

7. Geyger R. Klimat prizemnogo sloya vozdukh. – Moskva: Izd-vo inostrannoy literatury, 1960. – 162 s.

8. Bolotov A.G. Elektronnyy izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Yu.V. Bekhovykh // Problemy prirodopolzovaniya na Altae. – Sb. nauch. tr. molodykh uchenykh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 55-57.

9. Makarychev S.V. Poslepozharneye izmeneniya pochv i osobennosti flory garey ravninnykh sosnovykh lesov Altayskogo kraya / S.V. Makarychev, A.A. Malinovskikh, A.G. Bolotov, Yu.V. Bekhovykh // Polzunovskiy vestnik. – 2011. – No. 4-2. – S. 107-110.

10. Shein E.V. Opredelenie profilnogo raspredeleniya temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti / E.V. Shein, A.G. Bolotov, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.

11. Vadyunina A.F. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochvy / A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

12. Bolotov A.G. Metod opredeleniya temperatury pochvy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 7 (129). – S. 74-79.

13. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka SO, 1984. – 198 s.

14. Burlakova L.M. Pochvy Altayskogo kraya / L.M. Burlakova, L.M. Tatarintsev, V.A. Rassypnov. – Barnaul: Izd-vo ASKhI, 1988. – 69 s.

15. Kaurichev I.S. Pochvovedenie / I.S. Kaurichev, L.N. Aleksandrova, N.P. Panov i dr. – M.: Kolos, 1982. – 496 s.



УДК 631.524:633.111«324»

М.Е. Мухордова, Л.П. Россеева  
M.Ye. Mukhordova, L.P. Rosseyeva

## ПАРНЫЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

### PAIRED AND MULTIPLE CORRELATIONS OF PRODUCTIVITY CHARACTERS OF SOFT WINTER WHEAT HYBRIDS

**Ключевые слова:** реципрочные гибриды, озимая пшеница, парные и множественные корреляции.

Интегральная оценка селекционного материала необходима, поскольку важна характеристика линий, гибридов и форм не по отдельным признакам, а по их сопряженному комплексу. К таким методикам относится анализ материала с помощью парных и множественных корреляций. В процессе отбора приходится иметь дело с признаками растений, которые подвержены влиянию погодных условий. Это может вызывать изменчивость не только признаков, но и связей между ними. В связи с этим возникает задача

поиска закономерностей изменчивости связей между признаками при смене условий среды, характера проявления корреляций в конкретных условиях опыта по годам. В данной работе обсуждаются результаты анализа парных и множественных корреляций по элементам продуктивности, и на их основе выявляется вклад изучаемых признаков в урожайность. Исходным материалом служили 3 сорта и 3 линии озимой мягкой пшеницы (ЛГ2 – (Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114)) х Юбилейная180; ЛГ3 – Юбилейная 180 х Сплав; ЛГ4 – Сплав х (Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114)); Северная заря; Новосибирская 32; Омская озимая игибридные ком-

бинации F<sub>1</sub>. В полевых условиях 2018-2019 гг. на базе ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омска был заложен опыт. Анализ парных и множественной корреляций по элементам продуктивности показал, что в качестве маркерного признака в селекционном плане представляет интерес продуктивная кустистость. Сопряженность между элементами продуктивности детерминирована взаимодействием ядра и цитоплазмы, а также условиями вегетационного периода, что подтверждено анализом парных и множественных корреляций. По результатам анализа лучшими для селекции оказались линии в прямых скрещиваниях – ЛГ2 х Северная Заря и ЛГ2 х ЛГ3, а в обратных – Новосибирская 32 х ЛГ3 и Северная Заря х ЛГ2.

**Keywords:** *reciprocal hybrids, winter wheat, paired and multiple correlations.*

An integral evaluation of the breeding material is required since it is important to characterize the lines, hybrids and forms not by individual characteristics, but by their conjugate complex. The evaluation techniques include the analysis of the material by means of pair and multiple correlations. In plant selection process, one has to deal with the characteristics of plants that are affected by weather conditions. This may cause variability not only of the characters, but also of their relationship. In this regard, the problem arises of finding the patterns of

