



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 4. С. 450–456

*Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 4, pp. 450–456

<https://ichbe.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-4-450-456>

Научная статья

УДК 581.1+633.11



## Структура элементов продуктивности твердой пшеницы сортов саратовской селекции

Э. Г. Хачатуров , В. В. Коробко

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Хачатуров Эдуард Гариевич, студент биологического факультета, [sitnikov.edick@yandex.ru](mailto:sitnikov.edick@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4391-8909>

Коробко Валерия Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, [v.v.korobko@mail.ru](mailto:v.v.korobko@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0444-8238>

**Аннотация.** Объектами исследования служили растения 14 сортов твердой пшеницы *Triticum durum* Desf., допущенные к использованию в разное время в период с 1975 по 2014 г. Проведен анализ элементов продуктивности колоса у растений твердой пшеницы сортов саратовской селекции в условиях 2020 г. Выявлены сортовые особенности развития колоса главного побега по ряду признаков: количеству колосков в колосе, количеству зерновок в колосе, массе зерновки, количеству неозерненных и озерненных колосков. Измерены высота растения и длина колоса. На основании полученных данных рассчитаны селекционные индексы: канадский индекс, мексиканский индекс, индекс линейной плотности колоса, морфогенетический индекс продуктивности. Выявлен сорт со сбалансированным типом морфогенетических систем по элементам продуктивности колоса – количеству колосков, количеству зерновок и их массе – Луч 25. Данный сорт характеризуется наиболее развитым среди изученных сортов эмбриональным побегом, а также максимальной длиной зародышевой корневой системы и высокой скоростью роста корневой системы проростка.

**Ключевые слова:** *Triticum durum* Desf., сорт, элементы структуры урожайности, продуктивность главного колоса, селекционные индексы продуктивности, морфогенетический индекс продуктивности

**Для цитирования:** Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Структура элементов продуктивности твердой пшеницы сортов саратовской селекции // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 4. С. 450–456. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-4-450-456>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

### The structure of productivity elements of durum wheat varieties of Saratov selection

E. G. Hachaturov , V. V. Korobko

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Eduard G. Hachaturov, [sitnikov.edick@yandex.ru](mailto:sitnikov.edick@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4391-8909>

Valeria V. Korobko, [v.v.korobko@mail.ru](mailto:v.v.korobko@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0444-8238>

**Abstract.** The objects of the study were plants of 14 varieties of durum wheat *Triticum durum* Desf., permitted for use at different times in the period from 1975 to 2014. An analysis of the elements of ear productivity in durum wheat plants of Saratov varieties under the conditions of 2020 was carried out. The varietal features of the development of the spike of the main shoot were revealed according to a number of characteristics: the number of spikelets in a spike, the number of grains in an ear, the weight of a grain, the number of ungrained and grained spikelets. The height of the plant and the length of the spike were measured. On the basis of the data obtained, the selection indices were calculated – the Canadian index, the Mexican index, the index of the linear density of the ear, the morphogenetic index of productivity. A cultivar with a balanced type of morphogenetic systems was revealed in terms of the elements of ear productivity – the number of spikelets, the number of caryopses and their weight – Luch 25. This cultivar is characterized by the most developed embryonic shoot among the studied cultivars, as well as the maximum length of the embryonic root system and a high growth rate root system of the seedling.

**Keywords:** *Triticum durum* Desf., variety, elements of the structure of productivity, productivity of the main spike, selection indices of productivity, morphogenetic index of productivity

**For citation:** Hachaturov E. G., Korobko V. V. The structure of productivity elements of durum wheat varieties of Saratov selection. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 4, pp. 450–456. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-4-450-456>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)



## Введение

Изучение элементов структуры урожайности любой возделываемой культуры позволяет установить закономерности ее формирования. Их анализ необходим для контроля состояния растений и возможности целенаправленного влияния на формирование определенных элементов структуры урожайности [1]. Установление вклада в урожайность отдельных элементов ее структуры имеет также практическое значение и при корректировке программ селективируемых культур [2].

