

Создание беспроантоцианидиновых линий ячменя

Тоцкий И.В. *, к.б.н., н.с.; Кукоева Т.В., с.л.; Григорьев Ю.Н., с.н.с.; Шоева О.Ю., к.б.н., с.н.с., зав. сектором.

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

*email: totsky@bionet.nsc.ru

Зерно ячменя содержит флавоноидные соединения, среди которых присутствуют проантоцианидины, принимающие участие в защите растений от абиотических и биотических стрессов. Данные соединения также могут иметь негативное влияние на производимую из ячменя продукцию. Проведена селекция и отбор беспроантоцианидиновых линий ячменя, созданных на основе беспроантоцианидинового мутанта ant28.2131 и сорта Танай. Отбор проводился на основе оценки морфологических признаков, признаков продуктивности и биохимических признаков.

Ключевые слова: ячмень, проантоцианидин, мутант, селекция.

Development of proanthocyanidin-free barley lines

*Totsky I.V. *, PhD, researcher; Kukoeva T.V., senior assistant; Grogor'ev Yu.N., senior researcher; Shoeva O.Yu., PhD, senior researcher, head of the sector.*

Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

*email: totsky@bionet.nsc.ru

Barley grain contains flavonoid compounds, among which are proanthocyanidins, which are involved in protecting plants from abiotic and biotic stresses. These compounds may also have a negative effect on barley products. Breeding of proanthocyanidin-free barley lines was carried out. These lines were created based on the proanthocyanidin-free mutant ant 28.2131 and the Tanay variety. Selection was carried out on the basis of assessment of morphological characteristics, productivity characteristics and biochemical characteristics of barley

Key words: barley, proanthocyanidin, mutant, breeding.

Ячмень – важная зерновая культура России, которую выращивают в продовольственных целях, а также для пивоваренной промышленности. В зависимости от использования ячменя к нему выдвигаются различные требования, что приводит к созданию специализированных сортов. Зерно ячменя содержит флавоноидные соединения, которые принимают важное значение в развитии растения. Одними из таких соединений являются проантоцианидины, которые относятся к полимерным флавоноидным соединениям, образованным молекулами катехина, эпикатехина и галлокатехина [1]. Существует пять мутантных локусов *Ant19*, *Ant25*, *Ant26*, *Ant27* и *Ant28*, которые приводят к нарушению синтеза проантоцианидинов, но при этом не

нарушают синтез других флавоноидных соединений. Проантоцианидины имеют высокую антиоксидантную активность и принимают участие в защите растений от абиотических и биотических стрессов [2, 3]. Однако данные соединения также могут иметь негативное влияние на производимую из ячменя продукцию. Например, наличие проантоцианидинов в зернах ячменя приводит к коллоидному помутнению пива [1]. Таким образом, наличие или отсутствие проантоцианидинов в зерне ячменя определяет направление использования, в котором будут использованы сорта ячменя. В связи с этим выведение беспроантоцианидиновых сортов ячменя является важной задачей. Целью данной работы является создание линий ячменя, не накапливающих проантоцианидины в зерне и имеющих приемлемые характеристики для выращивания в западносибирском регионе.

В качестве растительного материала были выбраны возделываемый в Новосибирской области сорт Танай и беспроантоцианидиновая мутантная линия *ant28.2131* (NGB13712, NordGen), несущая мутацию в гене R2R3-MYB, контролирующем синтез проантоцианидинов в зерне ячменя [4].

Растения выращивали в теплицах ИЦиГ СО РАН и на полевых участках ИЦиГ СО РАН и СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН.

Селекцию беспроантоцианидиновых линий ячменя проводили в несколько этапов. На первом этапе скрещивали мутантную линию *ant28.2131* и реципиентный сорт Танай. Беспроантоцианидиновые растения F_2 отбирали по результатам качественного теста на проантоцианидины, который проводили, помещая зерна на 8 часов в 1 н. раствор NaOH с 0,01 % TritonX [5]. Окрашивание зерна в коричневый цвет свидетельствовало о наличии проантоцианидинов. Отобранные беспроантоцианидиновые гибридные растения F_3 бэккросировали на реципиентный сорт Танай. Среди полученных растений BC_1F_2 также отбирали беспроантоцианидиновые образцы.

На этапе BC_1F_3 проводили полевое тестирование отобранных образцов и отбор лучших образцов по морфологическим признакам и продуктивности. Фенотипическую оценку проводили по следующим признакам: общая кустистость, продуктивная кустистость, высота растений, длина остей, длина главного колоса, плотность колосков в главном колосе, количество зёрен в главном колосе, масса зёрен главного колоса, количество зёрен в дополнительных колосьях, масса зёрен дополнительных колосьев, масса зёрен с растения. Статистическую обработку проводили с использованием критерия Манна-Уитни.

Оценка морфологических признаков показала наличие растений с высокими характеристиками в трёх из четырёх семейств BC_1F_3 (см. таблицу). Двенадцать растений были отобраны для дальнейшего тестирования и оценки качества зерна.

Отобранные растения были размножены до поколения BC_1F_5 , для которого проводили оценку продуктивности, содержания белка и содержание крахмала.

