

**СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ У ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(*PHASEOLUS VULGARIS*)  
В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ**

С. М. МИЖУЙ, В. Н. МИХАЙЛОВА

УО «Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина», г. Мозырь, e-mail: smizhuy@mail.ru

*В статье представлены результаты исследований содержания каротиноидов в листьях. Оно отличается высокой динамичностью, что может быть обусловлено выращиванием при нестабильном уровне фотосинтетически активной радиации и температуры воздуха в лаборатории. Максимум накопления каротиноидов был в варианте с применением минеральной воды (3 неделя), а минимальное количество – в варианте с водопроводной водой.*

**Введение.** Фотосинтез у высших зеленых растений протекает в специализированных внутриклеточных органеллах – хлоропластах, способных доставлять энергию для метаболических процессов только в дневные часы [1].

Среди светособирающих первостепенная роль принадлежит двум молекулярным формам хлорофилла – *a* и *b*.

В молекуле хлорофилла, присутствующего в хлоропластах клеток зеленых растений, содержится четыре пирольных кольца (I–IV), одно из которых (IV) находится в восстановленной форме. Имеется еще и V непирольное кольцо. Длинная изопреноидная боковая цепь в молекуле хлорофилла представляет собой остаток спирта фитола  $C_{20}H_{39}OH$  – производного ненасыщенного углеводорода изопрена, который присоединен сложноэфирной связью к карбоксильной группе заместителя в кольце IV. Четыре центральных атома азота в молекуле хлорофилла координационно связаны с ионом  $Mg^{2+}$  двумя основными и двумя наведенными дополнительными валентностями [2].

По своей химической природе хлорофилл представляет собой сложный эфир двухосновной кислоты и двух спиртов – метилового и фитола. Остаток фитола придает молекуле хлорофилла липидные свойства и обеспечивает закрепление и ориентацию его в природной тилакоидной мембране хлоропласта.

Хлорофилл при гидролизе омыляется с образованием щелочных солей хлорофилла и спиртов. При действии слабых кислот ион магния вытесняется из центра порфиринового ядра и замещается водородом. В результате образуется соединение бурого цвета феофитин.

В фотосинтезирующих клетках высших растений всегда присутствуют хлорофиллы нескольких типов, важнейшие из которых хлорофиллы *a* ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) и *b* ( $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ), отличающиеся только тем, что у хлорофилла *b* вместо метильной в кольце II содержится формильная группа ( $O=C-H$ ). Хотя хлорофиллы *a* и *b* окрашены в зеленый цвет, их спектры поглощения несколько различаются. У большей части высших зеленых растений количество хлорофилла *a* примерно вдвое превышает количество хлорофилла *b*.

В тилакоидных мембранах хлоропластов кроме хлорофилла присутствуют также и вспомогательные светопоглощающие пигменты – каротиноиды, окрашенные в желтый, оранжевый или красный цвет. Среди них наиболее важные – красный пигмент  $\beta$ -каротин (провитамин А) и желтый пигмент ксантофилл, или лютеин. Он является главным ксантофиллом листьев [3].

Каротиноиды поглощают свет в ином диапазоне, нежели хлорофиллы, в связи с этим они функционируют как световые рецепторы, дополняющие хлорофиллы.

**Цель работы** – изучить изменения содержания каротиноидов у фасоли обыкновенной (*phaseolus vulgaris*) в зимний период.

**Материалы и методика исследований.** Для исследования высаживали семена фасоли овощной «Снежная королева» в 4-х кратной повторности. В качестве субстрата при выращивании растений использовался универсальный почвогрунт «Двина».

Полив растений осуществлялся по следующей схеме:

1. Водопроводная вода
2. Минеральная вода
3. Вода с витамином С
4. Несладкий чай

Интенсивность полива определялась высыханием почвогрунта.

Исследования проводились в осенне-зимний период 2017-2018 гг. на базе студенческой научно-исследовательской лаборатории «ИНТЕЛБИО». Анализировались листья фасоли обыкновенной. Отбор проб производился по неделям в 11.00–14.00, когда содержание пигментов в листьях наибольшее.