Твердая пшеница является важнейшей сельскохозяйственной продовольственной культурой, для целенаправленного использования сортового многообразия которой необходимо иметь представление об особенностях формирования продуктивности в конкретных агроклиматических условиях [3]. Известно, что для любой агроклиматической зоны характерен определенный уровень выраженности элементов структуры урожайности пшеницы. Даже при наличии общих тенденций в формировании продуктивности пшеницы в том или ином регионе всегда будут иметься сортовые различия [4].

## Материалы и методы

Исследования проводились в 2020–2021 гг. на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Объекты изучения – четырнадцать сортов яровой твердой пшеницы *Triticum Durum* Desf. саратовской селекции, созданные сотрудниками лаборатории твердой пшеницы ФГБУ «ФАНЦ ЮГО-ВОСТОКА» (в скобках указан год, когда сорт был допущен к использованию): Саратовская 40 (1975), Саратовская 57 (1989), Саратовская 59 (1992), Саратовская золотистая (1993), Людмила (1995), Валентина (1998), Ник (2000), Елизаветинская (2002), Золотая волна (2003), Аннушка (2007), Луч 25 (2014), Крассар (2007), Лилек (2009), Николаша (2009). Последние три сорта созданы совместно с ГНУ Краснодарский НИИСХ им. П. П. Лукьяненко.

Обработка полей полностью соответствовала агротехническим требованиям, предъявляемым для возделывания яровой пшеницы.

Отбор проб проводили в конце вегетации ( $n = 30$ ). Учитывали следующие параметры: длину целого растения, длину главного побега и длину колоса главного побега, количество колосков в колосе, количество озерненных и неозерненных колосков, массу зерновки и 1000 зерновок. По данным параметрам рассчитывали селекционные

индексы. Мексиканский индекс ( $Mx$ ) определяли как отношение массы зерна с колоса (г) к высоте растения (см). Канадский индекс, характеризующий удельный урожай колоса ( $Ki$ ) – как число зерен в колосе (шт.) к длине колоса (см). Индекс линейной плотности колоса (ЛПК) рассчитывали как отношение массы зерна с колоса (г) к длине колоса (см) [5].

Морфогенетический индекс продуктивности (МИП) рассчитывали по формуле:

$$\text{МИП} = (n_1 \times k_1 + n_2 \times k_2 + \dots + n_6 \times k_6) / n_1 + n_2 + \dots + n_6,$$
где  $n$  – число растений соответствующего класса вариационного ряда элемента продуктивности побега,  $k$  – класс вариационного ряда [6].

На основании полученных данных МИП в соответствии с существующей методикой были построены вариационные кривые, отражающие формирование элементов продуктивности колоса каждого сорта в условиях 2020 г. Наиболее оптимальным для реализации потенциалов колоса на этапах формирования колосков, цветения и налива зерна является расположение полученных из анализа структуры урожая вариационных кривых элементов продуктивности колоса таким образом, чтобы их максимальные значения приходились на один, более высокий класс [7]. Анализ полученных вариационных кривых позволил выявить сорта со сбалансированным типом морфогенетических систем по элементам продуктивности колоса – числу колосков, числу зерновок и их массе.

Статистическую обработку результатов исследований проводили, по Б. А. Доспехову [8], в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.

## Результаты и их обсуждение

Одним из главных компонентов структуры урожайности пшеницы является продуктивность колоса. Для продуктивных сортов характерны большее число колосков, число зерновок в колосе и колоске, меньший процент неозерненных колосков, большая масса зерновки.

В условиях 2020 г. вегетации длина колоса составила от 8% (сорт Николаша) до 13% (сорт Саратовская 57) от высоты всего растения. Длина колоса растений сортов Лилек, Крассар и НИК соответствует или незначительно отличается от медианного значения данного параметра исследованных сортов (7,8 см). Длина колоса, превышающая значение медианы, выявлена у сортов Саратовская 40, Саратовская 57, Золотая волна, Саратовская золотистая, Валентина, Елизаветинская.

