

## ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

**В.И. БЛОХИН**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-5604-0154,

E-mail: bvikazan@bk.ru

**И.Ю. НИКИФОРОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук,

ORCID: 0000-0003-4313-2401, E-mail: irina220169@mail.ru.

**И.С. ГАНИЕВА** кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-9925-0178,

E-mail: irinaganieva1984@mail.ru.

**М.А. ЛАНОЧКИНА**, научный сотрудник, ORCID: 0000-0001-5609-5529,

E-mail: lmar2701@mail.ru.

**Ю.В. МАЛАФЕЕВА**, научный сотрудник ORCID: 0000-0001-7461-381X,

E-mail: malxp@mail.ru

**Д.С. ДЮРБИН**, младший научный сотрудник E-mail: 19dyurbik83@mail.ru.

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН, г. КАЗАНЬ

*Установление сопряженности уровня продуктивности зерна ярового ячменя с элементами структуры урожая в различных по уровню влаго- и теплообеспеченности условиях вегетации и выявление превалирующих влияний факторов дисперсии («условия года», «генотип», «взаимодействие») на изменчивость продуктивности зерна и элементов структуры проводили в полевых исследованиях Предкамской зоны республики Татарстан в 2019-2022 гг. Объект исследования – 9 двурядных пленчатых сортов ярового ячменя. Корреляционным анализом экспериментальных данных выявлена достоверная положительная связь продуктивности зерна с продуктивным стеблестоем ( $r=0,85$ ); массой 1000 зерен ( $r=0,70$ ); весом зерна с колоса ( $r=0,65$ ); коэффициентом продуктивной кустистости ( $r=0,50$ ); количеством сохранившихся растений к уборке ( $r=0,43$ ). Результаты анализа путевых коэффициентов свидетельствовали о высоком положительном прямом вкладе (0,73) признака «продуктивный стеблестой»; среднем положительном прямом вкладе (0,38) признака «масса 1000 зерен» и (0,20) признака «вес зерна с колоса» в формировании продуктивности зерна. А достоверные коэффициенты корреляции продуктивности зерна с количеством растений к уборке ( $r=0,43$ ) и коэффициентом продуктивной кустистости ( $r=0,50$ ) обусловлены высокими косвенными эффектами продуктивного стеблестоя и массы 1000 зерен. Методом двухфакторного дисперсионного анализа установлен превалирующий вклад «условия года» в общую дисперсию признаков: «фактическая продуктивность зерна» 91,5%, «количество растений к уборке на 1 м<sup>2</sup>» 89,7%, «продуктивный стеблестой» 82,6%, «масса 1000 зерен» 82,2%, «вес зерна с колоса» 77,2% и «коэффициент продуктивной кустистости» 74,8%. Основной вклад в общую дисперсию признака «количество зерен в колосе» вносил фактор «генотип», на долю которого приходилось 84,1%.*

**Ключевые слова:** яровой ячмень, элементы структуры, продуктивность, доля влияния, путевые коэффициенты.

**Для цитирования:** Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В., Дюрбин Д.С. Элементы структуры урожая и продуктивность зерна сортов ярового ячменя. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 4(48):123-130. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-123-130

## ELEMENTS OF YIELD STRUCTURE AND GRAIN PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY VARIETIES

V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, I.S. Ganieva, M.A. Lanochkina, Yu.V. Malafeeva, D.S. Durbin

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - SSU FRC «KazSC RAS», KAZAN

