

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ КРАХМАЛА  
В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП**

*Ю.С. Горгун*

*БГПУ (Минск)*

*Науч. рук. – Ж.Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент*

Аннотация В статье обсуждаются методические вопросы, связанные с особенностями изучения накопления первичного крахмала у растений умеренного климата ( $C_3$ -растения) и тропиков ( $C_4$ -растения). Предлагается демонстрационный опыт по особенностям накопления продуктов фотосинтеза у растений разных экологических групп для школьников профильных биологических классов.

Ключевые слова: фотосинтез, крахмальная проба,  $C_3$ -растения,  $C_4$ -растения

Фотосинтез – единственный процесс на Земле, идущий в грандиозных масштабах и связанный с превращением энергии солнечного света в энергию химических связей. Эта космическая энергия, запасенная зелеными растениями, составляет основу для жизнедеятельности всех других гетеротрофных организмов на Земле от бактерий до человека. В XX в. было установлено, что процесс фотосинтеза начинается на свету в фоторецепторах. В нем участвует несколько типов хлорофилла, а также другие комплексы магния, железа и меди, ферменты, участвующие в восстановлении  $CO_2$  до органических веществ [1].

Растения, у которых первым стабильным продуктом фотосинтеза является трехуглеродное соединение – 3-фосфоглицериновая кислота, называют  $C_3$ -растениями. Растения, у которых первыми продуктами фотосинтеза являются четырехуглеродные органические кислоты – щавелевоуксусная и яблочная, называют  $C_4$ -растениями.

Анатомическая структура листьев  $C_3$ -растений представлена мезофиллом (либо клетками столбчатой и губчатой паренхимы, либо несколькими слоями столбчатой паренхимы). У них во всех фотосинтезирующих клетках функционирует цикл Кальвина и поэтому во всех клетках листа образуется первичный крахмал.

**STUDY OF THE PROCESS OF STARCHING FORMATION  
IN THE LEAVES OF PLANTS OF DIFFERENT  
ECOLOGICAL GROUPS**

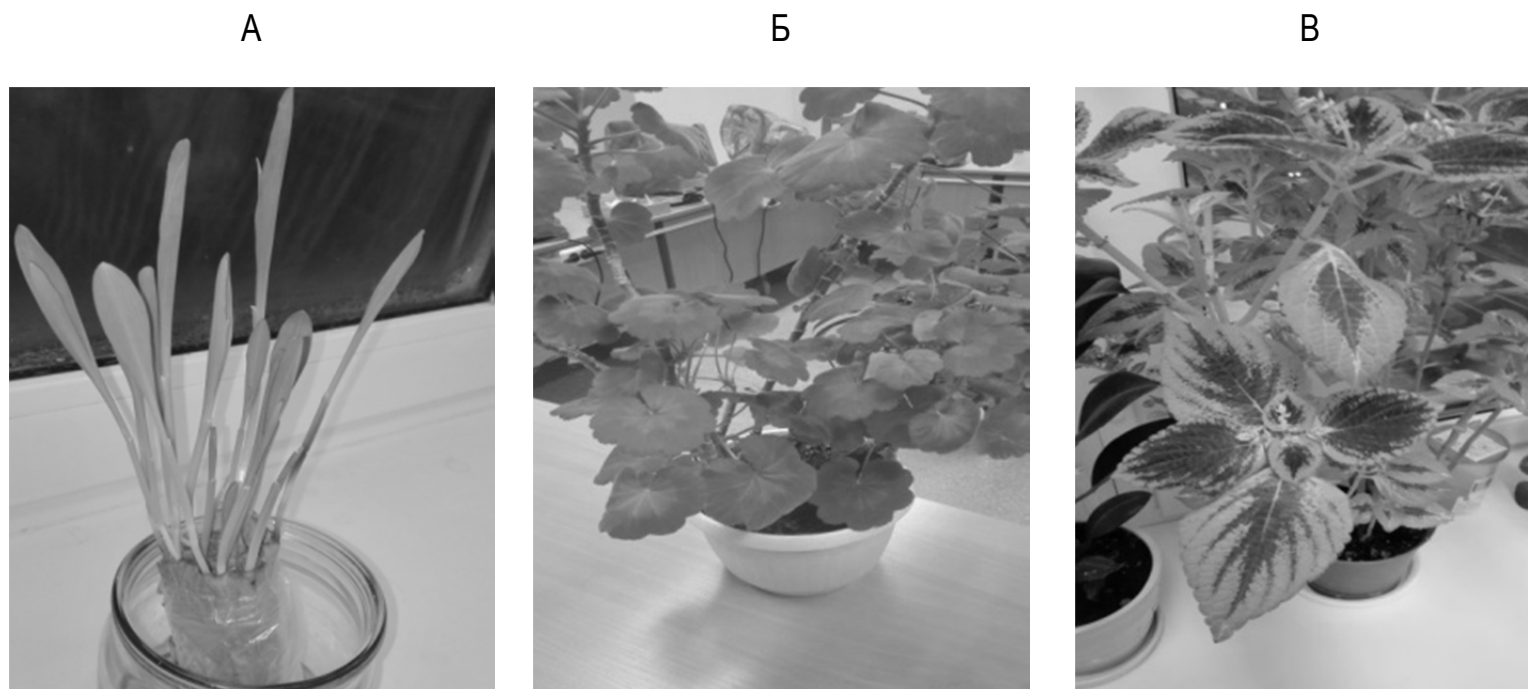
*Y. Horhun*

Summary. The methodological issues related to the peculiarities of studying the accumulation of primary starch in plants of temperate climate ( $C_3$ -plants) and tropics ( $C_4$ -plants) are discussed in the article. Demonstration experiment the peculiarities of photosynthetic products accumulation in plants of different ecological groups for pupils of specialized biological classes is proposed.