Количество колосков в колосе у растений исследованных сортов твердой пшеницы саратовской селекции в условиях вегетации 2020 г.



составило от 17,7 (Елизаветинская) до 26 шт. (Саратовская 57). Медианному значению (21,0 шт.) соответствует данный показатель у сор-

тов Лилек, Крассар, Николаша, НИК и Луч 25. В табл. 1 представлены данные по количеству озерненных и неозерненных колосков в колосе.

Таблица 1 / Table 1

Элементы продуктивности *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции  
Elements of productivity *Triticum durum* Desf. varieties of Saratov selection

Сорт / The wheat variety	Количество колосков, шт. / The quantity of spikelets, pcs.	Количество зерновок, шт. / The quantity of grains, pcs.	Масса зерновки, мг / The weight of grain, mg	Длина побега, см / The length of the shoot, cm	Длина колоса, см / The length of ear, cm
Саратовская 40 / Saratovskaya 40	22,20±1,13	36,30±5,07	45,94±4,73	68,17±3,23	8,15±0,30
Саратовская 57 / Saratovskaya 57	26,00±1,83	34,50±4,29	59,60±11,55	61,82±0,89	8,93±0,13
Саратовская 59 / Saratovskaya 59	20,20±1,98	38,40±5,11	45,22±3,44	62,85±3,04	7,54±1,15
Саратовская золотистая / Saratovskaya zolotistaya	23,05±1,74	36,80±3,44	57,23±4,30	76,57±2,74	8,28±0,45
Людмила / Lyudmila	23,20±1,68	39,05±4,70	57,16±5,40	80,04±4,09	7,31±0,47
Валентина / Valentina	18,45±1,28	38,65±4,55	54,47±9,52	75,02±1,51	8,33±0,13
Ник / Nik	21,00±2,18	37,45±5,61	45,88±6,79	71,52±5,74	7,90±0,37
Елизаветинская / Yelizavetinskaya	17,75±1,98	40,90±5,03	43,60±6,02	82,80±3,69	8,81±0,36
Золотая волна / Zolotaya volna	22,40±1,51	35,75±5,30	66,22±9,78	80,23±3,24	8,22±0,46
Аннушка / Annushka	19,35±0,92	47,85±5,83	40,21±5,34	78,07±4,04	7,43±0,37
Крассар / Krassar	21,10±2,06	42,90±5,78	69,86±3,85	68,32±3,47	7,68±0,44
Лилек / Lilyok	21,05±1,40	39,95±5,11	55,36±4,75	70,14±1,57	7,58±0,17
Николаша / Nikolasha	20,55±1,16	37,25±4,43	57,79±2,88	71,77±1,09	6,95±0,12
Луч 25 / Luch 25	20,55±1,92	40,65±7,21	43,46±4,29	76,49±3,45	7,47±0,45
CV, %	9,94	8,69	15,14	12,22	7,32

Примечание. CV, % – коэффициент вариации.

Note. CV, % – variation coefficient.

Статистический анализ полученных данных показал, что степень варьирования количества неозерненных колосков среди сортов саратовской селекции является значительной (коэффициент варьирования 50%).

При проведении структурного анализа продуктивности сортов твердой пшеницы саратовской селекции установлено, что максимальным количеством зерновок в колосе в условиях вегетации 2020 г. характеризуются растения сорта Аннушка (47,85 шт.); минимальным – растения сорта Саратовская 57 (34,5 шт.). Характерно, что по количеству колосков сорт Саратовская 57, наоборот, превосходит другие сорта. Значение медианы составило 38,5; данному значению соответствуют показатель следующих сортов: Николаша, Людмила, Валентина, НИК, Саратовская 59.

Совершенно иная тенденция в развитии колоса отмечена в отношении массы зерновки.

Масса зерновки составляла среди сортов саратовской селекции от 40,21±5,34 (Аннушка) до 69,86±3,85 (Крассар) мг. Медианный показатель составил 53 мг, что характерно для растений сортов Лилек и Валентина.

