

Список литературы

- 1 Давыдкина А.Е., Чернова А.П., Юленков Н.П. Получение биологически активных веществ из древесных отходов облепихи // Материалы XXIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера. В 2 томах. Том 2 (г. Томск, 16–19 мая 2022 г.) / Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. С. 150–151.
- 2 Карпова Е.А. Биохимическая оценка новых сортов облепихи в Западной Сибири // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур и их маркетинг в современных условиях. Челябинск, 1996. С. 23.
- 3 Карпова Е.А. Изучение биохимических особенностей облепихи с целью использования в селекции // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в 21 веке: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Ч. 1. 2000. С. 207–209.
- 4 Способ производства биологически активного комплекса – порошка из молодых побегов облепихи [электронный ресурс]. Режим доступа – https://yandex.ru/patents/doc/RU2506953C1_20140220 – дата обращения: 17.01.2024
- 5 Турецкова В.Ф. Теоретическое и экспериментальное обоснование рационального использования коры и побегов облепихи крушиновидной и коры осины обыкновенной. Автореф. дис. докт. фармацевт. наук. Пермь, 2001. 43 с.
- 6 Galitsin G., Lomovsky I., Podgorbunskikh E. Seasonal and Geographic Variation in Serotonin Content in Sea Buckthorn [электронный ресурс]. Режим доступа – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36534234/> – дата обращения: 17.01.2024г.
- 7 Galitsin G., Lomovskiy I., Orlov D. Sea buckthorn is a natural source of serotonin // ACG publications, 2020. P. 7
- 8 Lu Rongsen. The flavonoid contents in the berries and leaves of *Hippophae*. Abstract Proceedings of the 5th International Sea buckthorn Association Conference, China, Xining, 2011. P. 59.

DOI 10.18699/GPB2024-10

Оценка мутантов ярового ячменя по элементам урожайности с использованием селекционных индексов

Базюк Д.А. *, Белозерова А.А., к.б.н., Боме Н.А., д.с.-х.н.

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

*email: bazjukdenis97@yandex.ru

Проведено изучение мутантных форм ярового ячменя по элементам урожайности. Практическую ценность представляют 12 мутантов, характеризовавшиеся стабильным проявлением признаков продуктивности в разные по метеорологическим характеристикам вегетационные периоды. Использование селекционных индексов (канадский индекс, мексиканский индекс, индекс продуктивности растения) позволило отобрать потенциально засухоустойчивые генотипы, полученные в результате обработки химическим мутагеном фосфемидом семян исходных образцов из Перу (в концентрации 0,01 %) и Эфиопии (0,002 %).

Ключевые слова: ячмень, химический мутаген фосфемид, селекционные индексы.

Evaluation of spring barley mutants for yield elements using selection indices

*Bazyuk D.A. *, Belozeroва A.A., Bome N.A.*

Tyumen State University, Tyumen, Russia

**email: bazjukdenis97@yandex.ru*

The study of mutant forms of spring barley in terms of yield elements was carried out. 12 mutants characterised by stable manifestation of productivity traits in different weather characteristics of vegetation periods are of practical value. The use of selection indices (Canadian index, Mexican index, plant productivity index) made it possible to select potentially drought-resistant genotypes obtained as a result of treatment with the chemical mutagen phosphemide of seeds of initial samples from Peru (at a concentration of 0.01%) and Ethiopia (0.002%).

Key words: barley, chemical mutagenesis, phosphemide, selection indices

Яровой ячмень является важной продовольственной, технической и кормовой культурой, входит в рецептуру большинства комбикормов, используется для производства крупы, а также в пивоварении и спиртовой промышленности. Актуальной остается проблема повышения урожайности, устойчивости к различным абиотическим и биотическим стрессорам, что является важнейшим условием увеличения объемов зерна [1, 2]. Особое внимание в селекционной работе уделяется комплексному изучению образцов ячменя по важным хозяйственно ценным признакам, что позволяет отбирать генотипы, отвечающие разнообразным требованиям [3].

В селекционной практике отмечается, что для оценки сортов по хозяйственно-биологическим и адаптивным показателям на фоне стремительно меняющихся лимитирующих факторов среды возможно использование различных индексов, способствующих выявлению уникальных генотипов. По мнению ряда авторов, если входящие в состав индекса количественные признаки с тесной корреляцией имеют одинаковый характер изменчивости под влиянием условий среды, то индекс оказывается менее изменчивыми, чем сами признаки [4].

