

Слагаемые продуктивности сортов яровой пшеницы

А. М. Ленточкин¹✉

¹ Удмуртский государственный аграрный университет, Ижевск, Россия

✉ E-mail: agroplod@udsau.ru

Аннотация. Каждая почвенно-климатическая зона должна обеспечиваться наиболее адаптированными сортами сельскохозяйственных культур. Среднее Предуралье характеризуется непродолжительным вегетационным периодом, низкогумусными кислыми почвами. В связи с глобальным потеплением сумма активных температур в регионе увеличилась и превысила 2000 °С, что расширило возможность выращивания не только раннеспелых, но и среднеспелых сортов яровой пшеницы, имеющих больший потенциал продуктивности. **Цель** исследования – сравнительная оценка сортов яровой пшеницы разных групп спелости по характеру развития надземной массы, формирования урожайности и ее слагаемых. **Методы.** Зональные испытания были проведены в течение трех лет на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. В микроделяночном полевом опыте с площадью учетной делянки 1,05 м² в шестикратной повторности было испытано 10 сортов раннеспелой, среднеранней и среднеспелой групп. **Результаты.** Установлено, что в сравнении с раннеспелым сортом Иргина более урожайными проявили себя среднеранние сорта Омская 36 (на 13 %) и Калинка (на 20 %), а также среднеспелые сорта Симбирцит (на 15 %), Ликамеро (на 13 %) и Черноземноуральская 2 (на 31 %). При этом сорта Черноземноуральская 2 и Калинка показали среднее варьирование урожайности ($V = 12,5$ и $19,7$ % соответственно). Среднеспелые сорта Симбирцит, Ликамеро и Черноземноуральская 2 по сравнению с сортом Иргина имели существенно меньший коэффициент соломистости: на 18, 29 и 17 % соответственно. Сорт Черноземноуральская 2 выделился среди других сортов по коэффициенту продуктивной кустистости, превысив сорт Иргина на 15,5 %. По крупности зерна выделились сорта Калинка и Симбирцит, превысив сорт Иргина (27,7 г) на 3,9 и 3,0 г соответственно. **Научная новизна** проведенных исследований заключается в сравнительной оценке формирования урожайности сортами яровой пшеницы разных групп спелости на кислой малогумусной почве.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, группа спелости сортов, урожайность зерна, слагаемые урожайности.

Для цитирования: Ленточкин А. М. Слагаемые продуктивности сортов яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2023. № 09 (238). С. 41–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-41-51.

Дата поступления статьи: 10.04.2023, **дата рецензирования:** 24.04.2023, **дата принятия:** 26.05.2023.

Productivity components of spring wheat varieties

А. М. Lentochkin¹✉

¹ Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

✉ E-mail: agroplod@udsau.ru

Abstract. Each soil-climatic zone should be provided with the most adapted varieties of agricultural crops. The Middle Cis-Urals is characterized by a short growing season, low-humus acidic soils. However, due to global warming, the sum of active temperatures in the region exceeded 2000 °C and made it possible to grow not only early-ripening, but also mid-ripening varieties of spring wheat, which have a greater productivity potential. **The purpose** of the study is a comparative assessment of spring wheat varieties of different ripeness groups according to the nature of the development of the above-ground mass, the formation of yield and its components. **Methods.** Zonal tests were carried out for three years on acidic soddy medium podzolic medium loamy soil. We tested 10 varieties of early, mid-early and mid-ripening groups. The field experience had accounting plots with an area of 1.05 m² and their sixfold repetition. **Results.** It has been established that the mid-early varieties Omskaya 36 and Kalinka, as well as the mid-ripening varieties Simbirtsit, Likamero and Chernozemnooural'skaya 2, significantly

exceeded the yield of the early ripe variety Irgina by 13, 20, 15, 13 and 31 %, respectively. In addition, varieties Chernozemnour'skaya 2 and Kalinka showed an average variation in yield ($V = 12.5$ and 19.7 %, respectively). The mid-ripening varieties Simbirtsit, Likamero and Chernozemnour'skaya 2 compared with the Irgina variety had a significantly lower straw content ratio by 18, 29 and 17 %, respectively. The variety Chernozemnour'skaya 2 stood out among other varieties in coefficient of productive tillering, exceeding the Irgina variety by 15.5 %. Varieties Kalinka and Simbirtsit had a greater mass of 1000 grains, respectively, by 3.9 and 3.0 g than that of the Irgina variety (27.7 g). **The scientific novelty** of the conducted research lies in the comparative assessment of the formation of yields by spring wheat varieties of different ripeness groups on acidic low-humus soil.

Keywords: spring wheat, variety, ripeness group of varieties, grain yield, yield components.

For citation: Lentochkin A. M. Slagaemye produktivnosti sortov yarovoy pshenitsy [Productivity components of spring wheat varieties] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 09 (238). Pp. 41–51. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-41-51. (In Russian.)

Date of paper submission: 10.04.2023, **date of review:** 24.04.2023, **date of acceptance:** 26.05.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Работа селекционеров направлена на постоянное улучшение хозяйственно ценных признаков сортов яровой пшеницы, одним из которых является урожайность зерна. Было установлено, что за столетний период урожайность сибирских сортов яровой пшеницы была увеличена в два раза, а за последние полвека генетический прирост урожайности новых сортов составил ежегодно 0,95 % – главным образом за счет повышения крупности зерна [1, с. 428, 432]. В связи с глобальным потеплением моделирование, проведенное зарубежными учеными, позволило сделать прогноз, что новые сорта растений С3-типа (пшеница и другие) продолжают увеличивать урожайность в отличие от сортов растений С4-типа [2, с. 11]. В условиях нестабильности вегетационных периодов по годам для обеспечения устойчивости урожаев в предстоящий период необходимо особое внимание уделять диверсификации сортов и повышению их жаростойкости [3, с. 10].

Среднее Предуралье характеризуется непродолжительным вегетационным периодом, средней суммой активных температур около 2000 °С, малогумусными дерново-подзолистыми почвами. В этих условиях более стабильную урожайность и качество зерна в XX веке обеспечивали раннеспелые и среднеранние сорта.

