

8. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко и др. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

References

1. Zemledelie v Sibiri: uchebnoe posobie / pod red. N.V. Yashutina. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2004. – 414 s.

2. Shpaar D. i dr. Sakharnaya svekla. – Minsk: FUInform, 2004. – 256 s.

3. Pflieffer R.K., Holmes H.M. A study of the competition between barley and oats as influenced by barley seed rates, nitrogen level, and barban treatment. Weed Res., 1961.

4. Shubin M.M. Plodorodie i urozhai. – Barnaul: Alt. kn. izd-vo, 1993. – 168 s.

5. Pryanishnikov D.N. Ob udobrenii polei v sevooborotakh. – M.: Izd-vo MSKh RSFSR, 1962. – S. 148.

6. Artyukov N.V. Donnik. – M.: Sovetskaya Rossiya, 1959. – 53 s.

7. Alekseev E.K. Zelenoe udobrenie v SSSR. – M.: Sel'khozgiz, 1948. – 470 s.

8. Moiseichenko V.F. i dr. Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii. – M.: Kolos, 1996. – 336 s.



УДК 631.847.21:631.82/.633.11(321):631.559

**В.С. Курсакова,
Т.Г. Хижникова,
Л.А. Новикова
V.S. Kursakova,
T.G. Khizhnikova,
L.A. Novikova**

**ВЛИЯНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ
И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**EFFECT OF NITROGEN-FIXING BACTERIA AND MINERAL FERTILIZERS
ON SPRING WHEAT PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELDING CAPACITY**

Ключевые слова: микробные препараты, азотфиксация, фотосинтез, площадь листьев, diazотрофы, инокуляция, биологический азот, урожайность, пшеница.

Приводятся сравнительные данные по влиянию препарата «Биоплант-К», содержащего несимбиотические азотфиксирующие бактерии *Klebsiella planticola*, и минеральных удобрений с разными дозами азота $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фотосинтетическую деятельность и продуктивность яровой пшеницы в степной зоне Алтайского края. Препарат испытывали инокулированием семян пшеницы в чистом виде и на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$. Несимбиотические азотфиксирующие бактерии широко используются в составе препаратов для улучшения азотного питания разных сельскохозяйственных растений, при этом урожайность культур увеличивается до 20-40% и более, улучшается качество продукции. Азотные удобрения оказывают сильное регулирующее действие на фиксацию азота diaзотрофами. Однако их влияние на этот процесс неоднозначно. Одни исследователи отмечают подавление азотфиксации при внесении азотных удобрений, другие – его активацию. В любом случае возрастает доля биологического азота в урожае, что позволяет более экономно расходовать минеральные удобрения. Исследования проводили в 2010-2011 гг. на черноземе выщелочен-

ном. Объектами исследования служили районированные в Алтайском крае сорта пшеницы разных сроков созревания. Схема опыта включала варианты: 1) контроль; 2) инокуляция биоплантом; 3) $N_{30}P_{60}K_{60}$ – фон; 4) фон + биоплант; 5) $N_{60}P_{60}K_{60}$. Исследования показали, что как инокуляция, так и минеральные удобрения увеличивают значительно листовую поверхность и чистую продуктивность фотосинтеза у всех сортов пшеницы в оба года исследований. Увеличение площади листьев более интенсивным было на инокулированных вариантах. Урожайность пшеницы также была более высокой при обработке семян препаратом. В среднем за 2 года прибавки от инокуляции биоплантом составили 13,5-88,0% ($N_{30}P_{60}K_{60}$), на фоне NPK – 20,0-80,0%. Минеральные удобрения обеспечили прибавки от 0 до 64%. Эффективность инокуляции повышается на фоне N_{30} и практически всегда сравнима с дозой N_{60} .

Keywords: microbial preparations, nitrogen fixation, photosynthesis, leaf area, diazotrophs, inoculation, biological nitrogen, crop yielding capacity, wheat.

