

УДК 631.472.74:631.416.4:633.14 «324»

Н. А. МИХАЙЛОВСКАЯ<sup>1</sup>, С. А. КАСЬЯНЧИК<sup>1</sup>, О. МИКАНОВА<sup>2</sup>

**ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ КАЛИПЛАНТ  
НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛИЯ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ГОРОХОМ  
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь,

<sup>2</sup>Институт растениеводства, Прага-Рузыне, Чехия

(Поступила в редакцию 08.07.2009)

**Введение.** Одним из основных факторов положительного действия бактериальных удобрений на инокулированные растения является стимуляция роста. Многие исследователи считают гормональный эффект преобладающим или сравнимым по значимости, например, с азотфиксацией [1–4] или фосфатмобилизацией [5] при использовании соответствующих инокулянтов. Нередко штаммы-инокулянты различной таксономической принадлежности, отличающиеся по своим свойствам, обозначают общим названием PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria* – ростостимулирующие ризобактерии) [6–7], чтобы подчеркнуть их общую способность оказывать гормональный эффект на растения. Стимуляцию роста инокулированных растений, отмечающуюся при использовании разных видов бактериальных удобрений, можно отнести к наиболее стабильным эффектам от инокуляции, которые в меньшей степени связаны с экологическими условиями [6–7] по сравнению с микробной мобилизацией элементов питания. По мнению ряда исследователей, процессы микробной мобилизации элементов питания активизируются в определенных экологических условиях [1, 6–9].

Штамм *Bacillus circulans* БИМ В-376Д [10], входящий в состав бактериального удобрения Калиплант, характеризуется значительной ростостимулирующей активностью [8, 11] наряду со способностью к мобилизации труднодоступных форм почвенного калия [9, 12]. Установлена также способность штамма к мобилизации фосфора из нерастворимых трехзамещенных ортофосфатов кальция [11]. Благодаря наличию различных приспособительных механизмов бактериальное удобрение Калиплант оказывает положительное влияние на инокулированные растения в разных экологических условиях.

Способность к мобилизации разных форм почвенного калия – одно из наиболее ценных свойств бактерий *Bacillus circulans* БИМ В-376Д. Применение бактериального удобрения Калиплант при дефиците подвижного калия представляет перспективный и экологически обоснованный прием повышения доступности запасов почвенного калия за счет его мобилизации из труднодоступных форм, в том числе из калийсодержащих минералов [9, 13]. Возможности применения удобрения Калиплант при наличии доступного для растений калия в почве недостаточно изучены. Можно предположить, что в таких условиях гормональный эффект от инокуляции будет наиболее значимым.

Цель исследований – определить влияние бактериального удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы (КИП) зерновыми культурами и горохом в модельном поле-вом эксперименте с искусственно сформированными уровнями содержания подвижной  $K_2O$  и установить зависимость КИП от содержания  $K_2O$  в дерново-подзолистой супесчаной почве.

**Объекты и методы исследования.** Для оценки гормонального эффекта от удобрения Калиплант проведен лабораторный эксперимент с яровой пшеницей сорта Рассвет. Выращивание растений проводили в водной культуре на модифицированной питательной смеси Кнопа, разве-

денной водой в соотношении 1 : 10 [14]. Для посева использовали стерильные семена (10%-ная перекись водорода в течение 30 мин и пары хлороформа – 5 мин). Количество питательной смеси – 150 мл на сосуд, количество растений в сосуде – 2, семена инокулировали 0,5 мл концентрированного раствора бактериального удобрения Калиплант. Повторность в опыте – шестикратная. Длительность эксперимента – 30 дней. Объем и массу корней, высоту и биомассу надземной части растений определяли в соответствии с общепринятыми методами [14].

Влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы зерновыми культурами и горохом изучено в модельном полевом эксперименте с искусственно сформированными уровнями содержания подвижной  $K_2O$  (СПК «Хотляны», Узденский р-н) в 2003–2008 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхлосупесчаная с мощной прослойкой песка (60–80 см) на контакте с размытой мореной. Агрохимические свойства пахотного слоя почвы:  $pH_{KCl}$  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 модельном полевом эксперименте были сформированы четыре уровня обеспеченности почвы подвижной  $K_2O$ . В годы исследований содержание подвижного калия составило: первый уровень – 94–105, второй – 146–186, третий – 164–222 и четвертый – 201–281 мг/кг  $K_2O$ . Чередование культур в севообороте: кукуруза, яровая пшеница, однолетние травы на зеленую массу, озимая рожь, яровая пшеница, озимая тритикале, горох. Под кукурузу вносили навоз в дозе 60 т/га. Дозы азотных удобрений дифференцировали в зависимости от возделываемой культуры. Доза фосфорных удобрений – 30 кг/га ( $P_2O_5$ ). Исследования проведены на контроле без удобрений и на фоне внесения NP-удобрений. Общая площадь делянок – 45 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 24 м<sup>2</sup>. В 2003–2004 гг. возделывали озимую рожь сорта Игуменская, в 2005 г. – яровую пшеницу сорта Рассвет, в 2006–2007 гг. – озимую тритикале сорта Сокол, в 2008 г. – горох сорта WSB 1.132128.

Для обработки посевов использовали жидкую препаративную форму бактериального удобрения Калиплант. Состав рабочей смеси в расчете на обработку 1 га посевов: 1 л Калипланта + 150–200 л воды.

Агрометеорологические условия 2004–2005 гг. были благоприятными для роста и развития озимой ржи и яровой пшеницы – ГТК составили 1,65 и 1,73 соответственно при среднемноголетней величине ГТК 1,54. Вегетационный период 2006 г. (ГТК 2,0) характеризовался дефицитом осадков, что привело к снижению урожайности гороха. Дефицит осадков отмечался также в 2007 г. при возделывании озимой тритикале (ГТК 1,96). В 2008 г. ГТК составил 1,6, что практически соответствовало среднемноголетней величине и обеспечило высокую урожайность гороха.

Величины коэффициентов использования почвенного калия сельскохозяйственными культурами севооборота рассчитывали по общепринятой методике [15] по отношению выноса калия основной и побочной продукцией к содержанию  $K_2O$  в почве.

**Результаты и их обсуждение.** В лабораторном эксперименте с водными культурами растений яровой пшеницы сорта Рассвет изучено гормональное действие бактериального удобрения Калиплант на развитие корневой системы и надземной части растений, поскольку опыты с водными культурами позволяют количественно оценить действие бактериализации и проиллюстрировать разницу в развитии инокулированных и неинокулированных растений на начальных стадиях.

Установлено существенное положительное влияние бактериализации на объем и массу корней, а также на высоту и массу надземной части растений яровой пшеницы (табл., рис. 1). Штамм *Bacillus circulans* БИМ В-376Д существенно стимулировал развитие корневой системы и надземной части растений. Объем корней инокулированных растений возрастал на 18%, сырая масса – на 24%, сухая масса – на 40%. Под действием инокуляции высота растения увеличивалась в среднем на 8%, сырая масса надземной части – на 18%, сухая масса – на 6%. Эксперимент с водными культурами яровой пшеницы свидетельствует о значительных преимуществах в развитии корневой системы бактеризованных растений по сравнению с контрольными вариантами. Таким образом, бактериальное удобрение Калиплант повышает адаптивный потенциал растений в отношении минерального и водного питания. Благодаря более развитой корневой системе растения способны более эффективно использовать калий, другие элементы питания и воду из почвы. Перечисленные факторы определяют положительное влияние бактериализации на урожайность сельскохозяйственных культур.

**Влияние удобрения Калиплант на развитие корневой системы  
и надземной массы растений яровой пшеницы сорта Рассвет**

Показатель	Вариант опыта	
	контроль	<i>B. circulans</i>
	<i>Корни</i>	
Объем корней, см <sup>3</sup> (%)	0,099±0,005 (100)	0,117±0,015 (118)
Сырая масса, мг (%)	112,5±17,5 (100)	145,0±12,5 (124)
Сухая масса, мг (%)	6,3±1,2 (100)	8,8±1,2 (140)
	<i>Надземная масса</i>	
Высота растения, см (%)	27,03±4,45 (100)	29,21±6,40 (108)
Сырая масса, мг (%)	159±23 (100)	187±25 (118)
Сухая масса, мг (%)	18±3 (100)	19±3 (106)

