

Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности

© 2019. И. Ю. Иванова¹, Л. В. Волкова²✉

¹Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация,

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье рассматриваются результаты четырехлетнего изучения (2016-2019 гг.) селекционных линий яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в почвенно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона. Выделены перспективные линии С-65, С-103, Н-154, превышающие районированный стандартный сорт Симбирцит как по средним значениям урожайности (3,41...3,56 т/га; прибавка 0,04...0,19 т/га), так и по уровню потенциальной урожайности (5,61...6,93 т/га; прибавка 0,48...1,80 т/га). По средним многолетним показателям структуры урожая к источникам ценных свойств отнесены селекционные линии П-57, Р-63, С-65 и С-103. Идентифицированы генотипы Р-63, Н-154, отличающиеся высокими значениями и стабильностью формирования клейковины в зерне относительно сорта Симбирцит (22,8...24,1%; прибавка к стандарту 3,1...4,4%). С помощью коэффициента вариации определена степень изменчивости хозяйственно полезных признаков (продуктивной кустистости, высоты растений, длины колоса, числа зерен с колоса, массы зерна с колоса, массы 1000 зерен, урожайности, содержания клейковины в зерне) в разных экологических средах. Установлено, что значения вариабельности отдельных признаков продуктивности в одном сорте не всегда согласованы между собой и имеют генотипическую обусловленность. Стабильность урожайности может быть тесно связана с уровнем варьирования отдельных элементов ее структуры. Более стабильные по урожайности генотипы, как правило, характеризовались высокой изменчивостью продуктивной кустистости и низкой – высоты растений, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. Показано, что с селекционной и практической точек зрения наиболее ценными являются генотипы со стабильно высокими значениями длины колоса и числа зерен с колоса, как обладающие высокой адаптивной реакцией к условиям возделывания.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, селекционные линии, урожайность, элементы продуктивности, содержание клейковины, коэффициент вариации

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2019-0093).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванова И. Ю., Волкова Л. В. Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):567-574. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>

Поступила: 15.10.2019

Принята к публикации: 16.11.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization

© 2019. Inga Yu. Ivanova¹, Lyudmila V. Volkova²✉

¹Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation,

²Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article discusses the results of a four-year study (2016-2019) of breeding lines of spring soft wheat of the selection of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky in the soil and climatic conditions of the central and southern parts of the Volga-Vyatka region. The promising lines С-65, С-103, Н-154 were selected as they exceeded the regionalized standard variety Simbirtsit in average yields (3.41...3.56 t/ha; the increase is 0.04...0.19 t/ha), and in terms of potential yield (5.61...6.93 t/ha; the increase is 0.48...1.80 t/ha). According to the long-term average indicators of the crop structure, the selection lines П-57, Р-63, С-65 and С-103 were attributed to the sources of valuable properties. Genotypes Р-63, Н-154 showed higher values and stability of gluten formation in grain relative to the variety Simbirtsit (22.8-24.1%; the increase to the standard is 3.1 - 4.4%). Using the variation coefficient, the degree of variability of economically useful traits (productive bushiness, plant height, ear length, number of grains per ear, grain weight per ear, 1000 grain mass, yield, gluten content in grain) was determined in different ecological environments. It has been established that the variability values of individual characteristics of productivity in one variety are not always consistent with each other and have genotypic conditionality. Yield stability can be closely related to the level of variation of individual elements of its struc-

ture. Genotypes that were more stable in yield indicated high variability of productive bushiness and low variability of plant height, grain weight per spike, and mass of 1000 grains. It has been shown that from practical point of view the most valuable genotypes were the ones with steadily high values of the spike length and the number of spike grains, as having a high adaptive response to cultivation conditions.

Key words: spring soft wheat, breeding lines, yield, productivity elements, gluten content, coefficient of variation

Acknowledgement: The research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0093).

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Ivanova I. Yu., Volkova L. V. Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6): 567-574. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>

Received: 15.10.2019

Accepted for publication: 16.11.2019

Published online: 16.12.2019

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из важнейших и наиболее распространенных зерновых культур, народнохозяйственное значение которой сложно переоценить [1]. В современных рыночных условиях, в соответствии с необходимостью многостороннего использования пшеницы, требуется, прежде всего, повышение урожайности культуры и качества зерна, освоение инновационных технологий, гарантирующих получение экологически безопасной продукции [2]. Проблему устойчивого производства зерна яровой мягкой пшеницы, стабилизации его качества надо решать комплексно и, в первую очередь, за счёт использования более продуктивных сортов, хорошо приспособленных к местным условиям. В общем комплексе мероприятий, направленных на дальнейшее увеличение продуктивности и улучшение качественных показателей, главенствующая роль принадлежит селекции [3].

Повышение урожайности является одним из самых сложных направлений селекции, поскольку этот признак формируется из нескольких элементов (густота стеблестоя, продуктивность колоса, крупность зерна и другие) [4]. Каждый из компонентов, в свою очередь, зависит от многочисленных генетических и средовых факторов на всех этапах органогенеза [5, 6, 7]. Уровень урожайности считается главным критерием экономической целесообразности возделывания того или иного сорта, однако создать сорт с высоким генетическим потенциалом продуктивности – еще не значит получать высокие урожаи при возделывании в производственных условиях [8]. Это связано с его неспособностью противостоять экологическим стрессам [9]. При этом в одном генотипе уровень средовой чувствительности разных признаков может быть неодинаковым, а стабильность по урожайности, вероятно, связана с нестабильностью по другим признакам [10]. При определении стратегии селекционных

работ важно учитывать не только высокий потенциал продуктивности вновь создаваемых сортов, но и уровень фенотипической пластичности хозяйственно ценных признаков в условиях изменения климата, биотической среды, технологий возделывания [11]. Для устойчивого повышения урожайности селекция должна вестись в разных географических пунктах в течение ряда лет. Актуальная на сегодняшний день проблема изучения взаимодействия генотипа и среды включает оценку изменчивости отдельных элементов продуктивности и их вклад в стабилизацию урожайности.

Цель исследований – изучить сорта и селекционные линии яровой пшеницы по основным элементам продуктивности, урожайности и качеству зерна в природно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона, выделить перспективные образцы, определить вариабельность признаков, их вклад в стабилизацию урожайности.

Материал и методы. Исследования проводили на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2016-2018 гг. и Чувашиского НИИСХ (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) в 2018-2019 гг. в конкурсном сортоиспытании. Учетная площадь делянок 10,0 м², повторность четырехкратная. Почва опытного участка в центральной части региона – дерново-подзолистая среднесуглинистая (pH_{сол} = 4,8, содержание гумуса 2,0%, фосфора и калия – среднее (по Кирсанову)); почва участка в южной части региона – серая лесная тяжелосуглинистая (pH_{сол} = 6,1, содержание гумуса 4,6%, фосфора и калия – повышенное).

В качестве материала для изучения использовали 8 селекционных линий яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. За стандарт был выбран районированный сорт Симбирцит (оригинатор Ульяновский НИИСХ). Все учеты и наблюдения в период вегетации и статистическую обработку результатов проводили в полном соответствии

с методикой полевого опыта по Б. А. Доспехову¹, методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур². Содержание клейковины определяли с помощью системы «Glutomatic» фирмы «Pertin Instruments».

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований различались между собой как по количеству осадков и характеру их распределения, так и по температурному режиму, что позволило дать объективную оценку изучаемым селекционным линиям. В условиях г. Кирова рост и развитие полевых культур в 2016 году проходил на фоне сильного дефицита влаги, в 2017 году – переувлажнения почвы и недостатка тепла, в 2018 году гидротермические показатели были на уровне среднеголетних значений. В условиях Чувашской Республики в 2018 году наблюдали недостаток влаги при повышенной температуре воздуха, в 2019 году – дефицит влаги в начале вегетации растений и высокую влагообеспеченность в фазу созревания культуры.

Продуктивность зерновых культур складывается из нескольких основных структурных показателей: высота растений, продук-

тивная кустистость, длина колоса, озерненность, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен. В таблице 1 представлены средние значения элементов продуктивности селекционных линий, изученных в различных почвенно-климатических условиях в течение ряда лет.

По результатам структурного анализа было установлено, что практически у всех изученных образцов продуктивная кустистость превышала стандарт, достоверное отличие отмечено у селекционной линии Р-63. Показатель «высота растений» у П-57, П-103, С-84, Н-154 был на уровне стандарта, у Р-63, Т-122, С-65, С-103 – достоверно ниже стандарта. Большинство изучаемых сортообразцов характеризовались крупным колосом, превышая стандарт по длине колоса и количеству зерен с колоса. Достоверное превышение по этим признакам наблюдали у П-57 и С-65. По массе зерна с главного колоса все образцы статистически не отличались от сорта Симбирцит, показатели выше среднего по опыту отмечены у Р-63, С-65, С-103. Сортные различия по крупности зерна были сильно выражены (масса 1000 зерен варьировала в пределах 34,7...45,3 г), выделены генотипы, формировавшие признак на уровне стандарта: Р-63, С-65, С-84, С-103.

Таблица 1 – Характеристика селекционных номеров яровой пшеницы по элементам продуктивности (2016–2019 гг.) /

Table 1 – Characteristics of breeding numbers of spring wheat according to the elements of productivity (2016–2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Продуктивная кустистость / Productive till- ing capacity</i>	<i>Высота стебля, см / Stem length, sm</i>	<i>Длина колоса, см / The length of the ear, sm</i>	<i>Количество зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs</i>	<i>Масса зерна с колоса, г / Grains mass per ear, g</i>	<i>Масса 1000 зерен, г / 1000 grains mass, g</i>
Симбирцит, ст. / Simbirsit, st.	1,07	80,5	7,0	24,1	1,12	45,3
Р-63	1,28	73,4	7,7	26,3	1,15	41,4
П-57	1,12	75,6	7,7	30,8	1,06	34,7
Т-122	1,12	71,0	6,9	24,3	1,03	38,9
П-103	1,09	74,8	7,3	27,1	1,00	37,8
С-65	1,08	71,7	7,7	29,5	1,17	40,5
С-84	1,20	76,7	7,0	25,3	1,07	41,0
С-103	1,09	71,2	7,8	26,1	1,18	41,7
Н-154	1,08	77,5	7,9	27,7	1,02	35,8
Среднее по опыту / Average experiment	1,13	74,8	7,4	26,8	1,09	39,7
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,18	6,8	0,7	3,9	0,17	5,4

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып. 1, 2. 267 с.

Таким образом, по комплексу показателей структуры урожая перспективными можно считать селекционные линии П-57 (длина, озерненность колоса), Р-63 (продуктивная кустистость, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен), С-65 (продуктивность главного колоса, масса 1000 зерен)

и С-103 (длина колоса, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен).

Для характеристики степени изменчивости хозяйственно ценных признаков наиболее широко используемым, простым и информативным критерием служит коэффициент вариации (V, %) (табл. 2).

Таблица 2 – Степень изменчивости хозяйственно ценных признаков у селекционных номеров (V,%) (2016-2019 гг.) /

Table 2 – The degree of variability of economically valuable traits in breeding numbers (V,%) (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Продуктивная кустистость / Productive till- ing capacity</i>	<i>Высота стебля / Stem length</i>	<i>Длина колоса / The length of the ear</i>	<i>Количество зерен в колосе / Number of grains per ear</i>	<i>Масса зерна с колоса / grains mass per ear</i>	<i>Масса 1000 зерен / 1000 grains mass</i>
Симбирцит, ст. / Simbirsit, st.	7,8	20,9	21,7	10,9	12,5	4,5
Р-63	27,6	16,6	22,7	27,8	24,2	15,1
П-57	19,9	21,0	16,1	20,1	20,4	5,7
Т-122	8,7	26,2	19,6	20,0	19,5	14,7
П-103	9,2	13,4	20,7	15,3	16,7	8,8
С-65	6,9	20,5	16,2	19,3	7,6	12,3
С-84	23,3	18,0	26,2	25,6	21,8	6,0
С-103	6,6	25,7	20,8	22,0	26,0	20,4
Н-154	9,1	22,8	17,1	12,7	24,7	12,9
Среднее по опыту / Average experiment	13,2	20,6	20,1	19,3	19,3	11,2

Поскольку растения подвержены неблагоприятным воздействиям в разные периоды своего роста и развития, стабильность урожайности определенного сорта в различных почвенно-климатических условиях зависит от его способности компенсировать слабое развитие одного элемента другим. Например, недостаток продуктивных побегов в процессе развития растений может быть компенсирован за счет большего числа фертильных колосков в колосе, меньшее число фертильных колосков – за счет большего числа развитых зерен в колоске, малое количество образовавшихся зерен – за счет повышения массы 1000 зерен.

Известно, что существуют генотипические различия как в общей, так и в специфической компенсационной способности отдельных признаков, т. е. одни генотипы лучше компенсируют недостаточное количество ранее заложенных органов, другие не в состоянии выровнять возникающие различия [12]. Отбор генотипов, непластичных по слагающим урожайности признакам, может привести к снижению потенциальной продуктивности селекционного материала. В данной статье сделана попытка выяснить, насколько изменчивость отдельных признаков продуктивности

у изучаемых сортов влияет на величину и стабилизацию урожайности.

Продуктивная кустистость имеет большое практическое значение, т. к. от нее в значительной степени зависит урожайность [13]. Способность сортов хорошо куститься важно не только для озимых, но и для яровых культур, поскольку обеспечивает достаточно густой стеблестой в неблагоприятных условиях и изреженных посевах [14]. Кроме того, при хорошем кушении благодаря нарастанию листовой поверхности накапливается большее количество органического вещества, которое используется для формирования зерна. С другой стороны, сильное кушение негативно сказывается на посевах при дефиците влаги, поскольку на образование вторичных стеблей затрачивается много воды и питательных веществ, а при избытке влаги может привести к полеганию, снижению урожайности и качества продукции. Высокопластичные по продуктивной кустистости сорта имеют преимущество за счет способности формировать оптимальное количество стеблей на единицу площади. В данном исследовании обнаружена достоверно высокая положительная корреляция между средним значением продуктивной

кустистости и ее варьированием ($r = 0,90$, значимо на уровне $0,01$), и средняя отрицательная корреляция ($r = -0,60$) – между коэффициентами вариации урожайности и кустистости. Другими словами, генотипы с высокими средними значениями этого признака обладали и наибольшей его изменчивостью и в то же время характеризовались самой стабильной урожайностью (Р-63, С-84).

Анализ высоты растений в разных средах показал, что изменчивость данного признака хорошо согласуется с варьированием урожайности ($r = 0,72$, значимо на уровне $0,05$), т. е. сортообразцы, слабо реагирующие на условия выращивания по этому признаку (П-103, Р-63, С-84), отличались более стабильной урожайностью.

Степень варьирования длины колоса у всех селекционных линий находилась в интервале от $16,1$ до $26,2\%$. Отмечено, что длина колоса значительно коррелирует с урожайностью ($r = 0,56$), а высокая изменчивость этого признака нежелательна, поскольку отрицательно связана с его средним значением ($r = -0,53$). С селекционной и практической точки зрения наиболее ценными являются генотипы со стабильно высоким значением длины колоса (П-57, С-65 и Н-154), поскольку этот признак в значительной степени определяет количество цветков и зерен в колосе.

В период формирования колоса (кущение-колошение) растения предъявляют повышенные требования к условиям произрастания. Недостаток влаги в почве, сухая и жаркая погода в эти фазы развития приводят к нарушению формирования генеративных органов и образованию в колосе большого числа недоразвитых и стерильных цветков. Следовательно, сорта, формирующие высокое количество зерен вне зависимости от условий, обладают хорошей адаптивностью и способностью противостоять стрессам. К таким генотипам можно отнести стандарт Симбирцит и селекционную линию Н-154.

Масса зерна с колоса в наших исследованиях была тесно связана с урожайностью ($r = 0,71$, значимо на уровне $0,05$). При этом степень варьирования урожайности и степень варьирования массы зерна с колоса также взаимосвязаны ($r = 0,44$). Коэффициент вариации массы зерна с колоса у большинства изучаемых селекционных линий превышал показатель стандартного сорта, за исключением С-65, у которого отмечено минимальное значение ($V = 7,6\%$) наряду с высокими абсолютными показателями.

Средняя вариабельность в опыте по массе 1000 зерен была небольшой относительно других признаков ($V = 11,2\%$), но различия генотипов как по абсолютным средним значениям, так и по коэффициентам вариации, были значительными. Средний уровень признака «масса 1000 зерен» не согласуется со степенью его изменчивости ($r = 0,02$), что дает возможность сочетать в генотипах крупность зерна и устойчивость его проявления (Симбирцит, С-84). Масса 1000 зерен была положительно связана с урожайностью ($r = 0,44$), а высокая вариабельность массы 1000 зерен достоверно влияла на изменчивость урожайности ($r = 0,73$, значимо на уровне $0,05$).

Статистически значимых различий по урожайности не выявлено (табл. 3), выделены селекционные линии с прибавкой к стандарту Симбирцит от $0,04$ до $0,19$ т/га: Н-154, С-103, С-65. Максимальный уровень урожайности за все годы исследований ($6,93$ т/га) зафиксирован у селекционного номера С-103 в Чувашском НИИСХ в условиях 2019 года. Высокой потенциальной урожайностью $5,61$ и $5,95$ т/га характеризовались С-65 и Н-154 соответственно.

Наряду с высокой урожайностью от сорта требуется, чтобы ее колебания были как можно меньше. Трудность совмещения в одном генотипе высокой продуктивности и стабильности в том, что эти показатели зачастую отрицательно взаимосвязаны. В наших исследованиях корреляция между средней урожайностью и коэффициентом вариации была средней положительной и составила $0,48$. Генотипические различия по реакции на условия возделывания были значительными – вариабельность урожайности у сортов колебалась от $32,4$ до $57,7\%$. Наибольшей стабильностью относительно сорта-стандарта отличались селекционные линии С-84, Р-63, П-57. По сочетанию признаков «высокая урожайность» и «стабильность» к лучшим можно отнести С-65.

Селекционные линии были изучены по содержанию клейковины в зерне в различных почвенно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона в период с 2016 по 2019 год. Контрастные условия среды послужили причиной широкого диапазона изменчивости процентного содержания клейковины – от $9,7$ до $35,4\%$ в зависимости от генотипа, места и года исследования. В таблице 4 приведены средние значения и размах изменчивости данного признака.

Таблица 3 – Характеристика селекционных номеров яровой мягкой пшеницы по урожайности и вариабельности (2016-2019 гг.) /

Table 3 – Characterization of breeding numbers of spring soft wheat by yield and variability (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Средняя урожайность, т/га / Average yield, t/ha</i>	<i>Отклонение от стандарта, т/га / Deviation from the standard, t/ha</i>	<i>Размах урожайности, min-max, т/га / Yield range, min-max, t/ha</i>	<i>Коэффициент вариации, % / Variability, %</i>
Симбирцит, ст. / Simbircit, st	3,37	-	1,93-5,13	37,8
P-63	3,35	-0,02	2,10-4,84	35,3
П-57	3,09	-0,28	1,63-4,41	34,8
T-122	3,11	-0,26	1,79-4,91	41,2
П-103	3,18	-0,19	1,78-4,77	38,5
C-65	3,56	+0,19	2,51-5,61	36,1
C-84	3,20	-0,17	2,18-4,74	32,4
C-103	3,53	+0,16	1,68-6,93	57,7
H-154	3,41	+0,04	1,68-5,95	47,6

Таблица 4 – Содержание клейковины у селекционных номеров яровой мягкой пшеницы, % (2016-2019 гг.) /

Table 4 – Gluten content in breeding numbers of spring soft wheat, % (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Содержание клейковины в зерне / Gluten</i>		<i>Размах содержания клейковины, min-max / Gluten range, min-max</i>	<i>Коэффициент вариации / Variability</i>
	<i>среднее / average</i>	<i>± к стандарту / ± to the standard</i>		
Симбирцит, ст. / Simbircit, st	19,7	-	12,8-29,5	36,0
P-63	22,8	+3,1	18,1-34,5	34,4
П-57	20,5	+0,8	13,0-27,9	35,6
T-122	18,1	-1,6	10,4-27,5	48,5
П-103	20,7	+1,0	13,7-29,0	31,5
C-65	16,3	-3,4	9,7-23,4	34,5
C-84	22,5	+2,8	16,1-34,0	35,3
C-103	22,5	+2,8	15,8-30,8	30,7
H-154	24,1	+4,4	17,7-35,4	33,7