**Abstract:** *Determination of conjugation of spring barley grain productivity level with yield structure elements under different moisture- and heat-supply conditions of vegetation and identification of prevailing influences of dispersion factors ("year conditions", "genotype", "interaction") on variability of grain productivity and structure elements was conducted in field studies of Predkamskiy zone of the Republic of Tatarstan in 2019-2022. The object of the study was 9 double-row filmy varieties of spring barley. Correlation analysis of experimental data revealed a reliable positive relationship of grain productivity with productive stem ( $r=0.85$ ); weight of 1000 grains ( $r=0.70$ ); weight of grain per ear ( $r=0.65$ ); productive bushiness coefficient ( $r=0.50$ ); number of surviving plants to harvest ( $r=0.43$ ). The results of analysis of path coefficients testified to high positive direct contribution (0,73) of "productive stem" trait; average positive direct contribution (0,38) of "1000 grains weight" trait and (0,20) of "grain weight per ear" trait in formation of grain productivity. Reliable correlation coefficients of grain productivity with the number of plants to harvest ( $r=0.43$ ) and productive bushiness coefficient ( $r=0.50$ ) were caused by high indirect effects of productive stem and 1000 grains weight. The method of two-factor analysis of variance revealed the dominant contribution of "year conditions" to the total variance of the following traits: "the actual productivity of the grain" 91,5%, "the number of plants at the harvest on 1 m<sup>2</sup>" 89,7%, "productive stem" 82,6%, "mass of 1000 grains" 82,2%, "weight of grains per ear" 77,2% and "productive bushiness" 74,8%. The main contribution to the total variance of the trait "number of grains in the ear" was the factor "genotype", which accounted for 84.1%.*

**Keywords:** spring barley, structure elements, productivity, share of influence, path coefficients.

**Введение.** В XXI столетии доля сорта в формировании величины и качества урожая возрастет с 20-40 до 70% и более (А.А. Жученко, 2000). Между тем, вариабельность продуктивности зерна ярового ячменя в зависимости от спектра изучаемых генотипов и гидротермических условий периода вегетации той или иной зоны возделывания на 65,0-90,5% обусловлена «капризами» погоды [1,2]. Вариабельность абиотических факторов среды в «критические» периоды формирования основных элементов продуктивности предопределяет величину урожайности зерна [3,4]. Изучение сопряженности уровня продуктивности зерна с элементами структуры урожая в различных по уровню влаго- и теплообеспеченности условиях вегетации позволяет установить точные и надежные критерии для отбора широко адаптированных и высоко продуктивных форм [5, 6].

**Цель исследования** – установить зависимость продуктивности зерна сортов ярового ячменя от элементов структуры; охарактеризовать структуру урожая в различных по влаго- и теплообеспеченности условиях вегетации; выявить превалирующее влияние факторов дисперсии («условия года», «генотип», «взаимодействие») на изменчивость продуктивности зерна и элементов структуры.

### Методика исследований

Работа проведена в 2019-2022 гг. в полевых условиях Предкамской зоны на опытных полях Татарского НИИСХ. Объект исследования – 9 сортов ярового ячменя конкурсного испытания. Из них 3 сорта раннеспелые (Камашевский, Орлан, Поволжский 22); 3 сорта среднеспелые (Раушан, Белгородский 100, Нур); 3 сорта позднеспелые (Памяти Чепелева, Фандага, Эндан). Посев проводили в оптимальные сроки (III декада апреля и I декада мая) с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га, в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянок 10 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая, характеризующаяся агрохимическими показателями (средние за годы

исследований): гумус – 3,44% (ГОСТ 26213-91); азот щёлочно-гидролизующий – 89,5 мг/кг (А.Х. Корнфилду); подвижный фосфор – 269 мг/кг и калий – 158 мг/кг (метод Кирсанова модификации ЦИНАО; ГОСТ 26207-91); гидролитическая кислотность – 4,8 ммоль/100 г (метод Каппена модификации ЦИНАО, ГОСТ 26212-91);  $pH_{\text{сол}}$  – 5,9. Отмечали основные фенологические фазы развития растений ярового ячменя: «всходы», «кущение», «выход в трубку», «колошение», «полная спелость».

