

Михаил Григорьевич Евдокимов^{1✉}, Вадим Станиславович Юсов²,
Ирина Владимировна Пахотина³

^{1,2,3}Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

¹misha-emg@rambler.ru

²vs.ysov@rambler.ru

³ira.pakhotina.72@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Цель исследования – определить влияние продолжительности периода вегетации и его составляющих на хозяйственно ценные признаки твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири. Объекты исследования – 21 сорт твердой яровой пшеницы селекции научных учреждений России и Украины, которые испытывались в питомниках конкурсного сортоиспытания с 2003 по 2018 г. Опыты закладывали в СибНИИСХ (сегодня Омский Аграрный научный центр) по чистому пару при посеве 13–18 мая с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар, с площадью делянок 10–15 м² в четырехкратной повторности. Фенологические наблюдения и учеты в полевых условиях проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. По продолжительности вегетации сорта распределены в три группы: средне-ранние – Омская янтарная, Алтайская нива, Ник, Краснокутка 10, Харьковская 23, Светлана (82–84 сут); среднеспелые – Алмаз, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Зарница Алтай, Саратовская золотистая, Безенчукский янтарь, Безенчукская степная, Памяти Чеховича, Воронежская 9, Таволга (86–89); среднепоздние – Омский изумруд, Омский рубин, Ангел, Алейская (91–94 сут). Коэффициенты корреляции (средовые), просчитанные по общему массиву сортов, свидетельствуют о том, что продолжительность периода всходы – колошение имеет положительную связь со стекловидностью и урожайностью ($r = 0,39–0,45$). Отрицательная связь прослеживается с крупностью зерна ($r = -0,39$). В период колошение – восковая спелость средняя прямая связь была отмечена с урожайностью ($r = 0,33$), массой 1000 зерен ($r = 0,491$), натурой зерна ($r = 0,49$) и обратная с содержанием белка ($r = -0,503$) и клейковины ($r = -0,33$), цветом макарон ($r = -0,30$). Продолжительность вегетационного периода также имеет положительную корреляцию с урожайностью ($r = 0,35$), натурой зерна ($r = 0,33$), стекловидностью зерна ($r = 0,27$). Отрицательная корреляция прослеживается с содержанием белка и клейковины ($r = -0,53; -0,36$).

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, урожайность, качество зерна, вегетационный период, корреляция

Для цитирования: Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. Влияние продолжительности периода вегетации на формирование хозяйственно ценных признаков твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 19–26. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-19-26.

Mikhail Grigorievich Evdokimov^{1✉}, Vadim Stanislavovich Yusov², Irina Vladimirovna Pakhotina³

^{1,2,3}Omsk Agricultural Research Center, Omsk, Russia

¹misha-emg@rambler.ru

²vs.ysov@rambler.ru

³ira.pakhotina.72@mail.ru

THE GROWING SEASON DURATION INFLUENCE ON THE FORMATION OF ECONOMICALLY VALUABLE HARD SPRING WHEAT TRAITS IN WESTERN SIBERIA

