

4. По пару между сортами Алтайская 70 и Алтайская 99, а также сортами Новосибирская 29 и Алтайская 70, Алтайская 70 и Омская 33 различия по величине показателя стабильности σ^2_d достоверны. Это говорит о высокой стабильности сортов Новосибирская 29, Алтайская 99, Омская 33 и их достоверном превосходстве над сортом Алтайская 70.

Библиографический список

1. Косяненко Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири. – Красноярск, 2008. – 300 с.
2. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов. – Уфа: Изд-во Башкирского государственного аграрного ун-та, 2005. – 44 с.
3. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Jorp Sci. – 1966. – V. 6; 1966. – № 1. – P. 36-40.
4. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 279 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 352 с.
7. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert vl.3 Pro. – [Электронный ресурс]. – Приклад. программа (728 Кб) / Д.Н. Акимов / ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», Отраслевой фонд

алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Системные требования: MS Excel 2003 или выше; дисковод CD-ROM. – Загл. с этикетки диска.

References

1. Kosyanenko L.P. Serye khleba v Vostochnoi Sibiri. – Krasnoyarsk, 2008. – 300 s.
2. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii / V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Yusov. – Ufa: Izd-vo Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2005. – 44 s.
3. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6 (1). – P. 36-40.
4. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M.: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 279 s.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
7. Akimov D.N. Programma obrabotki dannykh polevogo opyta FieldExpert vl.3 Pro. – [Elektronnyi resurs]. – Priklad. programma (728 Kb) / FGNU «Gosudarstvennyi koordinatsionnyi tsentr informatsionnykh tekhnologii», Otrasleyvoi fond algoritmov i programm, nomer FAP 9455 ot 14.11.2007. – 1 elektron. disk (SD-ROM). – Sistemnye trebovaniya: MS Excel 2003 ili vyshe; diskovod CD-ROM. – Zagl. s etiketki diska.



УДК 633.11"321":581.1.032.3

С.Б. Лепехов
S.B. Lepexhov

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ
ПОЗДНЕСПЕЛЫХ СОРТОВ
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

**THE PHYSIOLOGICAL PROBLEMS OF BREEDING SPRING
SOFT WHEAT LATE-RIPENING VARIETIES IN THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, позднеспелый сорт, флаговый лист, предфлаговый лист, продуктивное кущение, высота растения, засуха, урожайность, степной экологический тип, селекция растений.

Для степной зоны Алтайского края необходимы новые сорта яровой мягкой пшеницы, среди которых должны преобладать среднепоздние и позднеспелые. Селекция таких сортов осложнена отсут-

ствием фундаментальных знаний об их развитии в условиях засухи различной продолжительности. Описаны физиологические особенности сортов различных групп спелости на фоне естественной засухи 2013 и 2014 гг. В соответствии с методикой В.А. Кумакова изучено распределение биомассы между органами растений яровой мягкой пшеницы. В условиях затяжной раннелетней засухи побеги кущения практически полностью отмирают, суточный прирост биомассы замедляется, период

всходы-колошение укорачивается, главный колос и верхние листья к фазе цветения имеют низкую массу. Установлено, что позднеспелые линии характеризуются высоким потенциалом урожайности, но не реализуют его из-за совпадения периода роста верхних листьев и зачаточного колоса с действием засухи. В условиях длительной раннелетней засухи у позднеспелых генотипов недостаток фотосинтетической поверхности листьев может быть компенсирован ростом соломины в случае выпадения осадков в период колошения. Установленные закономерности будут учтены при решении проблемы повышения физиологической засухоустойчивости позднеспелых сортов.

Keywords: *spring soft wheat, late-ripening variety, flag leaf, pre-flag leaf, productive tillering, plant height, drought, yield, steppe ecological type, plant breeding.*

The steppe zone of the Altai Region needs new varieties of spring soft wheat with the domination of middle-late and late-ripening varieties. The breeding of such varieties is complicated by the lack of fun-

damental knowledge about their development under droughts of different duration. This study deals with the description of the physiological features of the varieties of different ripening groups in the context of natural drought of 2013 and 2014. The biomass distribution between the organs of spring soft wheat plants was studied according to V.A. Kumakov's methodology. Under long early summer drought the tillers almost completely die, daily biomass gain slows down, the germination-earing period shortens, and the main ear and top leaves have low biomass by the flowering stage. It has been found that late-ripening lines are characterized by high yielding potential but they do not realize this potential because the period of top leaves and primordial ear growth synchronizes with drought effect. Under long early summer drought the shortage of leaf photosynthetic surface in the late-ripening varieties may be compensated by culm growth provided rainfall at earing stage. The revealed consistent patterns will be taken into account when dealing with the improvement of the physiological drought resistance of late-ripening varieties.