Проведенные в условиях Северо-Запада России 16-летние исследования генетических ресурсов растений ВИР показали, что ультраскороспелая линия Рико (*Triticum aestivum* var. *erythrosperrum*) обладает самой высокой скоростью развития от посева до колошения в сравнении с другими представителями коллекции яровой мягкой пшеницы [4, с. 97], но растения типа Рико, как правило, имеют пониженную продуктивность колоса [4, с. 96]. Близки к этой линии сорта, созданные в Новосибирской области, а также некоторые образцы северо-восточной зоны Китая [5, с. 70], сорт Омская 36 [6, с. 44]. Сорта, созданные в НИИСХ Северного Зауралья, в засушливых условиях и при малом количестве осадков спо-

собны сформировать высококачественное зерно, но при этом имеют невысокую урожайность [7, с. 36].

Условия вегетационных периодов по годам обычно складываются различно и существенно различаются по отдельным его промежуткам. Установлено, что урожайность пшеницы имеет прямую связь с осадками за вегетационный период, особенно в период от посева до цветения. Июнь считается самым критичным периодом, дефицит выпадения осадков в который отрицательно сказывается на урожайности пшеницы [8, с. 789]. Но рост растений яровой пшеницы сильнее всего коррелирует с температурой: пониженные температуры увеличивают продолжительность межфазных периодов, повышенные – сокращают. В результате при пониженной температуре воздуха и достаточном увлажнении растения развивают большое количество продуктивных побегов, максимальное количество листьев, крупный колос с большим количеством колосков пшеницы [9, с. 91].

Степень развития растений во многом определяет урожайность зерна. Так, белорусскими учеными установлено, что зависимость урожайности зерна от сухой надземной массы прямая сильная ($R^2 = 0,94$), а от $K_{хоз.}$ – прямая средняя ($R^2 = 0,46$). При этом $K_{хоз.}$ имел большую степень сопряженности с массой 1000 зерен [10, с. 96]. Однако с увеличением доз азота $K_{хоз.}$ снижается [10, с. 93], т. е., применяя повышенные дозы азота в расчете на увеличение урожайности зерна, получаем преимущественное увеличение вегетативной массы. Как было установлено в Предкамье Республики Татарстан, доля соломы в надземной массе яровой пшеницы существенно не изменяется в засушливый год по сравнению с благоприятным [11, с. 16, 17].

Урожайность зерна яровой пшеницы определяется ее слагаемыми, формирование которых зависит от генетических, агротехнических и экологических факторов [12, с. 69]. Так, при нормальных условиях влагообеспеченности интенсивные сорта яровой пшеницы компании КВС полнее реализовали по-

тенциал продуктивной кустистости, составившей 1,48–1,66, чем у отечественного сорта Ульяновская 105 (1,08), и сформировали густоту продуктивного стеблестоя 584–606 шт/м². Однако при недостаточной влагообеспеченности существенных различий между сортами выявлено не было [11, с. 15]. Норма высева семян яровой пшеницы оказывает существенное влияние на продуктивную кустистость растений, значительно увеличиваясь на разреженных посевах [12, с. 68]. Такой показатель структуры урожайности, как масса 1000 зерен, является относительно маловарьирующим по годам признаком сорта [9, с. 97].

Генотипические различия сортов пшеницы по густоте продуктивного стеблестоя не оказывали существенного влияния на урожайность зерна, а связь массы 1000 зерен и числа зерен была средней положительной. В то же время модификационные различия по густоте продуктивного стеблестоя характеризовались высокой степенью сопряженности с урожайностью ($r = 0,81$), тогда как с числом зерен и массой зерна с колоса – несущественная зависимость, а с массой 1000 зерен – отрицательная средняя [10, с. 95; 12, с. 73].

При подборе сортов для конкретного региона нужно в первую очередь обращать внимание на сорта, которые создавались и проходили отбор в аналогичных условиях [14, с. 15; 15, с. 434] и наибольший интерес представляют генотипы с широкой нормой реакции [16, с. 125].

Цель настоящей работы – сравнительная оценка сортов яровой пшеницы разных групп спелости по характеру развития надземной массы, формирования урожайности и ее слагаемых.

Методология и методы исследования (Methods)

Зональные испытания сортов яровой пшеницы в течение 2018–2020 гг. были проведены в структурном подразделении «УНПК Агротехнопарк» Удмуртского государственного аграрного университета на малоплодородной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве со следующей агрохимической характеристикой: органическое вещество – очень низкое – среднее; рН_{KCl} – сильнокислая – слабокислая; S – очень низкая – низкая; P₂O₅ – средняя – высокая, K₂O – средняя – высокая.

Вегетационные периоды за годы исследований имели широкий спектр изменчивости. Так, по температурному режиму они характеризовались периодами как значительного превышения, так и снижения по сравнению со среднемноголетними значениями. По сумме выпавших атмосферных осадков вегетационные периоды характеризовались как дефицитом, избыточностью, так и значительной неравномерностью их выпадения.

Было испытано 10 сортов трех групп спелости. Раннеспелая группа была представлена тремя сортами: Иргина, Ирень, Свеча; среднеранняя группа – тремя сортами: Омская 36, Горноуральская, Калинка; среднеспелая группа – четырьмя сортами: Симбирцит, Черноземноуральская 2, Ликамеро,

