



УДК 633.11.«321»:581.1

С.Б. Лепехов,
Н.И. Коробейников

СОПРЯЖЁННОСТЬ ПЛОЩАДИ ДВУХ ВЕРХНИХ ЛИСТЬЕВ С МАССОЙ ЗЕРНА ГЛАВНОГО КОЛОСА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, селекция, флаговый лист, предфлаговый лист, корреляция, фотосинтетический потенциал, засухоустойчивость, масса зерна главного колоса, степной экологический тип.

Введение

В Алтайском селекцентре в последние годы особенно интенсивно ведутся исследования по созданию сортов пшеницы со специфической адаптивностью к жестким гидротермическим условиям (почвенная и атмосферная засуха, высокие дневные температуры) и низкому уровню агрокультуры, что в настоящее время характерно для многих хозяйств края [1].

Одним из ведущих показателей при отборе на высокую засухоустойчивость является масса зерна главного колоса [2]. Начиная с фазы колошения определяющее значение в снабжении колоса ассимилятами приобретают два верхних листа. Размеры верхнего листа сильно меняются в зависимости от условий выращивания [3].

В условиях недостаточного увлажнения крупные размеры верхнего листа коррелируют не только с продуктивностью колоса, но являются признаком засухоустойчивости сорта. Данные многих авторов свидетельствуют о высокой положительной связи фотосинтетического потенциала с урожаем зерна. Неустойчивые к засухе сорта пшеницы при посеве на богаре по сравнению с засухоустойчивыми имеют более низкие показатели фотосинтетического потенциала [4, 5]. При оценке реакции сорта пшеницы на ухудшение водообеспеченности необходимо учитывать размеры листовых пластинок верхнего и второго сверху листьев, на основании чего устанавливать величину отношения между ними. Между указанным отношением и хозяйственной засухоустойчивостью сортов в ряде исследований установлена тесная положительная корреляция [6].

Главной целью работы явился анализ тесноты корреляционной связи площади двух верхних листьев с продуктивностью главного колоса.

Материал, методика и условия проведения опыта

Опыт проведен на стационаре лаборатории селекции мягкой пшеницы ГНУ Алтайского НИИСХ Россельхозакадемии. В 2010 г. посев проводили на делянках площадью 1 м², в 2011 – на делянках 2 м² в трёх повторениях по двум предшественникам: паровому и зерновому. Рассчитывали площадь флагового и второго сверху (предфлагового) листьев по методу В.В. Аникиева, Ф.Ф. Кутузова в фазу колошения [7]. Растения с измеренными листьями обозначали этикеткой. Перед уборкой измеряли высоту растений в середине ряда. В фазу полной спелости колосья растений, отмеченные этикеткой, убирали с каждого повторения в отдельный пакет, обмолачивали, взвешивали зерно, подсчитывали число зёрен, определяли массу 1000 зёрен. В 2011 г. вычисляли фотосинтетический потенциал двух верхних листьев с фазы колошения до полного засыхания листа. В эксперимент были включены в основном сорта и линии степного экологического типа (44 сортообразца в 2010 г. и 27 – в 2011). 20 сортов из этого набора дополнительно изучали в засушнике в 2011 г. Метеорологические условия вегетационного периода 2010 г. характеризуются как засушливые в начале и влажные во второй половине вегетации. В варианте по зерновому предшественнику септориоз существенно снизил площадь предфлагового листа, а по паровому – мучнистая роса и септориоз поражали листья в средней степени. 2011 г. был засушливым на протяжении всего периода вегетации. Листостебельные болезни поражали растения в очень незначительной степени.

Результаты исследования

Прежде всего следует отметить, что площадь листа – сильно изменчивый признак. За годы исследования модификационный (внутрисортовой) коэффициент вариации площади флагового листа в среднем по сортам составил 26,9-35,9%, площади предфлага – 20,2-31,2% (в год сильного поражения септориозом по зерновому предшественнику 64,3%). Средняя изменчи-

вость площади флага ($C_v < 25\%$) обнаружена только у Саратовской 68. Предфлаговый лист, исключая год сильного поражения септориозом, менее изменчив по площади. У Новосибирской 29, Саратовской 68, Саратовской 71, Саратовской 72, Алтайской 325, Омской 36, Лютесценс 16-04, Тулайковской золотистой площадь предфлагового листа была подвержена средней изменчивости ($C_v < 25\%$).