variability of relationship of the characters under changing environmental conditions, and the nature of the manifestation of correlations under the specific conditions of the experiment by years. This paper discusses the results of the analysis of paired and multiple correlations of productivity elements, and on their basis, we identify the contribution of the studied characters to productivity. The source material included 3 varieties and 3 lines of winter soft wheat (LG2 - (Fantaziya × Donskaya ostistaya × Mutant 114)) × Yubileynaya 180; LG3 - Yubileynaya 180 × Splav; LG4 - Splav × (Fantaziya × (Donskaya ostistaya × Mutant 114)); Severnaya Zarya; Novosibirskaya 32; Omskaya ozimaya and F1 hybrid combinations. In the field conditions of 2018-2019, the experiment was started on the fields of the Omsk Agricultural Scientific Center. The analysis of paired and multiple correlations of productivity elements showed that productive tillering capacity is of interest as a marker character in the selective breeding. The conjugacy of the productivity elements is determined by the interaction of the nucleus and cytoplasm, as well as the conditions of the growing season which is confirmed by the analysis of paired and multiple correlations. According to the results of the analysis of multiple correlations, the best lines for selective breeding were the lines in direct crosses - LG2 × Severnaya Zarya and LG2 × LG3, and in reverse crosses - Novosibirskaya 32 × LG3 and Severnaya Zarya × LG2.

**Мухордова Мария Евгеньевна**, к.с.-х.н., доцент, вед. н.с., Омский аграрный научный центр, г. Омск. Тел.: (3812) 77-61-44. E-mail: mmeomsk@yandex.ru.

**Росеева Людмила Петровна**, к.с.-х.н., доцент, вед. н.с., Омский аграрный научный центр, г. Омск. Тел.: (3812) 77-54-23. E-mail: rosseeva@mail.ru.

**Mukhordova Mariya Yevgenyevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. Ph.: (3812) 77-61-44. E-mail: mmeomsk@yandex.ru.

**Rosseyeva Lyudmila Petrovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. Ph.: (3812) 77-54-23. E-mail: rosseeva@mail.ru.

Совмещение в одном растении важных хозяйственно-ценных и биологических признаков является главной задачей селекции озимой пшеницы, которая направлена на выведение новых высокопродуктивных сортов. Тем не менее некоторые из них сопряжены отрицательной корреляцией между собой и трудно сопоставимы. В связи с этим большое значение имеет преодоление проблемы объединения комплекса ценных хозяйственно-биологических свойств в одном растении [1].

Всестороннее исследование закономерностей, с помощью которых идет формирование элементов структуры урожая и установление связи между признаками продуктивности растения требуется для поиска путей увеличения урожая зерна.

Достоверные различия обнаружены по числу колосков и зерен с колоса, массе зерна с колоса, урожайности в результате эксперимента в засушливых условиях Среднего Поволжья. Критериями отбора для повышения продуктивности растений озимой пшеницы можно использовать эти изучаемые

показатели. Между урожайностью, массой зерна с колоса, числом колосков в колосе, числом зёрен с колоса выявлены наиболее достоверные корреляционные взаимосвязи [2].

Сопряженность морфологических признаков и их вклад в урожайность озимой пшеницы были определены учеными Ростовской области. Положительные корреляции были найдены между количеством зерен с колоса ( $r=0,50$ ), массой зерна с колоса ( $r=0,45$ ) и продуктивностью [3].

На гибридном материале первого и последующих поколений, а также у родительских форм в публикации Олейника А.А. с соавторами обсуждаются взаимосвязи между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса и их адаптивный характер. В эконише Центрального Предкавказья регулирование микроэволюционных процессов в синтетической селекции на адаптивность и продуктивность озимой мягкой пшеницы создается за счет применения сопряженного отбора по массе зерна в главном колосе гибридных популяций [4].

В Удмуртском НИИСХ выявлено, что основным лимитирующим фактором возделывания озимой пшеницы в условиях Среднего Предуралья является недостаточная зимостойкость образцов. Поэтому отбор необходимо вести в направлении высокой перезимовки ( $r=0,76$ ). Выявлена сильная корреляционная зависимость урожайности с плотностью стояния растений ( $r=0,88$ ), как производного перезимовки и продуктивного кущения. Обнаружена средняя зависимость урожайности с высотой растений ( $r=0,53$ ), что необходимо учитывать при отборе. Продуктивность колоса формировалась в основном за счет его озерненности ( $r=0,80-0,93$ ). Между продуктивностью колоса и массой 1000 зерен выявлена средняя положительная кор-

реляция, что также необходимо учитывать при отборе [5].

В ФБГНУ «Омский АНЦ» проведен анализ парных корреляций и коэффициентов пути по признакам продуктивности, который показал, что продуктивная кустистость может быть использована как маркерный признак. Между этим показателем и продуктивностью независимо от метеоусловий года связь положительна и достоверна. Сорт Заларинка и линия Фантазия, являясь родительскими формами в гибридных комбинациях, показывают лучшие результаты по продуктивности. Селекционно-ценным может быть и признак «число зерен в колосе», если учитывать условия региона в период налива зерна озимой пшеницы [6].