В модельном полевом эксперименте, проведенном на дерново-подзолистой супесчаной почве, установлено, что внесение удобрения Калиплант путем обработки посевов повышало продуктивность трех зерновых культур (озимой ржи, яровой пшеницы, озимой тритикале) и урожайность гороха на всех изученных уровнях обеспеченности почвы подвижным калием. Показано, что уровень прибавок от бактериального удобрения Калиплант связан с содержанием подвижного калия в почве (рис. 2). Наибольшую эффективность удобрения Калиплант отмечали при относительном дефиците подвижного калия в почве – на двух первых уровнях обеспеченности калием, среднегодовая продуктивность зерновых культур при этом повышалась на 6,3–6,4 ц/га к. ед. При повышении обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы подвижным калием – на третьем и четвертом уровнях – положительный эффект от бактериализации посевов зерновых культур сохраняется, однако уровень прибавок от удобрения Калиплант составлял 3,2–3,7 ц/га к. ед. Аналогичную закономерность наблюдали при возделывании однолетней зернобобовой культуры гороха в течение двух лет – в 2006 и 2008 гг. (рис. 2). Экспериментальные данные свидетельствуют о целесообразности применения бактериального удобрения Калиплант в широком диапазоне обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы подвижным калием.

На основании экспериментальных данных была проведена оценка влияния бактериального удобрения Калиплант на коэффициент использования почвенного калия на посевах озимой ржи, яровой пшеницы, озимой тритикале и гороха. Отмечена общая закономерность повышения мобилизации запасов почвенного калия. Бактеризованные удобрением Калиплант растения более активно использовали доступный калий из дерново-подзолистой супесчаной почвы.



Рис. 1. Влияние *Bacillus circulans* БИМ В-376Д на развитие корневой системы яровой пшеницы сорта Рассвет

При возделывании озимой ржи сорта Игуменская на фоне внесения азотных и фосфорных удобрений в дозах N<sub>90</sub>P<sub>30</sub> применение бактериального удобрения Калиплант способствовало повышению активности использования почвенного калия: на первых двух уровнях обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы калием при относительном его дефиците коэффициенты повышались на 5,8 и 5,0%, на третьем и четвертом – на 3,3 и 2,1% соответственно (рис. 3). Следует отметить, что на фоне без удобрений сохранялась аналогичная зависимость КИП от содержания K<sub>2</sub>O в дерново-подзолистой супесчаной почве: на первом уровне обеспеченности коэффициент возрастал на 6% по сравнению с вариантом без внесения удобрения Калиплант, на втором уровне обеспеченности почвы K<sub>2</sub>O бактериализация посевов на 3,7% повышала активность мобилизации калия почвы озимой рожью, на третьем и четвертом уровнях коэффициенты использования калия почвы растениями повышались на 1,9 и 0,8% соответственно.

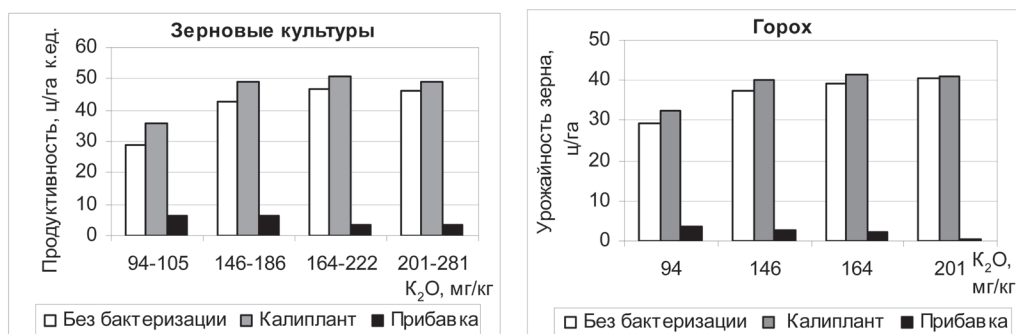


Рис. 2. Среднегодовая продуктивность зерновых культур (2003–2007 гг.) и урожайность гороха (2006 и 2008 гг.) на дерново-подзолистой супесчаной почве, фон NР, СПК «Хотляны»