The comparative data on the effect of Bioplant-K microbial preparation with non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria *Klebsiella planticola* and fertilizers with various nitrogen rates $N_{30}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$ on

spring wheat photosynthetic activity and yielding capacity in the steppe area of the Altai Region is discussed. The preparation was tested by wheat seeds inoculation in its pure form and against the background of $N_{30}P_{60}K_{60}$. Non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria are widely used in microbial preparations to improve nitrogen nutrition of various crops, with crop yields increasing up to 20-40% or more and improved product quality. Nitrogen fertilizers reveal a strong regulating effect on nitrogen fixation by diazotrophs. The studies were conducted in 2010-2011 on leached chernozem. Wheat varieties of different ripening dates released for the Altai Region were investigated. The trial involved the following variants: 1) control; 2) inoculation with Bioplant;

3) $N_{30}P_{60}K_{60}$ as background; 4) $N_{30}P_{60}K_{60}$ background + Bioplant; and 5) $N_{60}P_{60}K_{60}$. The studies revealed that both inoculation and fertilizers significantly increased leaf area and net photosynthesis productivity in all wheat varieties in both years of the research. The leaf area increased more intensively in inoculated variants. The wheat yields were also higher with seed treatment by the preparation. Two-year average yield gains caused by the inoculation with Bioplant made 13.5-88.0% ($N_{30}P_{60}K_{60}$), and 20.0-80.0% against the background of NPK-compound. The fertilizers ensured the yield gain from 0 to 64%. The effectiveness of inoculation increases against the background of N_{30} , and it is almost always comparable to the rate of N_{60} .

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 63-41-16. E-mail: Kursakova46@mail.ru.

Хижникова Татьяна Григорьевна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 63-41-16. E-mail: Kursakova46@mail.ru.

Новикова Любовь Александровна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ljubik804k@yandex.ru.

Kursakova Valentina Sergeyevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Khizhnikova Tatyana Grigoryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Novikova Lyubov Aleksandrovna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: ljubik804k@yandex.ru.

Введение

В Алтайском крае зерновые культуры занимают в структуре посевных площадей более 50% земель. Большинство посевов нуждаются в дополнительном азотном питании, так как растения недополучают этот элемент в большей степени. В современных экономических условиях применение минеральных удобрений сопряжено с большими материальными затратами, актуальной остаётся экологическая сторона использования данного вида удобрений. Поэтому в последнее время всё больше внимания уделяют биологической фиксации азота ризосферными ассоциативными бактериями, что позволяет обеспечивать растения экологически чистым азотом при сокращении затрат на производство растениеводческой продукции [1]. За счёт деятельности корневых diazotрофов потребности растений в азоте могут покрываться до 20% и более [1-3]. Поэтому мероприятия, направленные на повышение роли биологического азота в питании зерновых культур, в том числе пшениц, имеют важное практическое значение.

Ассоциативная азотфиксация осуществляется различными бактериями, распространёнными в различных почвенно-климатических зонах. На их основе разработан ряд биологических препаратов, оказывающих на растения разностороннее положительное действие. Их эффективность неоднократно доказывалась в полевых опытах для разных полевых культур у нас в стране и за рубежом. Урожайность пшениц при применении препаратов ассоци-

ативных бактерий увеличивается в среднем на 20-40%, в условиях Алтайского края – на 17-80% [1, 4]. Такой высокий эффект обусловлен комплексным воздействием микроорганизмов на растения: кроме улучшения азотного питания корневые diazotрофы выделяют специфические биологически активные соединения – фитогормоны и антибиотики, способные оказывать значительный ростостимулирующий и антифунгальный эффект.

Результат взаимодействия растения с diazotрофами будет зависеть от структуры ризоценоза и активности его компонентов, которые в значительной степени зависят от биологических особенностей растения [5]. Связано это с тем, что генотипы растений имеют специфическую реакцию как на изменение экологических факторов, так и на изменение микробоценоза. В процессе селекционной работы способность растений поддерживать высокую азотфиксирующую активность может быть утрачена или, наоборот, усилена. Для повышения уровня азотфиксации в ризосфере и увеличения доли биологического азота в питании растений важно выявлять и использовать наиболее эффективные по этому признаку генотипы.

Одним из факторов, оказывающих сильное регулирующее действие на азотфиксацию, являются минеральные азотные удобрения. В литературе имеются противоречивые сведения о влиянии минеральных соединений азота на активность азотфиксации в почве. Широко распространено мнение, что минеральный азот сильно замедляет этот процесс.

В то же время имеются данные, что азотные удобрения вызывают кратковременное подавление азотфиксации, а существенное торможение наблюдается лишь при высоких нормах минерального азота [6]. Азотные удобрения, внесенные в небольших количествах, стимулируют развитие растений на первых этапах и повышают продуктивность фотосинтетического аппарата. В дальнейшем в результате потребления азота растениями и микроорганизмами возрастает роль ассоциативной азотфиксации [7]. Оптимизация доз азотных удобрений с учетом свойств почвы, биологических особенностей растения и экологии ассоциативной азотфиксации может позволить увеличить долю биологического азота в урожае и более экономно расходовать минеральные удобрения.