Хозяйственно ценные признаки гибридов BC₁F₃ Танай × *ant28.2131* и BC₁F₃ *ant28.2131* × Танай

№ растения	Кустистость общая, шт.	Кустистость продуктивная, шт.	Высота растений, см	Длина остей, см	Длина главного колоса, см	Плотность колосков в главном ко- лосе, шт.	Количество зёрен в глав- ном колосе, шт.	Масса зё- рен с глав- ного колоса, г	Количество зёрен в дру- гих коло- сках, шт.	Масса зё- рен с остальных колосьев, г	Масса зё- рен с рас- тения, г
Танай	3,3 ± 1,45	2,8 ± 0,91	92,0 ± 7,29	16,4 ± 1,53	7,6 ± 1,39	12,3 ± 1,02	21,7 ± 2,60	1,13 ± 0,247	32,7 ± 20,43	1,47 ± 1,157	2,59 ± 1,257
<i>ant28.2131</i>	2,6 ± 0,99	2,2 ± 0,95 [@]	61,1 ± 6,37 [@]	12,9 ± 1,87 [@]	6,7 ± 1,90	11,6 ± 0,75 [@]	17,6 ± 5,04 [@]	0,64 ± 0,379 [@]	20,1 ± 17,50 [@]	0,55 ± 0,652 [@]	1,19 ± 0,919 [@]
BC ₁ F ₃ Та- най × <i>ant28.2131</i> p2	2,7 ± 1,93*	2,2 ± 1,23*	84,5 ± 11,34* [^]	17,9 ± 2,54* [^]	8,7 ± 2,15* [^]	11,2 ± 1,36*	24,2 ± 4,16* [^]	1,24 ± 0,370 [^]	24,6 ± 31,39*	0,96 ± 1,249*	2,19 ± 1,493 [^]
BC ₁ F ₃ <i>ant28.2131</i> × Танай p4	2,2 ± 0,70*	2,1 ± 0,60*	82,8 ± 12,15* [^]	15,0 ± 1,82* [^]	7,1 ± 1,54	12,0 ± 1,15	21,8 ± 4,60 [^]	1,00 ± 0,314 [^]	19,8 ± 12,52*	0,76 ± 0,606*	1,75 ± 0,787* [^]
BC ₁ F ₃ <i>ant28.2131</i> × Танай p17	3,5 ± 1,54 [^]	2,5 ± 1,10	85,8 ± 13,45 [^]	16,5 ± 1,88 [^]	9,3 ± 1,02* [^]	11 ± 0,97* [^]	24,5 ± 2,19* [^]	1,20 ± 0,352 [^]	30,6 ± 25,37	1,19 ± 1,145 [^]	2,38 ± 1,311 [^]
BC ₁ F ₃ <i>ant28.2131</i> × Танай p30	4,9 ± 1,46* [^]	3,5 ± 1* [^]	81,6 ± 4,62* [^]	17 ± 2,49 [^]	10,2 ± 0,93* [^]	10,3 ± 0,73* [^]	27,6 ± 1,43* [^]	1,55 ± 0,167* [^]	56,5 ± 23,27* [^]	2,13 ± 1,170* [^]	3,68 ± 1,238* [^]

Примечание: данные представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение.

При оценке биохимических качеств зерна отобранных образцов ячменя было выделено два образца с повышенным содержанием белка (15,18–15,73 % сухой массы) и восемь образцов имеющих несколько сниженное содержание белка (13,44–14,41 % сухой массы), которое не отличалось от содержания белка у родительского сорта Танай (13,62 % сухой массы). По содержанию крахмала все изученные образцы не отличались от сорта Танай.

Финансирование: работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 21-76-10024.

Список литературы

- 1 von Wettstein D. From analysis of mutants to genetic engineering // Annual Review of Plant Biology. 2007. V. 58. P. 1–19. DOI 10.1146/annurev.arplant.58.032806.104003.
- 2 Yu D, Huang T, Tian B, Zhan J. Advances in Biosynthesis and Biological Functions of Proanthocyanidins in Horticultural Plants // Foods. 2020. V. 9. I. 12. 1774. DOI 10.3390/foods9121774
- 3 Lam L.P.Y., Wang L., Lui A.C.V., Liu H., Umezawa T., Tobimatsu Y., Lo C. Flavonoids in major cereal grasses: distribution, functions, biosynthesis, and applications // Phytochemistry Reviews. 2023. V. 22. P. 1399–1438. DOI 10.1007/s11101-023-09873-0
- 4 Himi E. et al. *Ant28* gene for proanthocyanidin synthesis encoding the R2R3 MYB domain protein (Hvmyb10) highly affects grain dormancy in barley // Euphytica. 2012. V. 188. I. 1. P. 141–151. DOI 10.1007/s10681-011-0552-5
- 5 Himi E., Taketa S. Barley *Ant17*, encoding flavanone 3-hydroxylase (F3H), is a promising target locus for attaining anthocyanin/proanthocyanidin-free plants without pleiotropic reduction of grain dormancy // Genome. 2015. V. 58. P. 43–53. DOI 10.1139/gen-2014-0189

DOI 10.18699/GPB2024-92

Изучение variability генов липоксигеназы у отечественных сортов твердой пшеницы

Трифопова А.А.^{1*}, к.б.н., н.с.; Борис К.В.¹, к.б.н., с.н.с.; Мальчиков П.Н.², д.с.-х.н., г.н.с.; Кудрявцев А.М.¹, д.б.н., зав. лаб.

¹ФГБУН Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

²Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова – филиал ФГБУН Самарского Федерального исследовательского центра РАН, Безенчук, Самарская область, Россия

*email: aichka89@mail.ru

Проведено изучение полиморфизма генов липоксигеназы (*Lrx-B1.1*, *Lrx-B1.2* и *Lrx-B1.3*), участвующих в процессе окисления каротиноидов, у 38 отечественных сортов яровой твердой пшеницы с помощью трех молекулярных маркеров. Показано, что в изученной коллекции наиболее распространен гаплотип II, ассоциированный со средним уровнем активности липоксигеназы, при этом у четырех сортов отмечен нежелательный для селекции гаплотип I, а наиболее ценный для селекции гаплотип III не выявлен.