SECTION XIII. BIOLOGY

Баранова Е.Г.

Особенности наследования количества пигментов у сортов табака

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки
и табачных изделий»
(Россия, Краснодар)

doi 10.18411/gq-31-07-2019-39

idsp sciencerussia-31-07-2019-39

Аннотация

В статье приведены результаты оценки количества основных пигментов в вегетирующих листьях табака сортов с различной окраской листьев, проведено сравнение изменения их в течение онтогенеза; определение количества пигментов в определённых фазах вегетации позволяет выявить генетические различия между сортами с визуально одинаковой окраской листьев.

Ключевые слова: сорта табака, пигменты, окраска листьев.

Abstract

The article presents the results of estimating the amount of basic pigments in vegetative leaves of tobacco varieties with different leaf color, and a comparison of their changes during ontogenesis was made; Determining the number of pigments in certain phases of the growing season makes it possible to identify genetic differences between varieties with visually identical leaf color.

Keywords: tobacco varieties, pigments, color of leaves.

Хлорофилл является наиболее важной формой пигментов зелёных листьев, обеспечивающей рост и развитие растений и влияющей на фенотипическое проявление окраски листьев. Основными и наиболее важными для высших растений формами пигментов являются хлорофиллы «а» и «в», из которых чаще встречается хлорофилл «а». Фотосинтетическая система имеет сложную природу, поэтому образование хлорофилла зависит от влияния многих генов.

Фенотипическим индикатором относительного количества пигментов считается окраска вегетирующих листьев. По характеру, скорости накопления и разрушения пигментов сорта табака обычно подразделяют на желтолистные (с быстрым распадом хлорофилла на ранних стадиях онтогенеза) и зеленолистные, сохраняющие зелёную окраску листьев в течение всего периода вегетации.

У коллекционных форм табака различают пять основных типов окраски листа, которые по степени выраженности могут дифференцироваться на подтипы. Зелёная окраска представляет дикий тип, а жёлтая и ее оттенки - более позднего мутантного происхождения. Есть сорта с рецессивным и доминантным характером наследования жёлтой окраски листьев. Фенотипическое проявление жёлтой окраски в онтогенезе неодинаково у форм табака с различной генетической структурой: жёлтая окраска листьев отмечается в рассадный период и в первой фазе роста - задолго до наступления технической зрелости листьев (фазы бутонизации и цветения). Быстрый распад хлорофилла является положительным признаком и позволяет сократить время послеуборочной обработки листьев и их сушки.

Для определения генетических различий между сортами табака с различными оттенками жёлтой окраски и с визуально одинаковой окраской, определяли количество пигментов и характер их изменения в листьях в течение вегетации. Предпринято изучение количества основных пигментов у восьми сортов табака разных сортотипов и их диаллельных гибридов. Исследованы в трёх фазах онтогенеза сорта табака:

желтолистные с доминантными генами жёлтой окраски листа – Лехия, Юбилейный, Оха Парада; желтолистные с рецессивными генами жёлтой окраски листа - Берлей 21, Дюбек Ходасевича (желтолистный в рассаде), Иммунный 580ж (желто-зеленолистный в рассаде); а также Самсун (Самсун Красноцветковый, тёмно-зеленолистный) и Крупнолистный (зеленолистный).

Жёлтая окраска листьев этих сортов проявляется независимо от наступления физиологической или технической зрелости листьев и имеет разные оттенки в течение онтогенеза. У сорта Лехия окраска изменялась от светло-зеленой, до светло-желто-зеленой, у Самсуна оставалась темно-зеленой, у Берлея 21 – от желто-зеленой до светло-желтой зеленоватой, у Оха Парада – от темно-зеленой до темно-зелено-желтой, у Дюбека Ходасевича – от желто-зеленоватой до темно-желтой, у Юбилейного от светло-зеленой до светло-желто-зеленоватой белесой, у Иммунного 580ж – от светло-зеленой до зеленой светлой золотистой, у Крупнолистного от светло-зеленой до зеленой. У сорта Иммунный 580ж характерная для него окраска листьев проявлялась только в рассадный период и в фазе созревания коробочек; у сортов Берлей 21 и Дюбек Ходасевича – в фазе развития 10-12 листьев, а у гибридов между ними – в фазе бутонизации и цветения; у сорта Юбилейный – к фазе бутонизации.

Выращивание табака на опытно-селекционном участке института осуществлялось согласно методике [1]. Количество пигментов (хлорофилл «а», «в», каротиноиды) определяли методом хроматографического анализа на спектрофотометре СФ-16 в 80%-ном ацетоновом экстракте, по Мак-Кини (Mac-Kinney) [2], в вегетирующих листьях табака (фазы роста 10-го листа, бутонизации, полного цветения) Статистическую обработку данных проводили по Рокицкому [3] и методами Microsoft Excel. Получены гибриды от скрещивания сортов по полной диаллельной схеме, и с зеленолистными Самсун и Крупнолистный, у которых также проведён анализ количества пигментов.