Гидротермические данные для характеристики межфазных периодов, были предоставлены метеостанцией Татарского НИИСХ. Гидротермический коэффициент (ГТК) определяли по Г.Т. Селянинов (1937). Учетные площадки  $S=0,25 \text{ м}^2$  для изучения элементов структуры каждого сорта убирали вручную при наступлении фазы полной спелости зерна, определяли количество растений к уборке, количество колосьев и на основе этих данных вычисляли коэффициент продуктивной кустистости. Количество зерен с колоса подсчитывали путем деления количества зерен с растения на коэффициент продуктивной кустистости. Анализировали 10 растений в 2-х кратной повторности. Массу 1000 зерен подсчитывали по ГОСТ 10842-89. Абиотические условия среды в годы проведения исследований характеризовались значительной вариабельностью. По классификации типов увлажнения межфазных периодов вегетации по шкале, разработанной для условий Татарстана (О.Л. Шайтанов, М.Ш. Тагиров, 2018), 2019 г. характеризовался как влажный (ГТК=1,52), 2020 г. – засушливый (ГТК=0,89), 2021 г. – экстремально-засушливый (ГТК=0,21), 2022 г. – сильно-засушливый (ГТК=0,60). Парные коэффициенты корреляций ( $r$ ) определяли между 7 количественными признаками 9 сортов за 4 года. Путевой анализ проводили по А.Н. Седловскому с соавторами (1982). Для вычислений прямых путевых коэффициентов, составили систему из 6 линейных уравнений и с помощью метода Крамера находили решения для этой системы. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Г.Ф. Лакину (1973).

#### Результаты исследований и их обсуждение

Нами установлена достоверная положительная зависимость продуктивности зерна от: количества сохранившихся растений к уборке ( $r=0,43$ ); коэффициента продуктивной кустистости ( $r=0,50$ ); продуктивного стеблестоя ( $r=0,85$ ); массы 1000 зерен ( $r=0,70$ ); веса зерна с колоса ( $r=0,65$ ), (табл. 1). Судя по величине коэффициента детерминации ( $r^2$ ), наиболее тесно продуктивность зерна сортов связана с продуктивным стеблестоем и массой 1000 зерен. Так 72,3% ( $0,85^2$ ) колебаний в продуктивности вызываются колебаниями продуктивного стеблестоя и 49,0% ( $0,70^2$ ) колебаний в продуктивности вызываются колебаниями массы 1000 зерен.

Таблица 1

#### Парные коэффициенты корреляции ( $r$ ) количественных признаков сортов ярового ячменя, 2019-2022 гг.

Признак	Единица измерения	1	2	3	4	5	6	7
1. Продуктивность зерна	т/га	-						
2. Количество растений к уборке	1 м <sup>2</sup>	0,43'	-					
3. Коэффициент продуктивной кустистости	-	0,50"	-0,43'	-				
4. Продуктивный стеблестой	шт./ м <sup>2</sup>	<b>0,85"</b>	0,69"	0,33	-			
5. Количество зерен в колосе	шт.	-0,02	0,00	-0,25	-0,22	-		
6. Масса 1000 зерен	г	<b>0,70"</b>	-0,25	0,72	0,30	-0,07	-	
7. Вес зерна с колоса	г	0,65"	-0,24	0,58"	0,19	0,31	0,92"	-

Примечание: здесь и далее символ «'» – коэффициент корреляции существенен при уровне значимости 5%; символ «"» – коэффициент корреляции существенен при уровне значимости 1%

В условиях Предкамской зоны за исследуемый период нами не установлена прямолинейная связь продуктивности зерна с количеством зерен в колосе ( $r=-0,02$ ).

Основные компоненты структуры урожая образуют сложную соподчиненную структуру, поэтому для детального изучения влияния того или иного элемента на продуктивность зерна мы применили метод путевых коэффициентов, позволяющий вычлнить прямой вклад одного элемента и косвенные вклады других, (табл. 2 и 3).

