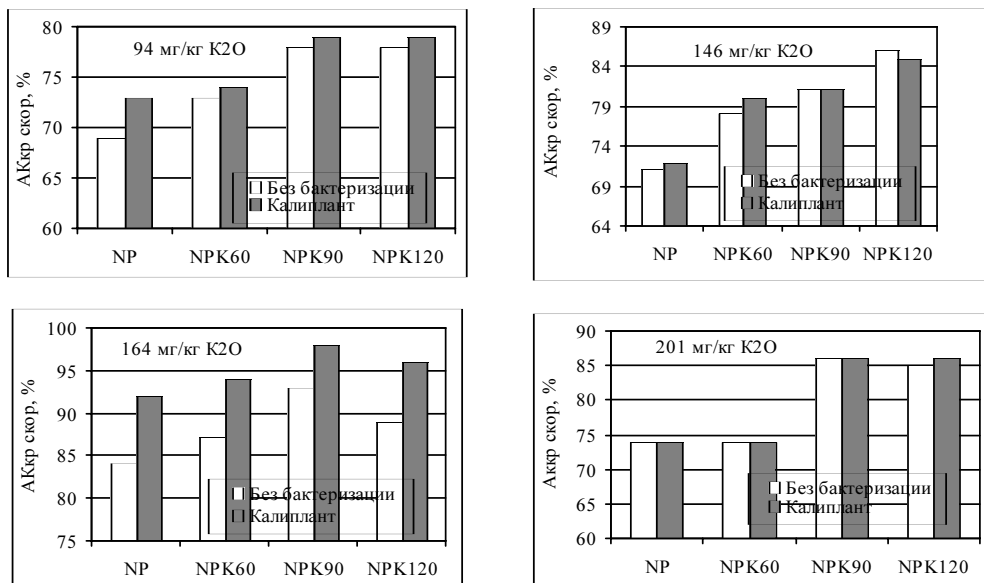


Рис. 1. Влияние Калипланта на скор критических аминокислот в зависимости от обеспеченности почвы калием и доз калийных удобрений (СПК «Хотляны», 2008 г.)

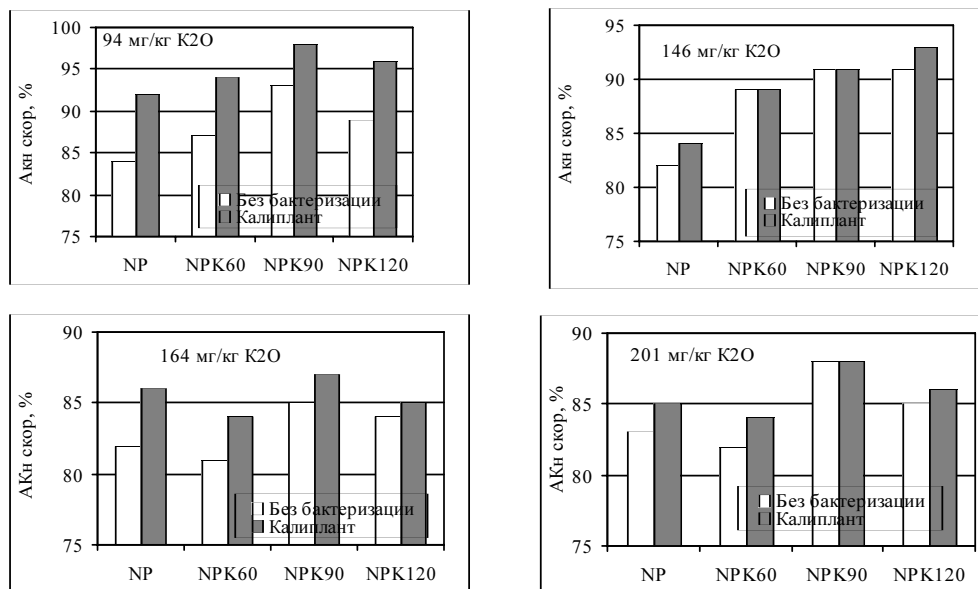


Рис. 2. Влияние Калипланта на скор незаменимых аминокислот в зависимости от обеспеченности почвы калием и доз калийных удобрений (СПК «Хотляны», 2008 г.)

Применение бактериальных удобрений – одно из перспективных направлений биологизации растениеводства, позволяющее эффективнее использовать потенциал основных биологических компонентов агроценозов, растений и микроорганизмов. К преимуществам бактериальных удобрений относится их полная безопасность для человека и окружающей среды, исключение экологического риска, возможность частичного ограничения доз минеральных удобрений, а также невысокая стоимость по сравнению с минеральными удобрениями.