Количество пигментов у сортов. Анализ данных о количестве пигментов показал у всех сортов преобладание хлорофилла «а» в фазах роста и бутонизации, по сравнению с хлорофиллом «в» и каротиноидами (рис.1). В фазе роста количество хлорофилла «а» у сортов составило 4,1-7,3 мг/л (исключение – Иммунный 580ж – 2,8 мг/л); хлорофилла «в» - 0,4-1,4 мг/л; каротиноидов – 1,4-3,7 мг/л. Максимум каротиноидов отмечен в фазе роста для шести сортов, кроме Иммунный 580ж и Крупнолистный.

Максимальное количество пигментов отмечено у тёмно-зеленолистного сорта Самсун и желто-зеленолистного Оха Парада (хлорофилл «а», хлорофилл «в», сумма хлорофилла «а+в», каротиноиды); и Иммунный 580ж (хлорофилл «а», фаза бутонизации). У сортов Дюбек Ходасевича и Юбилейный 8 количество пигментов, в целом, было минимальным (рис. 2).

Рисунок 1. Количество пигментов у 8 сортов табака в трёх фазах вегетации (1, 4, 7 – роста; 2, 5, 8 – бутонизации; 3, 6, 9 - полного цветения)

Рисунок 2. Двухлетние данные о количестве пигментов у 8 сортов: 1-Лехия, 2-Самсун, 3-Берлей 21, 4-Оха Парада, 5-Дюбек Ходасевича, 6-Юбилейный, 7-Иммунный 580ж, 8-Крупнолистный

Динамика накопления хлорофилла «а» в период онтогенеза показана на рисунке 3:

Рисунок 3. Количество хлорофилла «а» у 8 сортов табака в трёх фазах вегетации (1-роста, 2-бутонизации, 3-полного цветения)

Накопление пигментов в течение вегетации проходило, большей частью, параллельно. Общие закономерности сохранялись по годам. Наибольшее количество хлорофилла «а» отмечено у сорта Оха Парада в стадиях роста и бутонизации (7,3 и 10,8 мг/л), а также у сорта Самсун на всех стадиях вегетации (5,7; 10,5 и 7,0 мг/л). У сорта Иммунный 580ж высокий уровень хлорофилла «а» отмечен в стадии бутонизации (9,5 мг/л). В быстро созревающих (желтеющих) листьях сорта Дюбек Ходасевича хлорофилл «а» распадается уже в фазе бутонизации, достигая минимума в данной группе сортов (0,8-0,7 мг/л). У сорта Юбилейный 8 распад хлорофилла «а» отмечен в стадии цветения (0,9 мг/л).

Максимум накопления суммы зеленых пигментов отмечен в первой фазе вегетации (формирование 10-го листа) у сортов Лехия, Дюбек Ходасевича и Юбилейный, а в третьей (полное цветение) – у сортов Оха Парада и Иммунный 580ж. Максимум накопления пигментов у сорта Берлей 21 отмечен в фазах роста и бутонизации, а Самсун – в фазах бутонизации и цветения. Распад хлорофилла наблюдали с третьей фазы (полное цветение) и в четвёртой (созревание коробочек).

Анализ динамики накопления хлорофилла «а» выявил преобладающие тенденции: наибольшее его количество отмечено у желтолистных сортов Лехия, Берлей 21, Дюбек Ходасевича, Юбилейный в фазе роста; у зеленолистных - Самсун, Оха Парада, Иммунный 580ж, Крупнолистный – в фазе бутонизации. Максимальное суммарное количество хлорофилла «а» зафиксировано у сортов Самсун и Оха Парада; минимальное – у сортов Дюбек Ходасевича и Юбилейный.

Таким образом, в изученной группе сортов табака установлено, что у зеленолистного сорта Крупнолистный количество всех пигментов приближалось к среднему в данной группе сортов. Минимум количества всех пигментов отмечен у сорта Дюбек Ходасевича. У сорта Иммунный 580ж светло-жёлто-зелёная окраска проявлялась в рассадный период и в фазе бутонизации, в начале созревания листьев, что свидетельствует о сложном характере наследования количества пигментов. Количество всех пигментов было выше у темно-зеленолистного сорта Самсун, чем у зеленолистного сорта Крупнолистный. В то же время, сорт Оха Парада, желто-зеленолистный при созревании, накапливал больше пигментов, чем зеленолистные сорта, а также отличался наибольшим количеством хлорофилла «а» в фазах роста и бутонизации. Это означает, что повышенное содержание пигментов возможно не только у зеленолистных сортов табака, но и у желтолистных в фазах интенсивного накопления зелёной массы - роста и бутонизации.