Коэффициент варьирования является незначительным по трем показателям и составляет 9,9% – по количеству всех колосков, 9,4% – по количеству озерненных колосков и 8,7% – по количеству зерновок в колосе. По показателям массы зерновки и массы 1000 зерновок степень варьирования является средней, составляя 16,0%.

При идентичных условиях выращивания биомасса растений имеет различные значения, что в первую очередь определяется признаком высоты растений. Высота растений пшеницы исследованных сортов варьировала от 70,39±3,15 (Саратовская 59) до 91,61±3,69 см (Елизаветинская).



Увеличение биомассы растений ведёт к накоплению пластических веществ в большем количестве, но зерновая продуктивность у каждого генотипа будет отличаться в связи с различием интенсивности процессов, связанных с перераспределением и утилизацией продуктов фотосинтеза [9, 10]. Косвенно в этом аспекте можно оценить растения, применив мексиканский ин-

декс ( $Mx$ ), который учитывает продуктивность колоса во взаимосвязи с высотой растения. В таблице представлены значения  $Mx$  у исследованных сортов твердой пшеницы. Максимальное значение  $Mx$  отмечено у растений сорта Крассар и Аннушка – 16,45 и 12,64 г/см, наименьшими характеризуются растения сортов Саратовская 57 и Саратовская 40 – 7,30 и 7,52 г/см (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Характеристика сортов *Triticum durum* Desf. по селекционным индексам**  
**Characteristics of *Triticum durum* Desf varieties. by selection indices**

Сорт / The wheat variety	$Ki$ , шт./см / pcs/cm	$Mx$ , г/см / g/cm	ЛПК, г/см/ LDE, g/cm
Саратовская 40 / Saratovskaya 40	0,80	7,52	4,45
Саратовская 57 / Saratovskaya 57	0,92	7,30	3,86
Саратовская 59 / Saratovskaya 59	0,96	8,93	5,10
Саратовская золотистая / Saratovskaya zolotistaya	0,91	9,28	4,44
Людмила / Lyudmila	0,98	11,74	5,34
Валентина / Valentina	0,94	9,44	4,64
Ник / Nik	0,78	7,86	4,74
Елизаветинская / Yelizavetinskaya	0,81	8,47	4,64
Золотая волна / Zolotaya volna	0,88	9,50	4,35
Аннушка / Annushka	1,10	12,64	6,44
Крассар / Krassar	1,66	16,45	5,59
Лилек / Lilyok	1,10	11,26	5,27
Николаша / Nikolasha	1,02	11,54	5,36
Луч 25 / Luch 25	0,87	9,83	5,44

Примечание.  $Mx$  – мексиканский индекс,  $Ki$  – канадский индекс, ЛПК – индекс линейной плотности колоса.  
 Note.  $Mx$  – mexican index,  $Ki$  – canadian index, LDE – the index of the linear density of the ear.

Важнейший элемент продуктивности, определяющий урожайность конкретного растения в биоценозе – масса зерна с колоса, формируется с течение всего вегетационного периода и складывается из числа зерен и массы каждой зерновки. Поэтому индекс линейной плотности представляет важную информацию по взаимосвязи «генотип и среда» [11]. По данному индексу выделены сорта с максимальными показателями – это Аннушка и Крассар (значение ЛПК составило 6,44 и 5,59 г/см соответственно).

На основании полученных данных был рассчитан удельный урожай колоса (канадский индекс) и выделены сорта с наиболее высоким его значением в 2020 г.: Аннушка и Лилек – 1,10 шт./см (см. табл. 2). Следует отметить, что распределение влаги в период заложения меристематических бугорков, определяющих количество зёрен и колосков, может быть равномерным по всей делянке только при выровненном рельефе, чего в полевых условиях достичь сложно, в связи

с этим на основании исключительно канадского индекса невозможно корректно оценить сорт [10].