В университете Ирана исследование коэффициентов корреляции показало, что удлинение колоса и уменьшение количества непродуктивных стеблей положительно скажутся на урожайности. Высокая корреляция между урожайностью зерна и количеством зерен в колосе указывает на то, что этот признак также может быть хорошим показателем для отбора высокоурожайных сортов.

Урожайность зерна имела самую высокую корреляцию с длиной колоса (0,90) между признаками. Анализ пути регрессионной модели показал, что длина колоса оказывает наиболее прямое влияние (0,67) на урожайность зерна [7].

Сербскими учеными было установлено, что дисперсионный анализ по фенотипу показал, что экологические факторы оказывают более сильное влияние на экспрессию признаков «число зерен в колосе» и «массу зерна колоса», чем генетические факторы [8].

Совместная работа ученых из Сирии и Ирака показала важность числа зерен в колосе и массы тысячи зерен в связи с их по-

ложительной и высокозначимой корреляцией с урожайностью зерна, поэтому данные признаки можно использовать в качестве показателей подходящих, для отбора высокоурожайных генотипов [9].

Комплексная работа иранских ученых из разных научно-исследовательских институтов была направлена на изучение взаимосвязи между морфологическими признаками и урожайностью с использованием многомерного статистического метода факторного анализа в условиях засухи у 18 фенотипов мягкой яровой пшеницы.

Полученные результаты коэффициентов факторов указывают на важность признаков, влияющих на урожайность, и признаков, связанных с ранним созреванием при отборе оптимальных генотипов для засушливых условий. Таким образом, эти два фактора могут быть использованы в качестве критериев отбора в программах селекции пшеницы в условиях засухи [10].

Проанализировав информацию в литературных источниках о взаимосвязях признаков продуктивности в настоящих исследованиях, ставится цель: провести анализ парных и множественных корреляций по элементам продуктивности и на их основе выявить вклад изучаемых признаков в урожайность.

### **Исходный материал и методика исследований**

Для проведения эксперимента нами выбраны 6 родительских форм: 3 сорта и 3 линии местной селекции, различающиеся между собой по хозяйственно-полезным признакам. ЛГ2 – (Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114)) х Юбилейная 180; ЛГ3 – Юбилейная 180 х Сплав; ЛГ4 – Сплав х (Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114)); Се-

верная зоря; Новосибирская 32; Омская озимая.

Опыты были заложены по схеме (2018 и 2019 гг., осень) Р1, F1, P2 (6 родительских форм по 20 зерен, 30 диаллельных гибридов F1 по 20 зерен. Схема скрещивания – полная диаллельная (6 х 6). Повторность – трехкратная. Площадь питания 10 х 20 (см<sup>2</sup>). Предшественником служил чистый пар. Сроки посева оптимальные для зоны.

Структурный анализ по элементам продуктивности проведен после уборки растений.

Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б.А. Доспехова [11]. Математическая обработка результатов исследований осуществлялась методами множественного корреляционно-регрессионного анализа в изложении Л.А. Сошниковой [12] с использованием пакета программ STATISTICA 10.0.

Характер погодных условий за период эксперимента различался как в зимний, так и в период вегетации культуры.

Режим температуры и осадков зимы 2017-2018 гг. был близок к норме, а пониженная температура января не повлияла отрицательным образом на перезимовку мягкой озимой пшеницы, поскольку в декабре выпало достаточное количество снега. Анализ гидротермического режима летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2018 г. как близкую к норме по температуре и с переувлажнением в начале и конце вегетационного периода.

Условия зимнего периода 2018-2019 гг. по температуре были ниже нормы в декабре и феврале, в январе было отмечено превышение нормы. Количество осадков ниже средней многолетней на протяжении всего зимнего периода, такие показатели повлияли отрицательным образом на перезимовку

мягкой озимой пшеницы. В летние месяцы периода вегетации 2019 г. температура была близка к норме, но с переувлажнением в начале и засухой в конце периода.

### Результаты и обсуждение

В проведенных исследованиях продуктивная кустистость у сортов в среднем составила 11,2 шт. (табл. 1). В 2018 г. показатель продуктивного стеблестоя варьировал от 13,0 шт. (ЛГ-2) до 18,0 (ЛГ-3), а в 2019 г. – от 4,5 шт. (Северная Заря) до 8,2 (Омская озимая).

