

Качественные и количественные изменения состава пигментов у растений разных таксономических групп в осенний период

Ильичева Софья Константиновна, 7 класс МБОУ Лицей № 40

Научный руководитель: Ларина Татьяна Андреевна, педагог дополнительного образования
АНО ДО Академ клуб.

В работе исследован пигментный состав у растений разных таксономических групп в осенний период. Сформирована выборка растений по принципу сезонного изменения пигментного состава разных таксонов. С помощью метода хроматографии выявлен пигментный состав для листьев, не изменившихся за сезон и подвергшихся сезонным изменениям. Методом хроматографического анализа показано, что исследуемые листопадные растения изменили свой пигментный состав, вечнозеленые растения не изменили. Многочисленные пигменты — это важный компонент для прохождения фотосинтеза. Летом пигментный состав всех высших растений одинаковый, а осенью он изменяется по-разному у растений разных таксономических групп.

Данная тема является актуальной, так как изучение изменения пигментного состава у растений разных таксономических групп может дополнить сведения о путях приспособления растений к изменениям условий среды.

Целью работы являлось исследование изменения пигментного состава растений разных таксономических групп. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: отобрать растения различных таксономических групп; сформировать выборку растений по принципу сезонного изменения пигментного состава разнообразной таксономической принадлежности с помощью метода хроматографии выявить пигментный состав для листьев, не изменившихся за сезон и подвергшихся сезонным изменениям.

Нами была выдвинута гипотеза, что у растений разных таксономических групп сезонные изменения будут различны. В исследовании использовали метод бумажной хроматографии. Этот метод был открыт в 1944 году Констоном, Гордоном, Мартином и Сингом, использовавших его для анализа смесей аминокислот. Этот метод основан на том, что раствор, содержащий смесь пигментов, пропускается через слой адсорбента. Различные пигменты обладают неодинаковой способностью растворяться в данном растворителе и разной адсорбционной способностью. Чем больше растворимость пигмента, тем хуже он адсорбируется и, следовательно, тем быстрее будет передвигаться по адсорбенту. Благодаря этому происходит разделение смеси пигментов на отдельные компоненты.

Известно, что у высших растений встречаются следующие типы пигментов [5]: хлорофилл а – зеленый пигмент; хлорофилл b – темно-зеленый пигмент; ксантофилл – оранжевый пигмент; каротин – желтый пигмент; антоцианы – красный пигмент. В одном растении всегда находятся разные пигменты, это необходимо для того, чтобы лист поглощал в широком диапазоне спектра. Разнообразные пигменты по-разному поглощают свет [4], листья окрашиваются в зависимости от того, какой свет они отражают. Например, хлорофилл не поглощает зеленый свет, а отражает, поэтому листья зеленые. Хлорофиллы поглощают в основном красный и сине-фиолетовый свет, зеленый свет ими отражается, что и придает растениям специфическую зеленую окраску, если она не маскируется другими пигментами. Эти пигменты во всевозможном количестве присутствуют в тех или иных растениях, придавая листьям определенный цвет, но с наступлением осени цвет листьев меняется. Однако, меняются цвета у растений по-разному – становятся красными, оранжевыми и желтыми.

Для подтверждения гипотезы нами были исследованы листья следующих растений: барбариса (лат. *Berberis*) (красные и бордовые листья), белоягодника (лат. *Symphoricarpos*) (желтые и зеленые листья), пузыреплодника калинолистного (лат. *Physocarpus opulifolius*) (желтые и зеленые листья), листья толстянки (лат. *Crassula sp.*) и каланхоэ живородящего (лат. *Kalanchoe sp.*), мхи, относящиеся к родам амбиетинелла (лат. *acomitrium moss ambietinella sp.*) и бриум (лат. *Bryum sp.*), хвойные: можжевельник (лат. *Juniperus*) и сосна (лат. *Pinus*).

В ходе работы была изготовлена вытяжка пигментов из листьев исследуемых растений. Для этого 150 мг свежих листьев растирали в ступке с добавлением 100 мл ацетона, до состояния гомогената. Полученный гомогенат переносили на фильтр, сложенный из квадрата хроматографической бумаги (10 на 10 см, размер пор 8–15 мкм.) и отфильтровывали. Полученную вытяжку переливали в цилиндр и доводили ацетоном до метки 25 мл, затем погружали в него кончик полоски, вырезанной из хроматографической бумаги. Через несколько секунд, когда вытяжка поднималась по бумаге на 2 см, бумагу высушивали на воздухе и снова погружали в раствор пигментов на несколько секунд, чтобы фронт вытяжки дошел до того же уровня. Эту операцию проделывали несколько раз, пока не образовывалась стартовая, темно-зеленая полоска. После этого противоположный конец хроматограммы закрепляли между двумя стеклянными палочками и помещали в вертикальном положении в хроматографическую банку (Рис.1) так, чтобы петролейный эфир, предварительно налитый в банку, не касался стартовой полосы хроматограммы. Растворитель поднимался по бумаге на 15–20 см. При этом происходило разделение пигментов, которые располагаются в виде полос в следующем порядке [1]: внизу – хлорофилл b, над ним – хлорофилл a, затем ксантофилл, а выше всех – каротин, поднимающийся вместе с фронтом растворителя.

