

Секреты темного зерна



17 февраля 2020

Похожие материалы

- [Новый центр развития биотехнологий](#)
- [Цвет имеет значение](#)
- [Загадочный пигмент](#)

3

Как известно, внешний вид играет большую роль не только для людей, но и для многих других живых существ. Для них, пожалуй, даже более важную: с помощью окраса животные маскируются или отпугивают своих врагов, а растения могут привлекать насекомых-опылителей. Кроме того, пигменты, создающие ту или иную окраску частей живого организма, выполняют и другие важные функции. Этим объясняется интерес ученых к механизмам выработки и накопления пигментов, а также факторам, влияющим на эти процессы. Недавно в журнале *Scientific Reports* были опубликованы результаты исследования, посвященного образованию темного пигмента – меланина – в растениях. Подробности в интервью с одним из участников проекта, старшим научным сотрудником ФИЦ ИЦИГ СО РАН, к.б.н. Олесей Шоевой.

– Олеся Юрьевна, вообще, насколько характерно для растений наличие меланина?

– Меланины – достаточно распространённые пигменты в царстве растений. Однако из-за сложностей в их химической идентификации, доказать их присутствие в оболочках семян удалось лишь для некоторых видов растений. Еще в 1960-ых годах эти пигменты выделили из семян арбуза и подсолнечника. Тогда же было показано, что они имеют сходные химические свойства с меланинами животных, однако в отличие от меланинов животных, которые являются производными тирозина, меланины растений являются производными катехола. Позднее меланиновая природа была доказана для черных пигментов в семенах винограда, чеснока, томата, ипомеи и каштана. Среди злаковых растений меланин был выявлен в темноокрашенных зернах овса. В нашей работе мы показали, что черные пигменты из зерна ячменя также являются меланинами.

– Известно, какую роль меланин играет в жизни растений?

– Считается, что они имеют адаптивное значение, придают прочность оболочкам семян, защищая их от повреждений. Например, у подсолнечника семена с черной

окраской шелухи меньше повреждаются личинками молей по сравнению с семенами, имеющими белую окраску. Также сообщалось, что сорта ячменя с темной окраской колоса меньше поражаются фузариозом по сравнению с сортами, у которых колос не окрашен. Более устойчивыми к этому заболеванию также являются генотипы овса с темной окраской цветковых чешуй.

В Сирии местные сорта ячменя с черной окраской зерна произрастали в наиболее засушливых районах страны по сравнению с белозерными сортами, адаптированными к более мягким условиям произрастания. Сравнение этих сортов показало, что черnozерные сорта ячменя являются более холодоустойчивыми и засухоустойчивыми, быстро созревающими по сравнению с белозерными.

Еще в литературе есть упоминания о влиянии черных пигментов на скорость прорастания. Например, скорость прорастания семян томата, накапливающих меланины, в воде и под действием гибберелиновой кислоты была ниже по сравнению со скоростью прорастания семян дикого типа, в которых не были выявлены меланиновые пигменты.

– Темная окраска зерна всегда бывает по причине содержания в них меланина?

– Не всегда, зерно может быть темноокрашенным, вплоть до черного цвета, из-за присутствия в его оболочках как меланинов, так и антоцианов. Однако данные соединения имеют различную природу. Меланины являются нерегулярными полимерными полифенольными соединениями с неустановленной структурой, а антоцианы – это индивидуальные соединения с вполне установленной структурой.

– Я правильно понял, что в ходе исследования вы с коллегами изучили механизмы образования и накопления меланина в растении?

– Да, всё верно. В нашем распоряжении оказались две уникальные генетически родственные линии, который отличались небольшим участком на первой хромосоме ячменя, содержащем ген, контролирующий формирование черной окраски колоса. На первом этапе был проведен химический анализ черных пигментов, который подтвердил наши предположения о том, что черный пигмент является меланином. Далее мы провели наблюдение за процессом развития колоса и установили стадии, на которых начинается накопление пигмента, и динамику его накопления. Черный цвет впервые появился на зернах в верхней части колоса на стадии поздней молочной спелости. Затем по мере созревания он распространялся по всему колосу до самого его основания. Мы установили, что темный пигмент появился впервые в защитной оболочке зерна — перикарпе. С помощью световой микроскопии удалось выяснить, что меланин окрашивает хлоропласты (характерные для растений фотосинтезирующие органеллы). А с помощью электронной микроскопии мы показали, что в клетках перикарпа

окрашенных зерен целостность пластид сохраняется дольше, чем у неокрашенных. Таким образом, нам впервые удалось показать, что у растений, как и у животных, синтез меланинов происходит в обособленном отделе клетки. Видимо, это является общим принципом меланогенеза у этих групп организмов.

– Имеют ли эти результаты прикладную составляющую?

– На данном этапе корректно говорить о значении, которое наши результаты имеют для фундаментальной науки. Они являются основой для дальнейших исследований процесса меланогенеза у растений. Но, поскольку синтез меланиновых пигментов имеет адаптивное значение, такое исследование является актуальным в плане повышения устойчивости возделываемых сортов ячменя.

– Какова была роль сотрудников ИЦИГ в реализации проекта, и кто еще входил в состав его участников?

– Эти исследования проводили ученые из различных научных организаций России и Германии. В ИЦИГ мы уже давно занимаемся исследованием пигментации у злаковых растений. И, конечно, малоизученная черная окраска не могла не привлечь наше внимание, нами были опубликованы уже ряд работ посвященных меланиновой пигментации ячменя и мы, безусловно, являемся лидерами в этом области. Доктор биологических наук, профессор РАН, директор ВИР имени Н.И. Вавилова Елена Константиновна Хлесткина инициировала исследование чернозерного ячменя и выиграла грант РФ для его реализации. Фенотипирование и выделение хлоропластов из черноколосой и белоколосой линий провела аспирант нашего института, младший научный сотрудник Анастасия Юрьевна Глаголева в рамках подготовки своей диссертационной работы, которая как раз посвящена изучению молекулярно-генетических механизмов формирования черной окраски колоса ячменя. Цитологическое исследование было проведено также сотрудником ИЦИГ, кандидатом биологических наук Сергеем Рамильевичем Мурсалимовым. Химический анализ пигментов осуществила кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности» Волгоградского государственного технического университета Наталья Владимировна Грачева. Работа не состоялась бы без уникального материала, на котором было проведено это исследование. Его нам предоставил доктор биологических наук Андреас Бёрнером из Лейбниц-Института генетики растений и исследования возделываемых культур (Гатерслебен, Германия). Я участвовала в анализе полученных результатов и в подготовке публикации.

– Каковы Ваши дальнейшие планы относительно работы в этом направлении?

– Мы активно продолжаем исследование меланиновой окраски у ячменя. Сейчас мы сконцентрировали внимание на установлении молекулярных функций гена, который определяет наличие и отсутствие этого типа окраски у ячменя. Также мы хотим понять, как именно накопление меланиновых пигментов связано с хлоропластами и с фотосинтезом, и связано ли вообще. Кроме этого, мы активно исследуем устойчивость черноколосого ячменя к различным типам стрессов с использованием точных генетических моделей почти-изогенных линий, на которых была выполнена представленная работа.

Сергей Исаев