

References

1. Kucherenko L.A. Podkhody k razrabotke tekhnologii massovoi regeneratsii rastenii in vitro // Biologiya kul'tiviruemykh kletok i biotekhnologiya rastenii. – M.: Nauka, 1991. – S. 232-243.
2. Ezhova T.A., Bagrova A.M., Gostimskii S.A. Pobegoobrazovanie v kallusakh iz verkhushkek stebel, mezhdouzlii i list'ev razlichnykh genotipov gorokha // Fiziologiya rastenii. – 1985. – T. 32. – Vyp. 3. – S. 513-520.
3. Lutova L.A., Bondarenko L.V., Buzovkina I.S., Levashina E.A., Tikhodeev O.N., Khodzhaiova L.T., Sharova N.V., Shishkova S.O. Vliyanie genotipa rasteniya na regeneratsionnye protsessy // Genetika. – 1994. – T. 30. – № 8. – S. 1065-1074.
4. Ockendon D.J., Sutherland R.A. Genetic and non-genetic factors affecting anther culture of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* var. gemmifera) // Theor. Appl. Genet. – 1987. – Vol. 74 (5). – P. 566-570.
5. Karabaev M.K., Dzhardemaliev Zh.K. Kul'tiviruemye kletki pshenitsy i kukuruzy. Morfogenez i tolerantnost' // Fiziologiya rastenii. – 1994. – T. 41. – № 6. – S. 807-814.
6. Znamenskaya V.V. Printsipy i metody sozdaniya i podderzhaniya iskhodnogo materiala na sovremennom etape selektsii sakharnoi svekly // dis. ... dokt. s.-kh. nauk. – Ramon', 1999. – 317 s.
7. Burnett L., Yarrow S., Huang B. Embryogenesis and plant regeneration from isolated microspores of *Brassica rapa* L. ssp. *Oleifera* // Plant Cell Rep. – 1992. – Vol. 11 (4). – P. 215-218.
8. Kotlyarova E.B. Aspekty primeneniya metodov biotekhnologii v selektsii yarovogo rapsa (*Brassica napus* L.) // dissertatsiya kandidata biol. nauk. – Lipetsk, 2007. – 128 s.
9. Sitbon M. Production of haploid *Gerbera jamesonii* plants by in vitro culture unfertilized ovules // Agronomie. – 1981. – Vol. 1 (9). – P. 807-812.
10. Podvigina O.A. Teoreticheskoe obosnovanie i priemy ispol'zovaniya metodov biotekhnologii v selektsii sakharnoi svekly // dissertatsiya doktora s.-kh. nauk. – Voronezh, 2003. – 277 s.



УДК 631.8:633.11 (571.15)

Т.Г. Хижникова, Н.В. Чернецова
T.G. Khizhnikova, N.V. Chernetsova

**ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ, ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ФОНЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ**

**THE CHANGE OF LEAF AREA, PHOTOSYNTHETIC POTENTIAL
AND SPRING WHEAT PRODUCTIVITY AGAINST THE BACKGROUND
OF SEED INOCULATION WITH BACTERIAL PREPARATIONS**

Ключевые слова: яровая пшеница, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, продуктивность, биопрепарат, инокуляция семян, погодные условия, минеральные удобрения, сорт, корреляция.

Наряду с минеральными и органическими удобрениями в сельском хозяйстве широкое применение находят бактериальные препараты. Использование бактериальных препаратов на основе несимбиотических ассоциативных бактерий оказывает всестороннее действие на рост и развитие растений в течение вегетации. Исследования с применением биопрепарата «Биоплант – К» проводились в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края в течение четырех лет. Объекты исследования – три сорта яровой мягкой пшеницы селекции Алтайского НИИ сельского хозяйства (Алтайская 98, Алтайская 105, Алтайская 325), различающиеся по спелости. Продуктивность культуры определяют такие показатели, как площадь листьев и фотосинтетический потенциал.

Максимальное развитие площади листьев при обработке семян перед посевом биопрепаратом наблюдалось в фазу колошения у сорта Алтайская 105 (50 тыс. м²/га) и Алтайская 325 (41,4 тыс. м²/га), у сорта Алтайская 98 листовой аппарат активно работал в фазу кущения. Фотосинтетический потенциал тесно коррелирует с урожайностью. Существенное влияние на данный показатель оказывают несимбиотические ассоциативные азотфиксирующие бактерии, особенно в засушливые годы. Биологическая урожайность, в среднем за четыре года, при использовании «Биопланта – К», составила у сортов Алтайская 105 – 5,2 т/га, Алтайская 98 – 4,2, Алтайская 325 – 3,9 т/га. Превышение к контролю доходило до 30,0-55,6%. Установлено, что обработка семян пшеницы перед посевом биопрепаратом «Биоплант – К» обеспечивает высокие показатели продуктивности растений, что важно в засушливых условиях отдельных периодов вегетации, характерных для Алтайского края.

