



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПРЕДШЕСТВЕННИКА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

В. А. ВОРОБЬЕВ,

кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,

Н. П. КОМЕЛЬСКИХ,

старший научный сотрудник, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

(620061, г. Екатеринбург, п. Исток, ул. Главная, д. 21; тел.: 8 (343) 252-72-81; e-mail: uralniishoz@list.ru)

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, урожайность, предшественник, доза удобрений, энергетическая эффективность.

Приведены результаты исследования семенной продуктивности, энергетической эффективности возделывания нового сорта яровой мягкой пшеницы Екатерина, включенного в Государственный реестр селекционных достижений с 2015 г. по Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам РФ, в сравнении с сортами Ирень и Горноуральская. Изучена реакция на фон минерального питания (неудобренный и $N_{60}P_{60}K_{60}$) и предшественник (озимая рожь и клевер) в стационарном зернопаротравяном севообороте, прошедшем пять ротаций со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер I года пользования, клевер II года пользования, горохо-овсяная смесь на зеленую массу, ячмень, овес в благоприятном по влагообеспечению 2014 г. и в менее благоприятном 2013 г. Максимальная отдача от минеральных удобрений отмечена у сорта Екатерина – 1,39 т/га, или 70,9 % (озимая рожь), и 1,06 т/га, или 36,8 % (клевер). У других сортов она составила 0,99–1,06 т/га и 0,74–0,82 т/га соответственно. Прибавка от клевера в качестве предшественника выше, чем от озимой ржи и равнялась в зависимости от сорта на неудобренном фоне 0,60–0,96 т/га, при внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,42–0,64 т/га. Клевер повышал энергетическую эффективность возделывания яровой пшеницы. По сравнению с предшественником озимая рожь отмечены повышение чистого энергетического дохода по всем сортам на фоне без удобрений – 6,3–13,5 ГДж/га и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3,5–6,7 ГДж/га, снижение удельной энергоемкости на 1,7–3,8 ГДж/га и на 0,7–1,2 ГДж/га, увеличение коэффициента энергетической эффективности на 14,9–40,0 % (неудобренный фон) и 3,2–9,8 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Среднеранний сорт Екатерина сформировал самую высокую урожайность на всех предшественниках и фонах минерального питания, превысил Ирень и Горноуральскую по всем показателям энергетической эффективности при возделывании в условиях лесостепного Предуралья.

THE ENERGY EFFICIENCY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON THE BACKGROUND OF MINERAL NUTRITION AND PREDECESSOR IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE URAL

V. A. VOROBIEV,

candidate of agricultural sciences, senior research worker,

N. P. KOMELSKIH,

senior research worker, Ural Scientific Research Institute of Agriculture

(21 Glavnay Str., 620061, Ekaterinburg, Istok, tel.: +7 (343) 252-72-81; e-mail: uralniishoz@list.ru)

Keywords: spring wheat, variety, productivity, predecessor, doze of fertilizers, energy efficiency.

The article reflects the results of a study of seed production, energy efficiency of cultivation of new varieties of spring soft named Ecatherina, included into State register of breeding achievements with 2015 on the Volga-Vyatka and West-Siberian regions of the Russian Federation, in comparison with Iren and Gornouralskaya. A reaction is studied on the background of mineral nutrition (unfertilized and $N_{60}P_{60}K_{60}$) and predecessor (winter rye and clover) in a stationary grain-fallow-grass crop rotation, the past five rotations with the following alternation of crops: bare fallow, winter rye, spring wheat and undersown clover, clover the I year of use, clover II year of use, pea-oat mixture on herbage, barley, oats during favourable 2014 and less favorable 2013. Maximum value from mineral fertilizers was observed in variety Ecatherina – 1.39 t/ha, or 70.9 % (winter rye), and 1.06 t/ha, or 36.8 % (clover). Other varieties are amounted to 0.99–1.06 t/ha and 0.74–0.82 t/ha respectively. Increase from its predecessor clover is higher than winter rye and equal to depending on grade of the background on 0.60–0.96 t/ha, with fertilizer dose $N_{60}P_{60}K_{60}$ on 0.42–0.64t/ha. Clover has improved the energy efficiency of spring wheat, compared to the predecessor of winter rye was an increase in net energy revenue for all sorts in the background without fertilizer of 6.3 to 13.5 GJ/ha and on the background $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3.5–6.7 GJ/ha, a decline in the energy intensity on 1.7–3.8 GJ/ha and on 0.7–1.2 GJ/ha, the increase of energy efficiency ratio on 14.9–40.0 % (unfertilized background) and on 3.2–9.8 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Mid-early variety Ecatherina generated the highest yield of all the predecessors and the backgrounds of mineral nutrition in excess of Iren and Gornouralskaya by all indicators of energy efficiency in the cultivation in the conditions of forest-steppe of the Ural.