В настоящее время одним из наиболее информативных селекционных критериев потенциала сорта и, соответственно, его урожайности является морфогенетический индекс продуктивности (МИП) для каждого из элементов продуктивности колоса – числа колосков и зерновок, их массы. О существенной информативности данного показателя свидетельствует высокий коэффициент корреляции ( $k = 0,98$ ) между МИП и урожайностью сорта [6].

Как показали исследования (табл. 3), морфогенетический индекс по числу колосков в колосе варьировал от 2,95 (Золотая волна) до 4,25 (Ник). МИП по числу зерновок в колосе исследованных сортов составил 3,15 (Золотая волна, Елизаветинская, Луч 25) – 4,45 (Николаша). Морфогенетический индекс по массе зерновки варьировал от 3,15 (Елизаветинская) до 4,3 (Николаша). Значение МИП по длине побега составило от



Таблица 3 / Table 3

**Морфогенетический индекс продуктивности сортов *Triticum durum* Desf.  
Morphogenetic index of productivity of *Triticum durum* Desf. varieties**

Сорт / The wheat variety	Морфогенетический индекс продуктивности / Morphogenetic index of productivity				
	по числу колосков / by the number of spikelets	по числу зерновок / by the number of grains	по массе зерновки / by weight of the grain	по длине побега / by the length of the shoot	по длине колоса / by the length of the ear
Саратовская 40 / Saratovskaya 40	3,50	3,85	4,15	3,57	2,87
Саратовская 57 / Saratovskaya 57	3,15	3,65	2,85	3,07	3,44
Саратовская 59 / Saratovskaya 59	4,20	3,40	4,75	3,80	4,37
Саратовская золотистая / Saratovskaya zolotistaya	3,75	3,50	3,3	2,90	3,64
Людмила / Lyudmila	3,75	3,75	4,05	3,67	3,40
Валентина / Valentina	3,35	3,55	2,7	2,70	3,37
Ник / Nik	4,25	3,35	2,25	3,64	3,24
Елизаветинская / Yelizavetinskaya	3,40	3,15	2,6	3,60	3,27
Золотая Волна / Zolotaya volna	2,95	3,15	2,8	3,77	3,04
Аннушка / Annushka	3,20	4,00	4,45	4,77	3,57
Крассар / Krassar	4,10	3,50	3,4	3,20	4,10
Лилек / Lilyok	3,75	3,65	4,1	3,54	3,54
Николаша / Nikolasha	3,40	4,45	2,7	4,17	3,70
Луч 25 / Luch 25	3,95	3,15	4	3,47	3,47

2,7 (Валентина) до 4,77 (Аннушка). Морфогенетический индекс по длине колоса варьировал от 2,87 (Саратовская 40) до 4,37 (Саратовская 59).

Морфогенетический анализ растений в период полной спелости зерна позволяет судить по степени развития отдельных элементов продуктивности о характере и условиях процессов роста и органогенеза в конкретных условиях. Созревшее растение с элементами его конструкции представляет собой морфологически фиксированную диаграмму, содержащую всю сумму информации о характере и условиях процессов роста и развития, протекавших на всех этапах органогенеза [12].

Сбалансированность морфогенетических процессов между элементами продуктивности колоса является одним из критериев урожайности того или иного сорта.

На основании полученных данных были построены вариационные кривые, отражающие формирование элементов продуктивности колоса каждого сорта в условиях 2020 г. Анализ полученных данных показал, что в условиях 2020 г. только сорт Луч 25 можно отнести к сортам со сбалансированным типом морфогенетических

систем по элементам продуктивности колоса – числу колосков, числу зерновок и их массе.

В ранее проведенных нами исследованиях [13–15] установлено, что проростки сорта Луч 25 характеризуются наиболее развитым среди изученных сортов эмбриональным побегом, наибольшей длиной и высокой скоростью роста корневой системы. Установлено, что сорт Луч 25 отличается от других изученных сортов по изменению корнеобеспеченности проростка: к 12-му дню вегетации корнеобеспеченность проростков всех сортов снижается, тогда как для проростков сорта Луч 25 характерно увеличение данного показателя в период с 5-го по 12-й день вегетации на 9%.