The purpose of the study is to determine the effect of the duration of the growing season and its components on the economically valuable traits of durum spring wheat in Western Siberia. The objects of study are 21 varieties of hard spring wheat bred by scientific institutions in Russia and Ukraine, which were tested in nurseries of competitive variety testing from 2003 to 2018. The experiments were laid at the SibNIISKh (today the Omsk Agrarian Research Center) on bare fallow when sown on May 13–18 with a seeding rate 4.5 million germinating grains per hectare, with a plot area of 10–15 m² in four repetitions. Phenological observations and records in the field were carried out according to the method of state variety testing of agricultural crops. According to the duration of the growing season, the varieties are divided into three groups: medium-early – Omskaya yantarnaya, Altaiskaya Niva, Nik, Krasnokutka 10, Kharkovskaya 23, Svetlana (82–84 days); mid-ripening – Almaz, Omskij korund, ZHemchuzhina Sibiri, Omskaya stepnaya, Zarnica Altaya, Saratovskaya zolotistaya, Bezenchukskij yantar', Bezenchukskaya stepnaya, Pamyati Shekhovicha, Voronezhskaya 9, Tavgolga (86–89), mid-late – Omskij izumrud, Omskij rubin, Angel, Alejskaya (91–94 days). Correlation coefficients (environmental), calculated for the total array of varieties, indicate that the duration of the germination – heading period has a positive relationship with vitreousness and yield ($r = 0.39–0.45$). A negative relationship can be traced with the grain size ($r = -0.39$). In the period of heading – waxy ripeness, an average direct relationship was noted with yield ($r = 0.33$), weight of 1000 grains ($r = 0.491$), grain size ($r = 0.49$) and an inverse relationship with protein content ($r = -0.503$) and gluten ($r = -0.33$), pasta color ($r = -0.30$). The duration of the growing season also has a positive correlation with productivity ($r = 0.35$), grain size ($r = 0.33$), grain vitreousness ($r = 0.27$). A negative correlation can be traced with the content of protein and gluten ($r = -0.53; -0.36$).

Keywords: durum spring wheat, productivity, grain quality, vegetation period, correlation

For citation: Evdokimov M.G., Yusov V.S., Pakhotina I.V. The growing season duration influence on the formation of economically valuable hard spring wheat traits in Western Siberia // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 19–26. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-19-26.

Введение. Климат южной части Западной Сибири типично континентальный с продолжительной зимой и коротким жарким летом, с возможными поздними весенними и ранними осенними заморозками. Безморозный период составляет 120–125 сут [1]. Известно, что урожайность пшеницы во многом зависит от агрометеорологических факторов [2–5]. При ограниченном периоде вегетации возрастает роль сортов с оптимальной продолжительностью вегетационного периода и соотношением его отдельных фаз. Сорты твердой пшеницы с длинным вегетационным периодом продуктивнее скороспелых, поскольку фактор времени играет существенную роль в формировании биомассы [6, 7]. Поздние сорта обычно характеризуются большим числом междоузлий, листьев, колосков в колосе, узловых корней [8].

С вегетационным периодом связано множество свойств, определяющих урожайность, качество зерна, уход от засухи, болезней, пора-

жения насекомыми [9, 10]. При селекции на продолжительность вегетации необходимо иметь в виду, что гены, детерминирующие длину этого периода (спелость), плейотропно влияют на многие хозяйственно ценные признаки, а в конечном итоге – на урожай [7, 11].

Многообразие природно-климатических условий возделывания требует внедрения в производство сортов, приспособленных к конкретным экологическим нишам, различных групп спелости (среднеранних, среднеспелых, среднепоздних), подбор которых должен осуществляться на основе принципа «мозаичного» их размещения [12].

Цель исследования – определить влияние продолжительности периода вегетации и его составляющих на хозяйственно ценные признаки твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Задачи: изучить сорта твердой яровой пшеницы разных групп спелости по комплексу хо-

зайтственно ценных признаков; определить корреляционные связи вегетационного периода и его составляющих с урожайностью и качеством зерна.

Материалы и методы. Исследование проведено в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2003–2018 гг. В течение этого периода был изучен 21 сорт твердой яровой пшеницы, оригинаторами которых являются СибНИИСХ, ныне ФГБНУ «Омский АНЦ» (8 сортов), АНИИСХ, ныне ФАНЦА (3), НИИСХ Юго-Востока (2), Самарский НИИСХ (3), НИИСХ ЦЧЗ (3), Краснокутская ОСС (1), Украинский институт растениеводства им. В.Я. Юрьева (1 сорт). Опытные делянки были заложены по чистому пару площадью 15 м² в 2001–2004 гг., 10 м² – в 2005–2019 гг. и размещались систематически со смещением по ярусам в 4 повторениях. Посев проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева 450 всхожих зерен на 1 м² 14–16 мая, уборку – селекционным комбайном Nege 125. Почва опытного стационара – чернозем выщелоченный, среднегумусный (6,2 %), тяжело-суглинистый. Фенологические наблюдения и учеты в полевых условиях проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13].