Положительная рецензия представлена И. Н. Романовой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры агрономии и экологии, деканом ФПК и ППК Смоленской государственной сельскохозяйственной академии.



Яровая пшеница – одна из основных зерновых культур Свердловской области. В 2013–2014 гг. посевные площади составили 128 тыс. га (40 % зернового клина) и сократились по сравнению с 2001–2007 гг. на 45 тыс. га, или на 26 %. В 2014 г. яровой пшеницей засеивалось в Волго-Вятском регионе 660 тыс. га, в Уральском федеральном округе – 2240 тыс. га. В Среднеуральском регионе основные площади пшеницы занимают сорта Красноуфимской селекции – в Свердловской области 60 %, в Пермском крае – 76,6 %, в Республике Удмуртия – 53,2 %. В этом регионе наблюдается высокая зависимость урожайности от почвенно-климатических условий, которая усугубляется низким уровнем интенсификации земледелия. Естественное плодородие почвы способно формировать урожайность зерновых культур на уровне 1,00–1,57 т/га [3].

Основными путями увеличения урожайности яровой пшеницы выступают внедрение высокопластичных сортов, освоение севооборотов, рациональное применение удобрений, рекомендованных агротехнических приемов под конкретный сорт.

Наиболее высокие и стабильные урожаи зерна по годам на различных почвах Среднего Урала (серые лесные, темно-серые лесные, черноземы) яровая пшеница дает при размещении ее после клевера [1, 9]. Эта культура как звено севооборота играет важную роль в обогащении почвы органическим веществом, что учитывается в энергосберегающих технологиях. В то же время значительные площади пшеницы располагаются по другим предшественникам, в том числе после озимой ржи, идущей по чистому пару.

Отмечается различная реакция сортов на предшествующие культуры [2] и на фон минерального питания [7, 8]. Поэтому в решении задач, связанных с устойчивым ростом продуктивности, ресурсоэкономичности растениеводства, центральное место занимает такой фактор, как создание и широкое использование адаптированных к местным условиям новых сортов [6].

Периодически в Госреестр селекционных достижений по конкретному региону включаются новые сорта, которые должны отличаться от стандартных не только урожайностью, но и более высокой энергетической эффективностью их возделывания [10, 11]. Последняя позволяет измерить в сопоставимых единицах затраты совокупной энергии на производство зерна, выход валовой энергии в урожае, чистый энергетический доход, затраты энергии на производство единицы продукции, коэффициент энергетической эффективности возделывания сорта.

Цель и методика исследований. Цель работы – изучить урожайность, энергетическую эффективность возделывания сорта Екатерина в сравнении с другими сортами в зависимости от фона минерального питания и предшественника.

www.avu.usaca.ru

Исследования проведены в 2013, 2014 гг. в стационарном, прошедшем пять ротаций, девятипольном зернопаротравяном севообороте (пар – озимая рожь – пшеница с подсевом клевера – клевер I года пользования – клевер II года пользования – пшеница – горох + овес на зеленую массу – ячмень – овес. Опыты закладывались по двум предшественникам (озимая рожь и клевер) в четырех повторениях с нормой высева 7 млн всхожих зерен на 1 га, на двух фонах – без внесения, начиная с первой ротации, минеральных удобрений и с ежегодным внесением в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Почва опытного участка – темно-серая лесная легкосуглинистого гранулометрического состава. На удобренном фоне содержание органического вещества в пахотном слое почвы составило 4,40 %, легкогидролизуемого азота – 122 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 132 мг/кг, обменного калия – 101 мг/кг, pH сол. – 5,30, на удобренном фоне соответственно – 4,56 %, 141 мг/кг, 229 мг/кг, 150 мг/кг, 5,39.