Keywords: *spring wheat, leaf area, photosynthetic potential, productivity, biological preparation, seed inoculation, weather conditions, mineral fertilizers, variety, correlation.*

Bacterial preparations are widely used in agriculture along with mineral and organic fertilizers. The bacterial preparations based on non-symbiotic associative bacteria produce diversified effect on plant growth and development during the growing season. The studies of the application of Bioplant-K biological product were conducted in temperately arid forest-outlier steppe of the Altai Region for four years. Three spring soft wheat varieties of different maturity groups developed at the Altai Research Institute of Agriculture (Altayskaya 98, Altayskaya 105 and Altayskaya 325) were studied. Crop productivity is determined by such indices as leaf area and photosynthetic potential. With pre-seeding seed

treatment with Bioplant-K biological preparation, the maximum leaf area development was observed at ear formation stage in Altayskaya 105 variety (50 thous. sqm per 1 ha) and in Altayskaya 325 variety (41.4 thous. sqm per 1 ha); in Altayskaya 98 variety the leaf apparatus was active at tillering stage. Photosynthetic potential is closely correlated with yielding capacity. Non-symbiotic associative nitrogen-fixing bacteria produce significant effect on that index particularly in dry seasons. The four-year average biological yield with Bioplant-K treatment in the studied varieties was as following: Altayskaya 105 – 5.2 t ha, Altayskaya 98 – 4.2 t ha, and Altayskaya 325 – 3.9 t ha. The excess over the control made 30.0-55.6%. It is found that pre-seeding wheat seed treatment with Bioplant-K biological product ensures high plant productivity indices, which is important for the arid periods of growing season typical of the Altai Region.

Хижникова Татьяна Григорьевна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: tat.hizhnikova@mail.ru.

Чернецова Наталья Владимировна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: nvchernetsova@mail.ru.

Khizhnikova Tatyana Grigoryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: tat.hizhnikova@mail.ru.

Chernetsova Natalya Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: nvchernetsova@mail.ru.

Введение

Продуктивность яровой пшеницы, как и всех культур, определяется фотосинтетическим аппаратом растений, соответствующей площадью листьев. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны создавать оптимальные условия роста, развития растений, регулируя активность фотосинтетического процесса [1].

Использование бактериальных препаратов – один из прогрессивных элементов при выращивании яровой пшеницы. Биопрепараты на основе ассоциативных микроорганизмов комплексного действия влияют на минеральное питание, величину и качество продукции. Обработка семян пшеницы перед посевом штаммами ассоциативных бактерий, фиксирующими азот почвенного воздуха, позволяет не только повысить урожай, но и плодородие почвы. Препараты корневых diaзотрофов оказывают всестороннее действие на растение: улучшают питание, стимулируют развитие, повышают продуктивность [2, 3].

Действие биопрепаратов зависит от почвенно-климатических условий региона, культуры и даже сорта [4].

Фотосинтез – основной процесс питания растений, в результате его образуется до 90-95% сухой массы урожая. Быстрота развития, размеры листового аппарата, продолжительность его работы – важные показатели, отражающие продуктивность посевов [5].

Цель исследований – изучить влияние препарата «Биоплант-К» на развитие растений

яровой пшеницы, формирование фотосинтетического аппарата и ее продуктивность.

Объекты и методы исследования

Опыты закладываются с 2008 г. на полях учебного хозяйства «Пригородное» Алтайского государственного аграрного университета. Почвы участка – черноземы выщелоченные среднемощные среднегумусные с низкой обеспеченностью нитратным азотом (8,9 мг/кг почвы). Предшественник – пар. Посев проводился во второй декаде мая, нормой высева 5 млн всхожих зерен/га. Площадь опытной делянки 3 м², повторность – трехкратная.

Анализ проведен по трем сортам яровой мягкой пшеницы селекции Алтайского НИИ сельского хозяйства: Алтайская 98 – среднеранний, Алтайская 325 – среднеспелый, Алтайская 105 – среднепоздний. Варианты опыта: контроль, удобренный фон (N₆₀P₆₀K₆₀); семена инокулированные биопрепаратом. «Биоплант – К» создан на кафедре микробиологии МСХА (зав. лабораторией азотфиксации д.б.н. А.П. Кожемяков) на основе штамма бактерий рода *Klebsiella*.