Таблица 2

**Система линейных уравнений, соответствующих элементу структуры урожая**

Признак	Единица измерения	Система линейных уравнений	Прямой вклад
1. Количество растений к уборке	1 м <sup>2</sup>	$P_1-0,43P_2+0,69P_3+0,00P_4-0,25P_5-0,24P_6=0,43$	0,03
2. Коэффициент продуктивной кустистости	-	$-0,43P_1+P_2+0,33P_3-0,25P_4+0,72P_5+0,58P_6=0,50$	-0,09
3. Продуктивный стеблестой	шт./м <sup>2</sup>	$0,69P_1+0,33P_2+P_3-0,22P_4+0,30P_5+0,19P_6=0,85$	<b>0,73</b>
4. Количество зерен в колосе	шт.	$0,00P_1-0,25P_2-0,22P_3+P_4-0,07P_5+0,31P_6=-0,02$	0,07
5. Масса 1000 зерен	г	$-0,25P_1+0,72P_2+0,30P_3-0,07P_4+P_5+0,92P_6=0,70$	<b>0,38</b>
6. Вес зерна с колоса	г	$-0,24P_1+0,58P_2+0,19P_3+0,31P_4+0,92P_5+P_6=0,67$	<b>0,20</b>

Таблица 3

**Прямые и косвенные вклады элементов структуры в формирование продуктивности зерна, 2019-2022 гг.**

Признак	1	2	3	4	5	6	r
1.Количество растений к уборке на 1 м <sup>2</sup>	0,03*	0,04	0,50	0,00	-0,09	0,05	0,43'
2. Коэффициент продуктивной кустистости	-0,01	-0,09*	0,24	-0,01	0,27	0,11	0,50''
3. Продуктивный стеблестой, шт./м <sup>2</sup>	0,02	-0,03	0,73*	-0,01	0,11	0,03	0,85''
4. Количество зерен в колосе	0,00	0,02	-0,15	0,07*	-0,03	0,06	-0,02
5. Масса 1000 зерен, г	-0,01	-0,06	0,22	-0,01	0,38*	0,18	0,70''
6. Вес зерна с колоса, г	-0,00	-0,05	0,13	0,02	0,35	0,20*	0,65''
Остаточное (неучтенные факторы) $P_0 = 0,17$							

*Примечание: символом «\*» выделены путевые коэффициенты, характеризующие прямые эффекты; подчеркнуты путевые коэффициенты, характеризующиеся высокими косвенными вкладами; r – коэффициент корреляции зависимости урожайности зерна от элементов структуры*

Результаты анализа путевых коэффициентов свидетельствовали:

- о низком прямом (0,03) и низких косвенных вкладах признака «количество растений к уборке на 1 м<sup>2</sup>» в продуктивность зерна;
- о низком прямом (-0,09) и низких косвенных вкладах признака «коэффициент продуктивной кустистости» в продуктивность зерна;
- о низком прямом (0,07) и низких косвенных вкладах признака «количество зерен в колосе» в продуктивность зерна;

– о высоком положительном прямом вкладе (0,73) признака «продуктивный стеблестой» в продуктивность зерна. Его косвенный вклад был положительным в связях продуктивности зерна с количеством растений к уборке (0,50), продуктивной кустистостью (0,24), массой 1000 зерен (0,22);

– о среднем положительном прямом вкладе (0,38) признака «масса 1000 зерен» в продуктивность зерна. Его косвенный вклад был положительным в связях продуктивности зерна с коэффициентом продуктивной кустистости (0,27), весом зерна с колоса (0,35);

– о среднем положительном прямом вкладе (0,20) признака «веса зерна с колоса» в продуктивность зерна. Его косвенный вклад был положительным в связях продуктивности зерна с массой 1000 зерен (0,18);

– о том, что достоверные коэффициенты корреляции продуктивности зерна с количеством растений к уборке ( $r=0,43$ ) и продуктивной кустистостью ( $r=0,50$ ) обусловлены высокими косвенными эффектами продуктивного стеблестоя и массы 1000 зерен.