Метеорологические условия за годы проведения опытов существенно различались между собой. Наиболее благоприятным по влагообеспечению был 2014 г., когда за период «всходы – восковая спелость» выпало 293 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 15,3 °C, а запасы влаги в слое почвы 0–50 см составили 85 мм. Менее благоприятным был 2013 г., когда выпало 100 мм осадков при температуре воздуха 17 °C и запасах влаги в почве 30–35 мм.

Изучался включенный в Госреестр селекционных достижений среднеранний сорт яровой пшеницы Екатерина в сравнении с сортами Горноуральская (стандарт) и Ирень.

Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов в зависимости от предшественника и фона минерального питания определена по апробированной методике [7]. Обработка экспериментальных данных осуществлялась по методике Б. А. Доспехова [5].

Результаты исследований. Из трех изучаемых сортов самую высокую урожайность сформировала Екатерина, превысившая за годы изучения по предшественнику озимая рожь в варианте без внесения удобрений Ирень и Горноуральскую на 0,15–0,28 т/га, а на удобренном фоне – на 0,55–0,61 т/га. По предшественнику клевер преимущество составило на удобренном фоне над Иренью 0,48 т/га и Горноуральской – 0,24 т/га, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,72 и 0,56 т/га соответственно.

В целом прибавка от удобрений оказалась выше при посеве после озимой ржи, чем по клеверу. Максимальная отдача от их применения отмечена у сорта Екатерина – 1,39 т/га, или 70,9 % (озимая рожь), и 1,06 т/га, или 36,8 % (клевер). Прибавка от предшественника клевер выше, чем от озимой ржи и составила в зависимости от сорта на удобренном фоне 0,60–0,96 т/га и 0,42–0,64 т/га при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$.



На обоих предшественниках в варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ по сравнению с неудобренным фоном возросли затраты совокупной энергии (табл. 2). По предшественнику озимая рожь увеличение выхода валовой энергии, аккумулированной урожаем сортов, составило 16,2–22,9 ГДж/га (54,4–71,1%), чистого энергетического дохода с 1 га – 9,0–15,7 ГДж (118,4–193,8 %), коэффициента энергетической эффективности – 16,4–32,1 %, снижение удельной энергоемкости – 1,4–2,8 ГДж/т (11,3–22,8 %) и соответственно 12,3–17,4 ГДж/га (28,3–36,7 %), 5,1–10,2 ГДж/га (26,2–51,2 %), 4,5–8,7 %, 0,5–0,7 ГДж/т (4,7–7,4 %) при посеве после клевера.

Клевер улучшил энергетическую эффективность возделывания яровой пшеницы. По сравнению с предшественником озимая рожь на фоне без удобрений прибавка чистого энергетического дохода по сортам составила 6,3–13,5 ГДж/га (82,9–145,7 %) и 3,5–6,7 ГДж/га (21,1–26,4 %) на фоне $N_{60}P_{60}R_{60}$, снизилась удельная энергоемкость соответственно на 1,7–3,8 ГДж/т (13,7–29,7 %) и на 0,7–1,2 ГДж (7,3–11,5 %), увеличился коэффициент энергетической эффективности на 14,9–40,0 % (неудобренный фон) и 3,2–9,8 %.

Анализ позволил выделить сорт Екатерина с показателями, характеризующими энергетическую эффективность возделывания, лучшими, чем у Ирень и Горноуральской.