Лепехов Сергей Борисович, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. селекции мягкой пшеницы, Алтайский НИИ сельского хозяйства, г. Барнаул. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Lepekhov Sergey Borisovich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Soft Spring Wheat Selective Breeding, Altai Research Institute of Agriculture, Barnaul. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Яровая мягкая пшеница в Алтайском крае возделывается на площади более 2 млн га, из которой 60% сосредоточено в степной зоне, где основными лимитирующими факторами формирования высокой урожайности являются дефицит доступной почвенной влаги, жёсткий температурный режим в период формирования репродуктивных органов [1].

Анализ многолетних метеоданных показывает, что засухи в Кулундинской степи чаще бывают в начале вегетации, а максимальное количество осадков выпадает в июле [2], поэтому здесь необходимо возделывать сорта с продолжительным периодом до колошения. Такие сорта за счёт медленного развития в начальные фазы роста легче переносят засуху, а с выпадением осадков усиленно растут и развиваются [3]. В годы с типичной раннелетней засухой урожайность тесно коррелирует с продолжительностью вегетационного периода [2]. Для условий Западной Кулунды получение высокой и стабильной по годам урожайности яровой мягкой пшеницы может быть достигнуто при использовании сочетания среднеспелых, среднепоздних и позднеспелых сортов в соотношении 1:4:5 [4].

В районах Кулундинской степи Алтайского края с 1964 по 2009 гг. вегетационный период (отрезок календарного года, в течение которого среднесуточная температура воздуха превышает 10°C) увеличился на 3-5 сут. по отношению к норме [5]. Этот факт открывает дополнительные возможности в селекции сортов на увеличение продолжительности вегетационного периода.

В Алтайском НИИСХ выводы о дальнейшем улучшении селекционного материала яровой мягкой пшеницы производятся на основе анализа элементов структуры урожая, который не затрагивает исследований его физиологических особенностей [6]. Однако результаты таких исследований дают возможность наиболее полно разрабатывать теоретическую, доказательную сторону моделей сортов, искать новые резервы повышения продуктивности растений и их устойчивости к неблагоприятным факторам среды [7]. На наш взгляд, знание физиологических показателей сортов и линий в фазе цветения позволяет соотнести степень развития вегетативных и генеративных органов с условиями среды при их формировании, а также оценить стартовое состояние растений к началу налива зерна. В связи с этим **целью** работы являлось изучение физиологических показателей яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в фазе цветения.

Материалы и методы

Материалом исследования являлись сорта и линии степного экологического типа трёх групп спелости: Лютесценс 482 х Памяти Азиева, Лютесценс 697, Лютесценс 16/с, Лютесценс 835, Лютесценс 899 – среднеспелые; Алтайская 105, Степная нива, Лютесценс 923 – среднепоздние; Лютесценс 937, Лютесценс 106/с, Лютесценс 809 – позднеспелые. Эксперимент проведён в 2013-2014 гг. на опыт-

ном поле Алтайского НИИСХ. Посев осуществляли в 3-й декаде мая по овсу сеялкой ССФК-7 в четырёхкратной повторности. Учётная площадь делянки 8 м². Анализ распределения биомассы растений в фазе цветения осуществлён в соответствии с методикой [8] с некоторыми изменениями, суть которых заключалась в сокращении выборки со 100 до 30 растений с одной повторности. В исследовании А.В. Смиряева, Т.И. Хупацарии [9] показано, что при работе с элементами урожайности объём выборки может быть сокращён до 15 растений. После высушивания растительных образцов подсчитывали коэффициент продуктивного кущения, определяли биомассу растения, главного колоса и двух верхних листьев, измеряли высоту растений.

Погодные условия 2013 г. сложились в целом благоприятно для роста и развития растений. Почвенная засуха средней интенсивности проявлялась на протяжении двух декад, предшествовавших колошению. Температурный фон соответствовал среднесезонному либо был несколько ниже его. Период налива зерна протекал на фоне обилия осадков. В первой половине вегетации 2014 г. наблюдалась нарастающая к колошению более жёсткая почвенная засуха. Вторая половина вегетации характеризовалась достаточным количеством осадков.

Результаты исследования и обсуждение

В годы с выраженной раннелетней засухой и достаточным количеством осадков в период налива зерна, как правило, отмечается положительная взаимосвязь урожайности сортов с продолжительностью вегетационного периода. Данная закономерность имеет выраженный характер при рассмотрении среднеранних, среднеспелых и среднепоздних генотипов. Средняя урожайность по группам спелости, несмотря на различие гидротермического режима в годы исследований, практически совпала и составила 1,99 т/га в 2013 и 2014 гг. (группа среднеспелых сортов), 2,20 т/га в 2013 и 2014 гг. (группа среднепоздних сортов), 2,20 т/га в 2013 г. и 2,16 т/га в 2014 г. (группа позднеспелых сортов). Из приведённых данных следует, что позднеспелые генотипы, в сравнении со среднепоздними, в неполной мере реализуют потенциальные возможности вегетационного периода.

При раннелетней засухе с увеличением длительности онтогенеза сортообразцов наблюдается плавное изменение всех морфобиологических признаков, а наиболее существенные различия отмечены для группы позднеспелых генотипов. По мнению В.А. Кумакова, соотношения органов подвержены несравненно меньшей фенотипической изменчивости, чем размеры (масса) ор-

ганов и растения в целом [7]. Именно по таким показателям найдено наибольшее количество достоверных отличий между группами спелости (табл.).

Общепринятой является точка зрения, согласно которой в зонах с частыми засухами в первой половине вегетации следует возделывать сорта с растянутым периодом всходы-колошение [3]. Однако состояние растений сортов с различной продолжительностью вегетационного периода после перенесённого водного стресса, к началу завязывания и формирования зерновок, может существенно варьировать в зависимости от длительности дефицита доступной почвенной влаги. Основным отличием засухи 2014 г. от засухи 2013 г. являлась её продолжительность: осадки отсутствовали практически полностью с момента кущения до цветения. В связи с этим представилась уникальная возможность оценить реакцию сортов рассматриваемых групп спелости на раннелетнюю засуху различной длительности.

В условиях засухи 2013 и 2014 гг. не обнаружено достоверных отличий между рассматриваемыми группами спелости по величине биомассы и интенсивности её суточного прироста до цветения. Однако период всходы-колошение в 2014 г. в наибольшей степени сократился у позднеспелых линий по сравнению с 2013 г.

В относительно благоприятных условиях (2013 г.) с увеличением продолжительности вегетационного периода сорта возрастает коэффициент продуктивной кустистости. В случае возникновения жёсткой засухи в период кущение-колошение (2014 г.) дополнительные побеги отмирают, а зерновая продуктивность формируется фактически за счёт главного колоса.

Существенные различия между группами спелости к фазе цветения складываются и в распределении сухого вещества в растениях. В 2013 г. группы сортов различного вегетационного периода имели близкие значения массы главного колоса в фазе цветения, однако доля главного колоса в общей массе растения достоверно снижалась от среднеспелых к среднепоздним и позднеспелым генотипам (15,1; 13,0; 12,2% соответственно). В 2014 г., помимо аналогичного снижения доли главного колоса в биомассе, отмечались достоверно более низкие абсолютные значения этого признака у позднеспелых образцов. Показано, что доля колоса в биомассе при жёсткой засухе в результате селекции озимой мягкой пшеницы возросла [10], поэтому можно допустить возможность улучшения позднеспелых генотипов яровой пшеницы по этому показателю посредством искусственного отбора.

Морфобиологические признаки яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в 2013 и 2014 гг.

