

ник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 5-8.

4. Дворникова, Е. И. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий возделывания / Е. И. Дворникова, С. В. Жаркова, А. В. Нечаева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (176). – С. 5-10.

5. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с. – Текст: непосредственный.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1985. – 269 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Zharkova, S.V. Urozhaynost sortov yarovoy myagkoy pshenitsy i ee izmenchivost v usloviyakh lesostepi Priobya Altayskogo kraya / E.I. Dvornikova, S.V. Zharkova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 11 (168). – S. 5-8.

2. Zharkova, S.V. Agrobiologicheskaya otsenka sortov yarovoy myagkoy pshenitsy raznykh grupp spelosti v usloviyakh lesostepi predgoriy Salaira Altayskogo kraya / S.V. Zharkova, E.I. Dvornikova // Sovremennomu APK – effektivnye tekhnologii: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Izhevsk, 2019. – S. 157-161.

3. Melekhina T.S., Pinchuk L.G. Urozhaynost i adaptivnost sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 6 (128). – S. 5-8.

4. Dvornikova, E.I. Urozhaynost sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v zavisimosti ot agrometeorologicheskikh usloviy vozdeleyvaniya / E.I. Dvornikova, S.V. Zharkova, A.V. Nechaeva // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 6 (176). – S. 5-10.

5. Zhivotkov L.A. Metodika vyyavleniya potencialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «Urozhaynost» / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekatueva //Selektsiya i semenovodstvo. – 1994. – No. 2. – S. 3-6.

6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos, 1979. – 416 s.

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – Moskva, 1985. – 269 s.



УДК 631.527.5:631.559:633.11«324»

М.Е. Мухордова, М.С. Балукон
M.Ye. Mukhordova, M.S. Balukon

О НАСЛЕДУЕМОСТИ НЕКОТОРЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

ON THE HERITABILITY OF SOME QUANTITATIVE TRAITS OF WINTER WHEAT

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, диаллельные скрещивания, рецiproкный гибрид, наследуемость, коэффициент наследуемости, генотипическая дисперсия, фенотипическая дисперсия.

Для получения генотипов с заданными свойствами в процессе селекции традиционно применяются гибридизация и различные методы отбора с целью создания форм с улучшенными агрономически важными признаками. Поскольку селекция ведется на основе фенотипических особенностей, важно знать, какой процент отобранных фенотипов дает идентичное потомство. В

случае, когда по конкретному показателю генетическая вариация преобладает над паратипической, следует ожидать, что гибридное поколение в значительной степени будет схожим с отобранными фенотипами. Напротив, весомый вклад случайной компоненты обуславливает существенное отличие от отобранных фенотипов. Объектом исследования являлись 3 сорта и 3 линии мягкой озимой пшеницы. В эксперименте использована диаллельная схема скрещивания. Опыт закладывался в полевых условиях 2018-2019 гг. на базе ФГБНУ «Омский АНЦ». Эксперименты показали, что в большей степени фенотипическая экспрессия

хозяйственно-полезных признаков рецiproчных гибридов первого поколения определяется абиотическими факторами среды. Варьирование коэффициента наследуемости происходит в связи с увеличением или уменьшением доли вклада генотипической и паратипической изменчивости. Высокая наследуемость в опыте была выявлена по длине колоса (77% в прямых скрещиваниях, 81% – в обратных). Признаки «масса зерна растения» и «перезимовка» характеризуются низким коэффициентом наследования. По признаку «длина колоса» целесообразнее вести отбор на ранних этапах селекции. Фенотипический отбор эффективен для высоконаследуемых признаков, в то время как низконаследуемые параметры рекомендуется устанавливать молекулярно-генетическими методами.

Keywords: *winter soft wheat, diallel crossing, reciprocal hybrid, heritability, heritability coefficient, genotype variance, phenotype variance.*

During the selection process, genetically new organisms are obtained, so is the selection of organisms with specified properties. The selection process uses both the production of genetically new organisms and the selection of organisms with specified properties. Selection is based on phenotypic value, so it is important to know how likely

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

Балуков Максим Сергеевич, м.н.с., Омский аграрный научный центр. E-mail: balukov.omgau@yandex.ru.

