

АГРОНОМИЯ

УДК 581:141.631.524.01:633.11"321"(1-925.116) О.А. Юсова, Ю.В. Фризен, И.А. Белан
O.A. Yusova, Yu.V. Friesen, I.A. Belan

ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПИТОМНИКА КАСИБ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

THE EVALUATION OF PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND PRODUCTIVITY OF SPRING SOFT WHEAT GENOTYPES OF THE KASIB NURSERY UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA

Ключевые слова: фотосинтетическая активность, фотосинтетический потенциал, общая ассимиляционная поверхность, корреляционный анализ, боковые побеги, флаговый лист.

В 2013 и 2014 гг. в лаборатории генетики, биохимии и физиологии растений были проанализированы сорта яровой мягкой пшеницы международного питомника 14-15 КАСИБ с целью оценки фотосинтетической активности и урожайности, а также выделения наиболее перспективных сортов для дальнейшей селекционной работы в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Результаты проведенных исследований показали, что общая ассимиляционная поверхность генотипов яровой мягкой пшеницы возрастает от 4,70-5,11 см² в фазу кущения до 26,88-29,31 см² в фазу колошения. Коэффициент вариации исследуемого показателя может меняться от среднего до значительного (CV = 16,3-19,3%), что говорит о большом генотипическом разнообразии сортов по площади листовой поверхности. Доля вклада боковых побегов в общую ассимиляционную поверхность в течение периода вегетации составляет 21,8-34,4%, доля вклада площади флагового листа – 44,9-46,1%. Погодные условия периода вегетации оказывают значительное влияние на рост листовой поверхности генотипов яровой мягкой пшеницы: наблюдается прямая тесная сопряженность общей ассимиляционной поверхности с суммой осадков ($r = +0,585 \div +0,917$). Сопряженность с температурой может меняться от прямой ($r = +0,424$) до обратной ($r = -0,636$). По максимальным показателям фотосинтетической активности и урожайности в питомнике КАСИБ выделены следующие сорта пшеницы: в группе среднеранних – Челябинская ранняя и Степная 1414; среднеспелых – Сигма и Лютесценс 141/03-2 (Сигма 2); среднепоздних – Лютесценс 220/03-83 и Сибирская 17. Полученные результаты будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Keywords: photosynthetic activity, photosynthetic potential, total assimilation area, correlation analysis, side shoots, flag leaf.

In 2013 and 2014 the Laboratory of Plant Genetics, Biochemistry and Physiology investigated the spring wheat varieties of the International Nursery 14-15 KASIB (Kazakhstan-Siberian Network on Wheat Improvement) for the purpose of evaluating the photosynthetic activity and yielding capacity and identifying the most promising varieties for further selective breeding work under the conditions of the southern forest-steppe of West Siberia. The results of the investigation have shown that the total assimilating area of spring wheat genotypes increases from 4.70-5.11 cm² at tillering stage to 26.88-29.31 cm² at heading stage. The variation coefficient of the index under study may vary from medium to significant (CV = 16.3-19.3%) which is indicative of a large genotypic diversity of the varieties in terms of leaf area. The contribution of tillers to the total assimilating area during the growing season is 21.8-34.4%, and that of the flag leaf area is 44.9-46.1%. The weather conditions of the growing season have a significant effect on the growth of the leaf area of spring wheat genotypes: there is a strong relation of the total assimilating area with the total precipitation ($r = +0.585 \div +0.917$). The relation with the temperature may vary from direct ($r = +0.424$) to inverse ($r = -0.636$). The following varieties were identified in terms of the maximum indices of photosynthetic activity and yielding capacity in the KASIB nursery: in the group of middle-early varieties – Chelyaba rannaya and Stepnaya 1414; in the group of mid-ripening varieties – Sigma and Lutescens 141/03-2 (Sigma 2); and in the group of middle-late varieties – Lutescens 220/03-83 and Sibirskaia 17. The results will be used in the further breeding work.

Юсова Оксана Александровна, к.с.-х.н., зав. лаб. генетики, физиологии и биохимии растений, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-60-94. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Yusova Oksana Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Head, Plant Genetics, Physiology and Biochemistry Laboratory, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-60-94. E-mail: ksanajusva@rambler.ru.