Целью исследования было сравнительное изучение влияния биопрепарата «Биоплант-К» и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и урожайность разных сортов яровой мягкой пшеницы в Приобской зоне Алтайского края.

Объекты и методы

Исследования проводили в 2010–2011 гг. на опытном поле учебного хозяйства АГАУ, расположенного в зоне умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, среднесуглинистый, среднегумусный, с нейтральной реакцией среды, достаточно обеспечен подвижным калием и фосфором и недостаточно нитратным азотом.

Объектами исследований были районированные в Алтайском крае сорта мягкой яровой пшеницы, различающиеся по срокам созревания: среднеранние сорта – Алтайская 98 и Омская 36; среднеспелые – Алтайская 325 и Алтайская 100; среднепоздние – Алтайская 105 и Омская 28. В опыте использовали бактериальный препарат «Биоплант-К», содержащий культуру азотфиксирующих ассоциативных бактерий *Klebsiella planticola*. Препарат получен нами из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) контроль (без инокуляции); 2) инокуляция семян препаратом «Биоплант-К»; 3) $N_{30}P_{60}K_{60}$ – фон; 4) фон + биоплант-К; 5) $N_{60}P_{60}K_{60}$. Посев проводили в первой декаде мая на площадках 5 м^2 в трёхкратной повторности, при норме высева 500 всхожих семян на 1 м^2 . Семена обрабатывали препаратом в день посева гектарной нормой 300 г.

Метеорологические условия 2010 г. по данным Барнаульской ГМС характеризовались более высокими условиями увлажнения и недостаточным теплообеспечением по сравнению со среднемноголетними данными. Условия 2011 г. отличались недостаточным

теплообеспечением и увлажнением ниже среднемноголетних показателей.

Полевые и лабораторные исследования осуществлялись по общепринятым методикам государственного сортоиспытания. Площадь листьев и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли по методу А.А. Ничипоровича [8]. Результаты исследований обрабатывали дисперсионным методом анализа по А.Б. Доспехову [9].

Результаты исследований

Продуктивность любой сельскохозяйственной культуры формируется в результате процесса фотосинтеза. Фотосинтетическая деятельность посевов напрямую зависит от обеспеченности их элементами питания. Наиболее важными показателями продуктивности процесса являются площадь листовой поверхности и чистая продуктивность фотосинтеза. Результаты исследований по влиянию инокуляции и минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность пшеницы представлены в таблице 1.

Яровые пшеницы разных сортов и сроков спелости в оба года исследований реагировали на приёмы возделывания определённой закономерностью. В 2010 г. практически все сорта сформировали к периоду фазы трубкования наибольшую листовую поверхность на инокулированном биоплантом в чистом виде варианте. У среднеранних сортов Алтайская 98 и Омская 36 площадь листьев составила 18,40 и 21,40 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$ соответственно. Аналогично произошло нарастание листовой поверхности у среднеспелых сортов Алтайская 100 и Алтайская 325.

Среднепоздние сорта иначе отозвались на инокуляцию и удобрения. У сорта Алтайская 105 большее значение площади листьев наблюдалось при инокуляции биоплантом на фоне минеральных удобрений – 15,23 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$, в то время как при инокуляции биоплантом в чистом виде площадь листьев была меньше – 14,28 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$. Сорт Омская 28 большую площадь листьев сформировал на варианте с минеральным удобрением $N_{30}P_{60}K_{60}$ – 19,30 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$.

В 2011 г. площадь листьев почти у всех сортов в фазу трубкования была более высокой, что, вероятно, связано с более теплым периодом начала вегетации по сравнению с предшествующим годом. Сорт Алтайская 98 сформировал наибольшую листовую поверхность при применении биопрепарата «Биоплант-К» в чистом виде – 34,62 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$. У сорта Омская 36 площадь листьев на всех вариантах развивалась на уровне контроля. Аналогичная закономерность наблюдалась у сорта Алтайская 100, где приёмы возделывания не оказали существенного влияния на нарастание ассимиляционной поверхности.

Площадь листьев сорта Алтайская 325 составила 10,09-13,96 тыс. м²/га.