### Заключение

Наиболее полная реализация потенциала продуктивности сортов в определенных условиях культивирования является, по мнению многих исследователей [2, 6, 7], основным резервом повышения урожайности.

Выявлены особенности в развитии элементов продуктивности колоса у растений твердой пшеницы сортов саратовской селекции в условиях



2020 г.: количество колосков в колосе варьирует от 17,7 (Елизаветинская) до 26 (Саратовская 57) шт.; количество зерновок в колосе – от 34,5 (Саратовская 57) до 47,85 (Аннушка) шт.; масса зерновки – от 1,65 (НИК) до 2,94 (Крассар) мг; количество неозерненных колосков – от 1,1 (Луч 25, Саратовская 59) до 4 (Николаша) шт.; количество озерненных колосков составляет от 16,5 (Николаша) до 22,3 (Саратовская 57) шт.

Морфогенетический индекс продуктивности в условиях 2020 г. составил: по числу колосков в колосе – от 2,95 до 4,25; по числу зерновок в колосе – от 3,15 до 4,45; по массе зерновки – 2,25–4,75; по длине колоса – от 2,87 до 4,37.

В условиях 2020 г. к сортам со сбалансированным типом морфогенетических систем по элементам продуктивности колоса – числу колосков, числу зерновок и их массе можно отнести только один сорт – Луч 25, проростки которого характеризуются наиболее развитым среди изученных сортов эмбриональным побегом, высокой скоростью роста и длиной корневой системы.

Данные, полученные в результате проведенного исследования, могут быть использованы для целенаправленного применения сортового многообразия твердой пшеницы на территории Юго-Востока европейской части России и более полного выявления адаптивного потенциала сортов саратовской селекции.

### Список литературы

1. Дружкин А. Ф., Попов Н. Г., Полянский М. В. Продуктивность проса в зависимости от применения гербицидов, удобрений и ростостимулирующих веществ в Саратовском Правобережье // Аграрный научный журнал. 2018. № 12. С. 21–24.
2. Шаманин В. П., Петуховский С. Л., Краснова Ю. С. Кластерный анализ сортов мягкой яровой пшеницы по элементам структуры урожая в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Красноярского ГАУ. 2016. № 4. С. 147–152.
3. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов : НИИСХ Юго-Востока, 2001. 119 с.
4. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Грошева Т. Д. Густота продуктивного стеблестоя озимой мягкой пшеницы и составляющие ее элементы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3 (43). С. 64–71.
5. Драгавцев В. А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и теория селекционных индексов // Экологическая генетика культурных растений: сб. докладов на Школе молодых ученых по экологической генетике. Краснодар : ВНИИ риса, 2012. С. 31–50.
6. Степанов С. А., Сигнаевский В. Д., Касаткин М. Ю., Ивлева М. В. Формирование элементов продуктивности колоса яровой мягкой пшеницы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 65–70.
7. Морозова З. А. Основные закономерности морфогенеза пшеницы и их значение для селекции. М. : Изд-во МГУ, 1986. 164 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.
9. Михайленко И. М., Драгавцев В. А. Основные принципы моделирования систем взаимодействия генотип–среда // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 3. С. 26–35.
10. Плиско Л. Г., Пакуль В. Н. Оценка селекционных линий яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12-3 (66). С. 127–130.
11. Комаров Н. М. Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «Генотип–среда» // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 39–41.
12. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений. М. : Наука, 2002. 293 с.
13. Хачатуров Э. Г., Коробко В. В., Степанов С. А. Сортовые особенности развития зародыша зерновки *Triticum durum* Desf. // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: сб. науч. ст. Саратов : Амирит, 2020. Вып. 22. С. 7–11.
14. Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Некоторые особенности роста и развития проростков *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции // Вавиловские чтения – 2020 : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию открытия закона гомологических рядов и 133-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов : Амирит, 2020. С. 263–266.
15. Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Особенности роста зародышевой корневой системы *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20, вып. 4. С. 433–437. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-433-437>