Фризен Юлия Валерьевна, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. генетики, физиологии и биохимии растений, Сибирский НИИ сельского хозяйства; доцент, каф. агрономии, селекции и семеноводства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 77-60-94. E-mail: yuliya-frizen@mail.ru.

Белан Игорь Александрович, к.с.-х.н., зав. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-54-23. E-mail: belan_skg@mail.ru.

Friesen Yuliya Valeryevna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Siberian Research Institute of Agriculture; Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. Ph.: (3812) 77-60-94. E-mail: yuliya-frizen@mail.ru.

Belan Igor Aleksandrovich, Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Spring Soft Wheat Selective Breeding, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-54-23. E-mail: belan_skg@mail.ru.

Введение

Известно, что 90-95% веществ урожая (органические соединения) и вся запасаемая в них потенциальная химическая энергия – это трансформированные продукты фотосинтеза и преобразованная энергия солнечного света, первично усвоенная растениями [1]. Листьям принадлежит доминирующая роль в поглощении CO₂ на всём протяжении периода вегетации: они дают 67-70% суммарной ассимиляции посева [2]. Растения с большей листовой поверхностью, как правило, более урожайны, чем менее облиственные. По мнению В.А. Кумакова, главной причиной низких урожаев пшеницы в засушливых районах остаются низкие значения площади листьев посевов и, соответственно, коэффициентов ФАР [3].

Познание закономерностей формирования фотосинтетической активности и урожайности сортов позволит дать теоретическое обоснование использования фотосинтетических показателей в селекционном процессе.

Целью исследований являлось: на основе контрастных лет дать оценку фотосинтетической активности и урожайности сортов 14-15 питомника КАСИБ и по особенностям их фотосинтетической деятельности выделить наиболее перспективные сорта для условий южной лесостепи Западной Сибири.

Условия, объекты и методы

В 2013 и 2014 гг. в лаборатории генетики, биохимии и физиологии растений были проанализированы по основным физиологиче-

ским показателям сорта яровой мягкой пшеницы 14-15 питомника КАСИБ. Данный питомник представлен 49 генотипами из 17 селекционных программ России и Казахстана, по 2-3 сорта от каждого НИУ. Для решения поставленной задачи рассчитаны площадь листьев [4] и фотосинтетический потенциал (ФП) [5]. Общая ассимиляционная поверхность (ОАП) является суммарным показателем облиственности главного и бокового побегов. Математическая обработка данных, включающая перерасчет достоверности признака и корреляционный анализ, проведена по пособию Б.А. Доспехова в приложении Excel для ПК [6].

Вегетационный период 2013 г. можно охарактеризовать как достаточно увлажненный (ГТК = 0,99). Суммарные показатели были близки к среднемноголетним. В июне среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 1,7°C, а количество осадков составило 71% от нормы. Июль и август отличались температурой воздуха ниже средних значений, с количеством осадков в этих месяцах на 20% выше нормы (табл. 1).

По данным Гидрометеорологического центра вегетационный период 2014 г. в целом отличался недостаточным увлажнением (ГТК = 0,77): за май-сентябрь выпало 68% осадков при среднесуточной температуре воздуха на 0,1°C ниже нормы; сухая и жаркая погода во 2-й и 3-й декадах июня сменилась влажными и прохладными условиями в июле.

Таблица 1

Климатические особенности периодов вегетации 2013 и 2014 гг., (Омская ГМОС)

Месяц	Ср. температура воздуха, С ⁰		Количество осадков, мм	
	2013 г.	± к норме	2013 г.	% от среднемноголетних
Май	11,9	+0,3	23,0	88,0
Июнь	19,3	+1,7	36,0	71,0
Июль	17,9	-1,4	80,0	119,0
Август	16,1	+0,2	64,0	121,0
	2014 г.		2014 г.	
		± к норме		% от среднемноголетних
Май	12,6	+1,3	21,1	61,7
Июнь	18,2	+0,5	15,0	27,7
Июль	16,4	-3,4	55,9	95,0
Август	19,1	+3,0	42,9	79,9

Результаты и их обсуждение

Одним из основных показателей фотосинтетической деятельности растений, определяющих урожайность, является величина площади листьев и динамика ее нарастания. Согласно результатам наших исследований (табл. 2), ОАП генотипов яровой мягкой пшеницы возрастает от 4,70-5,11 см²/раст. в фазу кущения до 26,70-29,31 см²/раст. в фазу колошения, в среднем за период исследований. В дальнейшем наблюдается снижение данного показателя вследствие естественного отмирания листовой массы.