Таблица 1
Урожайность сортов яровой пшеницы в зависимости от фона питания и предшественника, т/га

Сорт	Год	Озимая рожь			Клевер II года использования			Отдача от предшественника клевер	
		1*	2	Прибавка от удобрений	1	2	Прибавка от удобрений	1	2
Ирень	2013	1,55	2,12	0,57	1,60	2,63	1,03	0,05	0,51
	2014	2,07	3,47	1,40	3,21	3,82	0,61	1,14	0,35
	среднее	1,81	2,80	0,99	2,40	3,22	0,82	0,60	0,42
Горноуральская	2013	1,48	2,26	0,78	1,92	2,83	0,91	0,44	0,57
	2014	1,74	3,22	1,48	3,35	3,94	0,59	1,61	0,72
	среднее	1,68	2,74	1,06	2,64	3,38	0,74	0,96	0,64
Екатерина	2013	1,89	2,81	0,92	2,14	3,05	0,91	0,25	0,24
	2014	2,02	3,89	1,87	3,63	4,83	1,20	1,61	0,94
	Среднее	1,96	3,35	1,39	2,88	3,94	1,06	0,92	0,59

Примечание: *фон питания: 1 – без удобрений, 2 – $N_{60}P_{60}R_{60}$, НСП₀₅ в 2013 г.: предшественники – 0,32 т/га, удобрения – 0,24 т/га, сорта – 0,18 т/га; в 2014 г.: предшественники – 0,31 т/га, удобрения – 0,57 т/га, сорта – 0,26 т/га.

Таблица 2
Влияние предшественника, удобрений на энергетическую эффективность возделывания сортов яровой пшеницы, среднее за 2013, 2014 гг.

Показатель	Фон	Сорт		
		Ирень	Горноуральская	Екатерина
Озимая рожь				
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	1	22,2	20,4	24,0
	2	29,4	27,6	31,2
Выход валовой энергии в урожае, ГДж/га	1	29,8	26,5	32,2
	2	46,0	45,0	55,1
Чистый энергетический доход, ГДж/га	1	7,6	6,0	8,1
	2	16,6	17,4	23,8
Удельная энергоемкость, ГДж/т	1	12,4	12,8	12,3
	2	11,0	10,4	9,5
Коэффициент энергетической эффективности	1	1,34	1,30	1,34
	2	1,56	1,63	1,77
Клевер II года пользования				
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	1	25,7	23,9	27,5
	2	32,9	31,1	34,7
Выход валовой энергии в урожае, ГДж/га	1	39,6	43,4	47,4
	2	53,0	55,7	64,8
Чистый энергетический доход, ГДж/га	1	13,9	19,5	19,9
	2	20,1	24,6	30,1
Удельная энергоемкость, ГДж/т	1	10,7	9,0	9,5
	2	10,2	9,2	8,8
Коэффициент энергетической эффективности	1	1,54	1,82	1,72
	2	1,61	1,79	1,87

Примечание: 1 – фон без удобрений, 2 – $N_{60}P_{60}R_{60}$.



Выводы. Рекомендации. Лучшим предшественником для возделывания яровой пшеницы является клевер, способствующий в освоенном девятипольном зернопаротравяном севообороте получению урожайности изучаемых сортов выше, чем при их посеве после озимой ржи на 0,60–0,96 т/га на неудобренном фоне и на 0,42–0,64 т/га при внесении удобрений в дозе $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Исследования показали, что среднеранний сорт Екатерина, сформировавший самую высокую урожайность на всех предшественниках и фонах мине-

рального питания, превышает Ирень и Горноуральскую по выходу валовой энергии в урожае, чистому энергетическому доходу, удельной энергоёмкости и коэффициенту энергетической эффективности.

Сорт Екатерина с 2015 г. включен в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам РФ и рекомендован для возделывания в Свердловской и Тюменской областях, Пермском и Алтайском краях для продовольственных и зернофуражных целей.

