

Влияние увеличенной дозы фосфорного питания на онтогенез сахарной свёклы при выращивании в условиях закрытого грунта методом speed breeding

А.Ю. Крупина, П.Ю. Крупин*, М.Н. Полякова, М. Алкубеси, А.А. Ульянова, М.Г. Дивашук
 Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Россия, Москва
 *pavel-krupin@yandex.ru

Цель: Изучить влияние увеличенной дозы фосфорного питания на онтогенез и стрессоустойчивость сахарной свёклы для создания условий оптимального минерального питания при выращивании в условиях закрытого грунта методом ускоренной селекции (speed breeding) в условиях яровизации и без яровизации.

Материалы и методы: Эксперимент включал два опыта: первый – по получению генеративного побега без образования корнеплода, второй – по получению мини-штеклингов (миниатюрных корнеплодов). В первом опыте растения подвергались воздействию яровизации и длинного светового дня для стимуляции цветения при следующих условиях: яровизация (первые 12 недель) – день 22 ч, +6 °C /ночь 2 ч, +5 °C; послеяровизационный период – день 22 ч, +23 °C /ночь 2 ч, +20 °C. Через три дня после окончания яровизации растения еженедельно подкармливали либо раствором Кнопа (контроль, 0,25 г/л KH_2PO_4), либо раствором Кнопа с повышенной концентрацией фосфатов (40,25 г/л KH_2PO_4). Во втором опыте растения выращивались при следующих условиях: день 22 ч, +25 °C /ночь 2 ч, +20 °C. Начиная с 34-го дня жизни растения еженедельно подкармливали либо раствором Кнопа (контроль, 0,25 г/л KH_2PO_4), либо раствором Кнопа с повышенной концентрацией фосфатов (40,25 г/л KH_2PO_4). Во втором опыте на 90-й день в каждом из вариантов минерального питания (контроль и дополнительное фосфорное питание) проводилась оценка реакции растений на засуху (нормальный полив – контроль; засуха – отсутствие полива в течение 21 дня до потери листьями тургора) и заморозки (оптимальная температура – контроль; заморозки – экспозиция при –1 °C в течение 5 часов). В первом и во втором опытах проводилось регулярное цифровое фенотипирование с помощью прибора TraitFinder (Phenospex, Нидерланды) по признакам цифровой биомассы, нормализованного вегетационного индекса (NDVI) и индекса старения (PSRI).

Результаты: Согласно результатам наблюдений в первом опыте (с яровизацией) у растений, выращенных с усиленным фосфорным питанием, бутонизация наступала на 8 дней раньше по сравнению с контролем, при этом на 153-й день выращивания семена завязались у 58% в группе в усиленном фосфорным питанием и у 42% в контрольной группе. По результатам второго опыта (без яровизации) установлено, что растения, выращенные при увеличенной дозе фосфорного питания, на 90 день жизни по сравнению с контрольными растениями имели цифровую биомассу в среднем больше на 19%, NDVI больше на 17%, а PSRI меньше на 18%. У контрольных растений листья засыхали и отмирали после второй недели опыта с засухой, а у растений, выращенных при увеличенной дозе фосфорного питания, сохранялись до конца эксперимента. Через одну неделю после засухи у контрольных растений цифровая масса и NDVI снизились относительно значений до стресса на 47 и 10%, а PSRI увеличился на 9%; аналогичные показатели для растений, выращенных при увеличенной дозе фосфорного питания, составили соответственно 27, 7 и 5%. На вторую неделю после заморозков у контрольных растений цифровая биомасса и NDVI по сравнению с измерением до заморозков снизилась соответственно на 28 и 9%, в то время как у растений, выращенных при увеличенной дозе фосфорного питания, цифровая масса снизилась на 41%, а NDVI вырос на 2%. При этом контрольные растения на вторую-третью неделю сбрасывали листья, а растения, выращенные при увеличенной дозе фосфорного питания, продолжали вегетацию вплоть до пятой недели наблюдений: их цифровая масса снизилась на 69% относительно значений до заморозков, однако NDVI вырос на 13%, а PSRI снизился на 44%, что свидетельствует об усиленных процессах регенерации растений после стресса. Мини-штеклинги, полученные при повышенном фосфорном питании, имели массу в среднем на 7,5 г (55%) больше по сравнению с контролем.

Выводы: Полученные результаты демонстрируют важность фосфорного питания для выращивания растений в нетипичных для них условиях закрытого грунта. Дополнительное фосфорное питание позволяет растениям сахарной свёклы после яровизации раньше приступить к цветению, а при выращивании без яровизации – успешнее справляться с последствиями заморозков и засухи и формировать более крупные мини-штеклинги. Полученные результаты могут использоваться при разработке технологии выращивания сахарной свёклы методом speed breeding в части минерального питания для ускорения селекции новых сортов и гибридов этой стратегически важной сельскохозяйственной культуры.

Финансирование: Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, государственное задание FGUM-2023-0002.