Среднепоздний сорт пшеницы Алтайская 105 сформировал наибольшую площадь листьев при инокуляции биоплантом в чистом виде – 17,92 тыс. м²/га и при внесении минерального удобрения с нормой азота 60 кг/га – 16,46 тыс. м²/га. Как и у предыдущего сорта у пшеницы Омская 28, наибольшая величина ассимиляционного аппарата сформировалась на инокулированном варианте и при использовании удобрений (N₆₀P₆₀K₆₀) – 19,28 и 18,32 тыс. м²/га соответственно. Таким образом, улучшение азотного питания растений пшеницы как минеральными удобрениями, так и инокуляцией биоплантом в чистом виде и на минеральном фоне способствовали увеличению листовой поверхности пшениц разных сроков спелости.

Размеры чистой продуктивности фотосинтеза колебались у различных сортов пшеницы по годам исследований (табл. 1). У среднеранних сортов наибольший прирост сухой массы наблюдался в 2010 г. Значительный рост ЧПФ у сорта Омская 36 происходил при внесении удобрений с нормой азота 60 кг/га – 10,56 г/м²·сут., а у сорта Алтайская 98 – на минеральном фоне с инокуляцией – 13,88 г/м²·сут.

Среднезрелые сорта в оба года исследований отзывались наибольшим приростом сухого вещества на одних и тех же приемах возделывания. У среднепозднего сорта Алтайская 105 в 2010 г. значения ЧПФ на вариантах опыта варьировали в пределах 6,10-6,31 г/м²·сут. В 2011 г. у данного сорта наибольший прирост биомассы наблюдался при внесении минеральных удобрений. Сорт Омская 28 в 2010 г. реагировал увеличением ЧПФ лучше всего на инокуляцию и удобрение с дозой азота 60 кг/га – 6,95 и 7,05 г/м²·сут. соответственно, а в 2011 г.

положительное влияние на ЧПФ оказали приёмы с внесением минеральных удобрений: 8,45 г/м²·сут. по фону и 9,46 г/м²·сут. при внесении повышенной дозы азотного удобрения. Таким образом, улучшение азотного питания стимулирует увеличение прироста сухой массы, однако прямой связи чистой продуктивности фотосинтеза с урожайностью сортов не выявлено.

Урожайность разных сортов пшениц на контроле в оба года исследований была приблизительно одинаковой в пределах сорта и колебалась по сортам от 2,0 до 3,1 т/га. Более высокая урожайность характерна для среднезрелых и среднепоздних сортов (табл. 2).

Обработка семян препаратом как в чистом виде, так и на фоне NPK значительно повышала урожайность всех сортов пшениц, но особенно среднеранних – на 25,0-76,9% от неудобренного контроля. Из среднезрелых сортов более высокая отзывчивость на инокуляцию биоплантом отмечена у сорта Алтайская 325 в 2011 г. – 80-88%.

Исходя из полученных результатов следует, что отзывчивость на инокуляцию у всех сортов более высокой была в 2010 г., за небольшим исключением (Алтайская 325), и составила в среднем по сортам 13,5-76,9% от контроля. В то же время минеральные удобрения в обеих дозах увеличивали урожайность пшениц, но в меньшей мере – от 0 до 64%. Более отзывчивыми на минеральные удобрения оказались среднепоздние сорта пшениц. Большая прибавка получена от дозы N₆₀P₆₀K₆₀ по сравнению с фоновой дозой N₃₀P₆₀K₆₀, за исключением сорта Омская 28.

В среднем за 2 года исследований прибавки урожая пшениц от инокуляции биоплантом составили 13,5-88,0%, биоплантом на фоне NPK – 20,0-80,0%. Минеральные удобрения в дозе N₃₀P₆₀K₆₀ увеличивали урожайность на 3,5-48,0%, в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ – на 0-64%.

Таблица 1

Площадь листьев (тыс. м²/га), ЧПФ (г/м²·сут.)