### Reference

1. Druzhkin A. F., Popov N. G., Polyansky M. V. Productivity of millet depending on the use of herbicides, fertilizers and growth-stimulating substances in the Saratov Right Bank. *Agrarian Scientific Journal*, 2018, no. 12, pp. 21–24 (in Russian).
2. Shamanin V. P., Petukhovskiy S. L., Krasnova Yu. S. Cluster analysis of soft spring wheat varieties by the elements of the yield structure in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Bulletin of Krasnoyarsk GAU*, 2016, no. 4, pp. 147–152 (in Russian).
3. Vasilchuk N. S. *Seleksiya yarovoy tverdoy pshenitsy* [Breeding of Spring Durum Wheat]. Saratov, NIISKH Yugo-Vostoka Publ., 2001. 119 p. (in Russian).



4. Zakharova N. N., Zakharov N. G., Grosheva T. D. Density of productive stalk of soft winter wheat and its constituent elements in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2018, no. 3 (43), pp. 64–71 (in Russian).
5. Dragavcev V. A. Ekologo-genetichesky organization of quantitative signs of plants and theory of selection. In: *Ecological genetics of cultural plants: coll. of reports on School of young scientists on ecological genetics*. Krasnodar, All-Russian Research Institute of rice, 2012, pp. 31–50 (in Russian).
6. Stepanov S. A., Signaevsky V. D., Kasatkin M. Yu., Ivleva M. V. Formation of productivity elements of an ear of spring soft wheat. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2013, vol. 13, iss. 1, pp. 65–70 (in Russian).
7. Morozova Z. A. *Osnovnyye zakonomernosti morfogeneza pshenitsy i ikh znachenije dlya seleksii* [Main Patterns of Wheat Morphogenesis and Their Importance for Breeding]. Moscow, Moscow University Press, 1986. 164 p. (in Russian).
8. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Field Experiment Technique]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 352 p. (in Russian).
9. Mikhaylenko I. M., Dragavcev V. A. Basic principles of modeling of systems of interaction genotype – environment. *Agricultural Biology*, 2010, no. 3, pp. 26–35 (in Russian).
10. Plisko L. G., Pakul V. N. Assessment of breeding lines of spring soft wheat by breeding indices. *International Scientific Research Journal*, 2017, no. 12-3 (66), pp. 127–130 (in Russian).
11. Komarov N. M. Some aspects of the problem of interaction “Genotype–environment”. *Achievements of Science and Technology of the Agro-industrial Complex*, 2012, no. 7, pp. 39–41 (in Russian).
12. Tarchevsky I. A. *Signal'nyye sistemy kletok rasteniy* [Plant Cell Signaling Systems]. Moscow, Nauka Publ., 2002. 293 p. (in Russian).
13. Hachaturov E. G., Korobko V. V., Stepanov S. A. Varietal features of the development of the embryo of the weevil *Triticum durum* Desf. *Questions of Biology, Ecology, Chemistry and Teaching Methods: coll. of sci. art.* Saratov, Amirit Publ., 2020, iss. 22, pp. 7–11 (in Russian).
14. Hachaturov E. G., Korobko V. V. Some features of growth and development of seedlings of *Triticum durum* Desf. varieties of Saratov selection. *Vavilov Readings – 2020: coll. of articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the discovery of the law of homological series and the 133rd anniversary of the birth of Academician N. I. Vavilov*. Saratov, Amirit Publ., 2020, pp. 263–266 (in Russian).
15. Hachaturov E. G., Korobko V. V. The Features of Growth of the Primary Root System of *Triticum durum* Desf. Varieties of the Saratov Breeding. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2020, vol. 20, iss. 4, pp. 433–437 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-433-437>

Поступила в редакцию 25.06.21, после рецензирования 01.07.21, принята к публикации 06.07.21  
Received 25.06.21, revised 01.07.21, accepted 06.07.21