

Генетическая модификация пути биосинтеза жасмонатов в пшенице

Д.Н. Мирошниченко^{1,2*}, А.В. Пиголев¹, Е.А. Дегтярёв¹, А.С. Пушин², В.И. Дегтярёва², В.В. Алексеева², А.А. Фролов³, С.В. Долгов², Т.В. Савченко¹

¹ Институт фундаментальных проблем биологии, Федеральный исследовательский центр «Пуцинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Пуцзино, Московская область, Россия

² Филиал Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук, Пуцзино, Московская область, Россия

³ Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

* miroshnichenko@bibch.ru

Фитогормоны жасмонаты участвуют в регуляции защитных механизмов при биотических и абиотических стрессах, а также влияют на рост и развитие растений. Растущее количество экспериментальных данных свидетельствует о том, что стимуляция защитных реакций, регулируемых жасмонатами, может быть эффективной стратегией повышения устойчивости растений. В настоящий момент биосинтез и функционирование жасмонатной системы растений подробно изучены у модельного двудольного растения *Arabidopsis thaliana*. Тогда как функции и молекулярные механизмы действия жасмонатов у однодольных растений, и в частности у представителей рода *Triticum* L., еще малоизучены.

С целью исследования жасмонат-зависимой регуляции метаболизма и продукционных процессов у пшеницы нами получен ряд генетически модифицированных линий с измененным содержанием жасмонатов. Коллекция включает линии мягкой пшеницы (*T. aestivum*) и пшеницы полбы (*T. dicoccum*), трансформированные векторами для сверхэкспрессии ключевых генов пути биосинтеза жасмоната, а именно гена алленоксидсинтазы (*AOS*, кодирует локализованный в хлоропластах белок), и гена 12-оксофитодиеноатредуктазы (*OPR*, кодирует фермент, локализованный в пероксисомах), включая растения, сверхэкспрессирующие гены *A. thaliana AtAOS* и *AtOPR3*, либо их гомологи из пшеницы *TaAOS* и *TaOPR*, а также растения, трансформированные векторами, несущими RNAi-конструкты, нацеленные на подавление экспрессии *AOS*. В результате идентифицированы линии с существенным изменением содержания жасмонатов (12-ОФДК, ЖК, ЖК-Пе). Описаны различающиеся эффекты сверхэкспрессии *AOS* и *OPR* у полбы и мягкой пшеницы, заключающиеся в заметном изменении фенотипа, роста и развития трансгенных растений. У линий мягкой пшеницы экспрессирующих *AtAOS*, чаще, чем у пшеницы полбы, наблюдали отставание в росте, сокращение числа зерен в колосе и снижение веса семян. Похожий эффект наблюдали при экзогенной многократной обработке метилжасмонатом (MeЖАК) нетрансгенных растений, также ведущей к замедлению роста, запаздыванию цветения, сокращению длины растений и колоса, особенно у мягкой пшеницы. Анализ устойчивости к стрессовым факторам биотической и абиотической природы выявил повышенную устойчивость у ряда трансгенных линий к низким температурам, дефициту воды и осмотическому стрессу. С другой стороны, повышенный стресс-индуцируемый уровень жасмонатов коррелировал с повышенной восприимчивостью к некротрофному фитопатогену *B. cinerea* как у мягкой пшеницы, так и пшеницы полбы. Накопленный в результате исследований научный материал раскрыл многообразие функций жасмонатов, участие этих гормонов в формировании продуктивности и качества зерна у пшеницы, позволил выявить некоторые молекулярные маркеры, связанные с устойчивостью растений к неблагоприятным условиям среды. Полученная нами коллекция трансгенных линий с широким спектром экспрессионных изменений (от подавления до сверхэкспрессии) является ценным инструментом для выяснения функционирования жасмонатной системы у зерновых культур.

Финансирование: Исследование поддержано Российским научным фондом, грант № 22-16-00047-П.