Проведены лабораторные исследования по определению природы и стекловидности зерна, содержания белка, клейковины и ее качества, цветовой оценки макарон [14]. Полученные данные были обработаны статистически методами дисперсионного, корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [15].

В годы проведения исследования метеорологические условия были различными. Засушливыми были условия в период вегетации 2004, 2008, 2012, 2014, 2017 гг. (ГТК 0,53–0,89), хорошо увлажненными (ГТК более 1,20) 2002, 2003, 2005, 2007, 2009, 2016, остальные годы были средними по увлажнению (ГТК составляло 0,91–1,17).

Результаты и их обсуждение. Основной набор сортов, включенных в Государственный реестр РФ, представлен среднеспелыми сортами (Государственный реестр, 2021). Однако в настоящее время созданы сорта среднеранние (по данным оригинатора): Омская янтарная, Омский циркон (Омский АНЦ), Алтайская нива, Салют Алтай, Памяти Янченко, (ФАНЦА), Безенчукская 285, Безенчукская золотая, Краснокутка 13 (Самарский НИИСХ), Елизаветинская, Ник

(НИИСХ Ю-В); среднепоздние: Омский изумруд (Омский АНЦ), Алейская (ФАНЦА), Оазис (ФАНЦА, Омский АНЦ), Безенчукский янтарь (Самарский НИИСХ). Поэтому в стратегии селекции необходимо предусматривать создание сортов всех трех групп спелости, чтобы стабилизировать урожайность и производство высококачественного зерна.

Продолжительность периода всходы – колошение (в среднем 2003–2018 гг.) у изучаемых сортов варьировала от 36 до 45 сут, от колошения до восковой спелости – от 45 до 51 сут. Длительность вегетационного периода колебалась от 82 до 94 сут. По общей продолжительности вегетации к среднеранним отнесены сорта Омская янтарная, Алтайская нива, Ник, Краснокутка 10, Харьковская 23, Светлана (82–84 сут); к среднеспелым – Алмаз, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная, Зарница Алтай, Саратовская золотистая, Безенчукский янтарь, Безенчукская степная, Памяти Чеховича, Воронежская 9, Таволга (86–89); к среднепоздним – Омский изумруд, Омский рубин, Ангел, Алейская (91–94 сут). На рисунке 1 представлены сорта разных групп спелости и их сравнительные характеристики. В группе среднеранних сортов средний уровень урожайности за 2003–2018 гг. составлял 24,2 ц/га, с вариацией по сортам 21,4 (Харьковская 23) – 2,93 (Омская янтарная). Среднеспелые сорта сформировали урожайность 27,4 ц/га, с лимитами от 21,8 (Воронежская 9) до 31,7 ц/га (Жемчужина Сибири, Омская степная). Наибольшую урожайность (31,0 ц/га) обеспечили среднепоздние сорта с колебаниями по сортам 28,0–37,1 ц/га. Натура зерна в 1-й группе составляла 756 г/л; во второй – 772; в третьей – 775 г/л. Однако максимальные значения этого показателя в каждой группе были близки: 790; 786; 790 г/л. Стекловидность зерна соответственно составляла 70; 72; 70 %. По содержанию белка, клейковины, цветовой оценке макарон существенных различий по группам спелости не наблюдалось.

Традиционно роль вегетационного периода определяется при сравнении сортов различных групп спелости. Однако представляет интерес, как изменяются показатели хозяйственно ценных признаков у конкретного генотипа при разной продолжительности вегетации.