Методом путевых коэффициентов в условиях Предкамской зоны за период 2019-2022 гг. выявлено, что признаки «продуктивный стеблестой», «масса 1000 зерен» и «вес зерна с колоса» характеризовались высокими и средними положительными прямыми и косвенными вкладами в продуктивность зерна сортов ячменя.

Гидротермические условия периода «всходы-колошение» определяют густоту продуктивного стеблестоя и количество зерен в колосе, а периода «колошение-полная спелость» – массу 1000 зерен [7].

Структура урожая 2019 г. (табл. 4) характеризовалась достоверно высокими средними сортовыми значениями продуктивного стеблестоя, массы 1000 зерен и веса зерна с колоса (641,78 шт./м<sup>2</sup>; 52,4 г; 0,74 г, соответственно). Обусловлено это влажными условиями периода «всходы-кущение» (ГТК=1,41) и слабо засушливыми условиями периода «кущение-выход в трубку» (ГТК=1,03) и избыточно влажными условиями периода «колошение-полная спелость» (ГТК=2,27). Как итог – средняя сортовая фактическая продуктивность зерна составила 4,41 т/га.

Структура урожая 2020 г. характеризовалась достоверно высокими средними сортовыми значениями продуктивного стеблестоя и достоверно низкими значениями массы 1000 зерен и веса зерна с колоса (651,14 шт./м<sup>2</sup>; 39,7 г; 0,55 г, соответственно). Обусловлено это избыточно влажными условиями периодов «всходы-кущение» (ГТК=2,34) и «кущение-выход в трубку» (ГТК=1,99) и сухими условиями периода «колошение-полная спелость» (ГТК=0,57). Как итог – средняя сортовая фактическая продуктивность зерна составила 3,39 т/га или 76,8% к уровню фактической продуктивности 2019 года.

В 2021 г. в условиях экстремальной засухи (ГТК≤0,3) межфазных периодов имела место значительная депрессия всех компонентов структуры урожая: коэффициент продуктивной кустистости (0,98); продуктивный стеблестой (314,46 шт./м<sup>2</sup>); масса 1000 зерен (33,1 г), веса зерна с колоса (0,46 г). Как итог – средняя сортовая фактическая продуктивность зерна составила 1,25 т/га или 28,3% к уровню фактической продуктивности 2019 года.

Структура урожая 2022 г. характеризовалась достоверно высокими значениями коэффициента продуктивной кустистости, массы 1000 зерен и веса зерна с растения (2,04; 49,9 г; 0,70 г, соответственно). Высокий коэффициент продуктивной кустистости был обусловлен изреженными всходами и избыточно влажными условиями периода «посев-всходы» (ГТК=4,68). Как итог – средняя сортовая фактическая продуктивность зерна составила 2,75 т/га или 62,3% к уровню фактической продуктивности 2019 года.

Таблица 4

**Средне сортовые значения продуктивности зерна и элементов структуры,  
2019-2022 гг.**

Год	ЧРпУ, м <sup>2</sup>	ПК	ПСт, шт./м <sup>2</sup>	ЧЗвК	МТЗ, г	МЗсК, г	ФПЗ, т/га	БПЗ, т/га
2019	401,11	1,60	641,78**	14,16	52,4**	0,74**	4,41**	4,76
2020	462,00**	1,41	651,14**	13,83	39,7	0,55	3,39	3,58
2021	320,22	0,98•	314,46•	13,82	33,1•	0,45•	1,25•	1,45
2022	202,44•	2,04**	412,58	13,99	49,9**	0,70**	2,75	2,88
среднее	346,86	1,51	502,36	13,98	43,79	0,61	2,95	3,17
НСР <sub>0,05</sub>	32,48	0,20	56,34	незнач.	3,77	0,06	0,26	
F-крит. Фишера	102,26	38,34	50,96	0,13	49,29	37,19	211,95	