the selected phenotypes will produce identical genotypes. If the value of the genetic variant for a particular trait is high, but the value of the random component is small, we may expect that the progeny will be largely the same as the selected phenotypes. Conversely, if the genetic variation is small and the paratypical variation is large, the generation may differ significantly in value from the selected phenotypes. Three varieties and three lines of soft wheat F₁ hybrid combinations were studied. The experiment was carried out in the Omsk Agricultural Scientific Center in 2018 and 2019. The experiment used a diallel crossing scheme. It was found that the phenotypic expression of economically useful traits of reciprocal hybrids of the first generation was largely determined by abiotic environmental factors. The variation of the heritability coefficient occurred due to an increase or decrease in the share of the contribution of genotypic and paratypical variability. High heritability in the experiment was found in the spike length (77% in direct crosses, 81 - in reverse). Low heritability coefficients were revealed in the characters "plant grain weight" and "overwintering". Regarding the "spike length" character, it is more appropriate to conduct selection at the early stages. Phenotypic selection is more effective for the traits with high heritability; in the case of low heritability, it is better to determine the genetic values by using molecular markers.

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.

Balukov Maksim Sergeevich, Junior Staff Scientist, Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: balukov.omgau@yandex.ru.

Введение

Для создания новых сортов в процессе селекции широко применяются классические методы, такие как гибридизация и отбор, нацеленные на получение генотипов с заданными параметрами. Поскольку селекция ведется на основе фенотипических особенностей, важно знать, какой процент отобранных форм дает идентичное потомство. В случае, когда по конкретному показателю доля генетической компоненты преобладает над паратипической, следует ожидать, что гибридное поколение в значительной степени будет схожим с отобранными фенотипами. Напротив, весомый вклад случайной вариации обуславливает существенное отличие от отобранных фенотипов. Часть фенотипической изменчивости в популяции, определяемая генетической (в отношении к определённому количественному признаку), называется наследуемостью (в генетических исследованиях). Коэффициент наследуемости (H^2) выступает в качестве

показателя, характеризующего структуру изменчивости популяции по количественному признаку. Обычно разница между гибридными комбинациями детерминирована генетическими факторами или окружающей средой. Дисперсия изучаемого признака, обусловленная наследственными факторами, определяется как наследуемость. Это понятие широко применяется в селекции, а также в количественной и популяционной генетике [1, 2].

В работе В.М. Бебякина, Т.А. Розановой в условиях Саратовской области изучалась наследуемость показателей продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы. В данном исследовании показано, что наследуемость (H^2) массы зерна и крупнозерность зависят от гибридной комбинации и условий вегетационного периода. Во влажных условиях влияние наследственных факторов выражено слабее, в острозасушливых же условиях оно усиливается. В наследуемости показателей качества про-

смачивается та же направленность, что и по продуктивности [3].

Для определения уровня засухоустойчивости в ювенильный период развития проведено исследование на гибридах F_2 яровой пшеницы [4]. По результатам эксперимента показано, что значения общих коэффициентов наследуемости числа корней и RSR в нормальных условиях ($H^2 = 0,80...0,82$) свидетельствуют о том, что отбор по данным параметрам может быть высокоэффективным.

В опыте по изучению озимой мягкой пшеницы высокую наследуемость имела длина колоса (67% в прямых скрещиваниях, 78% – в обратных), а в обратных скрещиваниях – число зерен в колосе (76%) и масса 1000 зерен (87%). К показателям с низкой наследуемостью в этих же наблюдениях можно отнести признак «полевая всхожесть». Маркерным признаком для отбора лучших генотипов в расщепляющемся потомстве является длина колоса [5].

В условиях Кировской области проанализированы популяции гибридов яровой мягкой пшеницы $F_1...F_4$ на фоне действия различных лимитирующих факторов два компонентных признака продуктивности колоса, дан прогноз и определено варьирование средних значений, а также влияние на урожайность. Генетическая компонента вносила значимый вклад в массу 1000 зерен у сортов и гибридов, а также в число зерен у сортов. Для родительских сортов характерна более высокая сортовая специфичность в проявлении признаков в сравнении с гибридами [6].

В исследованиях Т.Н. Капко [7] по изучению длины стебля мягкой яровой пшеницы обнаружено, что результаты дисперсионного анализа данных по длине стебля у родительских форм и гибридов показали, что варианты, отражающие изменчивость длины стебля в зависимости от генотипа растений, достоверно не различаются. Доля генотипической изменчивости составила 42,36% от фенотипического варьирования.

Наблюдениями Саакяна с соавторами [8, 9] было установлено, что высота растений сортов озимой мягкой пшеницы в отличие от продуктивности колоса является более стабильным признаком с высокой наследуемостью. Целесообразно вести отбор низкостебельных продуктивных образцов у гетерогенных по высоте растений гибридов, проводить в наиболее ранних поколениях.

В условиях южного региона Украины была проведена оценка качества зерна озимой мягкой пшеницы на ранних этапах селекции [10]. У признака «седиментация» отмечен наиболее высокий показатель наследуемости. Данный признак по сравнению с другими в меньшей мере подвергается генотип-средовым взаимодействиям (ВГС) и является одним из наиболее надежных маркерных признаков селекции на повышение качество зерна.

Н.Е. Самофалова с соавторами, изучая перспективность гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество, установили, что наследуемость в группах отбора сильно варьировала в зависимости от отбора, родительских форм, взятых в скрещивания, а также гидротермических условий в период формирования и налива зерна [11].

Общепринято считать, что фенотип одного растения использовался для прогнозирования фенотипа его потомства. Результаты ученых позволили предположить, что для признака с низкой наследуемостью фенотип потомства F_3 можно было бы предсказать более точно по генотипу родителя Р при QTLs, чем по фенотипу F_2 , поэтому применение в селекционном процессе молекулярно-генетической диагностики позволяет получить наиболее достоверные результаты. При высокой наследуемости признака знание генотипа QTL растения не имело значения, если известен фенотип, поэтому в данном случае возможно применять традиционные методики отбора [12, 13].

Цель исследования – проанализировать коэффициенты наследуемости хозяйственно-полезных признаков рецессивных гибридов озимой пшеницы в условиях Омского Прииртышья.

Объекты и методы

Объекты опыта – 6 образцов озимой мягкой пшеницы (ЛГ2, ЛГ3, ЛГ4, Северная Заря, Новосибирская 32, Омская озимая). В эксперименте использована диаллельная схема скрещивания.

Опыт был осуществлен в полевых условиях 2018-2019 гг. по схеме P_1, F_1, P_2 (60 зерен) в трехкратной повторности. Площадь питания растений 10x20 см, длина рядка – 1 м. Посев проведен ручной сажалкой. Предшественник – кулисный пар.

В течение вегетационного периода были проведены наблюдения фенологических фаз.

Анализ структуры элементов продуктивности выполнен после уборки урожая.

По годам наблюдений в условиях гидротермического режима отмечались существенные различия. Анализируя зимний период 2017-2018 гг., можем увидеть, что осадки были в пределах нормы, а пониженная температура января не повлияла отрицательным образом на перезимовку, так как в декабре выпало необходимое количество снега. Погодные условия летних месяцев периода вегетации характеризуют 2018 г. как близкий 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 она превысила данный показатель. Количество осадков отмечено ниже средней многолетней на протяжении всего зимнего периода, что отрицательным образом отразилось на перезимовке растений. В летние месяцы периода вегетации 2019 г. температура приближалась к норме, а осадки привели к переувлажнению в начале периода и засухе в конце последнего месяца наблюдений.

Анализ дисперсий, разрешающий выявить показатель фенотипической вариабельности признака и разложить ее на составляющие величины генотипической и паратипической (средовой) изменчивости, служит наиболее соответствующим методом расчета наследуемости.

Опытные данные обработаны с помощью дисперсионного анализа по методу П.Ф. Рокицкого [14] путем разложения среднего квадрата на генотипическую (σ^2_g) и средовую (σ^2_e) варианты. Используемая формула коэффициента

наследуемости такова: $H^2 = \sigma^2_g / \sigma^2_g + \sigma^2_e$ или $\sigma^2_g / \sigma^2_{ph}$.

Результаты и их обсуждение

В наших исследованиях приведены итоги изучения наследуемости некоторых агрономически важных признаков озимой пшеницы.

Высокий показатель перезимовки наблюдался в 2018 г. (табл. 1) как в прямых, так и обратных скрещиваниях. Коэффициент наследуемости имел среднее значение для прямых скрещиваний (46%) и высокий показатель (88%) для обратных за счет увеличения генотипической вариансы. Перезимовка в 2019 г. составила менее 50% от общего количества растений. Благодаря увеличению паратипической вариансы коэффициент наследуемости составил 26% для прямых и 24% для обратных скрещиваний.

Продолжительность периода всходы-колошение в 2018 г. обнаружила практически одинаковые показатели независимо от направления скрещивания. Тем не менее наследуемость данного признака в прямых скрещиваниях проявила низкое значение в связи с малой долей генотипической изменчивости. Для 2019 г. (в условиях засухи) характерна обратная тенденция по характеру наследуемости (табл. 2).

По результатам 2018 г. коэффициенты наследуемости, как и средние показатели длины стебля, независимо от направления скрещивания были одинаковыми (табл. 1). В 2019 г. снижение наследуемости в прямых скрещиваниях обусловлено паратипическим компонентом изменчивости, а увеличение в обратных – за счет уменьшения влияния условий среды.

Таблица 1

Коэффициент наследуемости (H^2) гибридов F_1 , %, 2018 г.

Признак	Прямые скрещивания					Обратные скрещивания				
	\bar{x}	σ^2_{ph}	σ^2_g	σ^2_e	H^2 , %	\bar{x}	σ^2_{ph}	σ^2_g	σ^2_e	H^2 , %
Перезимовка, %	73,9	100,7	79,9	20,8	46	74	136,3	120,4	15,9	88
ПВК, сут.	298,4	2,3	0,6	1,71	26	298,5	3,4	1,9	1,4	59
Длина стебля, см	104,1	60,9	25,7	35,2	42	103,7	62,2	27,9	37,4	43
Длина колоса, см	11,3	1,0	0,6	0,5	85	11,6	0,5	0,3	0,2	66
Масса зерна колоса, г	2,5	0,1	0,02	0,04	30	2,4	0,03	0,01	0,02	33
Масса зерна растения, г	26,9	21,4	14,0	7,4	65	25,3	11,6	6,7	4,9	58

Коэффициент наследуемости (H^2) гибридов F_1 , %, 2019 г.

Признак	Прямые скрещивания					Обратные скрещивания				
	\bar{x}	σ^2_{ph}	σ^2_g	σ^2_e	H^2 , %	\bar{x}	σ^2_{ph}	σ^2_g	σ^2_e	H^2 , %
Перезимовка, %	45,7	293,8	77,5	216,3	26	37,4	253,1	60,1	193,1	24
ПВК, сут.	298,6	11,2	8,7	2,6	77	300,7	6,1	2,5	3,7	40
Длина стебля, см	85,9	235,4	79,1	156,3	34	75,8	41,7	29,1	12,6	70
Длина колоса, см	10,1	0,6	0,4	0,3	68	10,1	0,2	0,2	0,01	95
Масса зерна колоса, г	1,3	0,2	0,1	0,1	41	1,0	0,1	0,1	0,04	60
Масса зерна растения, г	5,68	10,9	4,0	6,9	37	3,60	3,6	1,2	2,5	47

В годы эксперимента наследуемость показателя «длина колоса» показала высокое значение. В первый год испытания высокий H^2 определяется большим значением генотипической составляющей в прямых скрещиваниях. Стоит указать на тот факт, что показатели генотипической и средовой вариации по направлениям скрещивания практически одинаковы (табл. 1). Несмотря на условия недостаточного увлажнения в фазу налива зерна (2019 г.) наследуемость данного признака была высокой, поскольку генотип внес большой вклад. Данные результаты согласуются с совместной работой зарубежных ученых [15].

Анализируя результаты, полученные в опыте по признаку «масса зерна колоса», можно подчеркнуть низкий коэффициент наследуемости независимо от направления скрещивания в 2018 г. Для 2019 г. характерна обратная направленность наследования данного признака, т.е. его среднее и высокое значения (табл. 2). Высокий результат был получен в обратных скрещиваниях благодаря влиянию генотипического фактора.

Фенотипическое варьирование в 2018 г. (в условиях переувлажнения) для результирующего показателя «масса зерна растения» отличалось равными показателями. Что касается величины наследуемости, то здесь наблюдалась сходная картина (табл. 1). За счет возрастания генотипической компоненты в 2019 г. рецiproкные гибриды показывают средние значения H^2 , в отличие от прямых гибридных комбинаций. При проведении подобных исследований пакистанскими учеными были выявлены такие же закономерности наследования признака продуктивности растений [16].

Выводы

1. Фенотипическая экспрессия хозяйственно-полезных признаков рецiproкных гибридов первого поколения в большей степени контролируется абиотическими факторами среды.
2. Изменение коэффициента наследуемости происходит за счет увеличения или уменьшения доли вклада генотипической и паратипической изменчивости.
3. Высокая наследуемость в опыте была обнаружена по длине колоса (77% в прямых скрещиваниях, 81% – в обратных). Признаки «масса зерна растения» и «перезимовка» характеризуются низким коэффициентом наследования.
4. Маркерным признаком для отбора на ранних этапах селекции является «длина колоса».
5. Фенотипический отбор более эффективен для признаков с высокой наследуемостью, а в случае низкой наследуемости генетические значения лучше устанавливать посредством молекулярных маркеров.