Семена обработаны перед посевом нормой 600 г в расчете на гектарную норму семян. Для наблюдения за ростом и развитием использованы общепринятые методики.

Результаты и их обсуждение

Оптимальная густота продуктивного стеблестоя, особенно в условиях умеренно за-

сушливой колочной степи Алтайского края, является основой высокой продуктивности посевов.

Погодные условия периода «посев-всходы» складывались благоприятно только в 2009 г. Засушливый май трех лет не способствовал появлению оптимальных всходов. Всхожесть сортов яровой пшеницы колебалась по годам: 2008 г. – 58,0-84,8%, 2009 г. – 85,0-99,2, 2010 г. – 21,6-59,4, 2011 г. – 32,8-88,2%. Полевая всхожесть на варианте с биоплантом превышала контроль на 12-13%.

Густота посевов определяет начальный и последующий ход формирования площади листьев. В течение вегетации растения должны сформировать оптимальную площадь листьев, на определенную фазу развития, и, возможно, дольше функционировать как фотосинтезирующая система. Максимальные площади листьев яровой пшеницы в Алтайском крае отмечены в фазу колошения. Посевы с рациональной структурой и оптимальной площадью листьев могут быть получены только при наличии хорошего водоснабжения и питания [6].

В условиях нашей подзоны условия водоснабжения зависят от года. Обычно осадки выпадают неравномерно по фазам развития, что отрицательно влияет на отдельные элементы продуктивности растений. Возможно ли, используя биоплант, сгладить отрицательное влияние метеорологических факторов?

Хорошие урожаи получают только при условии, что максимальные показатели площади листьев на 60-й день развития пшеницы не должны превышать 30-40 тыс. м²/га. Посевы с площадью листьев 40 тыс. м²/га в среднем

поглощают уже до 50% падающей на них световой энергии.

Четырехлетние данные замеров площади листьев показали максимальные ее величины в фазу колошения (табл. 1). Биологические особенности растений определяют оптимальный ход развития их за вегетацию. Сортовые различия существенно сказываются на формировании ассимиляционного аппарата. Так, среднепоздний сорт Алтайская 105 в фазу колошения, под воздействием биопланта имел площадь листьев более 50 тыс. м²/га. В условиях Алтайского края часто осадки выпадают во второй половине вегетации, что способствует более длительной работе листьев в посевах у сортов данной группы спелости. Среднеспелый сорт Алтайская 325 на варианте с использованием биопрепарата имел площадь листьев 41,4 тыс. м²/га, что превышало аналогичный показатель на контроле и удобренном фоне. Влияние «Биопланта – К» на растения яровой пшеницы Алтайская 98 проявляется только в первый период развития – фазу кущения и в фазу трубкования. В фазу колошения преимущество сохраняется за удобренным вариантом (табл. 1).

В засушливых условиях первого периода развития 2010 г. по всем сортам проявляется четкая закономерность: площадь листьев в 1,5-2 раза выше у растений с применением биопланта.

Фотосинтетический потенциал (ФСП) – суммарная работа листьев в посеве за период вегетации, тесно коррелирует с урожайностью. Для скороспелых сортов показатель должен соответствовать 1,5-2, среднеспелых – 2,5-3, позднеспелых – 3-5 млн м²/сут. [7].

Таблица 1

Площадь листьев и фотосинтетический потенциал сортов яровой пшеницы, среднее за 2008-2011 гг.

Сорт	Период развития	Вариант					
		контроль		удобренный фон		Биоплант-К	
		площадь листьев, тыс. м ² /га	ФСП, млн м ² /сут.	площадь листьев, тыс. м ² /га	ФСП, млн м ² /сут.	площадь листьев, тыс. м ² /га	ФСП, млн м ² /сут.
Алтайская 98	Кущение	20,7	0,29	20,2	0,29	22,1	0,30
	Трубкование	27,4	0,19	43,3	0,25	36,6	0,25
	Колошение	28,6	0,34	49,7	0,51	43,8	0,46
	За вегетацию	-	1,43	-	1,98	-	1,98
Алтайская 325	Кущение	15,3	0,22	19,4	0,27	18,4	0,26
	Трубкование	31,0	0,19	31,2	0,20	36,1	0,23
	Колошение	34,4	0,40	38,1	0,39	41,4	0,42
	За вегетацию	-	1,57	-	1,62	-	1,76
Алтайская 105	Кущение	16,5	0,23	15,2	0,22	21,4	0,30
	Трубкование	36,6	0,21	36,3	0,20	47,2	0,28
	Колошение	55,0	0,52	39,9	0,46	52,8	0,55
	За вегетацию	-	2,16	-	1,78	-	2,32

Биологическая урожайность, т/га, среднее за 2008-2011 гг.