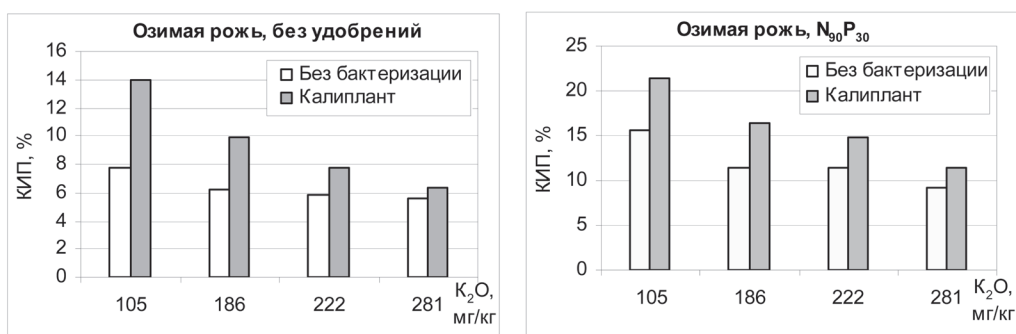


Рис. 3. Влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы озимой рожью

Таким образом, показано положительное действие бактеризации посевов на величину КИП при разном содержании калия в почве. При этом отмечено, что на фоне внесения азотных и фосфорных удобрений, а также на фоне без удобрений наибольший положительный эффект от бактеризации, как правило, наблюдается при относительном дефиците подвижного калия в почве. Результаты исследований свидетельствуют о перспективности применения бактериального удобрения Калиплант на посевах озимой ржи. В Беларуси озимая рожь остается важной продовольственной и кормовой культурой, несмотря на постепенное сокращение площадей ее посевов в пользу пшеницы и тритикале. В связи с происходящим вытеснением озимой ржи на менее плодородные почвы применение удобрения Калиплант, содержащего калиймобилизующие бактерии, может быть перспективным средством улучшения использования калия почвы этой культурой, в особенности при дефиците его подвижных форм.

В 2005 г. в модельном полевом эксперименте возделывали яровую пшеницу сорта Рассвет. Известно, что яровая пшеница является ценной продовольственной культурой, оптимизация ее калийного питания имеет большое значение, так как в значительной мере определяет хлебопекарные качества зерна и его использование на продовольственные цели. Наши исследования показывают, что использование бактериального удобрения Калиплант способствует более интенсивному потреблению почвенного калия растениями и улучшает их калийное питание. На посевах яровой пшеницы на фоне внесения азотных и фосфорных удобрений в дозах N<sub>90</sub>P<sub>30</sub> бактериализованные удобрением Калиплант растения яровой пшеницы на 2,9% активнее использовали калий почвы на первом и втором уровнях обеспеченности K<sub>2</sub>O и на 0,5–1,2% на третьем и четвертом. За счет бактеризации посевов на фоне без удобрений значения КИП возрастали при переходе от первого к четвертому уровню обеспеченности почвы подвижной K<sub>2</sub>O – на 1,2, 0,8, 0,5 и 0,2% соответственно (рис. 4). Таким образом, на примере яровой пшеницы также показано положительное действие бактеризации при разном содержании калия в дерново-подзолистой супесчаной почве, наибольший положительный эффект также наблюдается при невысокой обеспеченности почвы подвижной K<sub>2</sub>O.

Аналогичные закономерности изменения величин КИП отмечены на посевах озимой тритикале сорта Сокол в 2006–2007 гг. Применение бактериального удобрения Калиплант также при-