У гибридов F<sub>1</sub> данный показатель в среднем был на уровне родительских форм, что говорит о промежуточном типе наследования данного признака. По годам исследования значения также оказались равновеликими. Однако иная картина складывается при анализе гибридов в зависимости от направления скрещивания. Как в прямых, так и в обратных скрещиваниях в 2018 г. отмечено по пять комбинаций с промежуточным типом наследования. По типу гетерозиса наследовались три комбинации в прямых скрещиваниях и две в обратных. Депрессия обнаружена в пяти случаях в прямых и в четырех в обратных комбинациях. В более жестких условиях 2019 г. промежуточное наследование выявлено в прямых скрещиваниях в трех случаях, а в обратных – в пяти. Депрессия была у двух гибридов в прямых скрещиваниях и у шести в обратных. Наследование по типу гетерозиса идет у 8 прямых комбинаций и у 4 в обратных.

Озерненность колоса в среднем составила 40,4 шт. (табл. 1). Благоприятные условия для формирования и налива зерна сложились в 2018 г. У сортов показатель варьировал от 41,7 шт. (Северная заря) до 60,5 (Новосибирская 32), в 2019 г. – от 18,0 шт. (Северная Заря) до 38,6 (ЛГ-3). У гибридов F<sub>1</sub>

число зерен в колосе оказалось в среднем ниже исходных форм в 2018 г. (47,7 шт. против 49,4), в 2019 г. (29,2 шт. против 31,4). Озерненность колоса в среднем составила 40,4 шт. (табл. 1). Благоприятные условия для формирования и налива зерна сложились в 2018 г. У сортов показатель варьировал от 41,7 шт. (Северная заря) до 60,5 (Новосибирская 32), в 2019 г. от 18,0 шт. (Северная Заря) до 38,6 (ЛГ-3). У гибридов F<sub>1</sub> число зерен в колосе оказалось в среднем ниже исходных форм в 2018 г. (47,7 шт. против 49,4), в 2019 г. (29,2 шт. против 31,4), что объясняется наследованием по типу доминирования худшего родителя. Тем не менее данный тип наследования по конкретным гибридным комбинациям и в разных направлениях скрещивания отсутствует по годам эксперимента. В 2018 г. отмечено промежуточное наследование как в прямых, так и в обратных скрещиваниях по 6 комбинациям. Депрессия преобладает в прямых скрещиваниях (5 против 4) и по гетерозису также отмечено превышение в прямых комбинациях. В 2019 г. обнаружена та же тенденция по типам наследования.

Масса 1000 зерен в среднем по эксперименту у исходных форм составила 40,82 г, у гибридных комбинаций потомства первого поколения – 46,15 г; по годам признак имеет более высокое значение у гибридов в 2018 г. (табл. 1). Различия между родителями в первый год составили 41,98-53,52 г, во второй – 22,25-39,50 г. Линия ЛГ-3 характеризуется крупным зерном, мелкозерным оказался сорт Новосибирская 32. В 2018 г. промежуточное наследование выявлено в 9 случаях, 6 из них – в обратных скрещиваниях. Гетерозис обнаружен у 16 комбинаций, у 9, опять-таки, в обратных комбинациях. В 2019 г. варианты, которые наследовались по типу промежуточного и имели гетерозисный

эффект, не зависели от направления скрещивания и имели равное число (по 2 и 7 соответственно). Одинаковую тенденцию мы можем отметить и в обратных гибридах по

отрицательному и положительному доминированию по годам исследования, оно отсутствует.

Таблица 1

**Характеристика родительских форм (Р) и гибридов F<sub>1</sub> по продуктивной кустистости, числу зерен в колосе, массе 1000 зерен и массе зерна растения**