По результатам дисперсионного анализа доля влияния генотипа на изменчивость пигментов у сортов, в целом, составила 64-95%. Достоверно меньшее контроля (Самсун) количество пигментов имели сорта с ранним проявлением желтой окраски листьев: Берлей 21, Дюбек Ходасевича, Иммунный 580ж (хлорофилл «а», хлорофилл «в», сумма хлорофилла «а+в», каротиноиды); Крупнолистный (хлорофилл «в», сумма хлорофилла «а+в», каротиноиды); Юбилейный 8 (хлорофилл «а», сумма хлорофилла «а+в»); Лехия (каротиноиды).

Проведенные исследования установили, что достоверно меньшее количество пигментов в данной группе сортов, по сравнению с тёмно-зеленолистным контролем, имели сорта как с рецессивными, так и с доминантными генами желтой окраски листьев. Отмечена тенденция: меньшее накопление пигментов у сортов с рецессивными аллелями желтой окраски листа, максимальное – у тёмно-зеленолистного Самсун и сортов с доминантными аллелями желтой окраски листа. Сорт Иммунный 580ж показывал и меньшее, и большее накопление пигментов, в зависимости от фазы вегетации. Значения производных признаков (отношение хлорофилла «а»/«в» и отношение каротиноиды/«а+в») варьировали и у желтолистных, и у зеленолистных сортов.

Количество пигментов у гибридов, как правило, было выше значений исходных сортов. Размах варьирования количества пигментов был различным в разные фазы; в фазах роста и созревания коробочек варьирование уровня хлорофилла «в» и каротиноидов было незначительным.

Анализ данных о количестве пигментов у диаллельных гибридов показал, что они накапливали максимальное количество хлорофилла «а» ко второй исследуемой фазе - бутонизации, в том числе гибриды желтолистных сортов. Наибольшее количество хлорофилла «а» в этой фазе отмечено у сортов Самсун и Оха Парада (10,5 и 10,8 мг/л), а также у гибридов Самсун с Берлей 21 (11,7 мг/л); Берлей 21 с сортами Оха Парада (10,4 мг/л), Юбилейный (11,7 мг/л), Иммунный 580ж (10,8 мг/л); Оха Парада с Иммунный 580ж (11,0 мг/л). Доминирующим по отношению ко всем сортам был Самсун Красноцветковый, а рецессивными – Дюбек Ходасевича и Юбилейный. У

гибридов желтолистных сортов Берлей 21 x Юбилейный количество хлорофилла было больше, чем у родительских сортов, что свидетельствует об аддитивных эффектах.

Наибольшее суммарное за три фазы вегетации накопление хлорофилла «а» (20-24 мг/л) отмечено у сортов Самсун и Оха Парада, а также гибридов сорта Самсун с сортами Берлей 21, Оха Парада, Дюбек Ходасевича, Иммунный 580ж; Берлей 21 с сортами Оха Парада, Юбилейный, Иммунный 580ж, Крупнолистный; Дюбек Ходасевича с сортами Иммунный 580ж и Крупнолистный.

Наибольшее суммарное за три изученных фазы вегетации количество хлорофилла «в» (6-9 мг/л) отмечено у сортов Самсун и Оха Парада, а также у гибридов сорта Самсун с сортами Берлей 21, Оха Парада, Дюбек Ходасевича, Иммунный 580ж; Берлей 21 с сортами Оха Парада и Иммунный 580ж; Оха Парада с Дюбек Ходасевича. Наименьшее суммарное количество хлорофилла «в» (1-2 мг/л) отмечено у сортов Берлей 21, Дюбек Ходасевича, Юбилейный. У остальных сортов и гибридов сумма хлорофилла «в» за три фазы вегетации составила 3-5 мг/л.

Максимальное количество каротиноидов установлено у сортов Самсун (3,73 мг/л), Оха Парада (2,95 мг/л), Иммунный 580ж (2,97 мг/л), а также у гибридов Лехия с Оха Парада (3,42 мг/л); Самсун с Оха Парада, Дюбек Ходасевича и Юбилейный (3,15-3,4 мг/л); Берлей 21 с Оха Парада (3,51 мг/л) и Юбилейный (3,34 мг/л); Дюбек Ходасевича с Иммунный 580ж (4,44 мг/л) и Крупнолистный (4,79 мг/л). Наибольшее суммарное за три фазы вегетации количество каротиноидов (7 мг/л) отмечено у сортов Самсун и Оха Парада и у гибридов (7-9 мг/л) сортов: Лехия с Оха Парада; Самсун с Оха Парада, Дюбек Ходасевича, Юбилейный; Берлей 21 с Оха Парада и Юбилейный; Оха Парада с Юбилейный и Иммунный 580ж; Дюбек Ходасевича с Юбилейный, Иммунный 580ж и Крупнолистный. Наименьшее суммарное за три фазы вегетации количество каротиноидов (3-4 мг/л) отмечено у сортов Дюбек Ходасевича и Юбилейный. У остальных сортов и гибридов суммарное количество каротиноидов за три изученных фазы вегетации составило 4-6 мг/л.