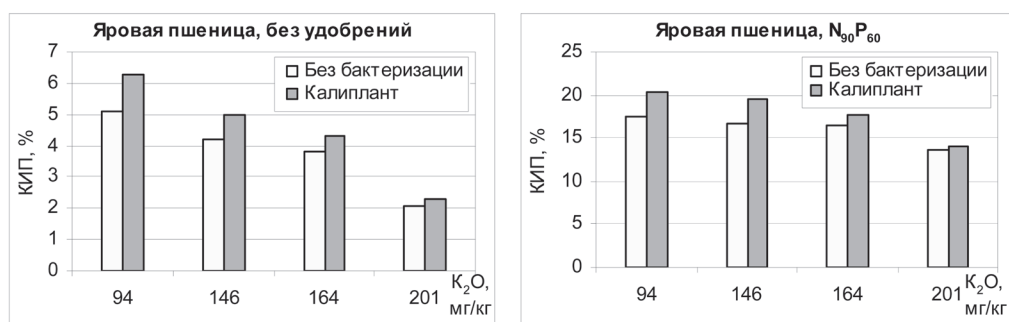


Рис. 4. Влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы яровой пшеницей

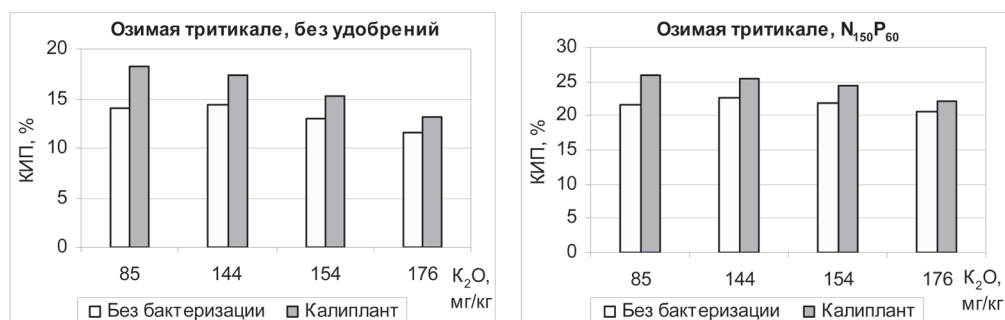


Рис. 5. Влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы озимой тритикале

водило к повышению КИП, степень его влияния зависела от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы  $K_2O$ . Наибольшее положительное влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы как на фоне без удобрений, так и на фоне внесения азотных и фосфорных удобрений в дозах  $N_{150}P_{60}$  отмечено при относительно невысоком содержании подвижного калия в почве. При переходе от первого к четвертому уровню обеспеченности калием величины КИП повышались на 4,3, 2,9, 2,3 и 1,6% на фоне без удобрений и на 4,5, 2,8, 2,6 и 1,6% на фоне  $N_{150}P_{60}$  соответственно (рис. 5). Актуальность исследований по влиянию бактериальных удобрений на режим питания озимой тритикале в настоящее время возрастает. В республике отмечается постоянное увеличение площади посевов этой культуры, обусловленное такими преимуществами, как высокая урожайность, высокие кормовые достоинства, повышенная устойчивость к некоторым заболеваниям и неблагоприятным почвенным условиям. Применение бактериального удобрения Калиплант позволяет повысить эффективность использования содержащегося в почве подвижного калия и существенно увеличивает урожайность озимой тритикале.

Полученные в модельном полевом опыте экспериментальные данные позволили провести сравнительную оценку эффективности использования почвенного калия отдельными зерновыми культурами севооборота под действием бактериального удобрения Калиплант. Результаты сравнения расчетных величин КИП при возделывании зерновых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве приведены на рис. 6. Так, наибольший положительный эффект от бактериализации посевов удобрением Калиплант установлен на озимой ржи сорта Игуменская, далее в убывающем порядке – на озимой тритикале сорта Сокол и яровой пшенице сорта Рассвет. Следует отметить, что в целом зерновые культуры отличаются умеренным потреблением калия, однако улучшение калийного питания, в том числе за счет стимуляции роста, индуцированной калий-мобилизующими бактериями, способствует повышению их урожайности и существенно улучшает качество продовольственного зерна [16].

В настоящее время возрастает актуальность совершенствования технологических приемов возделывания гороха посевного, который является одним из важных источников растительного белка и одним из лучших предшественников для зерновых культур. Посевные площади гороха в республике существенно увеличились, хотя и подвержены значительным колебаниям. Урожайность зерна гороха в целом по республике остается невысокой, что также вызывает не-

обходимость совершенствования технологии его возделывания. Как показывают наши двухлетние исследования, проведенные в модельном полевом опыте, применение бактериального удобрения Калиплант повышало урожайность зерна гороха сорта WSB 1.132128 на 3,4 ц/га на первом уровне обеспеченности почвы калием, на 2,9 ц/га на втором уровне и на 2,2 и 0,5 ц/га на третьем и четвертом уровнях соответственно (см. рис. 2). Наряду с влиянием на урожайность, в модельном полевом эксперименте в течение двух лет изучали действие бактериального удобрения Калиплант на мобилизацию почвенного калия на посевах гороха (2006 и 2008 гг.). В отличие от изученных зерновых культур заметная активизация использования почвенного калия растениями гороха отмечена только на первом уровне насыщения дерново-подзолистой супесчаной почвы калием (94 мг/кг  $K_2O$ ): на фоне без удобрений КИП повысился на 1,2%, на фоне внесения азотных и фосфорных удобрений в дозах  $N_{30}P_{60}$  – на 1,8%. На втором, третьем и четвертом уровнях обеспеченности почвы  $K_2O$  коэффициенты использования калия почвы повышались на фоне без удобрений – на 0,4, 0,5 и 0,2%, а на фоне внесения  $N_{30}P_{60}$  – на 0,7, 0,5 и 0,2% соответственно (рис. 7).

Установленные закономерности расширяют диапазон возможного применения удобрения Калиплант. Исследования с разными сельскохозяйственными культурами показали целесообразность его использования не только при дефиците доступных для растений форм калия, поскольку индуцированная Калиплантом стимуляция развития корневой системы повышает способность растений усваивать подвижные формы калия почвы.

Полученные данные свидетельствуют также о зависимости эффективности бактериального удобрения Калиплант в отношении использования подвижного калия от его содержания в дерново-подзолистой супесчаной почве и биологических особенностей растений. Наиболее значительное повышение КИП отмечается при относительном недостатке подвижного калия в дерново-подзолистой супесчаной почве – в пределах 85–164 мг/кг.

Повышение коэффициентов использования элементов питания из почвы и удобрений является одной из важных задач как с экономической, так и с экологической точки зрения [17], в особенности на почвах легкого гранулометрического состава, где неиспользованный растениями калий может быть частично потерян за счет процессов вымывания в нижележащие горизонты. По данным лизиметрических опытов ежегодные потери калия в результате выщелачивания достигают 20–26 кг/га на дерново-подзолистых супесчаных почвах [18]. Повышая коэффициент использования подвижного калия из почвы, удобрение Калиплант способствует его вовлечению в процессы формирования урожая, повышает коэффициент полезного действия почвенного калия и в определенной мере снижает его непроизводительные потери на почвах легкого гранулометрического состава.

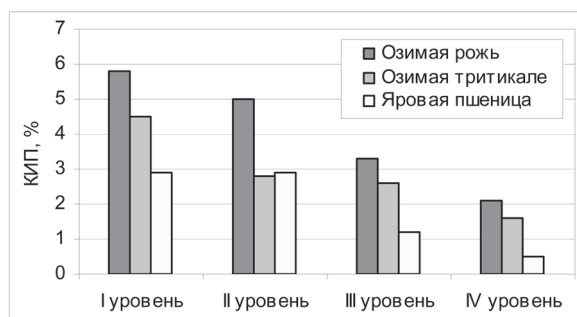


Рис. 6. Сравнение активности использования калия почвы зерновыми культурами под влиянием Калипланта, СПК «Хотляны», 2003–2007 гг.

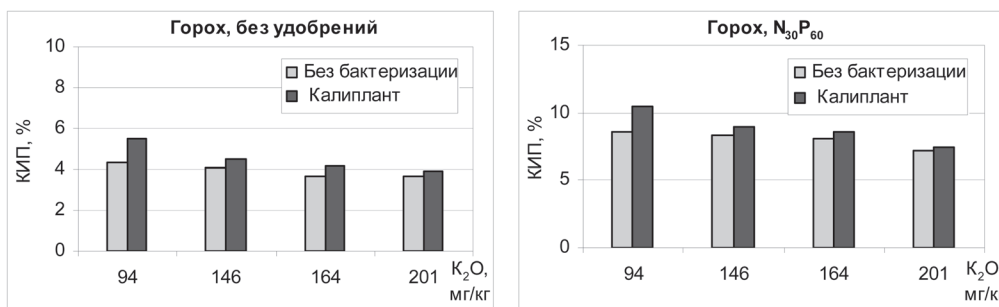


Рис. 7. Влияние удобрения Калиплант на коэффициент использования калия почвы горохом

**Заклучение.** Бактериальное удобрение Калиплант индуцирует значительный гормональный эффект, проявляющийся в увеличении объема и сухой массы корней инокулированных растений – на 18 и 40% соответственно, что существенно повышает их адаптивные возможности в отношении использования калия, других элементов минерального питания и воды. Бактеризованные растения эффективнее используют подвижные формы калия из почвы, что расширяет диапазон возможного применения бактериального удобрения Калиплант. Так, в модельном полевом эксперименте на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено, что степень влияния Калипланта на коэффициент использования калия из почвы зависит от обеспеченности почвы  $K_2O$  и биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Наиболее значимое повышение КИП отмечается при относительно невысоком содержании подвижного калия в дерново-подзолистой супесчаной почве – 85–164 мг/кг  $K_2O$ . При сравнении коэффициентов использования почвенного калия отдельными культурами под действием бактериального удобрения Калиплант установлен следующий убывающий ряд – озимая рожь, озимая тритикале, яровая пшеница, горох.