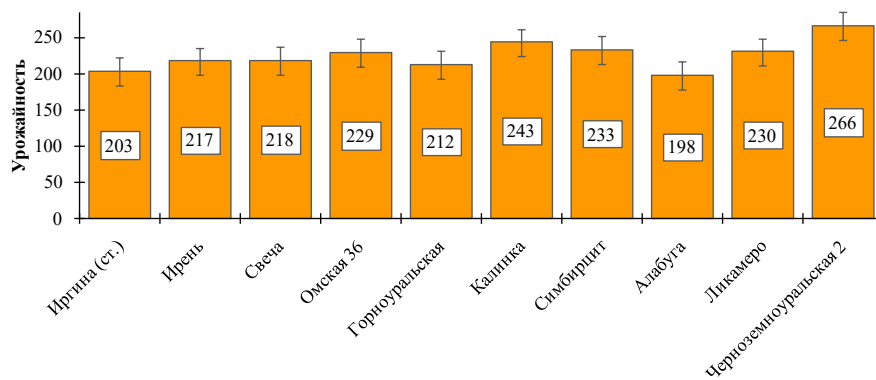


Рис. 1. Сравнительная урожайность зерна сортов яровой пшеницы, г/м²

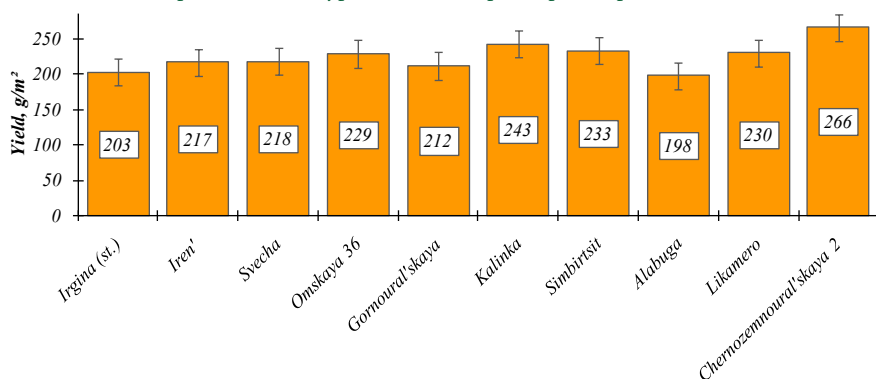


Fig. 1. Comparative grain yield of spring wheat varieties, g/m²

Алабуга. Сравнение сортов проведено с уникальным сортом Иргина, который по качеству зерна характеризуется как сильный и активно используется для вовлечения в селекционный процесс как носитель важных хозяйственно ценных признаков.

Испытание сортов было проведено в микроделянном полевом опыте с площадью учетной деланки 1,05 м² в шестикратной повторности. Предшественник – озимая тритикале, система обработки почвы – минимальная. Минеральные удобрения внесены перед посевом в виде азофоски (N₃₂P₃₂K₃₂). Посев проведен вручную: норма высева всхожих семян – 6 млн шт/га, глубина посева – 4 см, междурядье – 15 см. По мере созревания сортов уборка была проведена вручную со всей учетной площади деланки. Эти растения были использованы для определения надземной биомассы и показателей структуры урожайности. Урожайность зерна с деланок получена путем обмолота всех учетных растений.

Результаты (Results)

Испытываемые сорта имели различное эколого-географическое происхождение, созданы в различных селекционных центрах. Все сорта раннеспелой группы были представлены разновидностью *multurum*, в среднеранней группе два сорта (Горноуральская, Калинка) – разновидностью *multurum*, а один (Омская 36) – *lutescens*, сорта среднеспелой группы – *lutescens*. Габитус сортов, их архитектоника и морфологические признаки имели значительные различия. Различались сорта и по характеру формирования биомассы надземной части растений, ее распределению между основной и побочной продукцией (рис. 1).

Урожайность зерна – самый важный хозяйственно ценный признак яровой пшеницы. Сорт Иргина, взятый за стандарт, выращивается в хозяйствах региона с 90-х гг. XX в. и по настоящее время благодаря стабильно высокому качеству формируемого зерна. В наших исследованиях этот сорт в среднем за три года на малогумусной кислой почве при умеренной предпосевной дозе минеральных удобрений сформировал урожайность более 200 г/м² (в пере-

счете на гектар – 2 т). Критерием существенности различий в сравнении с другими сортами является наименьшая существенная разность, рассчитанная для 5-процентного уровня значимости, величина которой использована в качестве фиксированного значения планки предела погрешностей для столбцов диаграммы. Проведенный анализ показывает, что сорт Иргина по урожайности зерна существенно уступил раннеспелым сортам Омская 36 – на 26 г/м², Калинка – на 40 г/м², а также большинству среднеспелых сортов: Симбирциту – на 30 г/м², Ликамеро – на 27 г/м², Черноземноуральской 2 – на 63 г/м² (НСР₀₅ = 19 г/м²). Из трех изучаемых групп спелости более урожайными проявили себя среднеспелые сорта.

Растения яровой пшеницы являются автотрофными. В процессе фотосинтеза участвуют листья, стебли, чешуйки и ости колоса. Можно предположить, что чем больше фотосинтезирующая поверхность растения, тем может быть больше продуктов фотосинтеза. Но эти продукты фотосинтеза у разных сортов по-разному распределяются между основной и побочной продукцией яровой пшеницы. Чтобы проанализировать данное распределение, был рассчитан коэффициент соломистости, являющийся частным от деления массы соломы на массу зерна (рис. 2). Массу соломы рассчитали как разность между надземной биомассой, срезанной на уровне 15 см от уровня корней растений, и массой обмолоченного зерна.

По показателю соломистости сорт Иргина (1,80 ед.) можно отнести к экстенсивному сорту, у которого значительная часть продуктов фотосинтеза направляется в вегетативные органы растений. У короткостебельного французского сорта Ликамеро коэффициент соломистости составил самое малое значение (1,28 ед.) среди всех испытываемых сортов, существенно отличаясь по этому показателю от сорта Иргина, так же как сортов Симбирцит и Черноземноуральская 2 (НСР₀₅ = 0,17 ед.).

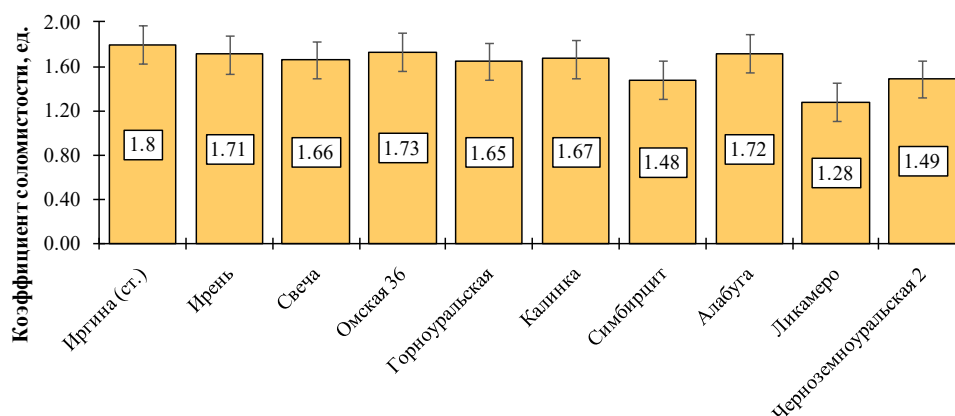


Рис. 2. Коэффициент соломистости сортов яровой пшеницы, ед.