*Примечание: символом «\*\*» выделены достоверно высокие значения, символом «•» выделены достоверно низкие значения. ЧРпУ, м<sup>2</sup> – количество растений к уборке; ПК – продуктивная кустистость; ПСт, шт./м<sup>2</sup> – продуктивный стеблестой; МТЗ, г – масса 1000 зерен; МЗсК, г – вес зерна с колоса; ФПЗ, т/га – фактическая продуктивность зерна; БПЗ, т/га – биологическая продуктивность зерна; здесь и далее F-критерий Фишера.*

Нами установлен преобладающий вклад «условия года» в общую дисперсию признаков: «фактическая продуктивность зерна» 91,5%, «количество сохранившихся растений к уборке на 1 м<sup>2</sup>» 89,7%, «продуктивный стеблестой» 82,6%, «масса 1000 зерен» 82,2%, «вес зерна с колоса» 77,2% и «коэффициент продуктивной кустистости» 74,8%, (табл. 5).

Таблица 5

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа экспериментальных данных за 2019-2022 гг.**

Признак	Фактор дисперсии	SS	mS	F <sub>факт</sub>	F <sub>05</sub>	Доля, %
Фактическая продуктивность зерна, т/га	год	189,93	63,31	3316,98	2,03	<b>91,5</b>
	генотип	4,92	0,62	32,24	2,07	2,4
	взаимод.	10,59	0,44	23,14	1,63	5,1
Число растений перед уборкой на 1 м <sup>2</sup>	год	676897,88	225632,63	1239,81	2,03	<b>89,7</b>
	генотип	12445,50	1555,69	8,55	2,07	1,6
	взаимод.	58562,19	2440,09	13,41	1,63	7,8
Продуктивный стеблестой, шт./м <sup>2</sup>	год	1483009,63	494336,53	6861,81	2,03	<b>82,6</b>
	генотип	209107,23	26138,40	362,82	2,07	11,6
	взаимод.	101023,59	4209,32	58,43	1,63	5,6
Масса 1000 зерен, г	год	4628,77	1542,92	65528,0	2,03	<b>82,2</b>
	генотип	612,23	76,53	3250,15	2,07	10,9
	взаимод.	390,37	16,27	690,79	1,63	6,9
Масса зерна с колоса, г	год	0,97	0,32	1676,67	2,03	<b>77,2</b>
	генотип	0,18	0,02	114,19	2,07	14,0
	взаимод.	0,11	0,00	22,21	1,63	8,2
Коэффициент продуктивной кустистости	год	10,36	3,45	232,97	2,03	<b>74,8</b>
	генотип	1,58	0,20	13,29	2,07	11,4
	взаимод.	1,38	0,06	3,87	1,63	9,9
Число зерен в колосе	год	0,99	0,33	4,14	2,03	1,1
	генотип	74,36	9,29	116,18	2,07	<b>84,1</b>
	взаимод.	10,18	0,42	5,30	1,63	11,5

*Примечание: взаимод. – взаимодействие «генотип x год»; SS – сумма квадратов, mS – средний квадрат.*

Высокая зависимость вышеперечисленных количественных признаков от условий года обусловлена значительной вариабельностью гидротермических показателей межфазных периодов вегетации растений ярового ячменя в годы проведения исследований.

Анализ литературных источников так же свидетельствовал о высоком вкладе фактора «условия года» в изменчивость признаков: «урожайность зерна» (79,6-93,0%) [8, 9]; «масса 1000 зерен» (82,2...82,7%) [10, 11]; «продуктивный стеблестой» (66,8%) [12].

Методом двухфакторного дисперсионного анализа экспериментальных данных нами установлено, что в условиях Предкамской зоны РТ основной вклад в общую дисперсию признака «количество зерен в колосе» вносит фактор «генотип», на долю которого приходится 84,1%.