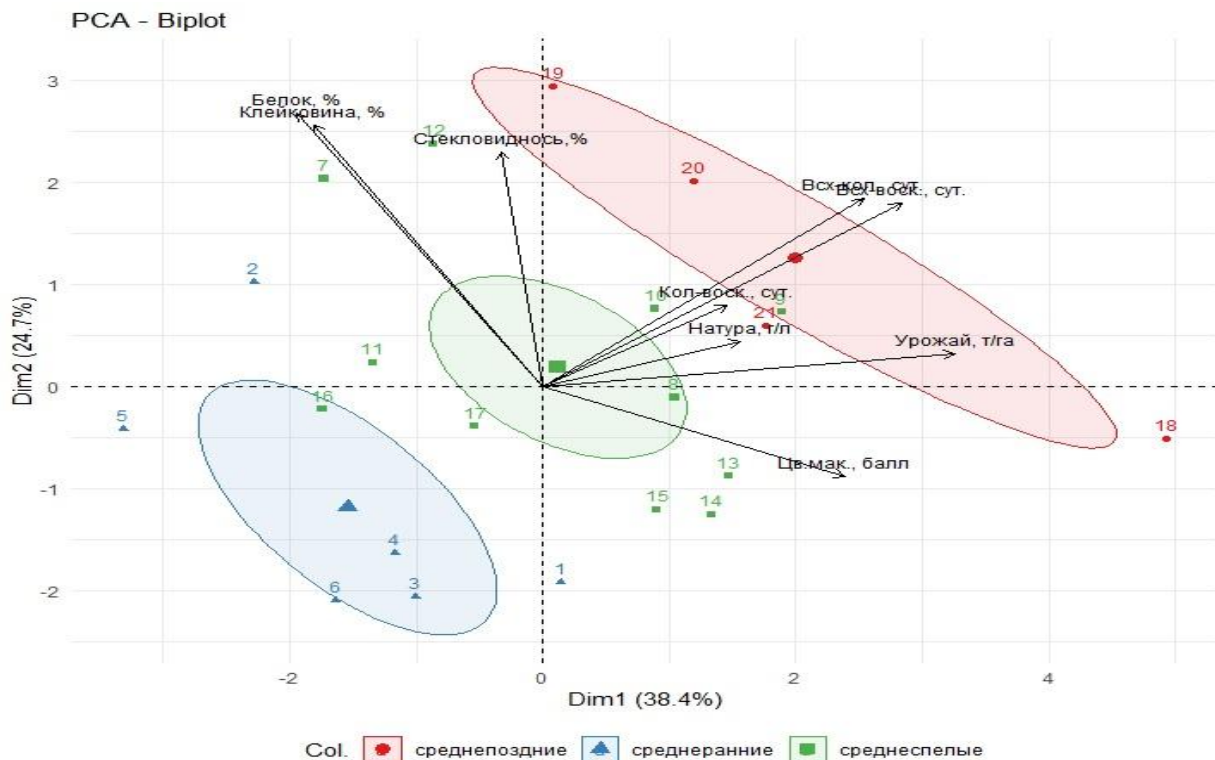


Рис. 1. Анализ главных компонент продолжительности вегетации, урожайности, качества зерна у сортов твердой яровой пшеницы (среднее 2003–2018 гг.): 1 – Омская янтарная; 2 – Алтайская низа; 3 – Ник; 4 – Краснокутка 10; 5 – Харьковская 23; 6 – Светлана; 7 – Алмаз; 8 – Омский корунд; 9 – Жемчужина Сибири; 10 – Омская степная; 11 – Зарница Алтай; 12 – Саратовская золотистая; 13 – Безенчукский янтарь; 14 – Безенчукская степная; 15 – Памяти Чеховича; 16 – Воронежская 9; 17 – Таволга; 18 – Омский изумруд; 19 – Омский рубин; 20 – Ангел; 21 – Алейская

На рисунке 2 представлено графическое изображение динамики урожайности и показателей качества зерна в 2001–2018 гг. при изменении продолжительности вегетации сорта твердой пшеницы Ангел. Урожайность зерна постепенно повышается при увеличении периода вегетации, о чем свидетельствует существенный наклон линии тренда и изменение урожайности от 1,7 до 4,0 т/га. Незначительно повышается натура зерна – с 770 до 790 г/л. Остальные показатели снижаются при удлинении вегетации, особенно содержание белка (с 17,2 до 15,0 %) и клейковины (с 33,1 до 30,5 %). Стекловидность зерна снижается с 73,0 до 67,5 %, а цветовая оценка макарон ухудшается на 0,1–0,2 балла.

