

Маркер-контролируемое получение и характеристика гибридных форм пшеницы с окрашенным зерном

Е.В. Чуманова*, Т.Т. Ефремова, К.В. Соболев, Е.А. Косяева

Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

* chumanova@bionet.nsc.ru

Цель: Маркер-контролируемое получение новых генотипов с фиолетовой и черной окраской зерна с участием районированных сортов Новосибирская 31 (Н31), Сибирская 21 (Си621), Лидер 80 (Л80) и гексаплоидной пшеницы *T. petropavlovskyi* и проведение количественной оценки содержания антоцианов (АЦ), фенольных соединений (ФС), показателей антиоксидантной активности (АОА) и продуктивности полученных гибридных форм.

Материалы и методы: Получено шесть гибридных популяций от скрещивания линий сорта Саратовская 29 (S29): i:S29*Pp-D1Pp3^{PF}* (S29PF) с фиолетовой (Arbuzova et al., 1998) и s:S294E(4B) × i:S29*Pp-D1Pp3^{PF}* (S29BW2) с черной окраской зерна (Efremova et al., 2023) с сортами Н31, Си621 и Л80. Кроме того, выделены девять линий с фиолетовой и черной окраской зерна, полученных от скрещивания S29BW4 (s:S294E(4B) × i:S29*Pp-D1Pp3^{PF}*) с образцом *T. petropavlovskyi* к-44126 (ВИР). Выделение гомозигот с фиолетовой и черной окраской зерна в гибридных популяциях F₂ проводилось с использованием ПЦР-маркеров к генам биосинтеза АЦ: Pp1-diagnostic и Pp3-diagnostic, ThMYC4ESp и SSR-маркеров Xgwm0375 (хромосома 4B) и Xgwm0111 (хромосома 7D). Оценка суммарного содержания АЦ проводилась согласно методике (Abdel-Aal, Hucl, 1999), общее содержание ФС определяли аналогично работе (Kukoeva et al., 2024), а АОА – с использованием метода ABTS (Kumari et al., 2020). Также проводили определение показателей продуктивности главного колоса и растения. Значимость различий между средними значениями оценивалась с использованием критерия Тьюки.

Результаты: Во всех гибридных комбинациях F₂ были выделены гомозиготные растения с фиолетовой окраской перикарпа, несущие фрагменты амплификации *Pp-D1* и *Pp3*. При этом оказалось, что сорта Си621 и Л80 несут *Pp-D1*, что облегчило задачу отбора целевых генотипов. В случае Н31 гомозиготность по *Pp-D1* устанавливали с использованием Xgwm0111 при наличии только одного фрагмента, унаследованного от S29PF. Кроме того, были выделены гомозиготные растения с черной окраской зерна, обусловленной сочетанием накопления АЦ в перикарпе и алейроновом слое, у которых дополнительно присутствовал фрагмент амплификации ThMYC4ESp в отсутствие ПЦР-продукта Xgwm0375.

Все растения F₃ с окрашенным зерном по содержанию АЦ, ФС и показателям АОА значительно превосходили родительские сорта. Метанольные экстракты растений с черным зерном в среднем характеризовались более высоким содержанием АЦ и ФС и, как следствие, антиоксидантным потенциалом относительно фиолетовозерных, в особенности это касается гибридов на основе Л80. Однако в популяциях, полученных с участием Н31 и Л80 выделены фиолетовозерные генотипы, не уступающие по содержанию ФС и АОА растениям с черным зерном.

Растения с черной окраской зерна характеризовались более длинным колосом и большим числом колосков – признаками, унаследованными от родительской линии S29BW2, по сравнению с фиолетовозерными генотипами, а также большим числом зерен, за исключением гибридов, полученных с участием Л80. Максимальное число и масса зерен в колосе наблюдались как у гибридов с черной, так и с фиолетовой окраской зерна, полученных на основе сорта Си621. Однако последние уступали по содержанию биоактивных соединений растениям, полученным на основе сортов Н31 и Л80. Кроме того, гибриды с черным зерном на основе Си621 превышали показатели S29BW4 по числу и массе зерен в колосе ($p < 0.05$).

С использованием ДНК-маркеров выделены гомозиготные растения с фиолетовой и черной окраской зерна в потомстве от скрещивания S29BW4 × *T. petropavlovskyi* к-44126 (ВИР). В F₄ были отобраны девять линий – три с черным и шесть с фиолетовым зерном, которые характеризовались рыхлым колосом с меньшим числом колосков и зерен по сравнению с S29BW4. Однако, несмотря на это, у Л1 и Л2 с черной и Л7–Л9 со светло-фиолетовой зерновкой масса зерна с колоса и растения в 1.3–2.1 раза превысила показатели S29BW4 за счет большего числа колосьев с растения (достигающего 4.2–5.6) и в особенности более крупной зерновки по сравнению с S29BW4. Значительное увеличение массы зерновки наблюдалось у всех линий, с фиолетовым зерном (до 46.7–58.4 мг), причем более крупная удлиненная зерновка, как у *T. petropavlovskyi*, массой 53–59 мг сочеталась со светло-фиолетовой окраской. Наиболее высоким содержанием антоцианов характеризовались Л1 и Л2, а среди фиолетовозерных выделялась Л7, не уступающая линиям с темно-фиолетовой окраской по содержанию АЦ, ФС и показателям АОА, но отличающаяся более высокой продуктивностью. Наиболее перспективные генотипы могут послужить исходным материалом для получения сортов мягкой пшеницы с повышенным содержанием биологически активных компонентов в зерне для условий Западной Сибири.

Финансирование: Работа поддержана РНФ (№ 24-26-20028) и Министерством науки и инновационной политики Новосибирской области (№ п-99), <https://rscf.ru/project/24-26-20028>.