Литература

1. Адаптивное земледелие на Среднем Урале. Состояние, проблемы и пути их решения. Екатеринбург, 2010. 338 с.
2. Волинкина О. В. Потенциал сорта и его реализация // Научное наследие почетного академика Т. С. Мальцева и претворение его в практику земледелия. Курган : ГИПП «Зауралье», 2001. С. 96–98.
3. Воробьев В. А. Состояние и перспективы возделывания яровой пшеницы в Свердловской области // Научное обеспечение национального проекта развития АПК Тюменской области: состояние, перспективы : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Тюмень, 2009. С. 195–199.
4. Воробьев В. А., Комельских Н. П., Маленкова Р. З. Реакция сортов яровой пшеницы на почвы и минеральные удобрения в лесостепной зоне Предуралья // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной селекции. Екатеринбург : АМБ, 2011. С. 55–57.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М. : Агрорус, 2004. 1109 с.
7. Моисеенко А. А., Негода Л. А., Устименко О. П. Биоэнергетическая оценка возделывания зерновых культур // Земледелие. 2004. № 5. С. 24.
8. Никифорова Е. Л., Романова И. Н. Влияние предшественников, почв и удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы // Тр. Уральского НИИСХ. Свердловск, 1976. Т. 16. С. 46–49.
9. Огородников Л. П., Курбала А. А. Совершенствование элементов технологии возделывания яровой пшеницы Красноуфимская 100 // Достижение сельскохозяйственной науки Урала – агропромышленному комплексу : сб. науч. тр., посв. 50-летию Уральского НИИСХ. Екатеринбург, 2006. Т. 61. С. 229–237.
10. Титков В. М., Байкасанов Р. К. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья и Зауралья // Известия Оренбургского ГАУ. 2014. № 5 (49). С. 34–36.
11. Чесноков Н. А., Данько Н. М. Энергетическая эффективность технологии выращивания сельскохозяйственных культур в звене зернотравяного севооборота // Тр. Уральского НИИСХ. Селекция, семеноводство и технологии выращивания основных сельскохозяйственных культур на Среднем Урале. Екатеринбург, 2000. Т. 59. С. 183–187.

References

1. Adaptive agriculture in the Middle Urals. State, problems and solutions. Ekaterinburg, 2010. 338 p.
2. Volynkina O. V. Potential of a grade and its realization // Scientific heritage of the honorary academician T. S. Maltsev and his realization in agriculture practice. Kurgan : GIPP «Zauralie», 2001. P. 96–98.
3. Vorobyov V. A. Status and prospects of cultivation of spring wheat in the Sverdlovsk region // Scientific support of the national project of agrobusiness development of the Tyumen region: status and prospects : sat. scientific works of the Intern. scientific and practical conf. Tyumen, 2009. P. 195–199.
4. Vorobyov V. A., Komelskih N. P., Malenkov R. Z. Reaction varieties of spring wheat on the soil and fertilizers in the forest-steppe zone Urals // Strategy of development of fodder production in the global climate changes and the use of achievements of the national selection. Ekaterinburg : AMB, 2011. P. 55–57.
5. Dospekhov B. A. Methods of field experience. 5th ed. revised. and add. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p.
6. Zhuchenko A. A. The resource potential of grain production in Russia. M. : Agrorus, 2004. 1109 p.
7. Moiseenko A. A., Negoda L. A., Ustimenko O. P. Bioenergy assessment cultivation of crops // Agriculture. 2004. № 5. P. 24.
8. Nikiforova E. L., Romanova I. N. Influence of predecessors, soils and fertilizers on a crop and quality of grain of a spring-sown field // Proceed. of Ural Research Institute for Agriculture. Sverdlovsk, 1976. T. 16. P. 46–49.
9. Ogorodnikov L. P., Kurbala A. A. Perfecting of elements of technology of cultivation of a spring-sown field Krasnoufimskaya 100 // Achieving the Urals agricultural science to agriculture : sat. of scientific works, dedicated to 50th anniversary of the Urals Research Institute of Agriculture. Ekaterinburg, 2006. Vol. 61. P. 229–237.
10. Titkov V. M., Baykasenov R. K. Economic and power efficiency of cultivation a spring-sown field in the conditions of the Orenburg Cis-Urals and Trans-Urals // News of the Orenburg GAU. 2014. № 5 (49). P. 34–36.
11. Chesnokov N. A., Danko N. M. Energy efficiency technologies in crop production unit of grain-grass crop rotation // Proceed. of Urals Research Institute of Agriculture. Breeding, seed production and technologies of cultivation of major crops in the Middle Urals. Ekaterinburg, 2000. T. 59. P. 183–187.