Погодные условия периода вегетации оказывают значительное влияние на рост листовой поверхности генотипов пшеницы. Согласно данным корреляционного анализа, наблюдается прямая тесная сопряженность ОАП с суммой осадков ($r = +0,585 \div +0,917$). Сопряженность с температурой может меняться от прямой ($r = +0,424$) до обратной ($r = -0,636$).

Максимальный прирост листовой массы у растений всех групп спелости наблюдался в фазу колошения (20,80-25,64 см²/раст. в период вегетации 2013 г. и 32,59-34,06 см²/раст. в период вегетации 2014 г.). Условия периода вегетации 2014 г. оказались более благоприятными для развития ОАП растений. Так, превышение над аналогичными показателями 2013 г. составило порядка 7-12 см²/раст.

Значительный вклад в ОАП генотипов вносят боковые побеги: доля их вклада возрастает от 21,8-28,7% в фазе кущения до 30,1-34,4% в фазе выхода в трубку. Далее наблюдается снижение доли вклада боковых побегов до 20,5-23,3%.

Коэффициент вариации исследуемого показателя по сортам может меняться от среднего до значительного ($CV = 16,3-19,3\%$), что говорит о большом генотипическом разнообразии сортов по площади листовой поверхности. Важное значение расчета вариабельности признака при селекционной работе показано во многих научных работах [7].

При сравнении динамики нарастания ОАП разных групп спелости можно сделать вывод, что максимальную облиственность имеют генотипы группы среднепоздних (превышение над группами средне- и раннеспелых составляет в среднем 0,5-3,0 см²/раст.).

От развития и формирования листовой поверхности зависит создание фотосинтетического потенциала посева (ФП), который отражает суммарную листовую поверхность за вегетацию на единицу площади посева и является важным показателем, связанным с урожаем. Интегральный показатель фотосинтеза зависит от двух слагаемых – площади листьев и продолжительности межфазных периодов. Нами были определены фотосин-

тетические потенциалы сортов яровой мягкой пшеницы как в целом за вегетацию, так и по отдельным фазам развития в пересчете на одно растение (табл. 3). В начальный период роста и развития растений от всходов до кущения фотосинтетический потенциал наименьший (22,56-26,17 см²×сут/раст.). От кущения до молочной спелости наблюдается мощное развитие листового аппарата, вследствие этого ФП увеличивается в каждый последующий межфазный период практически в два раза и к периоду колошение-молочная спелость достигает максимального значения 250,72-284,67 см²×сут/раст. Максимальный ФП в межфазный период кущение-молочная спелость наблюдается у растений среднеспелой группы (650,17 см²×сут/раст.). Резкое возрастание ФП в межфазный период колошение-молочная спелость на фоне снижающейся площади листовой поверхности главного и боковых побегов объясняется, прежде всего, возрастающей ролью флагового листа [8]. Так, согласно данным таблицы 2, доля вклада площади флагового листа в ОАП составляет 44,9-48,1%.

В 14-15 питомнике КАСИБ по достоверному превышению над стандартами ОАП и ФП выделены генотипы, представленные в таблице 4.

В группе среднеранних сорт Челябинская ранняя (Челябинский НИИ сельского хозяйства) на уровне сорта-стандарта Омская 36 по основным показателям фотосинтетической активности и урожайности, а по массе зерна с колоса имеет превышение на 0,84 г. Сорт Степная 1414 (Актюбинская СХОС) незначительно превышает стандарт по общей ассимиляционной поверхности и массе зерна на 0,68 г.