В качестве объекта исследования были использованы три образца ячменя (*Hordeum vulgare* L.) из мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (Зерноградский 813, к-30453, Россия, var. *erectum*; Dz02-129, к-22934, Эфиопия, var. *nigripallidum*, C.I. 10995, к-30630, Перу, var. *sinicum*) и 44 мутантные формы пятого (M₅), шестого (M₆) и седьмого

(M₇) поколений, созданных на их основе с помощью химического мутагена фосфемид (ди-(этиленимид)-пиримидил-2-амидофосфорная кислота) в концентрациях 0,002 % ($2 \cdot 10^{-3}$ М) и 0,01 % ($1 \cdot 10^{-2}$ М).

Полевое исследование проводилось в 2021-2023 гг. на экспериментальном участке биостанции Тюменского государственного университета «Озеро Кучак» (Нижнетавдинский район, Тюменская область). Почва окультуренная дерново-подзолистая, супесчаная по гранулометрическому составу (содержание гумуса – 3,67 %, рН – 6,6). Метеорологические условия в годы исследования отличались нестабильностью по обеспеченности растений теплом и влагой: 2021 г. характеризовался как очень засушливый (ГТК = 0,42), 2022 г. был наиболее благоприятным по влагообеспеченности (ГТК = 0,92); в 2023 г. отмечено наибольшее количество осадков (ГТК = 0,78) в сравнении с 2021 и 2022 гг., при этом большая часть осадков в июле выпала за 3 суток на фоне повышенных температур, тогда как в мае и первой половине июня зафиксирован дефицит осадков.

Исходные формы и мутантные образцы оценивали по комплексу признаков, характеризующих продуктивность растений, учитывали длину колоса, число зерен с колоса, массу зерна с колоса, количество продуктивных побегов и урожайность на 1 м², высоту растений в фазу «колошение». В качестве дополнительной характеристики мутантных образцов использовали некоторые селекционные индексы: «индекс потенциала колоса» – отношение длины колоса (см) к высоте растения (см), «канадский индекс (удельный урожай колоса)» – отношение массы зерен с колоса (г) к длине колоса (см), «индекс линейной плотности колоса» – отношение числа зерен с колоса (шт.) к длине колоса (см), «мексиканский индекс» – отношение массы зерен с колоса (г) к высоте растения (см); «индекс продуктивности растения» – отношение произведения числа зерен с колоса (шт.) на массу зерен с колоса (г) к длине колоса (см); «финско-скандинавский индекс» – отношение числа зерен в колосе (шт.) к высоте растения (см) [4–7].

Селекционные индексы позволяют оценивать и отбирать селекционный материал по совокупности признаков продуктивности или повышения эффективности отбора по одному признаку [5, 6, 8].

По итогам исследований, проведенным в контрастных по метеорологическим условиям 2021 и 2022 гг., выделены 12 перспективных мутантных форм, характеризовавшиеся стабильным проявлением признаков продуктивности, и установлены индексы, тесно связанные с урожайностью зерна (канадский, мексиканский, индекс продуктивности растений). В данной работе приведены результаты анализа эффективности указанных индексов в 2023 г., характеризовавшемся сложными метеорологическими условиями вегетационного периода. Полученные результаты представлены в таблице.

Оценка перспективных мутантных образцов ячменя по селекционным индексам

Образец	2021 г.			2022 г.			2023 г.		
	КИ	МИ	ИПР	КИ	МИ	ИПР	КИ	МИ	ИПР
Зерноградский 813	0,115	0,010	2,207	0,141	0,012	2,923	0,123	0,013	1,916
PI9(37) 0,002%	0,123	0,012	2,493	0,144	0,012	3,351	0,121	0,013	2,044
Dz02-129	0,153	0,013	5,662	0,147	0,009	6,043	0,116	0,010	1,709
ЭП5(55) 0,002%	0,220	0,019	9,429	0,212	0,014	7,321	0,245	0,021	8,393
C.I.10995	0,076	0,007	3,023	0,143	0,012	5,416	0,094	0,015	2,241
PI17(12) 0,01%	0,152	0,014	6,211	0,152	0,014	6,239	0,091	0,010	1,647
PIV19(44) 0,01%	0,138	0,015	5,984	0,184	0,014	8,485	0,106	0,012	2,427
PIV19(45) 0,01%	0,181	0,021	9,461	0,196	0,016	9,793	0,210	0,022	7,584
PII6(76) 0,01%	0,208	0,021	7,938	0,191	0,013	7,724	0,160	0,018	4,672
PII6(77) 0,01%	0,175	0,017	6,806	0,178	0,013	7,442	0,242	0,023	9,756
PII7(79) 0,01%	0,147	0,014	6,235	0,168	0,012	7,048	0,144	0,015	3,511
PII3(82) 0,01%	0,170	0,018	6,686	0,173	0,013	7,560	0,191	0,021	7,481
PII6(82) 0,01%	0,174	0,020	8,402	0,171	0,013	8,185	0,180	0,021	6,137
PIV19(86) 0,01%	0,172	0,017	7,650	0,179	0,013	7,818	0,237	0,022	8,448
PI14(108) 0,01%	0,112	0,014	4,844	0,132	0,010	5,222	0,178	0,019	5,963

Примечание: КИ – Канадский индекс, г/см; МИ – Мексиканский индекс, г/см; ИПР – Индекс продуктивности растений, шт.× г/см.