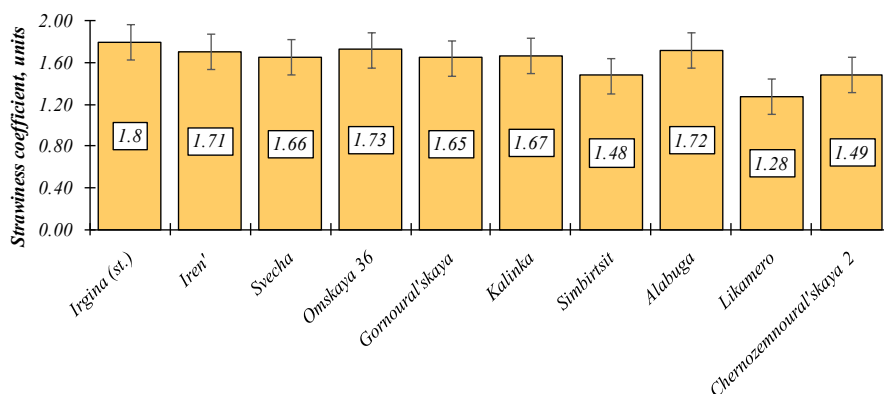


Fig. 2. Strawiness coefficient of spring wheat varieties, units

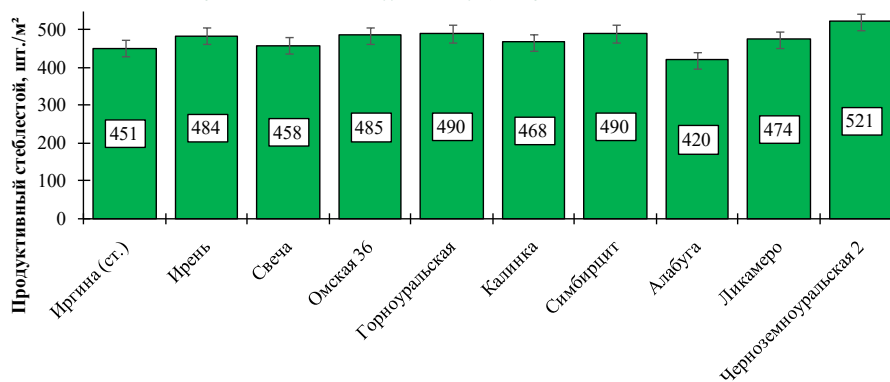


Рис. 3. Густота продуктивного стеблестоя сортов яровой пшеницы, шт/м²

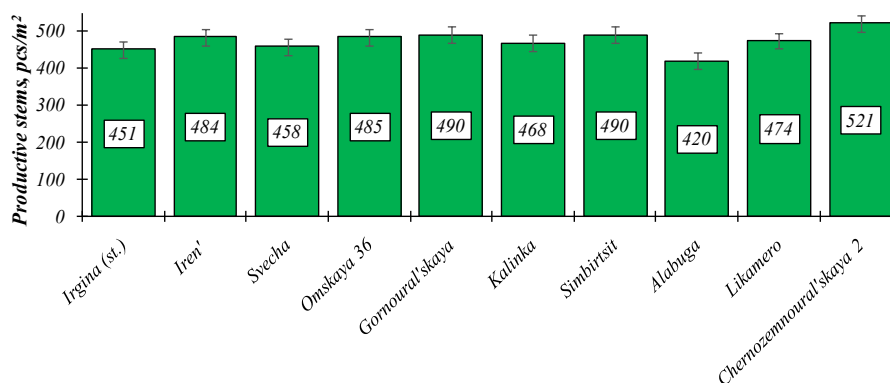


Fig. 3. Density of productive stems of spring wheat varieties, pcs/m²

Важным показателем структуры урожайности является густота продуктивного стеблестоя. При одинаковой норме высева всхожих семян 6 млн шт/га была обеспечена оптимальная густота продуктивного стеблестоя по всем сортам (рис. 3).

Стандарт Иргина характеризовался средней густотой продуктивного стеблестоя (451 шт/м²). Эту величину существенно превзошли сорта Ирень – на 33 шт/м², Омская 36 – на 34 шт/м², Симбирскит – на 39 шт/м², Ликамеро – на 23 шт/м², Черноземноуральская 2 – на 70 шт/м² ($НСР_{05} = 22$ шт/м²). Сорт Алабуга имел существенно меньшую (на 31 шт/м²), чем стандарт, густоту продуктивного стеблестоя, что было связано, как показали наблюдения, со значительной пораженностью данного сорта пыльной головней.

Густота продуктивного стеблестоя в значительной степени определяется продуктивной кустистостью. Проведение анализа продуктивной кустистости сортов яровой пшеницы показало следующие результаты (рис. 4).

Сорт Иргина является слабокустящимся сортом, показывает среднюю величину продуктивной кустистости 1,1 ед. Практически такую же величину продуктивной кустистости имел сорт Алабуга. Но все остальные сорта существенно превысили стандарт по этому показателю ($НСР_{05} = 0,03$ ед.). Среднеспелый сорт Черноземноуральская 2 показал самую высокую продуктивную кустистость, превысив сорт Иргина на 0,17 ед. Высокая продуктивная кустистость – типичная характеристика данного сорта.

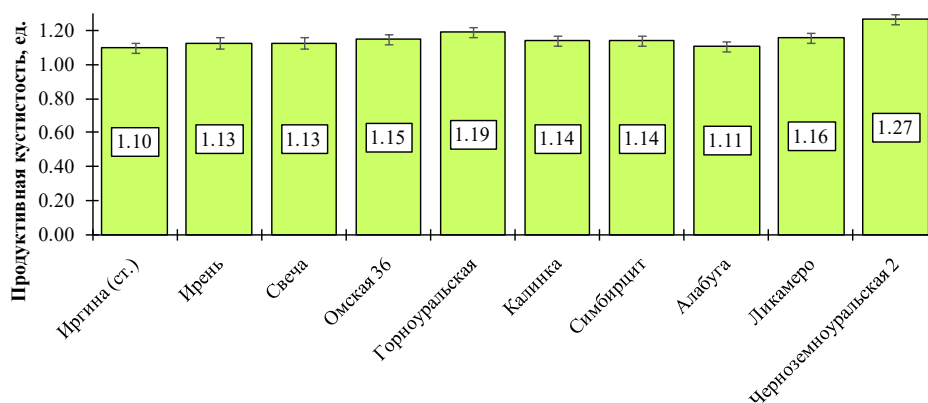


Рис. 4. Продуктивная кустистость сортов яровой пшеницы, ед.