Перед селекционерами при создании среднеранних сортов встает непростая задача: с одной стороны, сократить период вегетации, а с другой, чтобы такой генотип обеспечивал в определенных условиях необходимый уровень продуктивности с высокими показателями по ка-

честву зерна. Чтобы точнее представлять реальность селекционного процесса, нужно, на наш взгляд, определить сопряженность продолжительности вегетации с этими признаками.

Коэффициенты корреляции (средовые), просчитанные по общему массиву сортов, свидетельствуют о том, что продолжительность периода всходы – колошение сопряжена со следующими признаками: на удлинение этого периода положительно реагируют стекловидность, урожайность. Связь в основном характеризуется средним уровнем ($r = 0,39–0,45$). Отрицательная связь прослеживается с крупностью зерна ($r = -0,39$). Изменение даты появления колоса в разные сезоны по-разному влияет на урожайность зерна, поскольку она напрямую зависит от наличия и продолжительности биотического или абиотического стресса [16]. Это влияние распространяется и на показатели качества зерна. Коэффициенты корреляции, просчитанные нами за 2003–2010 гг. и в период 2011–2018 гг., не всегда совпадают (рис. 3).

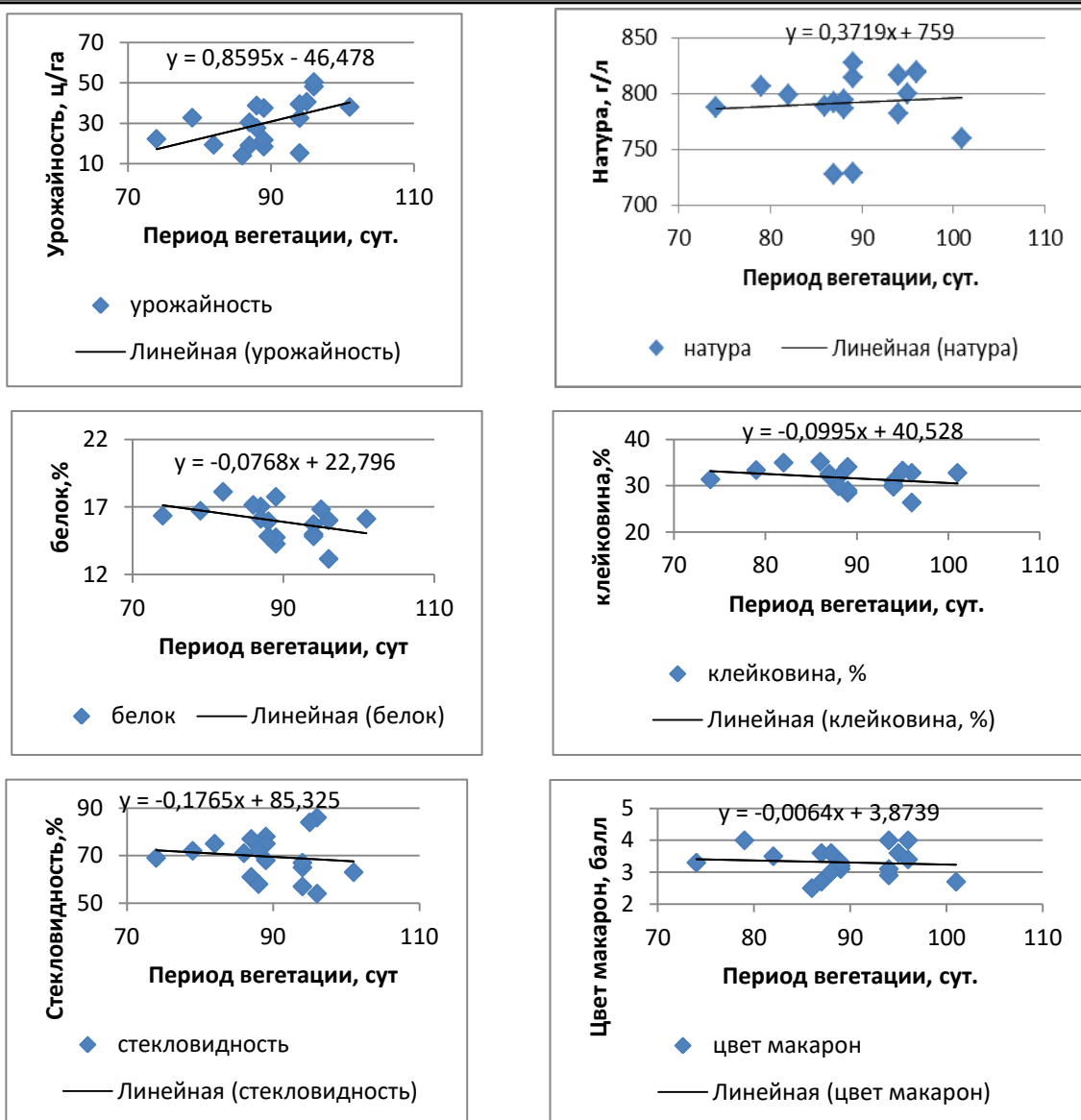


Рис. 2. Влияние продолжительности вегетации на урожайность, качество зерна и макарон на примере сорта Ангел (2001–2018 гг.)

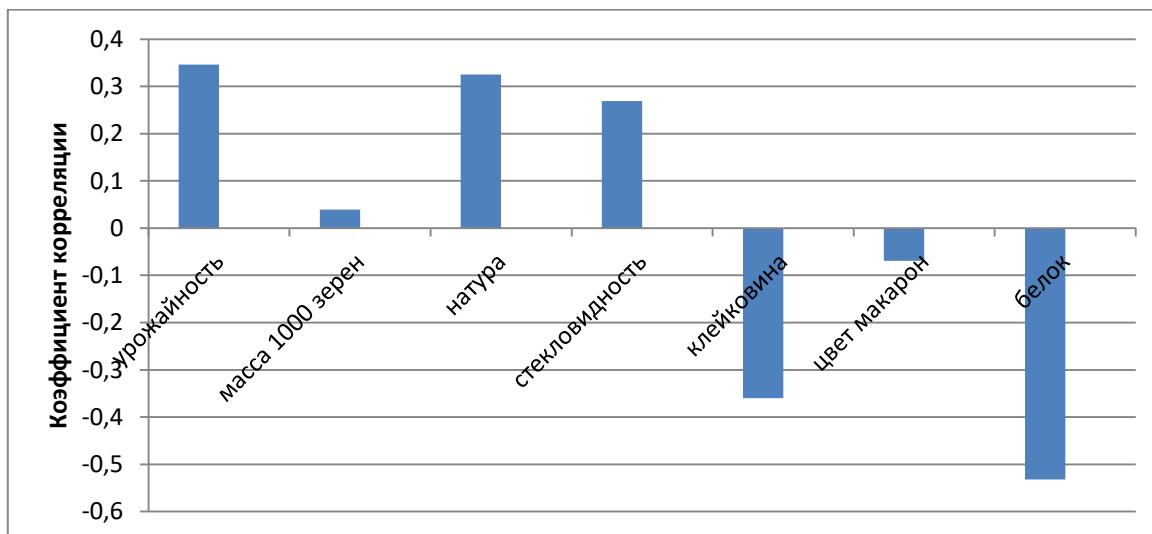


Рис. 3. Коэффициенты корреляции (средовые) продолжительности вегетации с урожайностью и качеством зерна

В период колошение – восковая спелость средняя прямая связь была отмечена с урожайностью ($r = 0,33$), массой 1000 зерен ($r = 0,491$), натурой зерна ($r = 0,49$), и обратная – с содержанием белка ($r = -0,503$) и клейковины ($r = -0,33$), с цветом макарон ($r = -0,30$).