Таким образом, наименьшее количество хлорофилла «а», «в» и каротиноидов в течение онтогенеза установлено, в основном, у желтолистных сортов Дюбек Ходасевича и Юбилейный, а также Берлей 21 (хлорофилл «в»).

Максимальное накопление всех пигментов установлено у зеленолистных сортов Самсун и Оха Парада, а также, при сочетании с определёнными генотипами, у прямых диаллельных гибридов сортов (в качестве материнского родителя): Самсун, Берлей 21 – хлорофилл «а», «в», каротиноиды; Оха Парада – хлорофилл «в», каротиноиды; Дюбек Ходасевича – хлорофилл «а», каротиноиды.

Полученные данные по количеству пигментов у сортов с генетически обусловленной желтой и зеленой окраской листьев свидетельствуют о том, что желтолистные сорта, в отдельные фазы вегетации, могут иметь высокий уровень зеленых и жёлтых пигментов, сравнимый с содержанием пигментов зеленолистных сортов табака.

Диаллельный анализ данных показал, что генные системы, определяющие количество хлорофилла и каротиноидов, взаимодействуют по типу комплементарного эпистаза, сверхдоминирования или полного доминирования с аддитивными эффектами.

Подводя итоги исследования, можно утверждать, что сорта табака с доминантными аллелями жёлтой окраски листьев содержат сравнительно высокое количество зелёных пигментов. Максимум накопления хлорофилла «а» и «в» у сортов с доминантными и рецессивными генами жёлтой окраски приходился на первую фазу вегетации (42 дня от посадки) и снижался через 97 дней от посадки. У зеленолистных сортов максимум накопления хлорофилла приходился на вторую фазу (82 дня от

посадки), а низкое содержание зелёных пигментов отмечалось через 162 дня от посадки. Исключение составил сорт Лехия, у которого максимум накопления хлорофилла «в» и суммы хлорофиллов пришёлся на вторую фазу (82 дня от посадки) и сорт Крупнолистный, у которого максимум хлорофилла «в» отмечен в третьей фазе (97 дней от посадки). Максимум накопления каротиноидов отмечен у всех сортов в первой фазе вегетации, а у сорта Крупнолистный – во второй фазе. Распад хлорофилла «а» происходил относительно резко и быстро, а распад хлорофилла «в» – более плавно, каротиноидов – ступенчато.

Диаллельный анализ двухлетних данных по содержанию хлорофилла в вегетирующих листьях табака показал, что по содержанию разных пигментов все сорта имели преимущественно более 50% доминантных аллелей. Наибольшее содержание доминантных аллелей (более 75%) из определяющих признаков, имели сорта: Крупнолистный, Самсун, Лехия, Иммунный 580ж – хлорофилл «а»; Крупнолистный, Дюбек Ходасевича, Оха Парада, Юбилейный, Иммунный 580ж – хлорофилл «в»; Крупнолистный, Берлей 21, Юбилейный – каротиноиды. Взаимодействие генных систем, определяющих разные пигменты в разные фазы вегетации, происходило, в основном, по типу комплементарного эпистаза с различными эффектами: аддитивного действия генов, неполного доминирования в локусах или сверхдоминирования.

Установлено, что в фазе бутонизации (и начала цветения) различия в содержании зелёных пигментов в листьях среднего яруса (третьей ломки) достаточно велики и обнаруживаются визуально, поскольку в этой фазе у большинства сортов табака начинается их техническое созревание, сопровождаемое распадом пигментов. Поэтому определение количества пигментов в этой фазе целесообразно для установления различий между фенотипически похожими сортами.

Использованный метод определения количества пигментов в вегетирующих листьях табака позволяет достоверно оценить их количество, и выявить различия между сортами с визуально одинаковой окраской листьев.

1. Методики селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке: учебно-методическое пособие.-Краснодар: Просвещение-Юг,2016.- 139с.
 2. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. / В.Ф.Гавриленко, М.Е.Лабыгина, Л.М.Хандобина. - М.: Высшая школа, 1975.- с.130-131.
 3. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф.Рокицкий. – Минск: Высшая школа, 1973.- 320 с.
-