Таблица 1
Трёхфакторный дисперсионный анализ площади флага, предфлага, массы 1000 зёрен, озёрнённости и массы зерна главного колоса

Фактор	Площадь флага, см ²		Площадь предфлага, см ²		Масса 1000 зёрен, г		Озёрнённость, шт.		Масса зерна главного колоса, г	
	F	вклад, %	F	вклад, %	F	вклад, %	F	вклад, %	F	вклад, %
A	0,1	0	329,9	18	16,7	5	0	0	11,7	4
B	120,5	16	895,8	49	0,2	0	128,6	30	56,9	17
C	6,7	15	8,4	8	3,3	16	3,3	13	2,5	13
AB	252,3	34	128,4	7	30,8	9	47,5	11	1,3	0
AC	3,6	8	4,5	4	2,5	13	1,5	6	2,4	12
BC	2,0	5	3,7	3	1,4	7	1	4	0,9	5
ABC	1,3	3	3,3	3	1,5	7	0,6	2	0,9	5
E	-	19	-	8	-	43	-	34	-	44

Примечание. А – год, В – предшественник, С – сорт, АВ, АС, ВС, АВС – взаимодействия, Е – остаточная дисперсия; для фактора А, В, АВ $F_{табл.} = 3,9$ ($P = 95\%$) и $F_{табл.} = 6,81$ ($P = 99\%$), для фактора С, АС, ВС, АВС $F_{табл.} = 1,71$ ($P = 95\%$) и $F_{табл.} = 2,12$ ($P = 99\%$).

Таблица 2
Коэффициенты корреляции площади двух верхних листьев и высоты растения с массой зерна главного колоса в различных вариантах опыта

Признак	2010 г.		2011 г.		
	пар	зерновые	пар	зерновые	засушник
Флаговый лист	+0,341*	+0,721***	-0,170	+0,368	+0,497**
Предфлаговый лист	+0,070	+0,538***	+0,004	+0,457*	+0,457**
Высота растения	+0,301*	+0,560***	+0,225	+0,408*	+0,024

Примечание. * Значимо при $P < 0,05$; ** Значимо при $P < 0,01$; *** Значимо при $P < 0,001$.

Более наглядное представление об источниках изменчивости двух верхних листьев даёт трёхфакторный дисперсионный анализ, результаты которого представлены в таблице 1. Изученные генотипы достоверно отличаются по площади верхних листьев и признакам продуктивности. На величину изменчивости площади двух верхних листьев значительное влияние оказывал фактор «предшественник» и взаимодействие факторов «год x предшественник», что говорит о сильной чувствительности данного признака к уровню агроэкологических условий, в отличие от известного своей стабильностью признака массы 1000 зёрен.

Связь массы зерна главного колоса с размерами двух верхних листьев характеризуется широким диапазоном значений коэффициентов корреляции: с площадью фла-

га – $r = -0,170...+0,721$; с площадью предфлага – $r = 0,004...+0,538$. В менее благоприятных по водному и минеральному обеспечению условиях сопряжённость площади двух верхних листьев и массы зерна главного колоса чаще всего возрастают (табл. 2). Высота растения была меньше связана с массой зерна главного колоса, чем площадь флагового и предфлагового листьев – $r = +0,024...+0,560$.

Сопряжённость площади двух верхних листьев с массой зерна главного колоса проанализирована нами более детально. В каждом варианте опыта сорта разбивали на две группы – с наибольшей и наименьшей площадью листа. В качестве критерия отличия двух данных групп выступала $НСР_{0,05}$. После этого определяли существенность различий по массе зерна главного колоса

между группами. Установлено, что группа сортов с наибольшей площадью флагового листа достоверно превосходит по массе зерна главного колоса группу сортов с наименьшей площадью флагового листа в варианте опыта по зерновому предшественнику в 2010, 2011 гг., по пару – в 2010 г. и в засушнике. Аналогичное сравнение двух групп сортов, различающихся по площади предфлагового листа, показали существенность различий по массе зерна главного колоса только по зерновому предшественнику в 2010 г. и в засушнике. При этом сравниваемые группы были схожи по длине вегетации и высоте растений. Таким образом, в 4 случаях из 5 вариантов увеличение площади флагового листа привело к росту продуктивности главного колоса, и что особенно важно, на лимитированном агрофоне. Следовательно, можно утверждать, что площадь флага достаточно хорошо отражает продуктивность главного колоса, чего нельзя сказать о предфлаговом листе. К сортам с наибольшей площадью флагового листа относятся: Омская 36, Новосибирская 29, Алтайская 325, Лютесценс 779, Алтайская 50; к сортам с наибольшей площадью предфлагового листа – Омская 36, Новосибирская 29, Лютесценс 844, Алтайская 325.

В 2011 г. оценили генотипическую сопряжённость фотосинтетического потенциала (ФП) флага и предфлага в период колошение – полное засыхание листа с массой зерна главного колоса. При этом установлено, что коэффициент корреляции массы зерна главного колоса с ФП флага находился в интервале $+0,015 \dots +0,432$; с ФП предфлага – от $0,266$ до $0,488$ (табличное значение r при $P < 0,05 = 0,381$).