Продолжительность вегетационного периода также имеет положительную корреляцию с урожайностью ($r = 0,35$), натурой зерна ($r = 0,33$), стекловидностью зерна ($r = 0,27$). Отрицательная корреляция прослеживается с содержанием белка и клейковины ($r = -0,53, -0,36$).

Генотипические корреляции по годам проявляются с урожайностью: 15 лет из 18 связь по-

ложительная ($r = 0,29-0,67$) со средним значением $r = 0,44$ в благоприятные годы и $r = 0,37$ в экстремальные (табл.). По остальным признакам коэффициенты нестабильны и варьируют очень сильно. Проявляются они в более благоприятные по влагообеспеченности годы, когда идет естественное развитие и рост, в отличие от засушливых лет с преждевременным созреванием. С крупностью зерна связь не прослеживается, с содержанием белка и клейковины, цветом макарон зависимость – от отрицательной до положительной.

Генотипические корреляции продолжительности вегетационного периода с хозяйственно ценными признаками

| Признак | Количество лет | | | Лимиты |
|----------------|--|--|--------------------------|-------------------|
| | Положительная корреляция (достоверная) | Отрицательная корреляция (достоверная) | Недостоверная корреляция | |
| Урожайность | 15 | – | 3 | От +0,29 до +0,67 |
| Масса 1000 | 3 | 3 | 12 | От –0,42 до +0,43 |
| Натура | 5 | 1 | 12 | От –0,36 до +0,48 |
| Стекловидность | 5 | 3 | 10 | От –0,36 до +0,60 |
| Белок | 2 | 4 | 12 | От –0,35 до +0,63 |
| Клейковина | 4 | 3 | 11 | От –0,51 до +0,65 |
| Цвет макарон | 4 | 1 | 13 | От –0,29 до +0,41 |

Нестабильность, прежде всего, объясняется тем, что все изучаемые признаки являются количественными, которые контролируются большим числом генов, и поэтому для них характерна непрерывная изменчивость, а также изменение экспрессивности генов в различных условиях внешней среды.

Заключение. Отсутствие достоверных генотипических связей продолжительности вегетационного периода с показателями качества зерна позволяет беспрепятственно создавать сорта твердой пшеницы разных биотипов (среднеранних, среднеспелых, среднепоздних). Наличие отрицательных корреляций (средовых) необходимо учитывать при разработке сортовых технологий возделывания.

Список источников

1. Агроклиматические ресурсы Омской области. Л.: Гидрометеоздат, 1971. 188 с.
2. Евдокимов М.Г., Юсов В.С. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы и ее компонентов от метеофакторов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Доклады РАСХН. 2005. № 1. С. 10–13.
3. Бесалиев И.Н., Сандакова Г.Н. Урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от параметров показателя атмосферной засушливости периода вегетации в Оренбургском Предуралье и Зауралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 62–65.
4. Розова М.А., Зиборов А.И. Корреляционные связи урожайности яровой твердой пшеницы с элементами ее структуры в зависимости от уровня продуктивности генотипов и погодных условий // Вестник Алтайского государственного университета. 2016. № 2 (136). С. 44–49.
5. A systematic review of durum wheat: Enhancing production systems by exploring genotype,