### Литература

1. Лукин, С. А. Азоспириллы и ассоциативная азотфиксация у небобовых культур в практике сельского хозяйства / С. А. Лукин, П. А. Кожевин, Д. Г. Звягинцев // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 1. – С. 51–58.
2. Michels, K. Azospirillum – plant root associations: A review / K. Michiels, J. Vanderleyden, A. Gool // Biol. Fertil. Soils. – 1989. – Vol. 8. – P. 356–368.
3. Bashan, Y. Current status of Azospirillum inoculation technology: Azospirillum as a challenge for agriculture / Y. Bashan, H. Levanony // Can. J. Microbiol. – 1990. – Vol. 36. – P. 591–608.
4. Sumner, M. E. Crop responses to Azospirillum inoculation / M. E. Sumner // Advances in Soil Science. – 1990. – Vol. 12. – P. 53–123.
5. Илялетдинов, А. Н. Биологическая мобилизация минеральных соединений / А. Н. Илялетдинов. – Алма-Ата: Наука, 1966. – 332 с.
6. Okon, Y. Agronomic application of Azospirillum: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation / Y. Okon, C. A. Labandera-Gonzalez // Soil Biol. Biochem. – 1994. – Vol. 26. – P. 1591–1601.
7. Okon, Y. Root-associated Azospirillum species can stimulate plants / Y. Okon, J. Vanderleyden // Am. Soc. Microbiol. News. – 1997. – Vol. 63. – P. 366–370.
8. 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. науч.-практ. конф., Горки, 6–7 июня 2007 г. / БГСХА. – Горки, 2007. – С. 225–229.
9. Михайловская, Н. А. Количественная оценка активности калиймобилизирующих бактерий и их эффективность на посевах озимой ржи / Н. А. Михайловская // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2006. – № 3. – С. 41–46.
10. Штамм бактерий *Vacillus circulans* БИМ В-376Д для бактеризации 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.
11. Активность фосфатмобилизации у ризобактерий / Н. А. Михайловская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 225–231.
12. Михайловская, Н. А. Способность ризобактерий к мобилизации почвенного калия / Н. А. Михайловская, Л. Н. Лученок // Фосфор и калий у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: матеріали Міжнарод. науч.-практ. конф., Чернігов-Харьков, 12–14 июля 2004 г. / Инст. с.-х микробиологии; ННЦ Инст. почвовед. и агрохим.; Междунар. ин-т калия. – Чернигов-Харьков, 2004 г. – С. 223–232.
13. Mikhailouskaya, N. K-mobilizing bacteria and their effect on wheat yield / N. Mikhailouskaya, A. Tchernysh // Agronomijas vestis (Latvian Journal of Agronomy). – 2005. – Vol. 8. – P. 147–150.
14. Алешин, Е. П. Физиология растений / Е. П. Алешин, А. А. Пономарев. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 153.
15. Агрохимия, И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – С. 6–110.
16. Удобрения и качество сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.] – Минск: Ураджай, 1995. – С. 276–279.
17. Кулаковская, Т. Н. Основные направления исследований по увеличению использования элементов питания из удобрений / Т. Н. Кулаковская // Приемы повышения коэффициентов использования элементов питания из удобрений и предотвращения их потерь из почвы. – Минск, 1988. – С. 3–6.
18. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2007. – 18 с.

*N. A. MIKHAILOUSKAYA, S. A. KASYANCHYK, O. MIKANOVA*

### EFFECT OF BIOFERTILIZER KALIPLANT ON THE UTILIZATION OF POTASSIUM BY GRAIN CROPS AND PEA ON ALBELUVISOL LOAMY SAND SOIL

#### Summary

The effect of biofertilizer Kaliplant (K-mobilizing bacteria) on utilization of soil potassium by grain crops (winter rye, spring wheat and winter triticale) as well as pea was tested in field experiment on Albeluvisol loamy sand soil characterized by different levels of K-supply. Application of biofertilizer Kaliplant resulted in significant hormonal effect, which caused the increase of the root volume and the root dry mass by 18 and 40% respectively. Biofertilizer promoted the improvement of adaptive potential of inoculated plants in respect of potassium uptake from soil. Most effectiveness of biofertilizer Kaliplant was observed on soils characterized by relative deficit of mobile potassium. The effect of Kaliplant on utilization coefficients of potassium from soil depended on biological peculiarities of plants as well.