Сорт	2018 г.		2019 г.		Среднее	
	Р	F <sub>1</sub>	Р	F <sub>1</sub>	Р	F <sub>1</sub>
Продуктивная кустистость (ПК), шт.						
ЛГ2	13,0	15,3	6,3	9,0	9,7	12,2
ЛГ3	18,9	14,8	6,6	7,5	12,8	11,2
ЛГ4	15,8	16,6	5,8	5,2	10,8	10,9
Сев. Заря	14,7	15,3	4,5	6,8	9,6	11,1
Новосиб. 32	17,8	16,4	6,6	4,6	12,2	10,5
Ом. озимая	15,9	15,5	8,2	5,5	12,1	10,5
Среднее	16,0	15,7	6,3	6,4	11,2	11,1
НСР <sub>05</sub>	2,9	2,9	1,5	3,6		
Число зерен в колосе (ЧЗК), шт.						
ЛГ2	47,0	49,7	34,1	38,2	40,5	44,0
ЛГ3	50,9	48,1	38,6	28,5	44,8	38,3
ЛГ4	51,9	48,5	32,5	29,7	42,2	39,1
Сев. Заря	41,7	43,9	18,0	24,9	29,9	34,4
Новосиб. 32	60,5	51,3	37,2	26,2	48,9	38,8
Ом. озимая	44,2	44,9	28,0	28,1	36,1	36,5
Среднее	49,4	47,7	31,4	29,2	40,4	38,5
НСР <sub>05</sub>	6,7	6,7	9,8	15,2		
Масса 1000 зерен (М1000зерен), г						
ЛГ2	50,68	51,26	36,83	43,92	43,76	47,59
ЛГ3	48,95	52,68	39,50	36,08	44,23	44,38
ЛГ4	46,01	51,71	35,00	37,33	40,51	44,52
Сев. Заря	53,52	54,86	31,35	37,25	42,44	46,06
Новосиб. 32	41,98	45,69	22,25	40,26	32,12	42,98
Ом. озимая	51,67	52,62	32,10	42,13	41,89	47,38
Среднее	48,80	51,47	32,84	40,82	40,82	46,15
НСР <sub>05</sub>	7,73	7,73	8,46	17,07		
Масса зерна растения (МЗР), г						
ЛГ2	18,87	26,71	4,0	8,6	11,44	17,66
ЛГ3	27,00	25,71	6,2	4,9	16,60	15,31
ЛГ4	25,94	28,33	4,6	4,4	15,27	16,37
Сев. Заря	22,47	24,25	2,5	4,2	12,49	14,23
Новосиб. 32	30,45	26,78	4,4	2,8	17,43	14,79
Ом. озимая	23,14	24,78	5,2	2,6	14,17	13,69
Среднее	24,65	26,09	4,5	4,5	14,58	15,30
НСР <sub>05</sub>	4,32	4,32	2,0	4,7		

Высокая масса зерна растения в меняющихся погодных условиях у сортов мягкой озимой пшеницы обнаружена у Новосибирской 32 (17,43 г) и ЛГЗ (16,60 г). Линия ЛГ-2 показала низкую продуктивность (11,44 г). Среднее значение результирующего показателя было выше в благоприятных условиях 2018 г. и составило 24,65 г. Урожайность одного растения комбинаций первого поколения превышает таковую родительских форм (табл. 1), что допускает наличие гетерозиса и доминирования лучшего родителя в наследовании данного признака. Промежуточное наследование имеет равную направленность по годам исследования. Их число преобладает в обратных скрещиваниях.

Наследование по типу гетерозиса идет в обратной зависимости, т.е. превышение отмечено в прямых комбинациях скрещивания. Результаты дисперсионного анализа показали, что на признаки продуктивности в большей степени влияет генотип. Высокий вклад отмечен по признаку «озерненность», меньший эффект – у крупности зерна. По массе 1000 зерен также можно увидеть высокое достоверное взаимодействие факторов генотип x год.

Для селекционеров очень важны знания о связи между признаками и продуктивностью. С этой целью проведены парные корреляционный и множественные анализы.

Таблица 2

**Влияние факторов на изменчивость признаков продуктивности (2018 и 2019 гг.)**

Фактор	ПК	МЗР	ЧЗК	М1000з
Генотип	82,3*	77,6*	83,7*	47,4*
Условия года	11,1	19,4*	2,4	14,5
Взаимодействие	6,6	3,0	13,9*	38,1*

Примечание. \*Достоверно при  $P \leq 0,05$ .

Таблица 3

**Коэффициенты корреляции между признаками продуктивности и массой зерна растения озимой пшеницы**

Признак	ЧЗК	М 1000 зерен	ПК
Родительские формы (Р) 2018 г.			
МЗР	0,81*	-0,81*	0,88*
ЧЗК	-	-0,98*	0,59
М 1000 з	-	-	-0,53
Гибриды F <sub>1</sub> 2018 г. (П/О)			
МЗР	-0,30/0,30	0,66*/-0,33	0,89*/0,81*
ЧЗК	-	-0,78*/-0,82*	-0,69*/-0,14
М 1000 з	-	-	0,86*/-0,009
Родительские формы (Р) 2019 г.			
МЗР	0,75	0,35	0,72
ЧЗК	-	0,10	0,46
М 1000 з	-	-	-0,03
Гибриды F <sub>1</sub> 2019 г. (П/О)			
МЗР	0,81*/0,48	0,10/0,09	0,92*/0,71*
ЧЗК	-	-0,38/-0,03	0,72*/0,68*
М 1000 з	-	-	0,10/-0,25

Примечание. \*Для Р при 5%-ном уровне значимости  $r = 0,81$ ; \*для F<sub>1</sub> при 5%-ном уровне значимости  $r = 0,51$ .