- environment and management (G × E × M) synergies / B.I. Beres [et al.] // Front Plant Sci. 2020. 29:11. 568657. DOI: 10.3389/fpls.568657.
6. Евдокимов М.Г., Юсов В.С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье: монография. Омск: Сфера, 2008. 160 с.
 7. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Возможность создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. № 19 (2). С. 176–184.
 8. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. М.: Колос, 1980. 207 с.
 9. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987.
 10. Influence of agrometeorological factors on wheat yields / G.N. Sandakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. Vol. 341. P. 20–22. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012022.
 11. Stelmach A.F. Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits in bread wheat // Euphytica. 1973. V. 65. P. 53–60.
 12. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко [и др.]. Краснодар: Краснодар. НИИ с. х. им. П. Лукьяненко, 2005.
 13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Море, 2019. Вып. 1. 384 с.
 14. Колмаков Ю.В. Оценка материала пшеницы в селекции и повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007.
 15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.
 16. Kamran A., Iqbal M., Spaner D. Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key for global adaptability // Euphytica. 2014. V. 197, № 1. P. 1–26.
 - lesostepnoj zony Zapadnoj Sibiri // Doklady RASHN. 2005. № 1. S. 10–13.
 3. Besaliev I.N., Sandakova G.N. Urozhajnost' yarovoj tverdoj pshenicy v zavisimosti ot parametrov pokazatelya atmosfernoj zasushlivosti perioda vegetacii v Orenburgskom Predural'e i Zaural'e // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (72). S. 62–65.
 4. Rozova M.A., Ziborov A.I. Korrelyacionnye svyazi urozhajnosti yarovoj tverdoj pshenicy s elementami ee struktury v zavisimosti ot urovnya produktivnosti genotipov i pogodnyh uslovij // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. № 2 (136). S. 44–49.
 5. A systematic review of durum wheat: Enhancing production systems by exploring genotype, environment and management (G × E × M) synergies / B.I. Beres [et al.] // Front Plant Sci. 2020. 29:11. 568657. DOI: 10.3389/fpls.568657.
 6. Evdokimov M.G., Yusov V.S. Yarovaya tverdaya pshenica v Sibirskom Priirtysh'e: monografiya. Omsk: Sfera, 2008. 160 s.
 7. Mal'chikov P.N., Myasnikova M.G. Vozmozhnost' sozdaniya sortov yarovoj tverdoj pshenicy (*Triticum durum* Desf.) s shirokoj izmenchivost'yu parametrov vegetacionnogo perioda // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2015. № 19 (2). S. 176–184.
 8. Kumakov V.A. Fiziologiya yarovoj pshenicy. M.: Kolos, 1980. 207 s.
 9. Vavilov N.I. Teoreticheskie osnovy selekcii. M.: Nauka, 1987.
 10. Influence of agrometeorological factors on wheat yields / G.N. Sandakova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. Vol. 341. P. 20–22. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012022.
 11. Stelmach A.F. Genetic effects of Vrn genes on heading date and agronomic traits in bread wheat // Euphytica. 1973. V. 65. P. 53–60.
 12. Novaya sortovaya politika i sortovaya agrotehnika ozimoy pshenicy / A.A. Romanenko [i dr.]. Krasnodar: Krasnodar. NII s. h. im. P. Luk'yanenko, 2005.
 13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. M.: More, 2019. Vyp. 1. 384 s.
 14. Kolmakov Yu.V. Ocenka materiala pshenicy v selekcii i povyshenie potenciala ego kachestva

References

1. Agroklimaticheskie resursy Omskoj oblasti. L.: Gidrometeoizdat, 1971. 188 s.
2. Evdokimov M.G., Yusov V.S. Zavisimost' urozhajnosti yarovoj tverdoj pshenicy i ee komponentov ot meteofaktorov v usloviyah

- v zernoproizvodstve i hlebopechenii. Omsk: Izd-vo OmGAU, 2007.
15. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). M., 2012. 352 s.
16. *Kamran A., Iqbal M., Spaner D.* Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key for global adaptability // *Euphytica*. 2014. V. 197, № 1. P. 1–26.

Статья принята к публикации 14.10.2022 / The article accepted for publication 14.10.2022.

Информация об авторах:

Михаил Григорьевич Евдокимов¹, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Вадим Станиславович Юсов², заведующий лабораторией селекции твердой пшеницы, кандидат сельскохозяйственных наук

Ирина Владимировна Пахотина³, заведующая лабораторией качества зерна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Information about the authors:

Mikhail Grigorievich Evdokimov¹, Chief Researcher, Durum Wheat Breeding Laboratory, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Vadim Stanislavovich Yusov², Head of the Laboratory of Durum Wheat Breeding, Candidate of Agricultural Sciences

Irina Vladimirovna Pakhotina³, Head of Grain Quality Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