В группе среднеспелых сорт Сигма (ФГБНУ СибНИИСХ) является лидером среди всех изученных сортов по основным показателям фотосинтетической активности и формирует урожайность на уровне высокопродуктивного сорта Омская 33. Высокоурожайная и засухоустойчивая линия Лютесценс 141/03-2, достоверно превысившая по урожайности Омскую 33 на 0,63 т/га, под названием Сигма 2 в 2014 г. передана на Государственное сортоиспытание. Данный сорт характеризуется повышенной фотосинтетической активностью: превышение по ОАП и ФП составило, соответственно, 15,8 см²/раст. и 249,64 см²×сут/раст.

В группе среднепоздних сорта Лютесценс 220/03-83 (ЗАО «Кургансемена») и Сибирская 17 (СибНИИРС) характеризуются повышенной фотосинтетической активностью (превышение составило 5-10 см²/раст. и 18-31 см²×сут/раст.) и урожайностью на уровне стандарта Омская 35.

Таблица 2

Общая ассимиляционная поверхность сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости питомника 14-15 КАСИБ

Показатель	14 КАСИБ (2013 г.)			15 КАСИБ (2014 г.)			\bar{X}		
	ОАП, см ² /раст.	доля вклада, %		ОАП, см ² /раст.	доля вклада, %		ОАП, см ² /раст.	доля вклада, %	
боковые побеги		флаговый лист	боковые побеги		флаговый лист	боковые побеги		флаговый лист	
Среднеранние									
Кущение	4,84	29,4	-	4,74	15,8	-	4,70	22,6	-
Выход в трубку	12,66	28,9	-	15,63	31,2	-	14,66	30,1	-
Колошение	20,80	10,8	51,3	32,59	30,2	44,9	26,70	20,5	48,1
Среднеспелые									
Кущение	5,04	24,7	-	4,68	18,8	-	4,80	21,8	-
Выход в трубку	13,87	36,7	-	16,48	32,0	-	15,38	34,4	-
Колошение	23,60	16,7	44,8	34,06	28,8	44,9	28,83	22,8	44,9
Среднепоздние									
Кущение	5,36	27,1	-	4,86	30,2	-	5,11	28,7	-
Выход в трубку	18,14	33,3	-	17,04	28,8	-	17,59	31,1	-
Колошение	25,64	18,2	43,2	32,97	28,3	50,1	29,31	23,3	46,7
Среднее по опыту	15,64	24,55	46,43	19,78	28,54	46,63	17,80	26,59	46,57

Таблица 3

Фотосинтетический потенциал в среднем по питомнику за периоды вегетации 2013 и 2014 гг., см²хсут/раст.

Группа спелости	Всходы-кущение	Кущение-выход в трубку	Выход в трубку-колошение	Колошение-молочная спелость	Σ за вегетацию
Среднеранние	22,56	140,88	166,12	250,72	593,63
Среднеспелые	23,49	141,80	182,81	284,67	650,17
Среднепоздние	26,17	131,61	177,11	265,20	625,01

Таблица 4

Основные показатели фотосинтетической активности и урожайности сортов различных групп спелости питомника 14-15 КАСИБ

Сорт	ОАП за период вегетации, см ² /растение	ФП за период вегетации, см ² хсут/раст.	Масса зерна, г	Урожайность, т/га
Среднеранние				
Омская 36, st.	57,42	503,89	2,96	2,88
Челяба ранняя	50,69	559,51	3,80	2,27
Степная 1414	63,33	627,81	3,64	2,65
Среднеспелые				
Омская 33, st.	51,01	631,95	2,91	3,02
Сигма	71,29	1013,53	3,59	3,09
Лютесценс 141/03-2	66,81	881,59	2,11	3,65
Среднепоздние				
Омская 35, st.	61,27	683,37	3,61	2,74
Лютесценс 220/03-83	66,32	701,65	3,98	2,76
Сибирская 17	72,00	714,31	3,67	3,07
НСР ₀₅	5,01	50,60	0,51	0,57

Выводы

1. Общая ассимиляционная поверхность генотипов яровой мягкой пшеницы возрастает от 4,70-5,11 см²/раст. в фазу кущения до 26,88-29,31 см²/раст. в фазу колошения.

2. В течение периода вегетации доля вклада боковых побегов в ОАП составляет 21,8-34,4%, доля вклада площади флагового листа – 44,9-46,1%.