Обсуждая корреляционные зависимости данной схемы скрещивания (табл. 3), можем говорить, что сопряженность между показателями продуктивности и результирующей величиной в условиях 2018 г. высокая и достоверная. Данные 2019 г. не являются достоверными, хотя и достаточно высокие. Взаимосвязи у гибридных комбинаций F<sub>1</sub> между массой зерна растения и продуктивной кустистостью высокодостоверны по годам исследования. Сопряженность же между крупностью и озерненностью имеет взаимнообратные показатели. В 2018 г. отмечены корреляции с массой 1000 зерен, в 2019 г. – с числом зерен в колосе. Необходимо отметить, что эту тенденцию мы прослеживаем у прямых гибридных комбинаций как в первый, так и во второй год эксперимента.

Анализ конкретных комбинаций, исходя из средних значений по признакам, показал, что в 2018 г. в прямых скрещиваниях было выявлено превышение одновременно по не-

скольким показателям у двух гибридов ЛГ2 х Северная Заря (ПК, М1000 зерен, МЗР), ЛГ3 х ЛГ4 (ПК, ЧЗК, МЗР), а в обратных – у одной комбинации Новосибирская 32 х ЛГ3 (ПК, ЧЗК). В 2019 г. в прямых скрещиваниях – у четырех гибридов, а именно, ЛГ2 х ЛГ4 (ПК, ЧЗК, МЗР), ЛГ2 х Северная Заря (ПК, ЧЗК, МЗР), ЛГ3 х ЛГ4 (ПК, ЧЗК, МЗР), ЛГ2 х Омская озимая (ПК, М1000 зерен, МЗР), а в обратных – также у одной – Северная Заря х ЛГ2 (ПК, МЗР). Следует отметить, что гибрид от прямых скрещиваний ЛГ3 х ЛГ4 показал превышение сразу по трем показателям (ПК, ЧЗК, МЗР) в течение двух лет испытания, что говорит о влиянии цитоплазм на изучаемые признаки продуктивности.

По двум годам (2018 и 2019 гг.) и четырем признакам продуктивности, а именно, масса зерна растения, продуктивная кустистость, озерненность и масса 1000 зерен проведен анализ статистических параметров (табл. 4).

Таблица 4

**Статистические параметры признаков продуктивности**

Признаки		Среднее значение признака (X <sub>сред.</sub> )	Доверительный интервал (÷)	Коэффициент вариации (CV, %)
2018 г.				
МЗР, г	П	26,9	24,6÷29,1	14,97
	О	25,3	23,8÷26,9	11,33
ПК, шт.	П	15,7	14,6÷16,9	13,26
	О	15,6	14,7÷16,4	10,00
ЧЗК, шт.	П	48,2	45,1÷51,4	11,83
	О	47,3	44,9÷49,6	9,06
М1000з, г	П	52,0	49,3÷54,7	9,35
	О	50,9	48,6÷53,2	8,17
2019 г.				
МЗР, г	П	5,68	3,98÷7,38	54,19
	О	3,61	2,7÷4,6	47,64
ПК, шт.	П	7,1	5,82÷8,38	32,59
	О	5,8	4,7÷6,8	32,35
ЧЗК, шт.	П	30,63	24,94÷36,33	33,64
	О	27,85	25,3÷30,4	16,79
М1000з, г	П	40,84	34,28÷47,40	29,07
	О	38,15	30,6÷45,7	35,59

Примечание. П – прямые скрещивания; О – обратные.



Для селекционеров важно знать связь вариабильности массы зерна с растения с изменчивостью продуктивной кустистости, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен, что достигается путем проведения корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи изучаемых признаков. Коэффициенты множественной корреляции и детерминации были рассчитаны в комбинациях, которые в течение двух лет исследования превышали значения по продуктивности растения среди изучаемых гибридов. Такой гибридной популяцией в 2018 г. в прямых скрещиваниях была ЛГ2 x Северная Заря и обратных – Новосибирская 32 x ЛГ3. Анализ полученных данных показал, что вариация массы зерна с растения в основном определялась продуктивной кустистостью как в комбинации ЛГ2 x Северная Заря (62,3%), так и Новосибирская 32 x ЛГ3 (66,5%), от остальных признаков зависимость была незначительной.