Сорт	Контроль	Биоплант	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ фон	Биоплант + фон	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
2010 г.					
Алтайская 98	8,27 / 3,51*	18,40 / 3,96	10,62 / 6,38	12,80 / 13,90	8,57 / 8,60
Омская 36	14,02 / 7,56	21,40 / 6,71	13,70 / 5,90	17,13 / 8,00	14,04 / 10,56
Алтайская 100	8,46 / 5,92	21,35 / 7,54	13,71 / 12,08	16,61 / 9,30	8,90 / 4,66
Алтайская 325	13,71 / 6,39	20,80 / 5,98	13,98 / 7,80	17,86 / 3,96	7,41 / 5,57
Алтайская 105	10,64 / 7,78	14,28 / 6,12	10,49 / 6,31	15,23 / 7,94	14,05 / 6,10
Омская 28	11,90 / 5,48	15,41 / 6,95	19,30 / 5,90	15,68 / 5,94	13,64 / 7,05
2011 г.					
Алтайская 98	15,45 / 4,55	34,62 / 6,18	18,36 / 7,30	17,37 / 7,36	19,43 / 7,57
Омская 36	16,22 / 8,85	20,54 / 6,08	23,43 / 6,60	22,76 / 6,71	13,31 / 8,97
Алтайская 100	20,26 / 4,84	23,48 / 4,07	20,82 / 8,67	18,84 / 11,67	15,77 / 5,93
Алтайская 325	10,09 / 5,94	13,96 / 7,49	12,50 / 7,93	13,50 / 7,39	12,54 / 5,93
Алтайская 105	10,60 / 5,68	17,92 / 4,27	12,50 / 4,58	11,35 / 5,85	16,46 / 6,98
Омская 28	17,82 / 8,20	19,28 / 5,50	18,00 / 8,45	18,16 / 8,25	18,32 / 9,46

*В числителе – площадь листьев; знаменателе – ЧПФ.

Урожайность сортов яровой пшеницы

Сорт	Год	Урожайность, т/га				
		контроль	биоплант	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ фон	фон + Биоплант	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
<i>Раннеспелые</i>						
Алтайская 98	2010	2,2	2,9	2,3	3,0	2,6
	2011	2,0	3,4	2,2	3,1	2,4
Омская 36	2010	2,6	4,6	3,3	4,4	3,8
	2011	2,8	3,5	2,9	3,5	3,9
<i>Среднеспелые</i>						
Алтайская 100	2010	2,9	3,6	3,4	4,0	3,7
	2011	3,0	3,4	3,3	3,6	3,5
Алтайская 325	2010	3,0	3,4	3,1	3,6	2,9
	2011	2,5	4,7	3,7	4,5	4,1
<i>Позднеспелые</i>						
Алтайская 105	2010	3,1	4,4	3,0	4,2	4,7
	2011	2,8	3,2	2,9	3,6	4,0
Омская 28	2010	2,8	4,1	4,1	3,9	3,2
	2011	2,9	3,8	4,0	4,2	3,9
НСР ₀₅ в 2010 г. = 0,35						
НСР ₀₅ в 2011 г. = 0,30						

Следовательно, биоплант, содержащий ассоциативные азотфиксирующие бактерии *Klebsiella planticola*, в условиях степной зоны Алтайского края способен существенно увеличивать урожайность разных сортов яровой пшеницы, при низкой стоимости препарата. Эффективность его использования повышается на фоне невысокой дозы азота – 30 кг/га, и практически всегда сравнима с дозой N₆₀ или даже превосходит ее, что более экономически выгодно, если учесть высокую стоимость минеральных удобрений.

Выводы

Таким образом, инокуляция семян пшеницы препаратом корневых diaзотрофов – Биоплантом-К как в чистом виде, так и на минеральном фоне – способствует более полному развитию фотосинтетической поверхности растений и значительному увеличению урожайности, являясь при этом экологически безопасным и экономически выгодным технологическим приёмом. Минеральные удобрения также увеличивают фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность пшениц, но в меньшей степени, чем инокуляция ассоциативными бактериями.

Библиографический список

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: ВНИИА, 2005. – 305 с.
2. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. – М.: МГУ, 1986. – 136 с.
3. Paul E.A. Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems // Intern. Symb. Brisbane (Austral) ed. Willson. J.R. V. 1. – P. 417.
4. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О., Поляков Д.И. Эффективность микробных препаратов корневых diaзотро-

фов при возделывании зерновых культур в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10(108). – С. 5-7.

5. Емцев В.Т., Чумаков М.И. Об эффективности азотфиксирующего ассоциативного симбиоза у небобовых растений // Почвоведение. – 1990. – № 11. – С. 116-126.

6. Watanabe J., Lee K., Alimango B. Biological nitrogen fixation in paddy field. Studied by in situ acetylene reduction assays // Ecol. Bull. – 1980. – № 26. – P. 304-310.

7. Кудеяров В.Н., Кузнецова Т.В. Оценка размеров несимбитической азотфиксации в почве методом баланса // Почвоведение. – 1990. – № 11. – С. 79-89.

8. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука, 1972. – 511 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 305 s.
2. Umarov M.M. Assotsiativnaya azoffiksatsiya. – M.: MGU, 1986. – 136 s.
3. Paul E.A. Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems // Intern. Symb. Brisbane (Austral.) ed. Willson. J.R. – V. 1. – P. 417.
4. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O., Polyakov D.I. Effektivnost' mikrobnykh preparatov kornevykh diazotrofov pri vozdelevanii zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo Priob'ya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10 (108). – S. 5-7.