3. По максимальным показателям фотосинтетической активности и урожайности в питомнике 14-15 КАСИБ выделены следующие сорта: среднеранние – Челябинская ранняя и Степная 1414; среднеспелые – Сигма и Лютесценс 141/03-2 (Сигма 2); среднепоздние – Лютесценс 220/03-83 и Сибирская 17.

Библиографический список

1. Ничипорович А.А. Потенциальная продуктивность растений и принципы оптимального её использования // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. 14. – № 6. – С. 683-694.
2. Шатилов И.С., Шаров А.Ф. Роль фотосинтезирующих органов озимой пшеницы в усвоении и накоплении CO₂ посевом // Известия ТСХА. – 1988. – № 6. – С. 35-40.
3. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Колос, 1985. – 270 с.
4. Аникеев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков // Физиология растений. – 1961. – Т. 8. – Вып. 3.
5. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – М.: Изд-во АН СССР, 1965. – 170 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973.
7. Pakul V.N. Sources of efficiency of spring-sown soft field for conditions of Western Siberia // Science, Technology and Higher Education / Materials of the II International Research and Practice Conference. Vol. II. – Publishing Office Accent Graphics Communications. – Westwood. – Canada. – 2013. – P. 295-299.
8. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая хлебных злаков // Вопросы селекции и генетики зерновых культур. – М., 1983. – С. 224-230.

References

1. Nichiporovich A.A. Potentsial'naya produktivnost' rastenii i printsipy optimal'nogo ee ispol'zovaniya // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – 1979. – Т. 14. – № 6. – С. 683-694.
2. Shatilov I.S., Sharov A.F. Rol' fotosinteziruyushchikh organov ozimoi pshenitsy v usvoenii i nakoplenii CO₂ posevom // Izvestiya TSKhA. – 1988. – № 6. – С. 35-40.
3. Kumakov V.A. Fiziologicheskoe obosnovanie modelei sortov pshenitsy. – М.: Kolos, 1985. – 270 s.
4. Anikeev V.V., Kutuzov F.F. Novyi sposob opredeleniya ploshchadi listovoi poverkhnosti u zlakov // Fiziologiya rastenii. – 1961. – Т. 8. – Vyp. 3.
5. Nichiporovich A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenii v posevakh. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1965. – 170 s.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Kolos, 1973.
7. Pakul V.N. Sources of efficiency of spring-sown soft field for conditions of Western Siberia // Science, Technology and Higher Education / Materials of the II International Research and Practice Conference. Vol. II. – Publishing Office Accent Graphics Communications. – Westwood. – Canada. – 2013. – P. 295-299.
8. Nal'borchik E. Rol' razlichnykh organov fotosinteza v formirovanii urozhaya khlebnykh zlakov // Voprosy selektsii i genetiki zernovykh kul'tur. – М., 1983. – С. 224-230.



УДК 631.524:633.111.1«324»(470.40/43)

С.В. Косенко, И.Ф. Дёмина
S.V. Kosenko, I.F. Dyomina

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

ECOLOGICAL PLASTICITY OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES AND LINES UNDER THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, урожайность, сорт, линия, адаптивная способность, генотип, среда.

Представлены результаты изучения экологической пластичности 153 сортов и линий озимой мягкой пшеницы по урожайности в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Урожайность зерна сортообразцов в годы исследований изменялась. Высокая урожайность получена в условиях благоприятного 2005 г. (в среднем по опыту 388 г/м²), несколько ниже (325 г/м²) – в 2006 г. Самая низкая урожайность (154 г/м²) получена в 2007 г. (неблагоприятные условия перезимовки и недо-

статок осадков в период завязывания и формирования зерна). В среднем за годы изучения лучшими были следующие образцы: Лютесценс 29307 – 465 г/м², Лютесценс 29305 – 429 г/м², Л-31-98 и.о. – 432 г/м²; Эритроспермум 243-00 – 411 г/м². Выделившиеся сорта и линии формировали стабильную продуктивность независимо от погодных условий периода вегетации. По комплексному показателю селекционной ценности генотипа, объединяющего адаптивную способность и экологическую стабильность, выделены ценные сорта и линии: Л-31-98 и.о. Саратовская обл.), Лютесценс 29307 (Украина), Бадулинка (Волгоградская обл.) и Волжская новая (Ульянов-