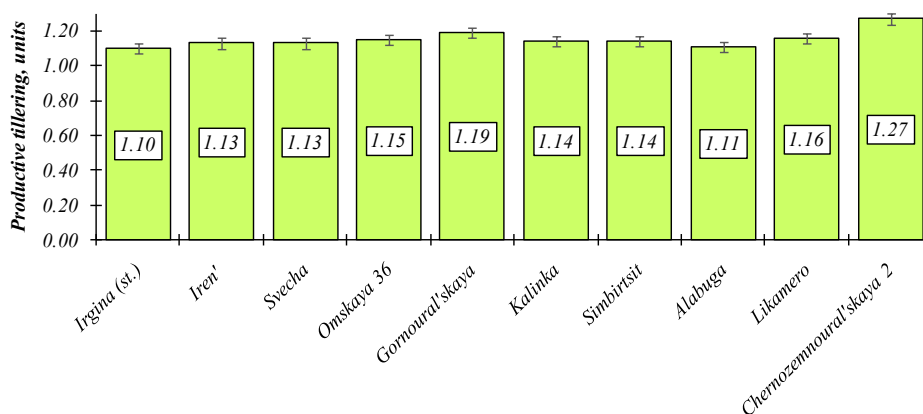


Fig. 4. Productive tillering of spring wheat varieties, units

Масса 1000 зерен является важным хозяйственно ценным признаком сортов яровой пшеницы. Этот показатель влияет на продуктивность колоса и посевов в целом, обуславливает технологические показатели зерна. Природно-климатические условия Среднего Предуралья не способствуют формированию яровой пшеницей крупного зерна. Наши трехлетние исследования показали среднее значение массы 1000 зерен 10 сортов яровой пшеницы на уровне 29 г (рис. 5). Сорт Иргина, характеризующийся невысокой крупностью зерна, сформировал среднюю массу 1000 зерен на уровне 27,7 г. Эту величину существенно превысили: раннеспелый сорт Ирень – на 2,1 г; среднеранние сорта Омская 36 – на 2,0 г, Калинка – на 3,9 г; среднеспелые сорта Симбирцит – на 3,0 г, Черноземноуральская 2 – на 2,1 г ($НСР_{05} = 1,6$ г).

Урожайность зерна как один из наиболее важных хозяйственно ценных признаков может находиться в различных корреляционных отношениях с другими признаками. Проведенные нами расчеты показали следующие результаты (таблица 1).

Было выявлено, что урожайность зерна имеет прямую среднюю корреляционную связь с коэффициентом солоmistости по сорту Калинка (существенно на 1 % уровне значимости, $t_{r \text{ факт.}} > t_{01}$) и сильную по сорту Симбирцит (существенно на 0,1 % уровне значимости, $t_{r \text{ факт.}} > t_{0,1}$).

По влиянию густоты продуктивного стеблестоя на урожайность зерна установлена средняя положительная корреляционная связь по следующим сортам: Иргина, Ирень, Омская 36, Калинка, Ликамеро, Черноземноуральская 2.

Большое влияние на урожайность зерна, как показал корреляционный анализ, оказывает продуктивная кустистость. Исключение составил лишь сорт Иргина, где не проявилась какая-либо корреляционная связь. По всем остальным испытываемым сортам влияние продуктивной кустистости на урожайность зерна было положительным сильным, доказанное на уровне значимости 0,1 %, а по сорту Ликамеро – положительным средним, доказанное на уровне значимости 1 %.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Каждый созданный сорт характеризуется специфическими морфологическими и биологическими признаками, которые обеспечивают ему наибольшую приспособленность к определенным условиям. Среднее Предуралье представлено преимущественно дерново-подзолистыми почвами с повышенной кислотностью, невысоким и низким содержанием органического вещества, что затрудняет реализацию высокого генетического потенциала сорта. Продолжительность вегетационного периода в регионе ограниченная, средняя по годам сумма активных температур в конце XX в. состав-

ляла менее 2000 °С. Эти условия не всегда позволяли вызреть среднеспелым сортам яровой пшеницы и овса. Стабильно формировали урожай лишь раннеспелые сорта яровой пшеницы разновидности *millurum*, которые за счет красной окраски способны были лучше усваивать солнечную радиацию в конце вегетационного периода и дозревать. Однако

в начале XXI в. в связи с глобальным потеплением средняя сумма активных температур превысила значение 2100 °С [17, с. 833] и появилась возможность успешного выращивания среднеспелых сортов, которые имеют больший потенциал продуктивности, чем раннеспелые сорта.

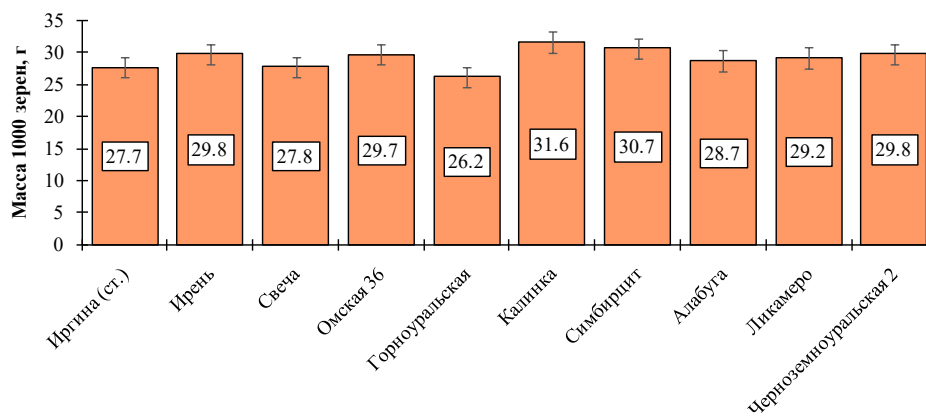


Рис. 5. Масса 1000 зерен сортов яровой пшеницы, г

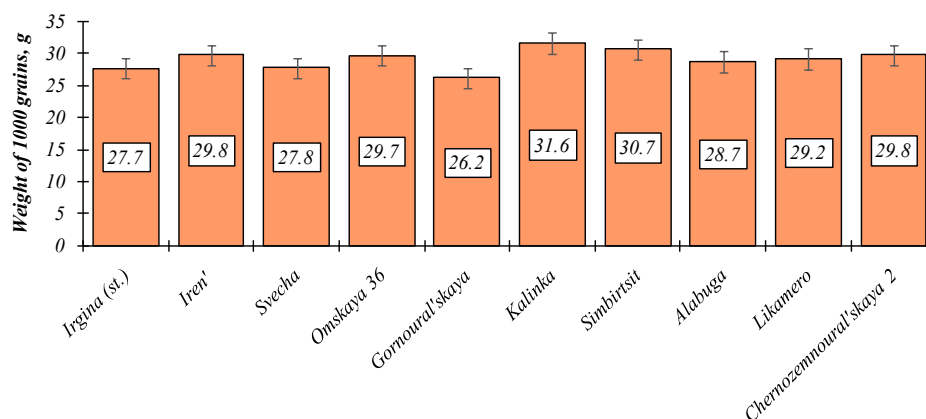


Fig. 5. Weight of 1000 grains of spring wheat varieties, g

Таблица 1
Корреляционная связь урожайности зерна сортов яровой пшеницы с хозяйственно ценными признаками