Для анализа растительных образцов пользовались следующей методикой – спектрофотометрическая методика определения хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов по учебнику А.И. Ермакова «Методы биохимического исследования растений» [4].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В варианте № 1 с применением водопроводной воды наибольшее содержание каротиноидов зафиксировано на 3 неделе исследований (27 мг/г). В дальнейшем отмечено понижение содержание пигмента до уровня 4,66 мг/г, а затем резкое повышение до уровня 12,13 мг/г (рисунок). В варианте № 2 с использованием минеральной воды наибольшее содержание каротиноидов отмечено за 3 неделю исследований (29,13 мг/г). В варианте

№3 с употреблением воды с витамином С наиболее высокое содержание каротиноидов установлено на 3 неделе исследований (19,09 мг/г). Позже отмечено понижение содержание пигмента до уровня 5,17 мг/г. Примерно на таком уровне оно и осталось до конца опыта. В варианте №4 с применением несладкого чая максимальное содержание каротиноидов замечено на 3 неделе исследований (17,59 мг/г). Далее следует резкое понижение до 3,13 мг/г. Примерно на таком уровне оно и осталось до конца исследований.

Из данной диаграммы мы видим, что наибольшее число каротиноидов в варианте №2 (29,13 мг/г) за 3 неделю исследований, наименьшее количество – в варианте №1 за 1 неделю исследований (1,21 мг/г). Эффективность минеральной и водопроводной воды оказалась примерно на одном уровне.

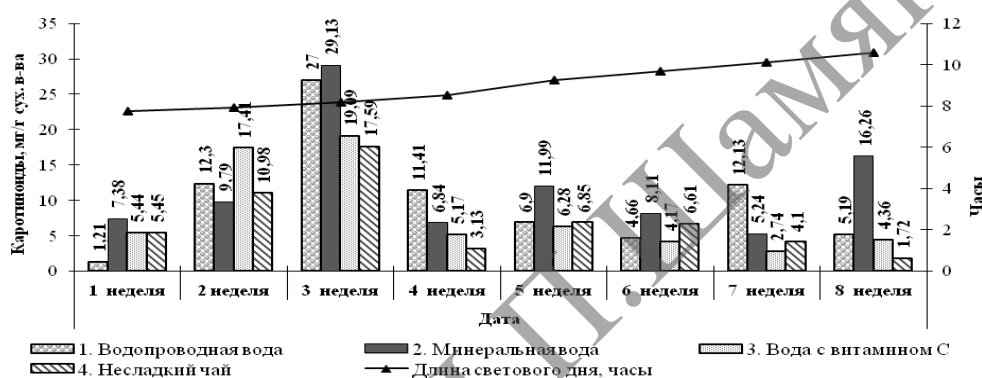


Рисунок. – Содержание каротиноидов в листьях фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) в период вегетации, мг/г сухого вещества

**Заключение.** Наибольшее содержание каротиноидов отмечено во всех вариантах на 6–7 неделе исследований к этапу начала бутонизации. Максимум накопления каротиноидов был в варианте с применением минеральной воды – 29,13 мг/г (3 неделя), а минимальное количество – в варианте с водопроводной водой 1,21 мг/г (1 неделя). Разница между минимальным и максимальным содержанием пигмента составила 3 раза. Наиболее стабильное содержание каротиноидов зафиксировано в варианте с использованием витамина С.

#### Литература

1. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой – М.: Высшая школа, 1989. – 285 с.
2. Беликов, П. С. Физиология растений / П. С. Беликов. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 248 с.
3. Веретенников, А. В. Физиология растений / А. В. Веретенников. – М.: Академический Проект, 2006. – 480 с.
4. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 456 с.

*As a result of research, it was found that the content of carotenoids in the leaves is highly dynamic, which may be due to the growth at an unstable level of photosynthetically active radiation and air temperature in the laboratory. The maximum accumulation of carotenoids was in the variant with the use of mineral water (3 weeks), and the minimum amount in the variant with tap water.*