

Фенотипирование зерновок пшеницы для установления связи с комплексом количественных признаков

Т.С. Аниськина^{1*}, Е.Н. Баранова^{1,2}

¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия

* tatianiskina@gmail.com

Цель: используя фенотипирование по изображениям (ImageJ) и статистический анализ, количественно определить симметрию, округлость и поперечную асимметрию зерновок пшеницы и выявить наличие взаимосвязей с компонентами урожайности и качественными параметрами.

Материалы и методы: объектом исследования являются генотипы мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*). Определяли высоту растений (см), количество растений (шт./м²), количество стеблей (шт./м²), коэффициент кущения, массу снопа (г), массу зерна с растения (г), массу зерна с колоса (г), коэффициент хозяйственного использования, массу 1000 зерен (г), натуру (г/л) и урожайность (т/га), устойчивость растений к снежной плесени, мучнистой росе, бурой ржавчине, стекловидность зерна, содержание белка и клейковины. Для определения параметров зерновки использовали программу ImageJ, оценивали длину, ширину, площадь и периметр. Массу зерновки определяли на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. Затем зерновку разрезали в средней части и измеряли расстояния от ее краев до оси симметрии с точностью до 0,001 мм, где 1a,b – длины плеч от пересечения перпендикуляра с касательной (осью симметрии) к долям половинок зерновки пшеницы на срединном разрезе; 2a,b – длины плеч от перпендикуляра к самым широким участкам долей половинок зерновки пшеницы; 3a,b – длины сегментов максимального расстояния внутренних углов складки (вентральной борозды) от точки пересечения оси симметрии с плоской частью вентральной борозды между половинками долей зерновки пшеницы; от 4a,b – длины плеч перпендикуляра в точке пересечения оси симметрии с плоской частью вентральной борозды между половинками долей зерен пшеницы; 5a,b – длины биссектрис, идущих от перпендикуляра в точке пересечения оси симметрии с плоской частью вентральной борозды между половинками долей зерен пшеницы. Индексами 1–5 являются соотношения соответствующих длин. Величина асимметрии зерен рассчитывалась как среднее арифметическое значение показателей относительной асимметрии зерен по вышеуказанным перпендикулярам. Статистический анализ проводили в программе SPSS Statistics 25. Использовали метода Колмогорова–Смирнова, коэффициенты вариации признаков, ANOVA с апостериорным критерием Дункана, анализ Спирмена, методы построения уравнений регрессии.

Результаты: Анализ корреляционных связей между характеристиками зерновки и компонентами урожая показал, что индекс 5 был тесно и достоверно связан с содержанием клейковины, индекс 4 – с натурой и высотой растений, индекс 3 – с коэффициентом кущения и индекс 1 – с высотой растений. Между индексом 2 и стекловидностью зерновки обнаружена сильная обратная зависимость. Масса 1000 зерен достоверно и сильно коррелировала с периметром зерновки и средней массой зерновки. Размер зерновки имеет обратную зависимость с ее площадью поперечного сечения.

Наличие достоверных корреляций позволяет составить прогностические модели уравнений. Установлено, что измерение даже только двух показателей позволяет прогнозировать высоту растений на 77,6% и коэффициент кущения на 84%. Индекс 2 находится в обратной зависимости от стекловидности зерна, то есть при увеличении индекса 2 эндосперм теряет прочные связи крахмальных зерен с белком и становится более крахмалистым, а значит, мука уже не будет первоклассной. Изменение индекса 5, который отвечает за нижнюю часть среза зерна, связано с прямым сильным изменением клейковины.

Выводы: в данной работе впервые показана взаимосвязь между индексами формы зерна пшеницы и компонентами урожая. Показатели формы зерна продемонстрировали низкие коэффициенты вариации (до 10%), поэтому можно предположить, что эти признаки стабильны в устойчивых линиях и сортах. Мы предполагаем, что применение этих признаков будет полезно для идентификации сортов (паспортизации). Создание такой картотеки индексов формы зерна, вероятно, снизит затраты на идентификацию сортов с помощью электрофореза белков зерна. Кроме того, возможность прогнозирования высоты растений по индексам формы зерна позволит заблаговременно корректировать норму высева и выбирать оптимальный участок для размещения (размещение высокорослых зерновых культур на ветреном склоне приводит к полеганию). Эти результаты вносят ценный вклад в область фенотипирования растений, особенно в связи с быстрым развитием высокопроизводительных технологий.

Финансирование: Исследование поддержано госзаданием № 122042700002-6.