### Заключение

Таким образом, в условиях Предкамской зоны РТ за исследуемый период методом путевых коэффициентов выявлено, что признаки «продуктивный стеблестой», «масса 1000 зерен» и «вес зерна с колоса» характеризовались высокими и средними положительными прямыми и косвенными вкладами в продуктивность зерна.

Методом двухфакторного дисперсионного анализа установлен превалирующий вклад «условия года» в общую дисперсию признаков: «фактическая продуктивность зерна» 91,5%, «количество растений к уборке на 1 м<sup>2</sup>» 89,7%, «продуктивный стеблестой» 82,6%, «масса 1000 зерен» 82,2%, «вес зерна с колоса» 77,2% и «коэффициент продуктивной кустистости» 74,8% и превалирующий вклад «генотип» в общую дисперсию признака «количество зерен в колосе», на долю которого приходилось 84,1%.

***Работа выполнена по государственному заданию «Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработке сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды». № регистрации 122011800138-7.***

### Литература

1. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Продуктивность и стрессоустойчивость сортов ярового ячменя Омской селекции в условиях Южной лесостепи западной Сибири // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т.14. – № 2. – С. 24-28. doi:10.31367/2079-8725-80-2-24-28
2. Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко Н.А. и др. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостабильность сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. – № 1. – С. 38-47. doi:10.30901/2227-8834-2022-1-38-47
3. Филенко Г.А., Васильченко С.А., Донцов Д.П. Продуктивность сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеусловий в Южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 1 (49). – С. 43-49.
4. Анисимова Н.Н., Ионова Е.В. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 5. – С. 40-43.
5. Паламарчук Д.П., Козаченко М.Р., Святченко С.И. Использование метода путевых коэффициентов S. Wright для статистического анализа системы взаимосвязанных признаков риса // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23. – № 4. – С. 430-438. doi:10.18699/VJ19.511
6. Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Чахеева Т.В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 5 (71). – С. 73-79. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79
7. Завалин А.А., Пасынкова Е.Н., Пасынков А.В. Зависимость урожая зерна яровой пшеницы от гидротермических условий межфазных периодов вегетации // Плодородие. – 2010. – № 4. – С. 6-8.
8. Максимов Р.А., Киселёв Ю.А. Сравнительная оценка адаптивности и стабильности сорта ячменя Памяти Чепелева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 6. – С. 33-36. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608
9. Левакова О.В., Ерошенко Л.М., Ерошенко А.Н. и др.. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 3. – С. 30-33. doi: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33
10. Юсова О.А., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Омской области // Достижения науки и техники АПК. - 2020. - Т. 34. - № 2. - С. 24-28. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10205

11. Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С. Ланочкина М.А., Малафеева Ю.В. Анализ адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – 4(44). – С. 163-172. doi: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172
12. Максимов Р.А. Множественный регрессионный анализ как способ дифференциации урожайности по фазам роста и развития генотипов (*Hordeum vulgare* L.) // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 4. – С. 24-34. doi:10.24411/0235-2451-2021-10404