Сорт	Вариант	Биологическая урожайность, т/га	Прибавка к контролю, %
Алтайская 98	Контроль	2,7	
	Удобрённый фон	2,8	+3,7
	Биоплант	4,2	+55,6
Алтайская 325	Контроль	3,0	
	Удобрённый фон	3,5	+16,7
	Биоплант	3,9	+30,0
Алтайская 105	Контроль	3,6	
	Удобрённый фон	3,9	+8,3
	Биоплант	5,2	+44,4

В условиях Приобья в среднем за 4 года ФСП за вегетацию у сорта Алтайская 98 составил 1,98 млн м²/сут. на варианте с использованием биопланта, превышая контроль на 38% (табл. 1).

Преимущество данного элемента в технологии возделывания пшеницы отмечено у сортов Алтайская 325 и Алтайская 105. Влияние несимбиотических азотфиксирующих бактерий существенно в засушливые годы. В 2010 г., по сравнению с контролем, у пшеницы Алтайская 98 ФСП возрастает на 188%, Алтайской 325 – на 116%, а Алтайской 105 – на 180%. В условиях достаточного водоснабжения растений в определенных фазы вегетации (2009 г.) отмечены высокие абсолютные показатели ФСП – 2,83-4,61 млн м²/сут. Но преимущество биопланта не наблюдается, за исключением сорта Алтайская 98.

Урожайность – показатель адаптивности сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям возделывания.

Действие биопланта в большей степени отразилось на продуктивности растений сорта Алтайская 105 (5,2 т/га). Ниже урожайность у пшеницы Алтайская 98 (4,2 т/га) и Алтайская 325 (3,9 т/га) (табл. 2). Удобрённый фон дал превышение к контролю 3,7-16,7%.

Оптимальный ход формирования листовой поверхности в определенные фазы вегетации культуры является показателем благоприятных условий прохождения этапов органогенеза, следовательно, и заложения элементов структуры урожая.

Размеры листового аппарата, длительность жизни листьев могут ограничивать продуктивность растений. Тесно коррелирует урожайность с площадью листьев и ФСП у среднепозднего сорта Алтайская 325 с применением биопланта. Коэффициенты корреляции, соответственно, равны 0,98 и 0,99. По данному сорту можно прогнозировать урожайность, исходя из размеров площади листьев и суммарной работы их в посеве (ФСП).

Сильная зависимость между продуктивностью и показателями площади листьев, ФСП у пшеницы среднепозднего типа Алтайская 105: $r = 0,84$ и $r = 0,73$. Среднеранний сорт Алтайская 98 показал сильную корреляцион-

ную связь между площадью листьев и урожайностью не в фазу колошения, а в фазу трубкования ($r = 0,73$) на варианте с применением биопланта.

Выводы

Использование препарата «Биоплант-К» при обработке семян перед посевом обеспечивает высокие показатели продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы. В среднем за 4 года превышение к контролю составило 30,0-55,6%.

В годы с засушливыми условиями вегетационного периода инокуляция семян сказывается благоприятно на развитии растений и их продуктивности.

Площадь листьев и фотосинтетический потенциал тесно коррелируют с урожайностью в фазу колошения у среднеспелого сорта Алтайская 325, среднепозднего – Алтайская 105 и в фазу трубкования у среднераннего сорта Алтайская 98.

Библиографический список

1. Григорьева Э.С. Теоретические основы растениеводства. – Барнаул, 2001. – 200 с.
2. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
3. Paul E.A. Towards the year 2000: directions for future nitrogen research. In: Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems (ed. J.R. Wilson), CAB International, Wallingford, UK, 1988. – P. 417-425.
4. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О., Поляков Д.И. Эффективность микробных препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых культур в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10. – С. 5-7.
5. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений // Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 431-433.
6. Григорьева Э.С. Что должен знать специалист об особенностях биологии полевых культур и технологии их возделывания. – Барнаул, 2006. – 280 с.

7. Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – Т. 1. – С. 309-353.