Сорт	Коэффициент соломистости		Продуктивный стеблестой		Продуктивная кустистость	
	r	t_r	r	t_r	r	t_r
Иргина (ст.)	0,06	0,26	0,66	3,50**	0,46	2,05
Ирень	0,04	0,16	0,63	3,28**	0,82	5,69***
Свеча	0,07	0,28	0,33	1,41	0,84	6,25***
Омская 36	0,21	0,86	0,51	2,39*	0,83	5,97***
Горноуральская	-0,31	1,32	0,13	0,53	0,72	4,13***
Калинка	0,59	2,89**	0,69	3,85**	0,86	6,89***
Симбирцит	0,73	4,24***	0,16	0,63	0,70	3,96***
Алабуга	-0,25	1,05	0,25	1,02	0,76	4,72***
Ликамеро	0,34	1,46	0,58	2,86*	0,69	3,79**
Черноземноуральская 2	0,43	1,90	0,56	2,73*	0,75	4,49***

Примечание. Существенность коэффициента корреляции на уровне значимости: * - 5 %, ** - 1 %, *** - 0,1 %.

Table 1
Correlation between grain yield of spring wheat varieties and economic traits

Variety	Strawiness coefficient		Productive stems		Productive tillering	
	r	t _r	r	t _r	r	t _r
Irgina (st.)	0.06	0.26	0.66	3.50**	0.46	2.05
Iren'	0.04	0.16	0.63	3.28**	0.82	5.69***
Svecha	0.07	0.28	0.33	1.41	0.84	6.25***
Omskaya 36	0.21	0.86	0.51	2.39*	0.83	5.97***
Gornoural'skaya	-0.31	1.32	0.13	0.53	0.72	4.13***
Kalinka	0.59	2.89**	0.69	3.85**	0.86	6.89***
Simbirscit	0.73	4.24***	0.16	0.63	0.70	3.96***
Alabuga	-0.25	1.05	0.25	1.02	0.76	4.72***
Likamero	0.34	1.46	0.58	2.86*	0.69	3.79**
Chernozemnoual'skaya 2	0.43	1.90	0.56	2.73*	0.75	4.49***

Note. The significance of the correlation coefficient at the level of significance: * – 5 %, ** – 1 %, *** – 0,1 %.

Трехлетнее испытание 10 сортов яровой пшеницы трех групп спелости показало, что в среднем среднеспелые сорта сформировали существенно большую (на 9 %) урожайность зерна по сравнению с раннеспелыми сортами. По сравнению с уникальным, сильным по качеству зерна красноколосым и краснотерным сортом Иргина, выведенным на Красноуфимской селекционной станции и включенным в государственный реестр селекционных достижений по Северному, Северо-Западному, Волго-Вятскому, Западно-Сибирскому регионам, существенное превышение урожайности показали среднеранние сорта разновидности *lutescens* Омская 36 (на 13 %) и разновидности *milturum* Калинка (на 20 %), а также среднеспелые сорта разновидности *lutescens* – Симбирцит (на 15 %), Ликамеро (на 13 %) и Черноземноуральская 2 (на 31 %).

Кроме величины урожайности, важным показателем сорта является стабильность его уровня по годам. Расчет коэффициента вариации показал, что средней величиной варьирования характеризуются три сорта: Черноземноуральская 2 ($V = 12,5$ %), Горноуральская ($V = 17,5$ %) и Калинка ($V = 19,7$ %). Остальные сорта проявили сильную степень варьирования признака ($V > 20$ %). Самое большое варьирование уровня урожайности по годам показал среднеспелый сорт Алабуга ($V = 39,3$ %), который характеризовался сильной восприимчивостью к пыльной головне.

Хорошее развитие вегетативной части растения является предпосылкой для большей фотосинтетической поверхности и возможности накопления большего количества продуктов фотосинтеза. Очевидно, этот принцип заложен в сортах Калинка и Симбирцит, соломистость которых имеет прямую корреляционную связь с урожайностью зерна, т. е. эти сорта для увеличения урожайности должны иметь более развитую вегетативную массу, которая обеспечивает прирост урожайности зерна. В то

же время многие современные сорта, как правило, имеют небольшой габитус, эректоидное положение флагового листа, что обеспечивает при относительно небольшой листовой поверхности более высокую чистую продуктивность фотосинтеза. В результате у таких растений доля соломы бывает меньше, а доля зерна больше. Расчет коэффициента соломистости показал у сорта Иргина значительную его величину – 1,80 ед. Среднеспелые сорта Симбирцит, Ликамеро, Черноземноуральская 2, превысившие стандарт по урожайности зерна, имели существенно меньший коэффициент соломистости (на 18, 29 и 17 % соответственно). Особенно выделялся по низкому коэффициенту соломистости короткостебельный французский сорт Ликамеро.

Оптимальность густоты продуктивного стеблестоя яровой пшеницы определяется многими параметрами: уровнем плодородия почвы и фона питания, особенностью архитектоники растений, их способностью к кущению и др. Для Среднего Предуралья этот показатель обычно планируется на уровне 450–500 шт/м². При норме высева всхожих семян 6 млн шт/га почти все сорта достигли оптимальных значений густоты продуктивного стеблестоя. Сорт Иргина сформировал этот показатель в среднем 451 шт/м². Существенно большее значение было получено по сортам Ирень, Омская 36, Горноуральская, Симбирцит, Ликамеро и Черноземноуральская 2, а сорт Алабуга – существенно меньше стандарта.