Экспериментальная установка:



Рис.1 Экспериментальная установка

В ходе работы были получены следующие результаты. Были исследованы растения, у которых происходит опадание листьев в связи со сменой сезона. (покрытосемянные).

В красных листьях барбариса были обнаружены пигменты: ксантофилл, каротин, антоцианы. В бордовых листьях барбариса были обнаружены пигменты: хлорофилл «a», ксантофилл, каротин, антоцианы.

Нами были исследованы желтые и зеленые листья белоягодника и пузыреплодника калинолистного. В желтых листьях были обнаружены пигменты: ксантофилл, каротин. В зеленых листьях были обнаружены пигменты: хлорофилл «a», хлорофилл «b», ксантофилл, каротин, антоцианы.

Зелёные листья имеют стандартный набор пигментов: хлорофилл «a», хлорофилл «b», ксантофилл, каротин. Именно с этим набором пигментов в исследовании сравниваются пигментные составы листьев другого цвета. Мы видим, что в листьях, которые поменяли окраску в связи со сменой сезона, отсутствуют хлорофиллы. Вероятно, это связано с тем, что хлорофиллы разрушаются быстрее, чем ксантофиллы и каратиноиды. Это можно связать с развитием пластид и сменой их состава в связи с сезонными изменениями. Хлорофиллы содержатся в хлоропластах, а ксантофиллы и каратиноиды содержатся в хромопластах, которые являются конечной стадией развития всех остальных пластид. Таким образом,

хлоропласты в своем развитии могут пойти двумя путями: разрушиться или превратиться в хромопласты. В обоих из этих случаев происходит разрушение хролофилла.

Также нами были исследованы нелистопадные растения, которые в работе представлены мхами и голосеменными. Мы использовали мхи родов амбиетинелла и бриум. Нами было показано, что разных пробах одного и того же вида состав не менялся. Их состав соответствует стандартному набору пигментов, характерных для высших растений. Тоже самое наблюдается у голосеменных растений.

Кроме того, нами были исследованы растения, эволюционно сформировавшиеся в зоне субтропиков, где сезонность отсутствует пигментный набор у этих растений был такой же как у голосеменных и мхов, т. е. других не листопадных растений.

В таблице 1 представлено распределение пигментов у всех исследуемых растений.

Табл.1.

Содержание пигментов в листопадных и вечнозеленых растениях

Растения	Хлорофилл «а»	Хлорофилл «b»	Ксантофилл	Каротин	Антоцианы
Барбарис (красный)	-	-	+	+	+
Барбарис (бордовый)	+	-	+	+	+
Белоягодник (жёлтый)	-	-	+	+	-
Белоягодник (зелёный)	+	+	+	+	-
Пузыреплодник калинолистный (жёлтый)	-	-	+	+	-
Пузыреплодник калинолистный (зелёный)	+	+	+	+	-
Толстянка	+	+	+	+	-
Каланхоэ живородящее (комнатные) (под контролем)	+	+	+	+	-
Мох рода амбиетинелла	+	+	+	+	-
Мох рода бриум	+	+	+	+	-
Можжевельник	+	+	+	+	-
Сосна	+	+	+	+	-

В результате работы пришли к следующим выводам:

1. В результате хроматографического анализа было установлено, что исследуемые листопадные растения изменили свой пигментный состав.

- Белоягодник имел пигментный состав: хлорофилл «b», хлорофилл «а», ксантофилл, каротин, а поменял его на ксантофилл и каротин.
- Пузыреплодник калинолистный имел пигментный состав: хлорофилл «b», хлорофилл «а», ксантофилл, каротин, а поменял его на ксантофилл и каротин.
- Барбарис имел пигментный состав: хлорофилл «b», хлорофилл «а», ксантофилл, каротин, когда был зелёный, в красном: антоцианы и каротин, в бордовом, поскольку обратная сторона листа была ещё зелёная, то он имел такой пигментный состав: хлорофилл «а», антоцианы, ксантофилл, каротин.

2. Вечнозеленые растения не изменили свой пигментный состав к моменту исследования: Пигментный состав сосны: хлорофилл «а», хлорофилл «b», ксантофилл, каротин. Пигментный состав можжевельника и мхов (амбиетинеллы и бриума): хлорофилл «b», хлорофилл «а», ксантофилл, каротин.
3. Таким образом, мы видим, что пигментный состав и процесс его смены специфичны и уникальны для каждого вида растений.

Литература

1. Алехина, Н. Д. Физиология растений: учебник для студентов вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров «Физиология растений» / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко [и др.]. – Москва: Academia, 2005. – 640 с.
2. Борисова, Г. Г., Чукина, Н. В., Киселева, И. С., Малева, М. Г., & Борисова, Г. Г. (Ред.) (2017). Биохимия. Практикум: учебно-методическое пособие. Издательство Уральского университета
3. Данилова, Л. А. Биохимия: учебник / Л. А. Данилова. — Санкт-Петербург: СпецЛит, 2020. — 333 с
4. Интернет Источник: <https://meduniver.com/Medical/Biology/161.html> (дата обращения: 11.03.2021)
5. Интернет ресурс: <https://helpiks.org/3-72475.html> (дата обращения: 11.03.2021)
6. Практикум по физиологии растений: учеб. пособие для студентов с.-х. высш. учеб. заведений / под ред. Н. Н. Третьякова. – Москва: Колос, 1982. – 272 с.