References

1. Grigor'eva E.S. Teoreticheskie osnovy rastenievodstva. – Barnaul, 2001. – 200 s.
2. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – М.: Изд-во VNIIA, 2005. – 302 s.
3. Paul E.A. Towards the year 2000: directions for future nitrogen research. In: Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems (ed. J.R. Wilson), CAB International, Wallingford, UK, 1988. – P. 417-425.
4. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O., Polyakov D.I. Effektivnost' mikrobnyykh preparatov kornevykh diazotrofov pri

vozdelyvanii zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo Priob'ya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10. – S. 5-7.

5. Nichiporovich A.A. Fotosintez i voprosy povysheniya produktivnosti rastenii // Problemy fotosinteza. – М.: Изд-во AN SSSR, 1959. – S. 431-433.
6. Grigor'eva E.S. Chto dolzhen znat' spetsialist ob osobennostyakh biologii polevykh kul'tur i tekhnologii ikh vozdelyvaniya. – Barnaul, 2006. – 280 s.
7. Fiziologiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – Т. 1. – С. 309-353.



УДК 635.914-18:582.751.2

И.Н. Турбина, М.В. Горбань
I.N. Turbina, M.V. Gorban

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «БАЙКАЛ ЭМ-1»
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПЕЛАРГОНИУМА В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА**

**THE EFFECT OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZER "BAIKAL EM-1"
ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PELARGONIUM IN PROTECTED GROUND CONDITIONS**

Ключевые слова: пеларгониум, ЭМ-технологии, всхожесть семян, проросток, пикировка, подкормка, вегетативный орган, генеративный орган, закрытый грунт, удобрение.

В настоящее время всё интенсивнее изучается роль непатогенных микроорганизмов в повышении качества, увеличении устойчивости к неблагоприятным экологическим условиям посадок цветочно-декоративных культур. Перспективным в этом отношении является использование препарата «Байкал ЭМ-1», который содержит устойчивую ассоциацию как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов. Целью работы явилось изучение влияния микробиологического удобрения «Байкал ЭМ-1» на рост и развитие сортов пеларгониума в условиях оранжереи. Объекты исследования – сорта *Pelargonium zonale* 'Алый', *Pelargonium zonale* 'Белый', *Pelargonium zonale* 'Биколор', *Pelargonium zonale* 'Орбит'. Для определения энергии прорастания и всхожести семена предварительно обработали раствором «Байкал ЭМ-1» концентрацией 1:2000, при экспозиции 24 ч. Контролем служили необработанные семена. Воздействовали на растения водным раствором «Байкал ЭМ-1» концентрацией 1:1000, один раз в 10 дней. Многофакторный опыт заключался в двух вариантах подкормки растений удобрением: 1 – корневая; 2 – внекорневая. Отмечено, что семена пеларгониума характеризуются однородностью по прорастанию и высокой лабораторной всхожестью. Обработка семян водным раствором «Байкал ЭМ-1» вызвала у сортов *Pelargonium zonale*

'Алый' и *Pelargonium zonale* 'Белый' увеличение всхожести на 10-15% по сравнению с контролем. Внекорневая подкормка растений пеларгониума водным раствором «Байкал ЭМ-1» концентрацией 1:1000 стимулировала увеличение морфометрических показателей вегетативных органов растений. Корневая подкормка у сортов *Pelargonium zonale* 'Алый' и *Pelargonium zonale* 'Белый' увеличивала в 1,5 раза число одновременно цветущих соцветий на растениях и цветков, по сравнению с контролем. Корневая подкормка удобрением «Байкал ЭМ-1» является наиболее оптимальным вариантом для стимуляции роста и развития пеларгониума в закрытом грунте.

Keywords: *pelargonium*, *EM-technologies* (Effective Microorganisms Technologies), seed germinating ability, seedling, top removal, fertilization, vegetative organ, generative organ, protected ground, fertilizer.

The role of non-pathogenic microorganisms is currently actively studied for the purpose of improving quality and increasing the resistance of floricultural and ornamental crops to adverse environmental conditions. The application of "Baikal EM-1" microbiological fertilizer which contains a steady association of both aerobic and anaerobic microorganisms is highly efficient in this regard. The research goal was to study the effect of "Baikal EM-1" microbiological fertilizer on the growth and development of pelargonium varieties in greenhouse. The varieties *Pelargonium zonale* 'Scarlet' (Aliy), *Pelargonium zonale* 'White' (Beliy), *Pelargonium zonale* 'Bicolour' and *Pelargonium zonale* 'Orbit' were studied. To de-