Считается, что яровая пшеница является слабокустящейся культурой. Для Среднего Предуралья, характеризующегося непродолжительным вегетационным периодом, растянутое кущение может привести к невызреванию боковых побегов. Поэтому ранее создаваемые и выращиваемые в регионе сорта яровой пшеницы практически не кустились, естественный и технологический фон питания, как правило, был невысоким. Все это ориентировало

выращивание культуры на одностебельных растениях и использование высоких норм высева. Более того, широкое применение в настоящее время минимальной системы обработки почвы повысило оптимальность глубины посева семян и обеспечило более полную реализацию биологического потенциала кушения современных сортов яровой пшеницы. Известно, что появление бокового побега пшеницы сопровождается образованием дополнительных узловых корней, что существенно повышает потенциал продуктивности растения. Проведенные исследования показали, что средняя продуктивная кустистость сорта Иргина составила 1,10 ед. Все другие испытываемые сорта, за исключением сорта Алабуга, проявили существенно большую продуктивную кустистость. Особое внимание по этому показателю обратил на себя сорт Черноземноураль-

ская 2, который имел коэффициент продуктивного кушения на 15,5 % больше стандарта. Высокая корреляционная связь коэффициента продуктивной кустистости с урожайностью зерна предопределяет технологические приемы, которые усиливают продуктивное кушение и повышают продуктивность растений – повышение фона питания, невысокие нормы высева, равномерная и оптимальная глубина посева семян.

Масса 1000 зерен является хозяйственно ценным признаком, в значительной степени определяемым наследственными свойствами сорта. Так, если мелкозерный сорт Иргина имел среднюю массу 1000 зерен 27,7 г, то крупнозерные сорта Калинка и Симбирцит существенно больше – на 3,9 и 3,0 г соответственно. Также более крупным зерном характеризовались сорта Ирень, Омская 36 и Черноземноуральская 2.

Библиографический список

1. Morgounov A. I., Belan I., Zelenskiy Y., Roseeva L., Tömösközi S., Békés F., Abugaliev A., Cakmak I., Vargas M., Crossa J. Historical changes in grain yield and quality of spring wheat varieties cultivated in Siberia from 1900 to 2010 [e-resource] // Canadian Journal of Plant Science. 2013. No. 93 (3). Pp. 425–433. URL: <https://cdnsciencepub.com/doi/full/10.4141/cjps2012-091> (date of reference: 10.03.2023).
2. Faye B., Webber H., Gaiser T., Müller C., Zhang Y., Stella T., Latka C., Reckling M., Heckelei T., Helming K., Ewert F. Climate change impacts on European arable crop yields: Sensitivity to assumptions about rotations and residue management // European Journal of Agronomy. 2023. No. 142. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126670.
3. Rogger J., Hund A., Fossati D., Holzkamper A. Can Swiss wheat varieties escape future heat stress? // European Journal of Agronomy. 2021. No. 131. DOI: 10.1016/j.eja.2021.126394.
4. Ригин Б. В., Зуев Е. В., Андреева А. С., Пыженкова З. С., Матвиенко И. И. Линия Рико – самая скороспелая среди представителей коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180. № 4. С. 94–98. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98.
5. Асхадуллин Д. Ф., Асхадуллин Д. Ф., Василова Н. З., Брыкова А. Н. Скороспелость образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 183 (3). С. 66–75. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-66-75.
6. Яценко С. Н., Логинов Ю. П., Казак А. А. Влияние предшественника на рост, развитие растений и коэффициент размножения семян сортов яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4. С. 42–50.
7. Утебаев М. У., Шелаева Т. В., Боме Н. А., Чилимова И. В., Крадецкая О. О., Дашкевич С. М., Новохатин В. В., Вайсфельд Л. И. Качество зерна сортов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Западно-Сибирской селекции в условиях Северного Казахстана // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183. № 3. С. 27–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-27-38.
8. Carew R., Meng T., Florkowski W. J., Smith R., Blair D. Climate change impacts on hard red spring wheat yield and production risk: evidence from Manitoba, Canada [e-resource] // Canadian Journal of Plant Science. 2018. No. 98. Pp. 782–795. URL: <https://cdnsciencepub.com/doi/full/10.1139/cjps-2017-0135#tab-citations> (date of reference: 08.03.2023).
9. Рубец В. С., Ворончихина И. Н., Пыльнев В. В., Ворончихин В. В., Маренкова А. Г. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (*Triticum* L.) // Известия ТСХА. 2021. Вып. 5. С. 89–108. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108.
10. Гриб С. И., Берестов И. И., Мельников Р. В. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза и урожайность сортов пшеницы яровой мягкой при разном уровне азотного питания // Земледелие и селекция в Беларуси. 2017. № 53. С. 91–97.
11. Амиров М. Ф., Гараев Р. И., Желтухин А. В., Семенов П. Г. Продуктивность и адаптивность сортов яровой пшеницы компании КВС в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 3. С. 12–19. DOI: 10.12737/2782-490X-2022-12-19. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/54981/view> (дата обращения: 08.03.2023).

12. Гриб С. И., Берестов И. И., Мельников Р. В. Урожайность сортов пшеницы яровой мягкой и элементы ее структуры при разном уровне азотного питания растений // Земледелие и селекция в Беларуси. 2018. № 54. С. 68–75.
13. Бутковская Л. К., Казанов В. В., Сурина Е. А. Влияние изначальной всхожести и элементов сортовой агротехники на качество семян яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Вестник Красноярского ГАУ. 2021. № 6. С. 64–70.
14. Лепехов С. Б. Классификация сред на основе коэффициентов корреляции урожайности сортов мягкой яровой пшеницы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (4). С. 14–21. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-14-21.
15. Belyaev V., Rudev N., Sokolova L. Структура урожая и качество зерна сортов яровой пшеницы алтайской и иностранной селекции (Тюменцевский район, Алтайский край) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022. No. 14 (2). Pp. 427–440. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-427-440.
16. Гаджимурадова А. М., Жумалин А. Х., Zhang Zh., Соловьев О. Ю., Киян В. С. Разработка предварительных параметров оптимальной модели сорта яровой мягкой пшеницы для климатических условий Северного Казахстана [Электронный ресурс] // Вестник науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина. 2019. № 1 (100). С. 117–129. URL: <http://rmebrk.kz/magazine/4540> (дата обращения: 10.03.2023).
17. Ленточкин А. М., Бабайцева Т. А. Глобальное потепление и изменение условий ведения растениеводства в Среднем Предуралье // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. № 6. С. 826–834. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834.