Многие исследователи отмечают, что увеличение длительности работы листьев повышает продуктивность растения [8, 9]. В наших исследованиях выявлена положительная средняя достоверная корреляционная связь между массой зерна главного колоса и продолжительностью функционирования двух верхних листьев после колошения ($r = 0,590^{**}$) по паровому предшественнику. Причём, длительность сохранения зелёного листа сортами после колошения не была связана с продолжительностью периода колошение – спелость. В других вариантах опыта не было установлено достоверных связей продуктивности главного колоса с временем фотосинтетической активности двух верхних листьев, хотя в засушнике длительность периода колошение – спелость была связана с продолжительностью функционирования флагового листа после колошения ($r = 0,532^*$). Наиболее продолжительное время листья оставались зелёными у Саратовской 72 во всех вариантах опыта.

В условиях жёсткого по влагообеспеченности зернового предшественника дольше других сортов сохраняли зелёный цвет листьев Саратовская 29, Омская 36, Эритропермум 78, Целинная 60 и среднепоздний сорт Тассос.

Нами не была подтверждена зависимость между массой зерна главного колоса и соотношением площади флагового и второго сверху листьев. К этому следует добавить, что у всех сортов Поволжского степного экотипа, исключая Саратовскую 29, данное соотношение было наибольшим среди изученной коллекции сортов. Возможно, данное соотношение отражает характер погодных условий, складывающихся в период роста двух верхних листьев. Так, в 2010 г., когда преимущество по урожайности имели среднеспелые и особенно среднепоздние генотипы, соотношение флаг/предфлаг было в средней степени положительно связано с продолжительностью периода всходы – колошение у изучаемых сортов ($r = 0,558^{**}$). Условия 2011 г. были более благоприятными для среднеранних и среднеспелых сортов, а коэффициент корреляции между длиной периода всходы – колошение и соотношением флаг/предфлаг составил $-0,580^{**}$. Наибольшая величина соотношения флаг/предфлаг была найдена у самых интенсивных сортов (Алтайская 325 – $1,25$, Апасовка – $1,23$) в 2010 г. по пару. У известных своей засухоустойчивостью Саратовской 29, Целинной 60 данный показатель был наименьшим среди изученных сортов и составил $0,82$ и $0,75$ соответственно. Следовательно, соотношение размеров флагового и второго сверху листа не может выступать в качестве надёжного критерия засухоустойчивости сортов в условиях юга Западной Сибири.

Выводы

Площадь флагового листа – сильно варьирующий признак. Величина площади предфлагового листа изменчива в средней степени.

Корреляционная сопряжённость массы зерна главного колоса с размерами двух верхних листьев сильно изменяется в различных условиях. Чаще всего она положительна.

Сорта, достоверно отличающиеся по площади флагового листа, имеют достоверные отличия по массе зерна главного колоса на жёстком по влагообеспеченности фоне.

Сорта, долго сохраняющие зелёную окраску верхних листьев после колошения, имеют более продуктивный главный колос. Увеличение продолжительности функционирования флагового листа не всегда приводит к удлинению периода колошение – спелость.

Соотношение размеров флагового и предпоследнего листа не может выступать в качестве надёжного критерия засухоустойчивости сортов в период налива зерна в условиях юга Западной Сибири.

Библиографический список

1. Коробейников Н.И. Засухоустойчивые сорта яровой мягкой пшеницы Алтайского селекцентра и перспективы их использования в Монголии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2004. – № 2 (152). – С. 23-26.
2. Головоченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне среднего Поволжья. – Кинель, 2001. – 380 с.
3. Гудинова Л.Г., Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Сухарёва А.В. Интегральные показатели фотосинтеза растений в оценке яровой пшеницы на продуктивность в условиях Южной лесостепи Западной Сибири: методические рекомендации. – Новосибирск, 1992. – 52 с.
4. Кумаков В.А. Листовой аппарат как объект для оценки зерновых культур при селекции в условиях недостаточного увлажнения // Физиология растений в помощь селекции. – М.: Наука, 1974. – С. 213-225.
5. Медведев А.М., Разумова И.И. Сравнительное изучение площади листьев и фотосинтетического потенциала посева различных по засухоустойчивости сортов яровой пшеницы // Бюллетень ВИР. – 1986. – № 164. – С. 13-15.
6. Кумаков В.А. Оценка засухоустойчивости пшеницы по состоянию листового аппарата // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды: тез. докл. совещ. – Л., 1973. – 123 с.
7. Аникиев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков // Физиология растений. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 20-25.
8. Кандауров В.И., Мовчан В.К. Засухоустойчивость, биологические и морфологические признаки пшеницы // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М.: Колос, 1970. – 223 с.
9. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.