### References

1. Nikolayev P.N, Yusova O.A, Anis'kov N.I, Safonova I.V. Produktivnost' i stressoustoychivost' sortov yarovogo yachmenya Omskoy seleksii v usloviyakh Yuzhnoy lesostepi zapadnoy Sibiri [Productivity and stress resistance of spring barley varieties of Omsk breeding in the conditions of the Southern forest-steppe of Western Siberia]. Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2022. T.14. № 2. S. 24-28. doi: 10.31367/2079-8725-80-2-24-28(In Russia)
2. Yeroshenko L.M, Romakhin M.M, Yeroshenko N.A i dr. Urozhaynost', plastichnost', stabil'nost' i gomeostabil'nost' sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zony [Yield, plasticity, stability and homeostasis of spring barley varieties in the Nonchernozem zone]. Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. 2022. Tom 183. № 1. S. 38-47. doi: 10.30901/2227-8834-2022-1-38-47 (In Russia)
3. Filenko G.A, Vasil'chenko S.A, Dontsov D.P. Produktivnost' sorta yarovogo yachmenya Leon v zavisimosti ot meteusloviy v Yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [Productivity of indicators of spring barley Leon depending on weather conditions in the South Rostov Region]. Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2017. № 1 (49). S.43-49. (In Russia)
4. Anisimova N.N, Ionova Ye.V. Elementy struktury urozhaya sortov yarovogo yachmenya i ikh vklad v formirovaniye vysokoy produktivnosti rasteniy [Elements of the spring barley yield structure and their contribution to the formation of high plant productivity]. Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2016. № 5. S.40-43. (In Russia)
5. Palamarchuk D.P, Kozachenko M.R, Svyatchenko S.I. Ispol'zovaniye metoda putevykh koeffitsiyentov S. Wright dlya statisticheskogo analiza sistemy vzaimosvyazannykh priznakov risa [Using the S. Wright path coefficient method for statistical analysis of a system of interrelated traits in rice]. Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. 2019. tom 23. № 4. S. 430-438. doi:10.18699/VJ19.511 (In Russia)
6. Myasnikova M.G, Mal'chikov P.N, Chakheyeva T.V. Znachimost' komponentov urozhaynosti sortov yarovoy tverdoy pshenitsy iz Rossii i Kazakhstana [The significance of yield components of spring durum wheat varieties from Russia and Kazakhstan]. Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2020. № 5 (71). S. 73-79. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79 (In Russia)
7. Zavalin A.A, Pasyukova YeN, Pasyukov A.V. Zavisimost' urozhaya zerna yarovoy pshenitsy ot gidrotermicheskikh usloviy mezhfaznykh periodov vegetatsii [Dependence of the grain yield of spring wheat on the hydrothermal conditions of the interphase periods of vegetation]. Plodorodiye. 2010. № 4. S. 6-8. (In Russia)
8. Maksimov R.A, Kiselov YU.A. Sravnitel'naya otsenka adaptivnosti i stabil'nosti sorta yachmenya Pamyati Chepeleva [Comparative assessment of the adaptability and stability of the barley variety Pamyati Chepelev. Achievements of science and technology of the APK]. 2019. tom 33. № 6. S. 33-36. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608 (In Russia)
9. Levakova O.V, Yeroshenko L.M, Yeroshenko A.N i dr. Otsenka zernovoy produktivnosti i adaptivnosti otechestvennykh i zarubezhnykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF [Evaluation of grain productivity and adaptability of domestic and foreign varieties of spring barley in the conditions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation]. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2021. № 3. S. 30-33. doi: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33 (In Russia)
10. Yusova O.A, Nikolayev P.N, Anis'kov N.I, Safonova I.V. Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «mасса 1000 зерен» v usloviyakh Lesostepi Omskoy oblasti [Adaptability of barley varieties on the basis of "mass of 1000 grains" in the conditions of the forest-steppe of the Omsk region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. t. 34. № 2. S. 24-28. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10205 (In Russia)
11. Blokhin V. I., Nikiforova I.YU, Ganiyeva I.S., Lanochkina M.A, Malafeyeva YU.V. Analiz adaptivnogo potentsiala sortov i liniy yarovogo yachmenya po priznaku «mасса 1000 зерен» [Analysis of the adaptive potential of varieties and lines of spring barley on the basis of "mass of 1000 grains"]. Zernobobovyie i krupyanyye kul'tury. 2022; 4(44): 163-172. doi: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172 (In Russia)
12. Maksimov R.A. Mnozhestvennyy regressionnyy analiz kak sposob differentsiatsii urozhaynosti po fazam rosta i razvitiya genotipov (*Hordeum vulgare* L.) [Multiple regression analysis as a way to differentiate productivity by growth phases and development of genotypes (*Hordeum vulgare* L.)]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. t. 35. № 4. S. 24-34. doi:10.24411/0235-2451-2021-10404 (In Russia)