Об авторе:

Александр Михайлович Ленточкин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой плодовоовощеводства и защиты растений, ORCID 0000-0003-0256-489X, AuthorID 668113; +7 912 463-90-99, agropod@udsau.ru

¹ Удмуртский государственный аграрный университет, Ижевск, Россия

References

1. Morgounov A. I., Belan I., Zelenskiy Y., Roseeva L., Tömösközi S., Békés F., Abugalieva A., Cakmak I., Vargas M., Crossa J. Historical changes in grain yield and quality of spring wheat varieties cultivated in Siberia from 1900 to 2010 [e-resource] // Canadian Journal of Plant Science. 2013. No. 93 (3). Pp. 425–433. URL: <https://cdnscepub.com/doi/full/10.4141/cjps2012-091> (date of reference: 10.03.2023).
2. Faye B., Webber H., Gaiser T., Müller C., Zhang Y., Stella T., Latka C., Reckling M., Heckeley T., Helming K., Ewert F. Climate change impacts on European arable crop yields: Sensitivity to assumptions about rotations and residue management // European Journal of Agronomy. 2023. No. 142. DOI: 10.1016/j.eja.2022.126670.
3. Rogger J., Hund A., Fossati D., Holzkamper A. Can Swiss wheat varieties escape future heat stress? // European Journal of Agronomy. 2021. No. 131. DOI: 10.1016/j.eja.2021.126394.
4. Rigin B. V., Zuev E. V., Andreeva A. S., Pyzhenkova Z. S., Matvienko I. I. The line Rico is the earliest maturing accession in the VIR collection of spring bread wheat // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019. No. 180 (4). Pp. 94–98. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98. (In Russian.)
5. Askhadullin D. F., Askhadullin D. F., Vasilova N. Z., Brykova A. N. Earliness of spring bread wheat accessions under the conditions of the Middle Volga Region // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2022. Vol. 183. No. 3. Pp. 66–75. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-66-75. (In Russian.)
6. Yashchenko S. N., Loginov Yu. P., Kazak A. A. Vliyanie predshestvennika na rost, razvitie rasteniy i koefitsient razmnozheniya semyan sortov yarovoy pshenitsy [Influence of the predecessor on the growth, development of plants and seed multiplication factor of spring wheat varieties] // The Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 4. Pp. 42–50. (In Russian.)
7. Utebayev M. U., Shelaeva T. V., Bome N. A., Chilimova I. V., Kradetskaya O. O., Dashkevich S. M., Novokhatin V. N., Weisfeld L. I. Kachestvo zerna sortov yarovoy pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) Zapadno-Sibirskoy seleksii v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [Grain quality of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars developed in Western Siberia under the conditions of Northern Kazakhstan] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2022. Vol. 183. No. 3. Pp. 27–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-27-38. (In Russian.)
8. Carew R., Meng T., Florkowski W. J., Smith R., Blair D. Climate change impacts on hard red spring wheat yield and production risk: evidence from Manitoba, Canada [e-resource] // Canadian Journal of Plant Science. 2018. No. 98. Pp. 782–795. URL: <https://cdnscepub.com/doi/full/10.1139/cjps-2017-0135#tab-citations> (date of reference: 08.03.2023).

9. Rubets V. S., Voronchikhina I. N., Pyl'nev V. V., Voronchikhin V. V., Marenkova A. G. Vliyanie meteorologicheskikh usloviy na kachestvo zerna yarovoy pshenitsy [Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (*Triticum L.*)] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2021. No. 5. Pp. 89–108. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108. (In Russian.)
10. Grib S. I., Berestov I. I., Melnikov R. V. Koeffitsient khozyaystvennoy effektivnosti fotosinteza i urozhaynost' sortov pshenitsy yarovoy myagkoy pri raznom urovne azotnogo pitaniya [The coefficient of economic efficiency of photosynthesis and the yield of soft spring wheat varieties at different levels of nitrogen nutrition] // Arable Farming and Plant Breeding in Belarus. 2017. No. 53. Pp. 91–97. (In Russian.)
11. Amirov M. F., Garaev R. I., Zheltuhin A. V., Semenov P. G. Produktivnost' i adaptivnost' sortov yarovoy pshenitsy kompanii KVS v usloviyakh Predkam'ya Respubliki Tatarstan [Productivity and adaptability of KWS spring wheat varieties in the conditions of the ancestral region of the republic of Tatarstan] [e-resource] // Agrobiotechnologies and digital farming. 2022. No. 3. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/54981/view> (date of reference: 08.03.2023). (In Russian.)
12. Grib S. I., Berestov I. I., Melnikov R. V. Urozhaynost' sortov pshenitsy yarovoy myagkoy i elementy ee struktury pri raznom urovne azotnogo pitaniya rasteniy [Yield of soft wheat cultivars and yield structure elements at different levels of plant nitrogen nutrition] // Arable Farming and Plant Breeding in Belarus. 2018. No. 54. Pp. 68–75. (In Russian.)
13. Butkovskaya L. K., Kazanov V. V., Surina E. A. Vliyanie iznachal'noy vskhozhesti i elementov sortovoy agrotekhniki na kachestvo semyan yarovoy pshenitsy v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi [Influence of initial germination and elements of varietal agricultural technology on the quality of spring wheat seeds in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe] // The Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 6. Pp. 64–70. (In Russian.)
14. Lepekhov S. B. Klassifikatsiya sred na osnove koeffitsientov korrelyatsii urozhaynosti sortov myagkoy yarovoy pshenitsy [Classification of environments based on correlations of yield in spring bread wheat] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2020. Vol. 181. No. 4. Pp. 14–21. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-14-21. (In Russian.)
15. Belyaev V., Rudev N., Sokolova L. Struktura urozhaya i kachestvo zerna sortov yarovoy pshenitsy altayskoy i inostrannoy selektsii (Tyumenchevskiy rayon, Altayskiy kraj) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022. No. 14 (2). Pp. 427–440. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-2-427-440.
16. Gadzhimuradova A. M., Zhumalin A. Kh., Zhang Zh., Solov'yev O. Yu., Kiyani V. S. Razrabotka predvaritel'nykh parametrov optimal'noy modeli sorta yarovoy myagkoy pshenitsy dlya klimaticheskikh usloviy Severnogo Kazakhstana [Development of preliminary parameters of the optimal model of spring soft wheat grade for climatic conditions of North Kazakhstan] // Bulletin of Science of the S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University. 2019. No. 1 (100). Pp. 117–129. URL: <http://rmebrk.kz/magazine/4540> (date of reference: 10.03.2023). (In Russian.)
17. Lentochnik A. M., Babaytseva T. A. Global warming and change in the conditions of crop production practices in the Middle Cis-Urals // Agricultural Science Euro-North-East. 2021. Vol. 22. No. 6. Pp. 826–834. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834. (In Russian.)

Author's information:

Aleksandr M. Lentochnik¹, doctor of agricultural sciences, professor, head of the chair of horticulture and plant protection, ORCID 0000-0003-0256-489X, AuthorID 668113; +7 912 463-90-99, agropod@udsau.ru

¹ Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia