



Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы

© 2021. И. Ф. Дёмина ✉

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь,
Российская Федерация

В статье представлен анализ генотипических корреляций между урожайностью 33 сортообразцов яровой мягкой пшеницы и элементами её структуры в условиях Пензенской области, определена степень изменчивости хозяйственно полезных признаков в годы исследований (2018-2020 гг.). Установлено, что к слабоварьирующим признакам ($CV = 7,8-9,9\%$) относятся длина колоса, количество колосков в колосе и масса 1000 зёрен, к средневарирующим ($CV = 13,8-15,6\%$) – продуктивная кустистость, количество зёрен в колосе и масса зерна с колоса, к сильноварирующим ($CV = 21,7-22,7\%$) – количество зёрен с растения и масса зерна с растения. Установлена сильная положительная взаимосвязь урожайности яровой мягкой пшеницы с количеством зёрен в колосе ($r = 0,706...0,816$) и массой зерна с колоса ($r = 0,754...0,875$). Средняя положительная связь урожайности обнаружена с массой колосьев ($r = 0,467...0,621$), количеством колосков в колосе ($r = 0,358...0,582$), количеством зёрен с растения ($r = 0,446...0,541$) и массой зерна с растения ($r = 0,309...0,608$). Нестабильной получили корреляционную зависимость урожайности от продуктивной кустистости ($r = 0,091...0,415$), длины колоса ($r = 0,074...0,503$) и массы 1000 зёрен ($r = 0,193...0,583$). Таким образом, на формирование урожайности зерна оказали влияние количество зёрен и масса зерна с колоса. Проведённый анализ показал степень влияния различных элементов продуктивности на формирование урожайности сортообразцов яровой мягкой пшеницы, что позволяет более целенаправленно проводить отбор в селекционном процессе.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., корреляционная связь, урожайность, элементы структуры урожая, масса зерна с колоса, коэффициент вариации

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №0477-2019-0020).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Дёмина И. Ф. Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):477-484.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.477-484>

Поступила: 12.03.2021

Принята к публикации: 20.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Conjugacy of yield and its structural elements in spring soft wheat samples

© 2021. Irina F. Demina ✉

Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

The article presents an analysis of genotypic correlations between the yield of 33 variety samples of spring soft wheat and elements of its structure in the conditions of Penza region, the degree of variability of agronomic valuable traits during the years of research (2018-2020) has been determined. It has been established, that the low-varying agronomic valuable traits ($CV = 7.8-9.9\%$) include the wheat ear length, number of spikelets in the ear, weight of 1000 grains; moderately varying traits ($CV = 13.8-15.6\%$) include productive bushiness capacity, the number of grains in the ear and weight of grains in one ear; highly-varying traits ($CV = 21.7-22.7\%$) include the number of grains per ear and weight of the grain per ear. A strong positive interrelation has been established between the yield of spring soft wheat and the number of grains per ear ($r = 0.706...0.816$) and weight of grain per ear ($r = 0.754...0.875$). There has been revealed an average positive interrelation between the yield and the weight of ears ($r = 0.467...0.621$), the number of spikelets per ear ($r = 0.358...0.582$), the number of grains per plant ($r = 0.446...0.541$) and the weight of grain per plant ($r = 0.309...0.608$). The correlation dependence of yield on productive bushiness ($r = 0.091...0.415$), ear length ($r = 0.074...0.503$) and weight of 1000 grains ($r = 0.193...0.583$) turned out to be unstable. Thus, the formation of grain yield was influenced by the number of grains per ear and the weight of grain per ear. The analysis showed the degree of influence of various elements of productivity on the formation of yield of spring soft wheat variety samples that provides a more targeted selection in the breeding process.

Key words: *Triticum aestivum* L., correlation relation, yield, the elements of the yield structure, grain weight per ear, coefficient of variation

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. 0477-2019-0020).

The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

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

For citations: Demina I. F. Conjugacy of yield and its structural elements in soft spring wheat samples. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):477-484. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.477-484>

Received: 12.03.2021

Accepted for publication: 20.07.2021

Published online: 26.08.2021

Мягкая пшеница – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Её доля от общего количества выращенного зерна составляет 35 %. От увеличения объёмов производства зерна пшеницы зависит продовольственная безопасность РФ [1].

Среднее Поволжье считается одним из крупнейших производителей зерна яровой мягкой пшеницы в России. Климат региона характеризуется как умеренно континентальный со значительными колебаниями погодных условий по годам и непредсказуемостью проявления абиотических стрессов, в т. ч. часто повторяющимися засухами. Нестабильность и несбалансированность адаптивных возможностей используемых сортов приводит к снижению валового сбора зерна и ухудшению его качества. Поэтому задача обеспечения региона стабильными и высокими урожаями зерна была и остаётся актуальной [2, 3, 4].

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства при освоении инновационных технологий основная роль в повышении урожайности яровой пшеницы и снижении затрат на производство зерна принадлежит удачно подобранному набору сортов [5].

Урожайность не является стопроцентной и постоянной особенностью сорта. Она считается производной среды и генотипа и в большей степени определяется генотипом. Под воздействием различных факторов морфофизиологические признаки продуктивности растений могут значительно изменяться [6, 7].

Выведение и внедрение в производство высокоурожайных и высококачественных сортов с высоким уровнем адаптивности является основной задачей селекционеров в регионе. Для этого необходим новый селекционный материал, а также научные методы и подходы, позволяющие сократить сроки создания сортов [8, 9].

Основными методами получения сортов яровой мягкой пшеницы являются гибридизация и отбор. Всестороннее изучение корреляционных взаимосвязей между урожайностью

и хозяйственно ценными признаками даёт возможность вести целенаправленный отбор нужных генотипов. С помощью корреляционного анализа определяют степень зависимости между различными признаками на генотипическом и фенотипическом уровнях, изучают взаимосвязи с внешними факторами среды и закономерности передачи признаков от родителей потомству [10, 11, 12, 13].

Положительный коэффициент корреляции указывает на совместимость возрастающих величин, а отрицательный на противоположные связи. Положительные корреляции дают возможность с помощью отбора по одному признаку вывести на новый уровень другие сопряжённые величины [14, 15, 16].

Всестороннее изучение корреляционных взаимосвязей между урожайностью и элементами её структуры в условиях Среднего Поволжья обладает относительной новизной и даёт возможность создавать сорта с высоким потенциалом урожайности, способных противостоять экстремальным погодным условиям региона, а также целенаправленно вести отбор в селекционном процессе.

Цель исследований – анализ генотипических корреляций урожайности с элементами её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы.

Материал и методы. Исследования проводили в 2018-2020 гг. в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на опытном поле Пензенского НИИСХ, обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». Объектом исследований служили 33 образца яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания, в том числе сорта и линии селекции Пензенского НИИСХ и сорта, районированные по Пензенской области. Посевы проводили по чистому пару в оптимальные для яровой пшеницы сроки (первая декада мая) с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на гектар. Площадь деланки 10 м², повторность шестикратная, размещение деланок систематическое. Стандартом служил районированный по Пензенской области сорт яровой мягкой пшеницы Архат.

Учёты, наблюдения и сноповый анализ растений проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Были определены следующие показатели – высота растений, продуктивная кустистость, длина колоса, количество колосков в колосе, количество зёрен с колоса и растения, масса зерна с колоса и растения, масса 1000 зёрен. Статистический анализ данных проводили по методике Б. А. Доспехова² с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были разнообразными. Период вегетации 2018 г. характеризовался как острозасушливый (ГТК = 0,31). Средняя температура воздуха за вегетационный период была 18,8 °С, выше среднегодовой на 4,8 °С, количество осадков составило 51,4 мм при среднегодовом значении 178,2 мм.

В течение вегетационного периода 2019 г. выпало 128,8 мм осадков, что ниже среднегодовой нормы на 44,5 мм. Среднесуточная температура воздуха составила 18,0 °С – выше среднегодовой нормы на 4,0 °С. Период вегетации в целом характеризовался как умеренно засушливый (ГТК = 0,98).

В первую половину вегетации 2020 г. (май-июнь) наблюдался недостаток эффективных температур и избыток влаги. Средняя температура воздуха (14,6 °С) превысила среднегодовую на 1,0 °С. Вторая половина вегетации протекала в условиях близких к среднегодовой норме. Количество осадков за период активной вегетации составило 185,0 мм при среднегодовом показателе 190,0 мм. Среднесуточная температура воздуха – 16,9 °С при среднегодовой 14,9 °С. В целом вегетационный период 2020 г. можно считать благоприятным для роста и развития яровой пшеницы (ГТК = 1,21).

Результаты и их обсуждение. В зависимости от погодных условий урожайность образцов отличалась по годам и изменялась в 2018 г. от 2,00 (сорт Triso) до 3,39 т/га (линия Эритроспермум 43/08-9), CV = 28,2 %, в 2019 г. – от 2,23 (сорт Новосибирская 15) до 4,32 т/га (линия Эритроспермум 34/08-21), CV = 24,6 %, в 2020 г. – от 2,26 (сорт Triso) до 4,63 т/га (линия Эритроспермум 43/08-9), CV = 15,2 %. Урожайность стандартного сорта Архат

в 2018-2020 гг. составила соответственно 3,20; 3,82 и 3,95 т/га.

Величины элементов продуктивности растений яровой пшеницы в наших исследованиях зависели от условий произрастания и имели разный характер изменчивости по годам. Минимальные значения показателей структуры урожая были отмечены в острозасушливый 2018 г., максимальные – в благоприятный 2020 г. (табл. 1).

Продуктивная кустистость считается одним из главных признаков, определяющих урожайность. При хорошем кушении происходит наращивание листовой поверхности, в которой идёт накопление органических веществ для формирования зерна. Продуктивная кустистость является наследственной особенностью сорта и сильно зависит от условий произрастания [17]. В наших исследованиях в благоприятный 2020 г. продуктивная кустистость изменялась от 1,1 (сорт Triso) до 2,1 шт. (линия Эритроспермум 43/08-9), у сорта-стандарта Архат 1,9 шт. Эти показатели были ниже в 2018 и 2019 гг.: 1,0 (сорт Новосибирская 15) ... 1,4 шт. (линия Эритроспермум 70/04-3, Эритроспермум 34/08-21) и 1,1 (сорт Triso) ... 1,5 шт. (линия Эритроспермум 43/08-9) при продуктивной кустистости сорта-стандарта 1,2-1,3 шт. соответственно. Средняя вариабельность данного признака просматривалась в 2020 г. (CV = 12,5 %), слабая – в 2018 и 2019 гг. (CV = 9,4 и 9,8 %), что свидетельствует о его стабильности.

Длина колоса зависит от сортовых особенностей. У одних сортов колос плотный, колоски в нём размещены близко друг к другу, у других – рыхлый, между колосками большое расстояние, и длина колоса соответственно будет больше. Однако это не значит, что у сортов с меньшей длиной колоса продуктивность будет ниже. Поэтому говорить о зависимости урожайности зерна от длины колоса лучше в пределах одного генотипа растения. В наших опытах длина колоса изменялась по годам, т. е. зависела от условий выращивания, относилась к слабо-варьируемым признакам. Наибольшей длина колоса у изучаемых сортообразцов была в благоприятном 2020 г. (6,3-9,0 см). Коэффициент корреляции длины колоса с урожайностью имел среднее значение ($r = 0,503$).

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

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2011. 352 с.

Таблица 1 – Варьирование показателей структуры урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа и условий года (2018-2020 гг.) /

Table 1 – Variation of indicators of the structure of the yield of spring soft wheat depending on the genotype and conditions of the year (2018-2020)

Показатель / Indicator	Год / Year	Min-max	$\bar{x} \pm S_x$	Коэффициент вариации, % / coefficient of variation, %	
				генотипический / genotypic	по годам / by years
Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs.	2018	1,0-1,4	1,1±0,02	9,4	15,5
	2019	1,1-1,5	1,1±0,02	9,8	
	2020	1,1-2,1	1,5±0,04	12,5	
Длина колоса, см / The length of the ear, cm	2018	4,7-7,4	6,1±0,12	7,9	9,9
	2019	4,7-7,7	6,4±0,15	11,1	
	2020	6,3-9,0	7,7±0,10	11,9	
Количество колосков в колосе, шт. / Number of spikelets per ear, pcs.	2018	11,3-15,0	13,2±0,25	6,6	7,8
	2019	10,6-15,8	13,5±0,20	8,8	
	2020	12,9-17,1	15,1±0,17	9,4	
Количество зёрен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs.	2018	18,1-29,6	25,1±0,72	12,7	13,8
	2019	18,7-31,4	25,7±0,57	12,5	
	2020	20,7-34,8	29,0±0,61	14,4	
Количество зёрен с растения, шт. / Number of grains per plant, pcs.	2018	20,5-33,3	27,9±0,84	23,4	21,7
	2019	18,1-39,5	28,6±0,80	22,3	
	2020	24,5-55,0	37,7±1,20	24,8	
Масса зерна с колоса, г / Grain weight per ear, g	2018	0,71-1,13	0,92±0,03	13,0	15,6
	2019	0,71-1,26	0,98±0,02	16,3	
	2020	0,91-1,43	1,19±0,03	17,8	
Масса зерна с растения, г / Grain weight per plant, g	2018	0,77-1,21	1,01±0,03	22,5	22,4
	2019	0,61-1,67	1,20±0,04	21,9	
	2020	0,80-2,02	1,25±0,04	23,2	
Масса 1000 зёрен, г / 1000 grain weight, g	2018	25,8-38,2	33,5±0,46	8,0	8,8
	2019	30,6-40,9	36,1±0,61	8,5	
	2020	33,8-50,6	43,3±0,61	8,5	

Количество колосков в колосе – это мало изменчивый признак, определяемый генотипом растения. В наших исследованиях количество колосков в колосе колебалось в среднем по годам от 13,2 до 15,1 шт. при низком варьировании признака (CV = 6,6-9,4 %).

Озернённость колоса по своей структуре считается сложным элементом, который зависит от процесса формирования колосков в колосе и зёрен в колоске. Поэтому причину изменчивости озернённости колоса нужно искать в изменчивости этих признаков под влиянием внешней среды [18]. По нашим данным, за три года вегетации урожайность сортообразцов яровой мягкой пшеницы зависела от ГТК ($r = 0,915$), количества осадков ($r = 0,856$) и температуры воздуха ($r = -0,452$).

Количество зёрен в колосе у сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях 2018-2020 гг. находилось в пределах 18,1-34,8 шт. Стандартный сорт по количеству зёрен в колосе (32,2 шт.) за годы исследований превысили две линии (Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3). Вариабельность данного признака во все годы исследований имела средние значения (CV = 12,5-14,4 %).

Масса зерна с колоса является комплексным признаком и зависит от озернённости колоса и массы 1000 зёрен. Считается, что отбор по данному признаку является ведущим в селекционной работе [19]. Благоприятные условия 2020 г. способствовали формированию наибольшей продуктивности колоса – 0,91 (сорта Трифо и Пирамида) ...1,43 г (линии

Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3) при массе зерна с колоса у стандартного сорта Архат 1,32 г. В 2018 и 2019 гг. данный показатель был ниже. Наименьшей массой зерна с колоса (0,71 г) характеризовались сорта Triso и Новосибирская 15, наибольшей (1,26 г) – линии Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3. Изменчивость величины массы зерна с колоса ($CV = 13,0-17,8\%$) была обусловлена средней степенью варьирования количества зёрен с колоса.

Количество зёрен и масса зерна с растения как показатели продуктивности генотипа показывают конечный результат его развития в конкретных условиях. Наибольшие значения количества зёрен (24,5-55,0 шт.) и массы зерна с растения (0,80-2,02 г) наблюдались в 2020 г. при высоком варьировании признаков – 24,8 и 23,2 % соответственно.

Масса 1000 зёрен относится к одному из важнейших элементов структуры урожая

и определяется не только генотипом, но и условиями выращивания. Она определяет степень выравненности зёрен и, в конечном счёте – урожайность. Наибольшая масса 1000 зёрен (43,3 г) наблюдалась в 2020 г., наименьшая (33,5 г) – в 2018 г. В наших опытах вариабельность данного признака была низкой ($CV = 8,0-8,5\%$), что говорит о его стабильности.

Сведения об уровне сопряжённости признаков позволяют судить об их вкладе в формирование урожайности, т. е. прогнозировать направление рационального отбора в процессе селекции новых сортов. По результатам анализа коэффициентов линейной корреляции видно, что урожайность яровой пшеницы на межгенотипическом уровне достоверно и положительно, в большей или меньшей степени, связана практически со всеми элементами структуры. Наиболее тесная связь урожайности была установлена с количеством зёрен в колосе ($r = 0,706...0,816$) и массой зерна с колоса ($r = 0,754...0,875$) (табл. 2).

Таблица 2 – Корреляционная связь между урожайностью и элементами структуры урожая яровой мягкой пшеницы (2018-2020 гг.) /

Table 2 – Correlation relation between yield and crop structure elements of spring soft wheat (2018-2020)

Показатель / Indicator	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Продуктивная кустистость / Productive bushiness	0,092±0,177	0,091±0,182	0,415±0,188**
Масса колосьев / The weight of the ears	0,467±0,152**	0,562±0,151***	0,621±0,163***
Длина колоса / The length of the ear	0,074±0,176	0,155±0,205	0,503±0,158***
Количество колосков в колосе / Number of spikelets per ear	0,455±0,153**	0,358±0,169*	0,585±0,150***
Количество зёрен в колосе / Number of grains per ear	0,706±0,116***	0,724±0,120***	0,816±0,119***
Количество зёрен с растения / Number of grains per plant	0,541±0,146***	0,446±0,163**	0,494±0,188**
Масса зерна с колоса / Grain weight per ear	0,798±0,129***	0,754±0,120***	0,875±0,099***
Масса зерна с растения / Grain weight per plant	0,309±0,155**	0,588±0,150***	0,608±0,164***
Масса 1000 зёрен / 1000 grain weightg	0,193±0,171	0,583±0,150***	0,211±0,204

* существенно при $P = 0,05$; ** при $P = 0,01$; *** при $P = 0,001$ /

* significant at $P = 0,05$; ** at $P = 0,01$; *** at $P = 0,001$

Корреляционная связь урожайности средней степени выявлена с массой колосьев ($r = 0,467...0,621$), количеством колосков в колосе ($r = 0,358...0,585$), количеством зёрен с растения ($r = 0,446...0,541$) и массой зерна с растения ($r = 0,309...0,608$), что подтверждается данными других селекционеров [20]. Связь урожайности с такими показателями как продуктивная кустистость ($r = 0,091...0,415$), длина колоса ($r = 0,074...0,503$) и масса 1000

зёрен ($r = 0,193...0,583$) за годы исследований колебалась от очень слабой до средней.

За три года исследований высокая корреляция просматривалась между признаками: «количество зёрен с колоса» и «количество зёрен с растения» ($r = 0,672...0,897$); «масса зерна с колоса» и «масса зерна с растения» ($r = 0,751...0,783$); «количество зёрен с растения» и «масса зерна с растения» ($r = 0,843...0,935$); «масса зерна с колоса»

и «масса зерна с растения» ($r = 0,704...0,927$); «масса зерна с колоса» и «количество зёрен с колоса» ($r = 0,726...0,892$); «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зёрен» ($r = 0,685...0,784$), что подтверждается исследованиями других учёных [21].

Заключение. По результатам проведённого анализа генотипических корреляций была выявлена различная степень влияния на урожайность яровой мягкой пшеницы элементов

структуры урожая. Полученные данные показали, что при селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность целесообразно проводить отбор по показателям «количество зёрен в колосе» и «масса зерна с колоса», имеющих наиболее тесную связь с урожайностью испытываемых сортообразцов ($r = 0,706...0,816$ и $r = 0,754...0,875$ соответственно). Это позволяет увеличить урожайность создаваемых сортов в Среднем Поволжье.

Список литературы

1. Жученко А. А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика). Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 274 с.
2. Дёмина Е. А., Кинчаров А. И. Корреляционные связи урожайности яровой пшеницы с показателями качества зерна и элементами продуктивности растений. АгроЭкоИнфо. 2017;(4):1-18. Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_421.doc
3. Марченко Д. М. Взаимосвязи между урожайностью и элементами её структуры у сортов мягкой яровой пшеницы. Научный журнал КубГАУ. 2011;(68):309-320. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16335423>
4. 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):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
5. Малокустова Е. И. Характеристика генотипов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;(12-3):123-126. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.106>
6. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality. Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae - Brunensis. 2006;54:23-30. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>
7. 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. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>
8. 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. DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>
9. Ivanova I., Ilina S. Variability of morphological features of spring soft wheat Moskovskaya 35. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;433:012016. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012016>
10. 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>
11. Романюкина И. В., Марченко Д. М., Григоришкова Т. А., Рыбась И. А., Игнатъева Н. Г. Результаты изучения коллекционного материала озимой пшеницы на продуктивность и качество. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(6(49)):4-8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24484185>
12. Иванова И. Ю., Иванова А. О., Ильина С. В. Корреляционная зависимость урожайности пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности. Зернобобовые и крупяные культуры. 2019;(4(32)):119-125. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>
13. Розова М. А., Зиборов А. И. Корреляционная связь урожайности яровой твёрдой пшеницы с элементами структуры в зависимости от уровня продуктивности, генотипов и погодных условий в Приобской лесостепи Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;(2(136)):44-49. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25714736>
14. Коробейникова О. В., Красильников В. В. Сравнительное изучение сортов яровой пшеницы на сортоучастке ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. Зерновое хозяйство России. 2015;(2):17-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23486950>
15. Волкова Л. В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и её связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016;(6(55)):9-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27296708>
16. Петрова Л. В. Фенотипические корреляции урожайности зерна и их структурные элементы у овса посевного (*Avena sativa* L.) в условиях Центральной Якутии. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020;(4):75-78. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-14077>

17. Батакова О. Б., Корелина В. А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Horbeum vulgare* L.) в условиях Крайнего Севера РФ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017;(178(3)):50-58. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
18. Дёмина Е. И., Кинчаров А. И. Взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы на фоне применения современных удобрений и стимуляторов роста. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017;(11):69-74. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30725236>
19. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Озернённость, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен в повышении урожайности озимой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015;(3(53)):27-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>
20. Пушкарёв Д. В., Чурсин А. С., Кузьмин О. Г., Краснова Ю. С., Каракоз И. И., Шаманин В. П. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2018;(3(31)):26-35. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004>
21. Iftikhar R., Khalik I., Ijaz M., Rashid M. A. R. Association analysis of grain yield and its components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2012;12(3):389-392. URL: [https://www.idosi.org/aejaes/jaes12\(3\)12/17.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes12(3)12/17.pdf)

References

1. Zhuchenko A. A. *Obespechenie prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii v KhKhI veke na osnove adaptivnoy strategii ustoychivogo razvitiya APK (teoriya i praktika)*. [Ensuring food security in Russia in the XXI century on the basis of an adaptive strategy for sustainable development of the agro-industrial complex (theory and practice)]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2009. 274 p.
2. Demina E. A., Kincharov A. I. *Korrelyatsionnye svyazi urozhaynosti yarovoy pshenitsy s pokazatelyami kachestva zerna i elementami produktivnosti rasteniy*. [Correlation relations of spring wheat yield with grain quality indicators and plant productivity elements]. *AgroEkoInfo*. 2017;(4):1-18. (In Russ.). URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_421.doc
3. Marchenko D. M. *Vzaimosvyazi mezhdu urozhaynost'yu i elementami ee struktury u sortov myagkoy yarovoy pshenitsy*. [Interrelations between productivity and elements of its structure at grades of soft winter wheat]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2011;(68):309-320. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16335423>
4. 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):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
5. Malokostova E. I. *Kharakteristika genotipov yarovoy myagkoy pshenitsy po kompleksu khozyaystvenno-tsennykh priznakov*. [Description of the genotypes of spring soft wheat by the complex of economically valuable characteristics]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2017;(12-3):123-126. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.106>
6. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality. *Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae - Brunensis*. 2006;54:23-30. DOI: <https://doi.org/10.1118/actaun200654010023>
7. Ivanova I. Yu., Volkova L. V. *Izmenchivost' khozyaystvenno-tsennykh priznakov yarovoy pshenitsy i ikh vklad v stabilizatsiyu urozhaynosti*. [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.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>
8. 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 elements of the crop structure on the yield of spring soft wheat varieties in the subtaiga zone of the Omsk oblast]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2019;(5):3-6. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>
9. Ivanova I., Ilina S. Variability of morphological features of spring soft wheat Moskovskaya 35. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;433:012016. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012016>
10. 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 common 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>
11. Romanyukina I. V., Marchenko D. M., Grichanikova T. A., Rybas' I. A., Ignat'eva N. G. *Rezultaty izucheniya kolleksionnogo materiala ozimoy pshenitsy na produktivnost' i kachestvo*. [Results of the study of winter wheat collection material on productivity and quality]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(6(49)):4-8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24484185>
12. Ivanova I. Yu., Ivanova A. O., Ilina S. V. *Korrelyatsionnaya zavisimost' urozhaynosti pshenitsy myagkoy yarovoy ot elementov produktivnosti*. [Correlation dependence of soft spring wheat productivity on productivity elements]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2019;(4(32)):119-125. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>

13. Rozova M. A., Ziborov A. I. *Korrelyatsionnaya svyaz' urozhaynosti yarovoy tverдой pshenitsy s elementami struktury v zavisimosti ot urovnya produktivnosti, genotipov i pogodnykh usloviy v Priobskoy lesostepi Altayskogo kraya*. [The correlations of spring durum wheat yield with its structural components depending on the genotype productivity level and weather conditions in Ob river forest-steppe of the Altai region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;(2(136)):44-49. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25714736>

14. Korobeynikova O. V., Krasil'nikov V. V. *Sravnitel'noe izuchenie sortov yarovoy pshenitsy na sortouchastke FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA*. [Comparative study of spring wheat on the experimental allotment of FSBEI HPE Izhevsk SAA]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2015;(2):17-21. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23486950>

15. Volkova L. V. *Urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy i ee svyaz' s elementami produktivnosti v raznye po meteorologicheskim usloviyam gody*. [Productivity of spring wheat and its relation to elements of yield structure in years differ by meteorological conditions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2016;(6(55)):9-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27296708>

16. Petrova L. V. *Fenotipicheskie korrelyatsii urozhaynosti zerna i ikh strukturnye elementy u ovsa posevnogo (Avena sativa L.) v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii*. [Phenotypical correlations of the grain crops and their structural elements of oats sown (Avena sativa L.) under conditions of central Yakutia]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2020;(4):75-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-14077>

17. Batakova O. B., Korelina V. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na produktivnost' yachmenya yarovogo (Hordeum vulgare L.) v usloviyakh Kraynego Severa RF*. [The effect of yield structure elements on spring barley (Hordeum vulgare L.) productivity in the environments of Russia's extreme north]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2017;178(3):50-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>

18. Demina E. I., Kincharov A. I. *Vzaimosvyazi khozyaystvenno-tsennyykh priznakov yarovoy pshenitsy na fone primeneniya sovremennykh udobreniy i stimulyatorov rosta*. [Interrelations of economic-valuable traits of spring wheat on the background of the application of modern fertilizers and growth stimulants]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnyykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2017;(11):69-74. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30725236>

19. Kovtun V. I., Kovtun L. N. *Ozernennost', massa zerna s kolosa i massa 1000 zeren v povyshenii urozhaynosti ozimoy pshenitsy*. [Correlation of grain content in an ear, grain mass of one ear and mass of 1000 grains with soft winter wheat yields increase]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015;(3(53)):27-29. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>

20. Pushkarev D. V., Chursin A. S., Kuz'min O. G., Krasnova Yu. S., Karakoz I. I., Shamanin V. P. *Korrelyatsiya urozhaynosti s elementami produktivnosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony Omskoy oblasti*. [Correlation of yield with elements of productivity of varieties of spring soft wheat in the conditions of the steppe zone of the Omsk region]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2018;(3(31)):26-35. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004>

21. Iftikhar R., Khalik I., Ijaz M., Rashid M. A. R. Association analysis of grain yield and its components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2012;12(3):389-392. URL: [https://www.idosi.org/aejacs/jacs12\(3\)12/17.pdf](https://www.idosi.org/aejacs/jacs12(3)12/17.pdf)

Сведения об авторе

Дёмина Ирина Фёдоровна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, обособленное подразделение Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мичурина, 1 «Б», р. п. Лунино, Пензенская обл., Российская Федерация, 442731, e-mail: info.pnz@fncl.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

Information about the author

Irina F. Demina, PhD in Agricultural science, senior researcher, the Laboratory of Selection Technologies, separate subdivision, Penza, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Michurin str., 1 «B», Lunino settlement, Penza region, Russian Federation, 442731, e-mail: info.pnz@fncl.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author