Достоверное превышение ($HC_{P05} = 3,5\%$) над стандартом среднего многолетнего значения отмечено у номера H-154, который также характеризовался максимальным показателем в благоприятных условиях возделывания. В группу номеров, превышающих стандарт по содержанию клейковины на 0,8...3,1%, вошли P-63, П-57, П-103, C-84, C-103. Селекционная линия T-122 уступала стандарту на 1,6% и обладала самой высокой вариабельностью, резко снижая показатель в лимитированных условиях. Линия C-65, выделенная ранее по урожайности, имела самое низкое в опыте содержание клейковины (-3,4% к Симбирциту).

Выводы. Изучение и анализ селекционных линий конкурсного сортоиспытания яровой мягкой пшеницы в условиях централь-

ной и южной части Волго-Вятского региона позволили выделить перспективные образцы, превосходящие стандартный сорт по значениям средней и потенциальной урожайности, элементам продуктивности и содержанию клейковины. Показано, что значения вариабельности отдельных признаков продуктивности и качества зерна имеют генотипическую обусловленность и могут в целом характеризовать стабильность сорта. Высокостабильные по урожайности генотипы, как правило, характеризовались высокой изменчивостью продуктивной кустистости и низкой – высоты растений, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. Выявленные закономерности могут быть использованы в качестве методических подходов при экологической организации селекционного процесса.

Список литературы

1. Галеев Р. Р., Андреева З. В., Самарин И. С. Урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от уровня технологического обеспечения. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017;47(4):13-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30397624>
2. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества. Достижения науки и техники АПК. 2010;(11):4-6. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584560>
3. Беспалова Л. А., Мудрова А. А., Гольдварг Б. А., Боктаев М. В. Создание адаптивных сортов мягкой и твердой озимой пшеницы для республики Калмыкия. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018;(3):6-10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36001817>
4. Григорьев Ю. П., Белан И. А. Влияние элементов структуры урожая на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаёжной зоны Омской области. Аграрная Россия. 2019;(5):3-6. Режим доступа: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2754>
5. Лысенко А. А., Коробова Н. А. Оценка коллекционных образцов гороха по элементам продуктивности. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019;(7-1):107-112. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39171637>
6. Багавиева Э. З., Василюва Н. З. Особенности сортов яровой мягкой пшеницы по элементам структуры урожая. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2009;4(1(11)):101-105. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975194>
7. Волкова Л. В. Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):207-218. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38194918>
8. Андреева З. В. О нерезализованном потенциале урожайности зерна мягкой яровой пшеницы на госсортоучастках и в производственных условиях Томской области. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007;(8):19-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9517555>
9. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений. Сельскохозяйственная биология. 2000;35(3):3-29.
10. Кильчевский А. В. Генетико-экологические основы селекции растений. Информационный вестник ВОГИС. 2005;9(4):518-526. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
11. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends Plant Sci. 2010;15(12):685-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
12. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. М.: Колос, 1984. 367 с.
13. Шелахова М. В., Романова И. Н., Терентьев Е. С., Князева С. М., Рыбченко Т. И., Рыбаков А. М. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания. Зерновое хозяйство России. 2012;(2):112-118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17719116>
14. Долгалев М. П., Крючков А. Г. Зависимость урожайности сортов яровой мягкой пшеницы от хозяйственно-ценных биологических признаков. Вестник Оренбургского государственного университета. 2003;(1):74-79. Режим доступа: <http://vestnik.osu.ru/doc/1033/article/900/lang/0>
15. Сюков В. В., Вьюшков А. А., Шевченко С. Н., Поротькин С. Е., Чичкин А. П. Сорта яровой мягкой пшеницы нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2007;(8):2-4. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11934444>