Признаки	2013 г.			2014 г.		
	сс	сп	пс	сс	сп	пс
Период всходы-колошение, дн.	42	45	48	41	43	45
Биомасса растения в фазе цветения, г	2,12 0,14	2,58 0,40	2,63 0,54	1,15 0,11	1,23 0,20	1,07 0,21
Прирост биомассы всходы-цветение, г/день	0,051 0,003	0,058 0,008	0,055 0,013	0,028 0,003	0,028 0,004	0,024 0,005
Коэффициент продуктивной кустистости	1,15 0,06	1,27 0,08	1,38 0,14	1,07 0,06	1,08 0,06	1,08 0,10
Масса главного колоса в фазе цветения, г	0,32 0,02	0,33 0,04	0,31 0,05	0,20 0,01	0,20 0,03	0,16 0,02
Доля главного колоса в биомассе, %	15,1 0,2	13,0 1,0	12,2 0,9	17,8 0,6	16,2 1,4	14,7 1,0
Масса флагового листа, г	0,066 0,006	0,064 0,007	0,046 0,011	0,023 0,001	0,022 0,003	0,015 0,002
Масса предфлагового листа, г	0,076 0,008	0,071 0,014	0,058 0,012	0,039 0,003	0,034 0,004	0,023 0,004
Масса главного колоса в цветении / масса двух верхних листьев	2,29 0,18	2,47 0,22	3,02 0,33	3,34 0,14	3,64 0,38	4,17 0,36
Высота растения, см	75,4 1,7	82,1 0,1	87,3 0,3	55,9 1,2	55,4 0,2	60,5 2,5

Примечание. сс – группа среднеспелых сортов; сп – группа среднепоздних сортов; пс – группа позднеспелых сортов; в числителе – среднее значение признака по группе спелости, знаменателе – доверительный интервал.

Разница в продолжительности развития сортов накладывает отпечаток и на формирование ассимилирующих органов. Масса двух верхних листьев, которые вносят наибольший вклад в продуктивность колоса [11], в оба года исследования статистически значимо снижалась от группы среднеспелых и среднепоздних к группе позднеспелых генотипов по причине того, что период интенсивного роста листьев у последних совпал с более напряжённым этапом засухи.

Отношение массы главного колоса к массе двух верхних листьев в фазе цветения характеризует напряжённость донорно-акцепторных отношений в системе колос – ассимиляционный аппарат: чем оно ниже, тем больше фотосинтетической массы (и поверхности) листьев приходится на единицу массы колоса и тем полнее протекает налив зерна [7]. Выявлено достоверно более высокое значение данного соотношения для группы позднеспелых сортообразцов в сравнении со среднеспелыми и среднепоздними в оба года исследования.

Эти и другие представленные выше особенности лимитируют потенциально высокую урожайность позднеспелых сортов, тем не менее их урожайность не снижается критично, а держится на уровне среднепоздней группы. Причина заключается в том, что июльский максимум осадков следует после того, как рост стебля в высоту у среднеспелых сортов уже завершился, а позднеспелые генотипы ещё имеют возможность отреагиро-

вать на дожди и в значительной мере отрастить соломину, что компенсирует недостаток листовой ассимиляционной поверхности.

Заключение

Среднепоздние и позднеспелые сортообразцы яровой мягкой пшеницы степного эко-типа характеризуются более высокой урожайностью по сравнению со среднеспелой группой в условиях раннелетней засухи. Позднеспелые линии обладают высоким потенциалом урожайности, но он не реализуется по ряду причин, среди которых основной является совпадение периода роста верхних листьев и зачаточного колоса с дефицитом почвенной влаги, что в меньшей степени характерно для среднеспелых и среднепоздних генотипов. В условиях затяжной засухи побеги кушения практически полностью отмирают, суточный прирост биомассы замедляется, период всходы-колошение укорачивается, главный колос и верхние листья к фазе цветения имеют низкую массу. В таких условиях последней возможностью для среднепоздних и позднеспелых сортообразцов сформировать урожай на уровне среднеспелых генотипов является интенсивный рост соломины, которая компенсирует слабое развитие листьев. Основной проблемой в селекции позднеспелых сортов будет являться повышение физиологической засухоустойчивости растений в период всходы-колошение и поиск способов увеличения крупности главного колоса на фоне дефицита почвенной влаги.

Библиографический список

1. Коробейников Н.И. Влияние метеофакторов на признаки продуктивности и урожайность мягкой яровой пшеницы в условиях Приобья Алтайского края // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в западной Сибири и Казахстане: матер. семинара (Кулундинская СХОС, 27-28 февраля 2001 г.) / Сиб. отд-ние Россельхозакадемии. – Барнаул, 2001. – 112 с.
2. Леонтьев С.И. Основные параметры моделей сортов яровой пшеницы интенсивного типа для степи и южной лесостепи Западной Сибири: учеб. пособие. – Омск, 1980. – 56 с.
3. Головоченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне среднего Поволжья. – Кинель, 2001. – 380 с.
4. Гончаров П.Л. Повышение эффективности селекционного процесса // Адаптивный подход в земледелии, селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур в Сибири. – Новосибирск, 1996. – С. 23-26.
5. Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка изменения продолжительности вегетационного периода по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10. – С. 49-53.
6. Коробейников Н.И. Основные параметры модели сортов яровой мягкой пшеницы для степных зон Алтайского края // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве. – Барнаул, 2003. – Ч. 1. – С. 27-32.
7. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
8. Кумаков В.А., Игошин А.П., Сияк В.М. Методические указания по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении. – М.: Колос, 1982. – 28 с.
9. Смирязев А.В., Хуцацария Т.И. Оптимизация объема выборки растений, измеряемых при однолетнем и многолетнем сортоиспытании мягкой яровой пшеницы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 139-144.
10. Краснова Л.И., Денисова С.И. Совершенствование сортов местного агроэко типа в селекции озимой пшеницы на комплексную адаптивность и качество зерна в условиях степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (44). – С. 53-56.
11. Thorne G.N. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley // Annals of Botany. – 1965. – Vol. 29 (3). – P. 317-329.

References

1. Korobeinikov N.I. Vliyanie meteofaktorov na priznaki produktivnosti i urozhainost' myagkoi yarovoi pshenitsy v usloviyakh Priob'ya Altaiskogo kraya // Problemy selektsii i semenovodstva polevykh kul'tur v zapadnoi Sibiri i Kazakhstane: materialy seminara (Kulundinskaya SKhOS, 27-28 fevralya 2001 g.). Sib. otd-nie Rossel'khozakademii. – Barnaul, 2001. – 112 s.
2. Leont'ev S.I. Osnovnye parametry modelei sortov yarovoi pshenitsy intensivnogo tipa dlya stepi i yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: uchebn. posobie. – Omsk, 1980. – 56 s.
3. Golovochenko A.P. Osobennosti adaptivnoi selektsii yarovoi myagkoi pshenitsy v lesostepnoi zone srednego Povolzh'ya. – Kinel'. – 2001. – 380 s.
4. Goncharov P.L. Povyshenie effektivnosti selektsionnogo protsessa // Adaptivnyi podkhod v zemledelii, selektsii i semenovodstve sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Sibiri. – Novosibirsk, 1996. – S. 23-26.
5. Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. Otsenka izmeneniya prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda po agroklimaticheskim raionam Altaiskogo kraya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10. – S. 49-53.
6. Korobeinikov N.I. Osnovnye parametry modeli sortov yarovoi myagkoi pshenitsy dlya stepnykh zon Altaiskogo kraya // Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoi nauki v zhivotnovodstve i rastenievodstve. – Barnaul, 2003. – Ch. 1. – S. 27-32.
7. Kumakov V.A. Fiziologicheskoe obosnovanie modelei sortov pshenitsy. – M.: Agropromizdat, 1985. – 270 s.
8. Kumakov V.A., Igoshin A.P., Sinyak V.M. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu nekotorykh fiziologicheskikh pokazatelei rastenii pshenitsy pri sortoizuchenii. – M.: Kolos, 1982. – 28 s.
9. Smiryazev A.V., Khupatsariya T.I. Optimizatsiya ob"ema vyborki rastenii, izmeryaemykh pri odnoletnem i mnogoletnem sortoispytanii myagkoi yarovoi pshenitsy // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – 2014. – № 3. – S. 139-144.
10. Krasnova L.I., Denisova S.I. Sovershenstvovanie sortov mestnogo agroekotipa v selektsii ozimoi pshenitsy na kompleksnuyu adaptivnost' i kachestvo zerna v usloviyakh stepnoi zony Yuzhnogo Urala // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 6 (44). – S. 53-56.
11. Thorne G.N. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley // Annals of Botany. – 1965. – Vol. 29 (3). – P. 317-329.