ВЫВОДЫ

1. Установлена эффективность применения бактериального удобрения Калиплант в сочетании на фонах $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$ при возделывании гороха на дерново-подзолистых супесчаных почвах с содержанием калия в диапазоне 94-164 мг/кг почвы. Достоверные прибавки урожайности зерна за счет применения Калипланта составили 2-4 ц/га.

2. Установлено положительное влияние Калипланта на качество зерна гороха. Эффективность Калипланта по влиянию на качество продукции зависела от обеспеченности почвы подвижными формами калия. При внесении Калипланта на фоне $N_{30}P_{60}$ отмечено повышение содержания белка в зерне гороха на 0,4-4,0% при содержании K_2O в почве в диапазоне 94-164 мг/кг. Улучшение аминокислотного состава белка гороха установлено на фонах внесения $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}P_{60}K_{60}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУ Аинформ, 2000. – 264 с.
2. Воробьев, В.А. Эффективность инокуляции бобовых растений в зависимости от обеспеченности их фосфором и калием при различной температуре ризосферы / В. А. Воробьев // Агрохимия. – 2000. – №2. – С.42-44.
3. Штамм бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д для бактериализации семян зерновых культур: пат. 9646 Респ. Беларусь, МПК С 12 N 1/20, А 01 N 63/00 / Н.А Михайловская, И.М. Богдевич, О.В. Журавлева, Т.Б. Барашенко, Н.Н. Курилович, С.В. Дюсова; заявитель РУП «Институт почвоведения и агрохимии» – № а 20050228; заявл. 10.03.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4 (57). – С. 112.
4. Активность фосфатмобилизации у ризобактерий / Н.А. Михайловская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 225-231.
5. Михайловская, Н.А. Влияние ризобактерий на развитие инокулированных растений / Н.А. Михайловская, Т.Б. Барашенко, Т.В. Барашенко // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений: материалы Междунар. научно-практ. конф., Горки, 6-7 июня 2007 г. / БГСХА, Горки, 2007. – С. 225-229.
6. Михайловская, Н.А. Количественная оценка активности калиймобилизующих бактерий и их эффективность на посевах озимой ржи / Н.А. Михайловская // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2006. – № 3. – С. 41-46.
7. Михайловская, Н.А. Способность ризобактерий к мобилизации почвенного калия / Н.А. Михайловская, Л.Н. Лученок // Фосфор и калій у землеробстві.

Проблеми мікробіологічної мобілізації: матеріали Міжнарод. научно-практ. конф., Чернігов-Харьков, 12-14 июля 2004 г. / Ин-т с.-х микробиологии; Ин-т почвоведения и агрохимии; Международ. Инст. Каляя. – Чернігов-Харьков, 2004 г. – С. 223-232.

8. Mikhailouskaya, N. K-mobilizing bacteria and their effect on wheat yield / N. Mikhailouskaya, A. Tchernysh // *Agronomijas vestis (Latvian Journal of Agronomy)*. – 2005. – V. 8. – P. 147-150.

9. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2005. – 14с.

10. Садыков, Б.Ф. Биологическая фиксация азота в агроценозах / Б.Ф. Садыков. – Уфа, 1989. – С.20-38.

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

12. Кукреш, Л.В. Зернобобовые культуры / Л.В. Кукреш, Н.П. Лукашевич. – Минск: Ураджай, 1992. – 255с.

EFFECT OF BIOFERTILIZER KALIPLANT ON THE QUALITY OF PEA GROWN ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL

N.A. Mikhajlovskaya, E.G. Tarasyuk, D.V. Markevich

Summary

It was found that application of biofertilizer Kaliplant for pea growing on Luvisol loamy sand soil characterized by 94-164 mg/kg K_2O content results in the increase of pea grain yield by 2-4 c/ha, protein content in grain by 0.4-4.0% and in the improvement of protein biological value as well.

Поступила 5 октября 2010 г.

УДК 633.494:631.5

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОДСОЛНЕЧНИКА

В.В. Бобовкина¹, В.А. Радовня¹, Н.А. Михайловская², И.Г. Бруй³

¹Полесский институт растениеводства, Мозырский р-н,
п. Криничный, Беларусь

²Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

³Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
Жодино, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник является одной из основных масличных культур. В настоящее время в мире ежегодно производится 28-30 млн. тонн семян товарного под-