5. Emtsev V.T., Chumakov M.I. Ob effektivnosti azotfiksiruyushchego assotsiativnogo simbioza u nebobovykh rastenii // Pochvovedenie. – 1990. – № 11. – S. 116-126.

6. Watanabe J. Lee K., Alimango B. Biological nitrogen fixation in paddy field. Studied by in situ acetylene reduction assays // Ecol. Bull. – 1980. – No. 26. – P. 304-310.

7. Kudayarov V.N., Kuznetsova T.V. Otsenka razmerov nesimbiticheskoi azotfiksatsii v

pochve metodom balansa // Pochvovedenie. – 1990. – № 11. – S. 79-89.

8. Nichiporovich A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii i puti povysheniya ikh produktivnosti // Teoreticheskie osnovy fotosinteticheskoi produktivnosti. – M.: Nauka, 1972. – 511 s.

9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



УДК 635.654:631.53.02 (571.15)

В.Н. Чернышков
V.N. Chernyshkov

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНОГО ГОРОХА НА СЕМЕНА В АЛТАЙСКОМ ПРИОБЬЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА И СРОКОВ ПОСЕВА

ENERGY ESTIMATION OF PEA SEED PRODUCTION DEPENDING ON SEEDING RATES AND DATES IN THE OB RIVER AREA (PRIOBYE) OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: овощной горох, сорт Алтайский изумруд, Алтайский край, энергетическая эффективность, норма высева овощного гороха, сроки посева.

На Западно-Сибирской овощной опытной станции в 2000 г. выведен сорт овощного гороха Алтайский изумруд, внесенный в Государственный реестр (10-й регион) в 2003 г., который дает высокие урожаи в условиях Западной и Восточной Сибири. Чтобы решить вопрос о целесообразности внедрения того или иного агротехнического приема, необходимо сопоставить, с одной стороны, полезный эффект, с другой, – материальные, трудовые и другие затраты, необходимые для его достижения. Применяемые в настоящее время методы оценки эффективности сельскохозяйственного производства по затратам труда и экономическим показателям в ряде случаев недостаточны, поскольку эти показатели имеют существенные колебания, определяемые политикой ценообразования, и не позволяют установить объективный уровень необходимых затрат энергии, израсходованной на производство продукта. Энергетическая оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза, и затрат энергии, вкладываемых в производство продукции растениеводства. Целью работы являлось изучение влияния норм высева семян овощного гороха сорта Алтайский изумруд, а также сроков его посева на энергетическую эффективность возделывания в условиях Алтайского Приобья. В проведенных нами исследованиях на овощном горохе в условиях Приобья Алтайского края установлено, что, судя по энергетической оценке, технологический процесс производства семян овощного гороха может считаться эффективным. Наибольшее содержание энергии отмечено при нормах высева от 1,0 до

1,2 млн шт/га. Сроки посева овощного гороха влияния на коэффициент энергетической эффективности возделывания не оказали, в среднем по вариантам разница между показателями составляла лишь сотые доли.

Keywords: green pea, green pea variety Altayskiy Izumrud, Altai Region, energy efficiency, seeding rate, seeding dates.

Altayskiy Izumrud green pea variety was developed at the West-Siberian Vegetable Experimental Station in 2000 and included in the State Register (10th region) in 2003. The variety has high yields in West and East Siberia. To make decision on the practicability of any cultural practice, its advantageous effect should be compared with the material, labor and other expenditures. The currently used methods of estimating the efficiency of agricultural production by labor expenditures and economic indicators are insufficient in some cases, because these indicators are significantly affected by the pricing policy, and do not enable revealing an objective level of necessary energy expenditures for the production. The energy estimation means revealing the interrelation between the amount of energy accumulated in the crop yield by photosynthesis and the energy inputs of the crop production. The research goal was to study the effect of the seeding rates and dates of Altayskiy Izumrud green pea variety on the energy efficiency of its cultivation in the Ob River Area (Priobye) of the Altai Region. The research reveals that the technological process of pea seed production may be considered efficient in terms of energy. The greatest amount of energy was revealed in the crops with the seeding rate of 1.0-1.2 mln. seeds per hectare. The seeding dates did not render any effect on the energy efficiency coefficient of cultivation; the average difference between the trials was insignificant.