В 2019 г. лучшей гибридной популяцией в прямых скрещиваниях была комбинация ЛГ2 x ЛГ3. В жестких условиях данного периода все три признака влияли на вариабильность массы зерна с растения. Самый большой эффект был отмечен по крупности зерна – 46,0%, а по числу зерен в колосе – 20,6 и продуктивной кустистости – 12,0%. В обратной комбинации Северная Заря x ЛГ2 вариабильность массы зерна с растения на 50,8% зависела от числа зерен в колосе и на 28,13% – от продуктивной кустистости.

Таким образом, при благоприятных условиях при отборе в гибридных популяциях основное внимание необходимо уделять продуктивной кустистости, а при неблагоприятных – крупности зерна, числу зерен в колосе, а также продуктивной кустистости.

## Выводы

1. На селекционную значимость признака «продуктивная кустистость», который оказывает большое влияние на массу зерна растения мягкой озимой пшеницы, указывает высокодостоверная положительная корреляция между результирующим показателем и изучаемым признаком.

2. Анализ парных и множественных корреляций подтверждает, что взаимосвязь между признаками продуктивности определяется взаимодействием генома и плазмона, а также условиями вегетационного периода.

3. Для дальнейшего отбора на продуктивность по результатам множественных корреляций были выделены линии в прямых скрещиваниях – ЛГ2 x Северная Заря и ЛГ2 x ЛГ3, а в обратных – Новосибирская 32 x ЛГ3 и Северная Заря x ЛГ2.

## Библиографический список

1. Ягодкина, В. М. Влияние экологических факторов на рост и развитие растений (яровая мягкая пшеница, интегральная зависимость биоморфологических признаков, роста и развития): монография / В. М. Ягодкина. – Омск, 2002. – 116 с. – Текст: непосредственный.

2. Маслова, Г. Я. Корреляционный анализ урожайности и элементов продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / Г. Я. Маслова, М. Р. Абдраев, И. И. Шарапов, Ю. А. Шарапова. – Текст: непосредственный // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20, № 2 (4). – С. 680-683.

3. Костылев, П. И. Изучение взаимосвязи морфобиологических признаков мягкой ози

мой пшеницы с зерновой продуктивностью / П. И. Костылев, Д. М. Марченко. – Текст: непосредственный // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 1. – С.76-79.

4. Олейник, А. А. Адаптивный характер корреляционных зависимостей, определяющих продуктивность главного колоса у сортов и гибридов озимой мягкой пшеницы на черноземе выщелоченном центрального Предкавказья / А. А. Олейник, А. А. Кривенко, А. И. Войсковой [и др.]. – Текст: непосредственный // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 99 (05). – С. 1-20.

5. Торбина, И. В. Корреляция признаков урожайности озимой пшеницы в Среднем Предуралье / И. В. Торбина. – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4 (78). – С. 33-35.

6. Мухордова, М. Е. Корреляционный и путевой анализ признаков продуктивности гибридов озимой пшеницы / М. Е. Мухордова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 14-18.

7. Pordel-Maragheh, F. (2013). Investigate the relationship and path coefficient analysis between yield and its components in the number of winter wheat genotypes in the cold region of Ardabil. *European Journal of Zoological Research*. 2 (4): 82-88.

8. Zecevic, V., Boskovic, J., Dimitrijevic, M., Petrovic, S. (2010). Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16. 422-428.

9. Al-Salim, S.H.F., Al-Edelbi, R., Kassar, H., Abed, H.N. (2015). Evaluation of the variations of some traits among entries genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and their relationship with grain yield. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1 (3): 79-83. doi: 10.11648/j.ijaas.20150103.16.

10. Moetamadipoor, S.A., Mohammadi, M., Bakhshi Khaniki Gholamreza, Karimizadeh, R. (2015). Relationships between Traits of Wheat Using Multivariate Analysis. *Biological Forum*. 7. 994.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва, 1985. – 351 с. – Текст: непосредственный.

12. Сошникова, Л. А. Многомерный статистический анализ: практикум / Л. А. Сошникова, В. Н., Тамашевич Л. А. Махнач. – Мн.: БГЭУ, 2004. – 162 с. – Текст: непосредственный.