References

1. Galeev R. R., Andreeva Z. V., Samarin I. S. *Urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy i yarovogo yachmenya v zavisimosti ot urovnya tekhnologicheskogo obespecheniya*. [Yields of spring soft wheat and spring barley depending on technological support]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2017;47(4):13-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30397624>
2. Sandukhadze B. I. *Selektsiya ozimoy pshenitsy vazhneyshiy faktor povysheniya urozhaynosti i kachestva*. [Winter wheat breeding is the most important factor for increase in productivity and quality]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = *Achievements of Science and Technology of AICis*. 2010;(11):4-6. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584560>
3. Bepalova L. A., Mudrova A. A., Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V. *Sozdanie adaptivnykh sortov myagkoy i tverdoy ozimoy pshenitsy dlya respubliki Kalmykiya*. [Creation of adaptive cultivars of soft and durum winter wheat for republic of Kalmykia]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;(3):6-10. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36001817>
4. Grigor'ev Yu. P., Belan I. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na urozhaynost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh podtaezhnoy zony Omskoy oblasti*. [Influence of crop structure elements on the yield of spring soft wheat varieties in the subtaiga zone of the Omsk region]. *Agrarnaya Rossiya* = *Agrarian Russia*. 2019;(5):3-6. (In Russ.). URL: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2754>

5. Lysenko A. A., Korobova N. A. *Otsenka kollektсионnykh obraztsov gorokha po elementam produktivnosti*. [Evaluation of collection samples of pea according to productivity elements]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Research Journal. 2019;(7-1):107-112. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39171637>
6. Bagavieva E. Z., Vasilova N. Z. *Osobennosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy po elementam struktury urozhaya*. [Features of spring soft wheat varieties according to crop structure elements]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2009;4(1(11)):101-105. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975194>
7. Volkova L. V. *Nasleduemost' i izmenchivost' priznakov produktivnosti u gibridov yarovoy myagkoy pshenitsy pervogo-chetvertogo pokoleniy*. [Inheritance and variability of productivity traits in hybrids of spring soft wheat of the first to fourth generations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):207-218. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38194918>
8. Andreeva Z. V. *O nerealizovannom potentsiale urozhaynosti zerna myagkoy yarovoy pshenitsy na gossortouchastkakh i v proizvodstvennykh usloviyakh Tomskoy oblasti*. [On unrealized potential of spring soft wheat grain yielding ability under conditions of the Tomsk Region]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2007;(8):19-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=951755>
9. Zhuchenko A. A. *Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy selektsii rasteniy*. [Ecological and genetic bases of adaptive system of plant selection]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2000;35(3):3-29.
10. Kil'chevskiy A. V. *Genetiko-ekologicheskie osnovy selektsii rasteniy*. [Genetic and ecological bases of plant breeding]. *Informatsionnyy vestnik VOGIS* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2005;9(4):518-526. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
11. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends Plant Sci.* 2010;15(12):685-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
12. *Formirovanie urozhaya osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [The crop formation of the main crops]. *Per. s chesh. Z. K. Blagoveshchenskoy*. Moscow: Kolos, 1984. 367 p.
13. Shelakhova M. V., Romanova I. N., Terent'ev E. S., Knyazeva S. M., Rybchenko T. I., Rybakov A. M. *Produktivnost' sortov zernovykh kul'tur v zavisimosti ot fonov mineral'nogo pitaniya*. [Productivity of grain crops varieties depending upon backgrounds of mineral nutrition]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2012;(2):112-118. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17719116>
14. Dolgalev M. P., Kryuchkov A. G. *Zavisimost' urozhaynosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy ot khozyaystvenno-tsennykh biologicheskikh priznakov*. [The dependence of the yield of spring soft wheat varieties on economically valuable biological traits]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* = Vestnik of the Orenburg State University. 2003;(1):74-79. (In Russ.). URL: <http://vestnik.osu.ru/doc/1033/article/900/lang/0>
15. Syukov V. V., V'yushkov A. A., Shevchenko S. N., Porot'kin S. E., Chichkin A. P. *Sorta yarovoy myagkoy pshenitsy novogo pokoleniya*. [Varieties of spring soft wheat of a new generation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2007;(8):2-4. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11934444>

Сведения об авторах

Иванова Инга Юрьевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник Чувашского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

✉ **Волкова Людмила Владиславовна**, кандидат биол. наук, зав. лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

Information about the authors

Inga Yu. Ivanova, PhD in Agricultural science, senior researcher, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'sky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

✉ **Lyudmila V. Volkova**, PhD in Biological science, head of the laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor