

УДК 631.86:633.11«321»:631.459.2(476)

А. Ф. ЧЕРНЫШ, Н. А. МИХАЙЛОВСКАЯ, С. А. КАСЬЯНЧИК, А. В. ЮХНОВЕЦ,
Е. Г. ТАРАСЮК, Т. Б. БАРАШЕНКО

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ КАЛИПЛАНТ
НА ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЭРОДИРОВАННЫХ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ НА МОРЕННЫХ СУГЛИНКАХ**

Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Республика Беларусь, e-mail: biont1@yandex.ru

(Поступила в редакцию 22.05.2012)

В настоящее время отмечается активизация исследований по регуляции продуктивности сельскохозяйственных культур методами биотехнологии, в том числе путем стимулирования микробиологических процессов в корневой зоне растений, за счет введения микроорганизмов направленного действия, например, азотфиксирующих [1], фосфатрастворяющих [2] или калий-мобилизующих [3, 4]. Применение бактериальных удобрений позволяет эффективнее использовать биологические механизмы минерального питания, стимуляции роста и защиты растений.

Актуальность биологизации возделывания сельскохозяйственных культур за счет использования бактериальных удобрений обусловлена их безопасностью для человека и окружающей среды, а также возможностью частичного снижения химической нагрузки на почвы. В настоящее время вопросы экологии приобретают приоритетное значение, так как возрастающая интенсификация растениеводства не исключает экологических проблем.

Использование бактериальных удобрений рассматривается как дополнительный резерв повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Анализ научной литературы и результаты наших собственных исследований показывают, что наиболее значимый эффект от применения бактериальных удобрений, как правило, наблюдается в кризисных условиях: при дефиците элементов питания [4], при неблагоприятных погодных условиях [5], на нарушенных или деградированных почвах [6]. В большинстве случаев биопрепараты на основе азотфиксирующих [7, 8] и фосфатрастворяющих [9, 10] бактерий оказывают наибольшее положительное влияние на урожайность при недостатке азота или фосфора в почве. Препараты на основе калий-мобилизующих бактерий оказались наиболее эффективными в условиях недостатка калия в почве [4], а также на эродированных почвах [6], что подтверждает целесообразность их применения в условиях стресса.

В Беларуси наиболее актуально использование бактериальных удобрений на основе калий-мобилизующих бактерий на эродированных почвах. В связи с особенностями рельефа и природой почвообразующих пород развитие водной эрозии в Беларуси представляет серьезную экологическую проблему. Сток поверхностных вод приводит к потерям тонкодисперсной фракции почвы, гумуса и элементов минерального питания, в том числе калия. Снижение производительной способности эродированных почв связано с ухудшением их агрофизических, агрохимических и биологических свойств. В среднем недоборы урожаев зерновых культур на почвах, подверженных эрозии, составляют 12–40% (в зависимости от степени их эродированности) [11], поэтому применение калий-мобилизующих инокулянтов может быть одним из экологически целесообразных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур на эродированных почвах.

Бактериальное удобрение Калиплант разработано в Институте почвоведения и агрохимии. Действующей основой удобрения является штамм калий-мобилизующих бактерий *Bacillus circulans*

БИМ В-376Д [12]. Установлена способность штамма *Bacillus circulans* БИМ В-376Д к мобилизации калия из калийсодержащих минералов [3, 12], определены параметры влияния штамма на ростовые процессы инокулированных растений [13], показана зависимость эффективности Калипланта от содержания калия в почве [4].

Цель настоящих исследований – установить эффективность бактериального удобрения Калиплант на посевах яровой пшеницы на эродированных дерново-подзолистых почвах, сформированных на мощных моренных суглинках.

Объекты и методы исследования. Исследования по оценке эффективности бактериального удобрения Калиплант на яровой пшенице проведены в 2004–2007 гг. на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, сформированных на мощных моренных суглинках (СПК «Межаны», Браславский р-н). Стационарный опыт заложен по геоморфологическому профилю от водораздельной равнины до подножья склона. Действие бактериального удобрения Калиплант на основе калиймобилизующих бактерий изучено на неэродированной (водораздельная равнина), средне- и сильноэродированной почвах на вариантах с отвальной вспашкой (20–22 см) на фонах $N_{80}P_{60}K_{86}$. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: pH_{KCl} 6,1–6,3; содержание гумуса – 1,5–2,0%; P_2O_5 – 177–280 мг/кг; K_2O – 127–185 мг/кг. Минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) вносили перед посевом. Повторность в опыте четырехкратная, размеры учетных делянок: на водоразделе – 35 м², на верхней и средней частях склона – 30 м², в нижней части – 25 м². Способ применения бактериального удобрения Калиплант – обработка посевов в фазе всходы – начало кущения. Состав рабочей смеси для обработки 1 га посевов: 1 л Калипланта + 150–200 л воды.

Агрометеорологические условия в 2004 и 2006 гг. были благоприятными для возделывания яровой пшеницы – ГТК составили 1,4 и 1,7 соответственно при среднемноголетней величине ГТК, равной 1,6. В 2007 г. отмечен дефицит осадков, ГТК = 0,79.

Стимулирующее действие штамма *Bacillus circulans* БИМ В-376Д оценивали в краткосрочном вегетационном эксперименте с яровой пшеницей сорта Рассвет на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимические показатели почвы: pH_{KCl} 6,3; содержание гумуса – 1,8%; P_2O_5 – 280 мг/кг; K_2O – 305 мг/кг почвы. Дозы удобрений: N – 180, P – 120 мг д.в./кг почвы (аммиачная селитра, простой суперфосфат). Емкость вегетационных сосудов – 5,5 кг почвы. Количество растений на сосуд – 20. Повторность в опытах 6-кратная. Для стерилизации семян использовали смесь перекиси водорода и этилового спирта (1:1), длительность стерилизации – 30 мин. Перед посевом семена были инокулированы жидкой культурой *Bacillus circulans* БИМ В-376Д (титр 10⁸ кл/мл). Стимуляцию оценивали по накоплению биомассы растениями яровой пшеницы сорта Рассвет.

Содержание аминокислот в белке определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Биологическую ценность белка определяли расчетными методами – по химическому числу и аминокислотному скору [14].

Результаты и их обсуждение. Исследования по оценке эффективности бактериального удобрения Калиплант на яровой пшенице проведены в условиях Северной почвенно-экологической провинции. В Белорусском Поозерье водно-эрозионные процессы развиваются в условиях мелко- и среднехолмистого рельефа на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, сформированных на моренных почвообразующих породах. В этой зоне наряду с водной эрозией развивается также техногенная, обусловленная механической обработкой почвы. Почвы с потенциально возможным смывом занимают здесь около 30%, эродированные – около 11% площади обрабатываемых земель [11].

Установлено, что обработка посевов бактериальным удобрением Калиплант приводила к повышению продуктивности яровой пшеницы на всех элементах склона: от 40,1–54,1 до 45,7–58,6 ц/га к. ед. Продуктивность возделываемой культуры и прибавка от бактериализации зависели от степени эродированности почвы. Наиболее высокая прибавка от бактериального удобрения Калиплант отмечена на сильноэродированной почве – 5,6 ц/га к. ед. при продуктивности 45,7 ц/га к. ед. На неэродированной и среднеэродированной почвах прибавки зерна составили 4,5 и 3,9 ц/га к. ед. при продуктивности 58,6 и 49,8 ц/га к. ед. соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Среднегодовая продуктивность яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве на мощных моренных суглинках, фон $N_{80}P_{60}K_{86}$, СПК «Межаны», 2004–2007 гг.

Почва	Продуктивность, ц/га к. ед.		Прибавка, ц/га к. ед.
	Контроль	Калиплант	
Неэродированная	54,1	58,6	4,5
Среднеэродированная	45,9	49,8	3,9
Сильноэродированная	40,1	45,7	5,6
НСП ₀₅ фактор А (почва) – 3,2; фактор В (Калиплант) – 2,0			

Бактериальное удобрение эффективнее действовало в условиях стресса, на сильноэродированной почве, где отмечали дефицит элементов минерального питания, по сравнению с водоразделом (табл. 2).

Таблица 2. Агрохимические свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на моренных суглинках, СПК «Межаны», 2006–2007 гг.

Почва	Гумус, %	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
			мг/кг			
Неэродированная	2,06	6,20	280	185	1050	283
Среднеэродированная	1,84	6,30	221	151	983	244
Сильноэродированная	1,51	6,10	177	127	925	231

Установленная закономерность сохранялась в течение всего периода исследований. В полевых экспериментах, проведенных нами ранее на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на лессовидных суглинках, были отмечены аналогичные закономерности – повышение эффективности бактериального удобрения Калиплант на сильноэродированных почвах [6]. Основываясь на сходстве зависимостей, полученных на почвах разного гранулометрического состава, можно сделать вывод об антистрессовом действии бактериального удобрения Калиплант, проявляющемся в неблагоприятных условиях.

Проведена оценка влияния Калипланта на коэффициент использования почвенного калия (КИП) яровой пшеницей в зависимости от степени эродированности почвы. Величины коэффициентов использования почвенного калия яровой пшеницей рассчитывали по общепринятой методике [22] по отношению выноса калия основной и побочной продукцией к содержанию K₂O в почве.

Установлено, что применение бактериального удобрения путем обработки посевов усиливало мобилизацию запасов почвенного калия и повышало коэффициент использования калия яровой пшеницей по всей почвенно-эрозионной катене. В среднем за три года наибольшее положительное действие бактериализации на потребление калия отмечено на сильноэродированной почве, при этом показатели КИП были на 3,5% выше по сравнению с контролем. На других элементах склона – на водоразделе и среднеэродированной почве – показатели КИП повышались на 1,2% (рис. 1).

Аналогичные закономерности были установлены нами на эродированных дерново-подзолистых почвах, сформированных на лессовидных суглинках, при использовании бактериального удобрения Калиплант путем предпосевной обработки семян [6].

Таким образом, при разных способах внесения и на разных почвах бактериальное удобрение Калиплант активизировало потребление почвенного калия яровой пшеницей на всех элементах склона. Наиболее значимый эффект наблюдался при неблагоприятных условиях, на сильноэродированных почвах, что подтверждает антистрессовое действие бактериального удобрения Калиплант.

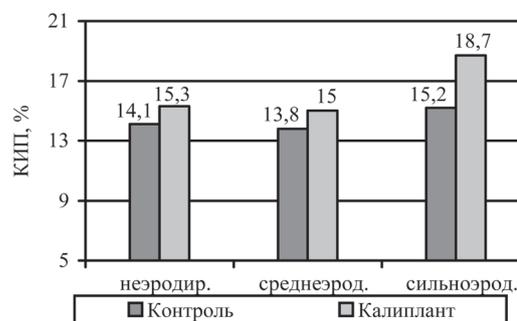


Рис. 1. Влияние обработки посевов бактериальным удобрением Калиплант на КИП яровой пшеницей на дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках, $N_{80}P_{60}K_{86}$, 2004–2007 гг.

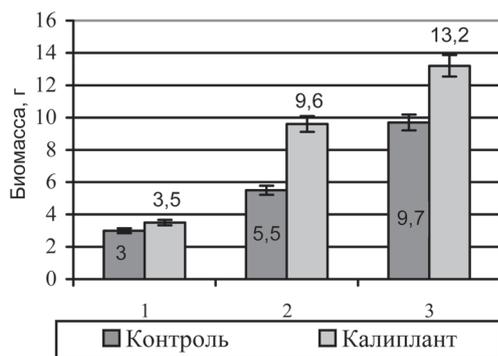


Рис. 2. Влияние бактериального удобрения Калиплант на накопление биомассы яровой пшеницы (NP) в различные фазы: 1 – кущения, 2 – колошения, 3 – молочной спелости

Антистрессовое действие микробных инокулянтов на растения считается одним из важных механизмов их взаимодействия и рассматривается как один из ключевых факторов положительного действия бактериальных удобрений на продукционный процесс [19, 20]. Чаще всего антистрессовое действие микробных инокулянтов связывают с гормональным эффектом, обусловленным биосинтезом и экскрецией биологически активных метаболитов, стимулирующих развитие корневой системы инокулированных растений. Результаты наших исследований, опубликованные ранее, показывают значительные преимущества в развитии корневой системы бактеризованных растений по сравнению с контрольными вариантами. Было установлено, что *Bacillus circulans* БИМ В-376Д является продуцентом индолил-

3-уксусной кислоты [15], которая способствует изменению морфологии корней и корневых волосков, увеличению массы корней [16, 17], числа и массы побегов [18], обеспечивая увеличение общей поглощающей поверхности корневой системы. Под действием штамма *Bacillus circulans* БИМ В-376Д объем корней инокулированных растений увеличивался на 18%, сырая масса корней – на 24%, сухая масса – на 40% [13]. Стимуляция развития корневой системы является важнейшим фактором повышения адаптивных возможностей растений. Использование бактериального удобрения Калиплант повышает адаптацию растений к неблагоприятным условиям среды, обеспечивая антистрессовое действие.

Результаты вегетационного опыта подтвердили стимулирующее действие бактериального удобрения Калиплант на динамику накопления биомассы яровой пшеницы сорта Рассвет. Различия по накоплению биомассы на вариантах с инокуляцией четко проявились в фазе колошения и сохранялись в фазе молочной спелости. В фазе колошения инокулированные растения накапливали биомассу в 1,7 раза активнее, в фазе молочной спелости – в 1,4 раза (рис. 2).

Применение бактериального удобрения Калиплант для обработки посевов яровой пшеницы на эродированных дерново-подзолистых почвах на мощных моренных суглинках экономически обосновано и обеспечивало прибыль в пределах 19,3–35,3 доллара США на 1 га посевов при рентабельности 66–103%. Лучшие экономические показатели получены при возделывании яровой пшеницы на сильноэродированной почве: в среднем за три года чистый доход с 1 га составил 35,3 доллара, рентабельность – 103% (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность бактериального удобрения Калиплант при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве на мощных моренных суглинках, N₈₀P₆₀K₈₆, СПК «Межаны», 2004–2007 гг.

Показатель	Почва		
	неэродированная	среднеэродированная	сильноэродированная
Продуктивность, ц/га к. ед.:			
контроль	54,1	45,9	40,1
Калиплант	58,6	49,8	45,7
Прибавка, ц/га к. ед.	4,5	3,9	5,6
Стоимость прибавки, долл/га	56,0	48,6	69,7
Всего затрат, долл/га	31,1	29,3	34,4
Прибыль, долл/га	24,9	19,3	35,3
Рентабельность, %	80	66	103

Таким образом, обработка посевов бактериальным удобрением Калиплант повышала продуктивность яровой пшеницы на всех элементах склона на 3,9–5,6 ц/га к. ед. и обеспечивала продуктивность яровой пшеницы в пределах 45,7–58,6 ц/га к. ед. Наибольшая прибавка (5,6 ц/га к. ед.) и лучшие в опыте экономические показатели (чистый доход с 1 га – 35,3 доллара, рентабель-

ность – 103%) также отмечаются при возделывании яровой пшеницы на сильноэродированной почве. Положительное действие бактериального удобрения Калиплант обусловлено гормональным эффектом, усилением потребления калия и повышением адаптации яровой пшеницы к стрессу.

Одной из актуальных задач является повышение биологической ценности зерна, получаемого на эродированных почвах. В связи с этим проведена оценка влияния обработки посевов бактериальным удобрением Калиплант на показатели качества двух сортов яровой пшеницы.

Основными показателями качества зерна являются содержание белка и его аминокислотный состав, которые определяют биологическую ценность продукции. По содержанию незаменимых и критических аминокислот в белке были рассчитаны аминокислотный скор и химическое число. Аминокислотный скор (%) характеризует содержание аминокислот в белке по отношению к аминокислотной шкале ФАО/ВОЗ, химическое число (%) характеризует содержание аминокислот в белке зерна по отношению к идеальному белку [14].

Применение бактериального удобрения Калиплант приводило к повышению содержания критических и незаменимых аминокислот в зерне яровой пшеницы сорта Контецца в условиях всей почвенно-эрозионной катены (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание критических и незаменимых аминокислот в зерне яровой пшеницы Контецца, СПК «Межаны», 2007 г., г/кг

Почва	Вариант опыта	Thr*	Val	Met*	Phe	Ile	Leu	Lys*
Водораздел	Контроль	3,26	4,80	1,91	4,93	3,52	6,73	1,88
	Калиплант	3,54	5,28	2,13	5,45	3,91	7,54	2,04
Среднеэродированная	Контроль	3,37	4,94	1,98	5,04	3,62	6,89	1,92
	Калиплант	3,78	5,60	2,30	5,79	4,14	7,91	2,17
Сильноэродированная	Контроль	3,39	4,90	1,98	5,35	3,94	7,82	2,49
	Калиплант	3,51	5,20	2,14	5,80	4,24	8,37	2,66
НСР ₀₅		0,17	0,27	0,11	0,29	0,14	0,35	0,13

Пр и м е ч а н и е. Thr, Met, Lys – критические аминокислоты (АКкр); Val, Phe, Ile, Leu – незаменимые аминокислоты (АКн). То же для табл. 5.

Установлены следующие показатели повышения биологической ценности белка яровой пшеницы: при возделывании на среднеэродированной почве химическое число повышалось на 6–8%, аминокислотный скор – на 8–11%; на неэродированной почве – на 3–5 и 3–7% соответственно. При возделывании на сильноэродированной почве показатели биологической ценности зерна яровой пшеницы сорта Контецца возрастали на 2–4% (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Биологическая ценность белка яровой пшеницы, СПК «Межаны», 2004–2007 гг., %

Почва	Вариант опыта	Сорт Контецца				Сорт Рассвет			
		химическое число		аминокислотный скор		химическое число		аминокислотный скор	
		АКкр	АКн	АКкр	АКн	АКкр	АКн	АКкр	АКн
Водораздел	Контроль	43	57	58	74	35	50	46	65
	Калиплант	46	62	61	81	44	54	58	70
Среднеэродированная	Контроль	44	58	59	76	39	54	51	70
	Калиплант	50	66	67	87	44	56	58	73
Сильноэродированная	Контроль	47	62	63	81	38	54	50	70
	Калиплант	50	65	65	85	46	57	61	75

При возделывании яровой пшеницы сорта Рассвет с применением бактериального удобрения Калиплант установлено повышение биологической ценности белка на всех элементах склона. Значимый положительный эффект отмечается в условиях сильноэродированной почвы: химиче-

ское число повышалось на 3–8%, аминокислотный скор – на 5–11%; на среднеэродированной – на 2–5 и 3–7%; на неэродированной почве – на 4–9 и 5–12% соответственно (см. табл. 5). Таким образом, по биологической ценности белок яровой пшеницы, выращенной с применением бактериального удобрения Калиплант, в большей степени соответствует требованиям ФАО/ВОЗ.

Результаты исследований показали, что при оценке влияния бактериального удобрения Калиплант на продуктивность и качество яровой пшеницы основными действующими факторами являются повышение адаптивных возможностей инокулированных растений в отношении минерального и водного питания [6, 13, 15] и активизация потребления почвенного калия [3, 4, 13], в особенности в стрессовых условиях. Наличие калиймобилизующих бактерий в корневой зоне яровой пшеницы дает определенные гарантии, по крайней мере частичного устранения дефицита калия в течение вегетации растений. Биохимические функции калия в клеточном метаболизме очень разнообразны [21], одна из них – активизация деятельности ферментов, участвующих в биосинтезе белка. Входящие в состав бактериального удобрения Калиплант *Bacillus circulans*, обеспечивая приток физиологических количеств калия, могут оказывать влияние и на биологическую ценность продукции.

Заключение. Обработка посевов бактериальным удобрением Калиплант обеспечивала повышение продуктивности яровой пшеницы на дерново-подзолистых почвах на мощных моренных суглинках на всех элементах склона – от 40,1–54,1 до 45,7–58,6 ц/га к. ед. Наиболее высокая эффективность бактериального препарата Калиплант, указывающая на его антистрессовое действие, отмечена на сильноэродированной почве, где среднегодовая прибавка составила 5,6 ц/га к. ед. по сравнению с 3,9 ц/га к. ед. на среднеэродированной почве и 4,5 ц/га к. ед. на водоразделе. Применение бактериального удобрения Калиплант повышало биологическую ценность белка яровой пшеницы: при возделывании сорта Контесса лучшие показатели получены в условиях среднеэродированной почвы: химическое число повышалось на 6–8%, аминокислотный скор – на 8–11%; при возделывании сорта Рассвет значимый положительный эффект отмечали в условиях сильноэродированной почвы: химическое число повышалось на 3–8%, аминокислотный скор – на 5–11%. Благоприятное действие бактериального удобрения Калиплант на продукционный процесс яровой пшеницы связано с повышением адаптивного потенциала растений, включающего гормональный эффект, стимуляцию развития корневой системы, повышение коэффициента использования почвенного калия, в особенности в стрессовых условиях.