Канадский индекс используется в зонах, в которых типичной является весенне-летняя засуха, и направлен на отбор засухоустойчивых генотипов [7, 8]. В нашем исследовании указанный индекс у перспективных мутантных форм в условиях дефицита влаги в 2023 г. варьировал в более широких пределах, чем в предыдущие годы (от 0,091 до 0,245 г/см). Наиболее высокими значениями удельного урожая колоса во все годы изучения характеризовался мутант ЭП5(55) 0,002%, полученный на основе образца из Эфиопии.

Мексиканский индекс отражает взаимосвязь продуктивности колоса с высотой растения и показывает способность соломины нести нагрузку в виде колоса, что такое характеризует устойчивость растений к полеганию [7, 8]. Под действием теплового стресса и недостатка влаги образцы ячменя в 2021 и 2023 гг. отличались низкорослостью и меньшей массой зерна с растения при сопоставлении с 2022 г., в связи с чем у большинства перспективных образцов значения исследуемого индекса были выше при дефиците осадков, чем в благоприятных условиях. Стабильным проявлением мексиканского индекса в стрессовых условиях 2021 и 2023 гг. характеризовались мутанты на основе образца из Перу PIV19(45) 0,01 % и PII6(82) 0,01 %.

К наиболее информативным индексам по мнению [9, 10] относится индекс продуктивности растений, в основе которого лежат такие признаки как длина, число и масса зерен с колоса. В нашем исследовании индекс продуктивности растений изменялся в широких пределах, особенно в засушливых условиях 2021 и 2023 гг. Примерно одинаковыми показателями индекса продуктивности, независимо от года исследования, характеризовались мутанты ЭП5(55) 0,002 %, PIV19(45) 0,01 % и PII6(82) 0,01 %.

ППЗ(82) 0,01 % и ППV19(86) 0,01 %.

Для наиболее эффективного индексного отбора необходимо учитывать возможные взаимосвязи между признаками [6]. По результатам нашего исследования в условиях недостаточной влагообеспеченности 2021 г. отмечена тесная корреляция между урожайностью и канадским индексом ($r = 0,85$), мексиканским индексом ($r = 0,76$) и индексом продуктивности растений ($r = 0,70$), тогда как в благоприятных условиях (2022 г.) и в условиях дефицита воды на фоне повышенных температур (2023 г.) связь урожайности с перечисленными индексами ослабевает.

В результате проведенного исследования на основе селекционных индексов выделены перспективные мутантные образцы ярового ячменя, характеризующиеся более высокой засухоустойчивостью.

Список литературы

- 1 Лукина К.А., Ковалева О.Н., Лоскутов И.Г. голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26, № 6. С. 524–536.
- 2 Шоева О. Ю. Мировой опыт создания пивоваренных сортов ячменя на основе беспротоцианидиновых мутантов // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 7, № 1. С. 23–33.
- 3 Лоскутов И.Г. Генетические ресурсы овса и ячменя – источник результативной селекции в России // Доклады международной Вавиловской конференции. М., 2009. С. 200–205.
- 4 Манукян И.Р., Басиева М.А., Абиев В.Б. Оценка продуктивности селекционных образцов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа // Нива Поволжья. 2018. №4 (49). С. 78–83.
- 5 Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация полигенных признаков растений и теория селекционных индексов // Молекулярная и прикладная генетика. 2009. Т. 9. С. 7–13.
- 6 Степанова Н.А. Определение продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных признаков / Н.А. Степанова [и др.] // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2021. №3 (39). С. 91–96.
- 7 Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Значимость комплексной оценки селекционных индексов и параметров стрессоустойчивости сортов озимой ржи // Аграрный вестник Урала. 2022. № 06 (221). С. 16–26.
- 8 Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Агроэкологическая оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим и адаптивным показателям // Пермский аграрный вестник. 2023. № 1 (41). С. 63–71.
- 9 Манукян И.Р. Использование нового индекса продуктивности растений для оценки селекционного материала озимой пшеницы / И.Р. Манукян [и др.] // Нива Поволжья. 2019. № 2 (51). С. 47–52.
- 10 Манукян И.Р. Оценка экологической пластичности сортов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа / И.Р. Манукян [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 22–27.