## References

1. Yagodkina V.M. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rost i razvitie rasteniy (yarovaya myagkaya pshenitsa, integralnaya zavisimost biomorfologicheskikh priznakov, rosta i razvitiya): monografiya. – Omsk, 2002. – 116 s.

2. Maslova G.Ya., Abdryaev M.R., Sharapov I.I., Sharapova Yu.A. Korrelyatsionnyy analiz urozhaynosti i elementov produktivnosti sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh lesostepnoy zony Srednego Povolzhya // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. – 2018. – T. 20, No. 2 (4). – S. 680-683.

3. Kostylev P.I., Marchenko D.M. Izuchenie vzaimosvyazi morfobiologicheskikh priznakov myagkoy ozimoy pshenitsy s zernovoy produktivnostyu // *Vestnik agrarnoy nauki Dona*. – 2010. – No. 1. – S. 76-79.

4. Oleynik A.A., Krivenko A.A., Voyskovoy A.I., Donets I.A., Esaulko N.A., Salova Yu.A. Adaptivnyy kharakter korrelyatsionnykh zavisimostey, opredelyayushchikh produktivnost glavnogo kolosa u sortov i gibridov ozimoy myagkoy pshenitsy na chernozeme vyshchelochennom tsentralnogo Predkavkazya // *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. – 2014. – No. 99 (05). – S. 1-20.

5. Torbina I.V. Korrelyatsiya priznakov urozhaynosti ozimoy pshenitsy v Srednem Pre-durale // Vladimirskiy zemledelets. – 2016. – No. 4 (78). – S. 33-35.
6. Mukhordova M.E. Korrelyatsionnyy i putevoy analiz priznakov produktivnosti gibridov ozimoy pshenitsy / M.E. Mukhordova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6. – S. 14-18.
7. Pordel-Maragheh, F. (2013). Investigate the relationship and path coefficient analysis between yield and its components in the number of winter wheat genotypes in the cold region of Ardabil. *European Journal of Zoological Research*. 2 (4): 82-88.
8. Zecevic, V., Boskovic, J., Dimitrijevic, M., Petrovic, S. (2010). Genetic and phenotypic variability of yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16. 422-428.
9. Al-Salim, S.H.F., Al-Edelbi, R., Kassar, H., Abed, H.N. (2015). Evaluation of the variations of some traits among entries genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and their relationship with grain yield. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1 (3): 79-83. doi: 10.11648/j.ijaas.20150103.16.
10. Moetamadipoor, S.A., Mohammadi, M., Bakhshi Khaniki Gholamreza, Karimizadeh, R. (2015). Relationships between Traits of Wheat Using Multivariate Analysis. *Biological Forum*. 7. 994.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva, 1985. – 351 s.
12. Soshnikova L.A., Tamashevich V.N., Makhnach L.A. Mnogomernyy statisticheskiy analiz: praktikum. – Minsk: BGEU, 2004. – 162 s.



УДК 630\*114:631.436:630(571.15)

**В.В. Хлебникова, С.В. Макарычев**  
V.V. Khlebnikova, S.V. Makarychev

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ТУИ ДАНИКА И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИИ

### THE ISSUE OF WATER REGIME FORMATION IN CHERNOZEM UNDER WHITE CEDAR (*THUJA OCCIDENTALIS* 'DANICA') STANDS AND ITS REGULATION

**Ключевые слова:** туя, чернозем выщелоченный, влажность, плотность, сумма температур, наименьшая влагоёмкость, влажность завядания, продуктивные запасы влаги, общие запасы влаги.

В летнее время при высокой температуре воздуха кусты туи нуждаются в поливе. Под каждое растение обычно требуется до 20 л воды. Регулярный полив обеспечивает оптимальный рост и жизнедеятельность декоративной культуры. До середины мая 2018 г. сумма температур в метровом слое чернозема была отрицательной как в генетических горизонтах, так и во всей почвенной толще. В переходном

горизонте АВ и иллювиальном В за всю вегетацию она не превышала 40°C. Большие запасы снега обусловили высокое содержание влаги в почве после снеготаяния. В результате в гумусовом горизонте общие запасы влаги (ОЗВ) в мае оказались выше 180 мм, а продуктивные (ПЗВ) достигли 150 мм. В метровом слое чернозема эти запасы составили свыше 400 мм, значительно превзойдя установленную границу в 160 мм. В июне ОЗВ и ПЗВ в результате десукции и транспирации в верхнем гумусовом горизонте А снизились. Но поскольку туя хорошо переносит кратковременный недостаток влаги, то полив в течение вегетации 2018 г. при сложившемся