Литература

1. 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.
2. Gaur, A. C. Phosphate solubilizing microorganisms as biofertilizers / A. C. Gaur. – New Delhi: Omega Sci. Publishers, 1990. – 283 p.
3. Михайловская, Н. А. Количественная оценка активности калиймобилизующих бактерий и их эффективность на посевах озимой ржи / Н. А. Михайловская // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2006. – № 3. – С. 41–46.
4. Михайловская, Н. А. Влияние бактериального удобрения Калиплант на урожайность зерновых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве с разной обеспеченностью калием / Н. А. Михайловская // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2009. – № 2. – С. 52–57.
5. Приживаемость и эффективность корневых diaзотрофов при инокуляции ячменя в зависимости от температуры и влажности / А. А. Белимов [и др.] // Микробиология. – 1994. – Т. 63. – Вып. 5. – С. 900–908.
6. Михайловская, Н. А. Влияние бактериального удобрения Калиплант на урожайность и качество яровой пшеницы на эродированных почвах / Н. А. Михайловская, А. Ф. Черныш, С. А. Касьянчик // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2010. – № 2. – С. 51–58.
7. Kennedy, I. R. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? / I. R. Kennedy, A. T. Chouhury, M. L. Kecskes // Soil Biol. Biochem. – 2004. – Vol. 36. – № 8. – P. 1229–1244.
8. Михайловская, Н. А. Эффективность бактериализации семян ячменя / Н. А. Михайловская, Н. И. Лэхтиков // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 2 (39). – С. 17–19.
9. Phosphate Solubilizing Microbes for Crop Improvement // Nova Science Publishers; eds. M. S. Khan, A. Zaidi. – 2009. – 355 p.
10. Свойства фосфатмобилизующих бактерий и их влияние на урожайность зерновых культур на дерново-подзолистых супесчаных почвах / Н. А. Михайловская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С. 120–129.

11. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации / А. Ф. Черныш [и др.] // РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; под общ. ред. А. Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
12. 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.
13. Михайловская, Н. А. Активность фосфатмобилизации у ризобактерий / Н. А. Михайловская, О. Миканова, Т. Б. Барашенко // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 1(38). – С. 225–231.
14. Чаховский, И. А. Методические рекомендации по биологической оценке продовольственного зерна / И. А. Чаховский, П. Г. Новиков. – М., 1982. – 23 с.
15. Влияние силикатных бактерий на развитие проростков ячменя и пшеницы / Н. А. Михайловская [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2003. – Вып. 27. – С. 316–324.
16. Okon, Y. Development and function of Azospirillum-inoculated roots / Y. Okon, Y. Kapulnik // Plant Soil. – 1986. – Vol. 90. – P. 3–16.
17. Kapulnik, Y. Changes in root morphology of wheat caused by Azospirillum inoculation / Y. Kapulnik, Y. Okon, Y. Henis // Can. J. Microbiol. – 1985. – Vol. 31. – P. 881–887.
18. Reynders, L. Use of Azospirillum brasilense as a biofertilizer in intensive wheat cropping / L. Reynders, K. Vlassak // Plant and Soil. – 1982. – Vol. 66. – P. 217–233.
19. Bergman, H. Interrelationships between Microorganisms and Plants in Soil / H. Bergman // Proc. Intern. Symp., Liblice, Czechoslovakia, June 22–27, 1987. – 1989. – Vol. 25. – P. 475.
20. Bates, L. S. Determination of free proline for water-stress studies / L. S. Bates, R. P. Waldren, I. D. Teare // Plant Soil. – 1973. – Vol. 39. – P. 205–207.
21. Mengel, K. Principles of plant nutrition / K. Mengel, E. A. Kirckby // Int. Potash Inst. Bern. – 1987. – 687 p.
22. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск, 2005. – С. 6–110.

*A. F. TCHERNYSH, N. A. MIKHAILOUSKAYA, S. A. KASYANCHYK,
A. V. YUCHNOVETS, E. G. TARASYUK, T. B. BARASHENKO*

EFFECTIVENESS OF BIOFERTILIZER KALIPLANT ON SPRING WHEAT SOWINGS ON ERODED SOD PODZOL SOILS ON MORAIN LOAM

Summary

Effectiveness of biofertilizer Kaliplant (K-mobilizing bacteria) on spring wheat sowings is established in the field experiment laid in accordance with geomorphologic profile of sod podzol soil on morain loam. The research shows that application of biofertilizer Kaliplant through sowings treatment results in the increase of spring wheat productivity by 3.9–5.6 c/ha f.u at all slope elements. Most significant positive effect (5,6 c/ha f.u) is observed on severely eroded soil that underlines antistressful properties of Kaliplant. The application of biofertilizer Kaliplant increases the use of soil potassium (by 3.5 %), especially on severely eroded soils. Biofertilizer affects positively the biological value of grain production. The best indices of grain quality are observed when spring wheat is grown on moderately and severely eroded soils.