Библиографический список

1. Islam, M., Hossain, M., Rahman, M., et al. (2010). Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Twenty Ber Genotypes. *Academic Journal of Plant Sciences*. 3: 92-98.
2. Din, K., Khan, N.U., Gul, S., et al. (2020). Combining ability effects and inheritance of maturity and yield associated traits in F_2 populations of wheat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 30 (4): 988-1003.
3. Бебякин, В. М. Наследуемость показателей продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы / В. М. Бебякин, Т. А. Розанова. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2013. – № 1-2. – С. 41-42.

4. Амунова, О. С. Генетико-статистический анализ комбинационной способности сортов яровой пшеницы по устойчивости к засухе в ювенильный период развития / О. С. Амунова, Л. В. Волкова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21 (3). – С. 253-262.

5. Мухордова, М. Е. Наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридов озимой мягкой пшеницы / М. Е. Мухордова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 7. – С. 20-24.

6. Волкова, Л. В. Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений / Л. В. Волкова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (3). – С. 207-218.

7. Капко, Т. Н. Изучение наследования длины стебля мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях / Т. Н. Капко. – Текст: непосредственный // Проблемы и перспективы аграрной науки в России (посвящается 135-летию со дня рождения А. И. Стебута): сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (14-16 марта 2012 г.) / ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. – Саратов, 2012. – С. 39-43.

8. Саакян, Г. А. Влияние межгенотипической конкуренции на изменчивость и наследуемость количественных признаков озимой мягкой пшеницы / Г. А. Саакян. – Текст: непосредственный // Биологический журнал Армении. – 1987. – Т. 40, № 2. – С. 110-116.

9. О наследовании и наследуемости некоторых количественных признаков озимой пшеницы / Г. А. Саакян [и др.] – Текст: непосредственный // Биологический журнал Армении. – 1986. – Т. 39, № 12. – С. 1015-1016.

10. Орлюк, А. П. Оценка качества зерна озимой мягкой пшеницы на ранних этапах селекции / А. П. Орлюк, В. А. Жужа. – Текст: непосредственный // Plant breeding and seed production. – 2006. – Vol. XII, № 1-2. – P. 15-21.

11. Селекционно-генетические подходы в оценке перспективности гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество / Н. Е. Самофалова [и др.]. – Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 6 (60). – С. 42-46.

12. Paterson, A.H., Damon, S., Hewitt, J., et al. (1991). Mendelian Factors Underlying Quantitative Traits in Tomato: Comparison across Species, Generations, and Environments. *Genetics*. 127: 181-97.

13. Чесноков, Ю. В. Молекулярные маркеры в популяционной генетике культурных растений: монография / Ю. В. Чесноков, Н. В. Кочерина, В. М. Косолапов. – Москва: ООО «Угрешская Типография», 2019. – 200 с. – Текст: непосредственный.

14. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1967. – 328 с. – Текст: непосредственный.

15. Nizamani, M.M., Nizamani, F., Rind, R., et al. (2020). Heritability and genetic variability estimates in F3 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and Applied Biology*. 9. 352-368. 10.19045/bspab.2020.90040.

16. Kashif, M., Khaliq, I. (2004). Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Metric Traits in Wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*. 6 (1): 138-142.

References

1. Islam, M., Hossain, M., Rahman, M., et al. (2010). Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Twenty Ber Genotypes. *Academic Journal of Plant Sciences*. 3: 92-98.

2. Din, K., Khan, N.U., Gul, S., et al. (2020). Combining ability effects and inheritance of maturity and yield associated traits in F2 populations of wheat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 30 (4): 988-1003.

3. Bebyakin, V.M. Nasleduemost pokazateley produktivnosti i kachestva zerna yarovoy myagkoy pshenitsy / V.M. Bebyakin, T.A. Rozanova // Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka. – 2013. – No. 1-2. – S. 41-42.

4. Amunova, O.S, Volkova L.V. Genetiko-statisticheskiy analiz kombinatsionnoy sposobnosti sortov yarovoy pshenitsy po ustoychivosti k zasukhe v yuvenilnyy period razvitiya / O.S. Amunova, L.V. Volkova // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2020. – No. 21 (3). – S. 253-262.

5. Mukhordova, M.E. Nasleduemost khozyaystvenno-tsennykh priznakov gibridov ozimoy myagkoy pshenitsy / M.E. Mukhordova // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 7. – S. 20-24.

6. Volkova, L.V. Nasleduemost i izmenchivost priznakov produktivnosti u gibridov yarovoy my-

agkoy pshenitsy pervogo-chetvertogo pokoleniy / L.V. Volkova // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2019. – No. 20 (3). – S. 207-218.

7. Kapko, T.N. Izuchenie nasledovaniya dliny steblya myagkoy yarovoy pshenitsy v topkrossnykh skreshchivaniyakh / T.N. Kapko // Problemy i perspektivy agrarnoy nauki v Rossii (posvyashchaetsya 135-letiyu so dnya rozhdeniya A.I. Stebuta). Sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov, GNU NIISKh Yugo-Vostoka Rosselkhozakademii, 14-16 marta 2012 g., Saratov. – S. 39-43.

8. Saakyan, G.A. Vliyanie mezhenotipicheskoy konkurentsii na izmenchivost i nasleduemost kolichestvennykh priznakov ozimoy myagkoy pshenitsy / G.A. Saakyan // Biologicheskii zhurnal Armenii. – 1987. – T. 40, No. 2. – S. 110-116.

9. O nasledovanii i nasleduemosti nekotorykh kolichestvennykh priznakov ozimoy pshenitsy / G.A. Saakyan [i dr.] // Biologicheskii zhurnal Armenii. – 1986. – T. 39, No. 12. – S. 1015-1016.

10. Orlyuk, A.P. Otsenka kachestva zerna ozimoy myagkoy pshenitsy na rannikh etapakh seleksii / A.P. Orlyuk, V.A. Zhuzha // Plant Breeding and Seed Production. – 2006. - Vol. XII, No. 1-2. – P. 15-21.

11. Seleksionno-geneticheskie podkhody v otsenke perspektivnosti gibridnykh populyatsiy ozimoy tverdoy pshenitsy na kachestvo / N.E. Samofalova [i dr.]. // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2018. – No. 6 (60). – S. 42-46.

12. Paterson, A.H., Damon, S., Hewitt, J., et al. (1991). Mendelian Factors Underlying Quantitative Traits in Tomato: Comparison across Species, Generations, and Environments. *Genetics*. 127: 181-97.

13. Molekulyarnye markery v populyatsionnoy genetike kulturnykh rasteniy: monografiya / Yu.V. Chesnokov, N.V. Kocherina, V.M. Kosolapov. – Moskva: OOO «Ugreshskaya Tipografiya», 2019. – 200 s.

14. Rokitskiy, P.F. Biologicheskaya statistika / P.F. Rokitskiy. – Minsk: «Vysheyschaya shkola», 1967. – 328 s.

15. Nizamani, M.M., Nizamani, F., Rind, R., et al. (2020). Heritability and genetic variability estimates in F3 populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pure and Applied Biology*. 9. 352-368. 10.19045/bspab.2020.90040.

16. Kashif, M., Khaliq, I. (2004). Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Metric Traits in Wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*. 6 (1): 138-142.



УДК 635.655:33:57.083.223

С.В. Жаркова, О.В. Манылова
S.V. Zharkova, O.V. Manylova

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНОКУЛЯНТОВ НА СОЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

THE EFFECTIVENESS OF INOCULANTS IN SOYBEAN CROPS IN THE FOREST-STEPPE OF THE OB RIVER AREA

Ключевые слова: соя, урожайность, экономическая эффективность, симбиотическая азотфиксация, инокулянт, чистый доход, рентабельность, себестоимость.

Проводится оценка эффективности применения предпосевной инокуляции семян сои препаратами симбиотических азотфиксаторов разных производителей. Соя играет ведущую роль в решении проблемы обеспечения населения белком, так как является зернобобовой культурой, имеющей в семенах наибольшее его содержание. Сегодня соя занимает одно из ведущих мест в мировом земледелии. За последние 20 лет

площади посевов культуры увеличились почти в 1,5 раза, по данным ФАОСТАТ в 2018 г. они составляли более 120 млн га. Ведущими производителями семян сои являются Аргентина, США и Бразилия, замыкают пятерку лидеров Индия и Китай. В Алтайском крае посеы сои в 2019 г. занимали около 150 тыс. га, в среднем по краю урожайность составила 1,27 т/га. Больше всего соей засеяно площади в Зональном и Смоленском районах, 11260 и 15758 га соответственно. Наибольшая урожайность 2,27 т/га была получена в Советском районе. Важное место среди них занимает предпосевная обработка семян препаратами-инокулянтами на основе симбиотических азототрофов,