Key words: photosynthesis, starch test,  $C_3$ -plants,  $C_4$ -plants

Для  $C_4$ -растений характерна особая структура листа. В нем структурно и функционально различают клетки мезофилла и обкладки проводящих пучков. В клетках мезофилла проходит цикл Хэтча-Слэка, в клетках обкладки – цикл Кальвина. Поэтому первичный крахмал у таких растений образуется только в клетках обкладки, где легче происходит отток в клетки флоэмы.

Для иллюстрации отличий в протекании темновых реакций фотосинтеза у растений разных экологических групп необходимо грамотно отбирать объекты исследования. Это особенно важно для демонстрации опыта для школьников, обучающихся в профильных биологических классах. Поэтому объектами изучения нами были выбраны следующие растения:  $C_3$ -растения (комнатная герань (*Pelargonium zonale*), колеус Блюме (*Plectranthus scutellarioides*) и  $C_4$ -растения (кукуруза сахарная (*Zea mays*)) (рис. 1).



**Рисунок 1 – Объекты исследования кукуруза сахарная (А); герань комнатная (Б) и колеус Блюме (В)**

Для изучения особенностей накопления первичного крахмала в клетках  $C_3$ - и  $C_4$ -растений делали продольные и поперечные срезы листьев  $C_3$ - и  $C_4$ -растений и помещали их на предметное стекло в каплю 30 %-ого раствора NaOH или KOH для их просветления. Через 10–15 мин щелочь удаляли фильтровальной бумагой, промывали препарат водой и капали раствор Люголя. Накрывали срезы покровным стеклом и исследовали их под микроскопом при малом увеличении (x10) [2].

В результате исследований по накоплению первичного крахмала в листьях растений было выявлено, что кукуруза сахарная ( $C_4$ -растение), накапливает крахмал в клетках обкладки проводящих пучков и в клетках устьиц; в клетках между жилками (клетках мезофилла) крахмала нет. Поэтому на продольном срезе (рис.2.) проводящие пучки с обкладкой четко выделяются как темные полосы, а на поперечном срезе клетки обкладки выглядят в виде темной короны («kranz» – анатомия), окружающей неокрашенные ткани ксилемы и флоэмы.

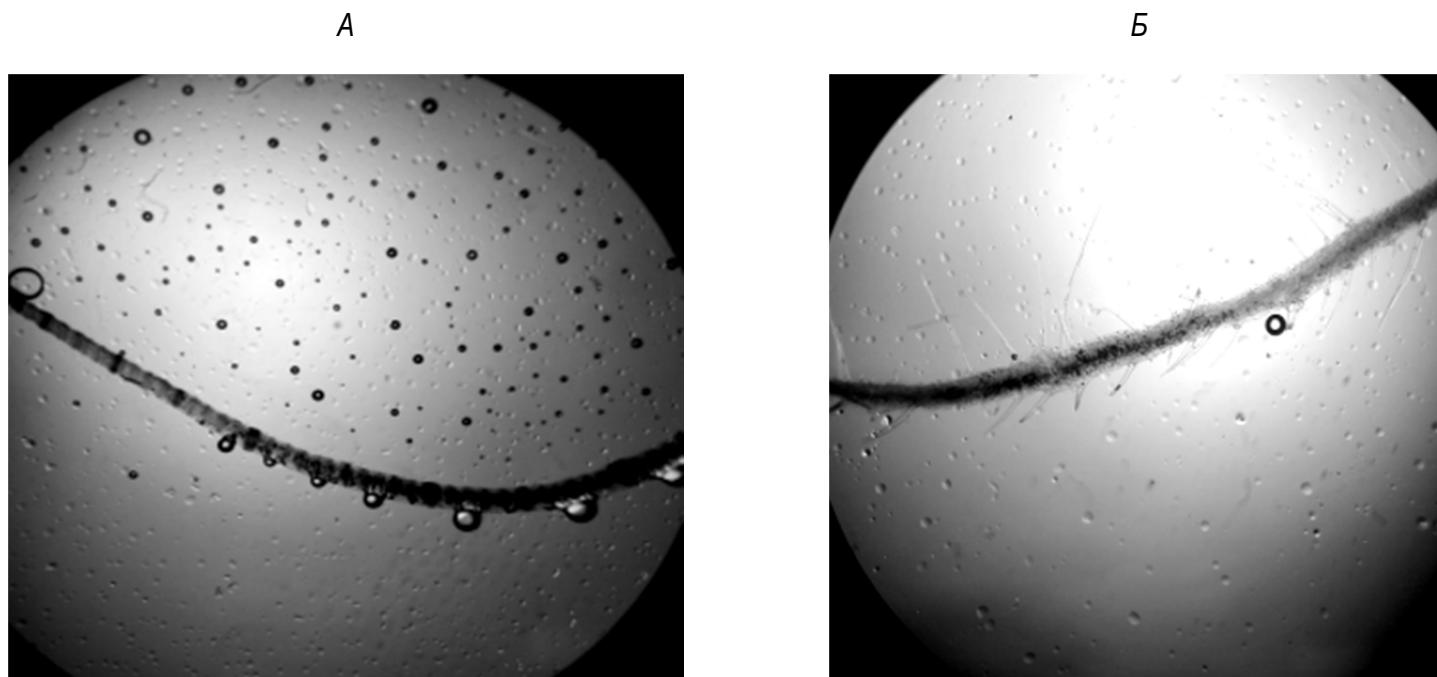
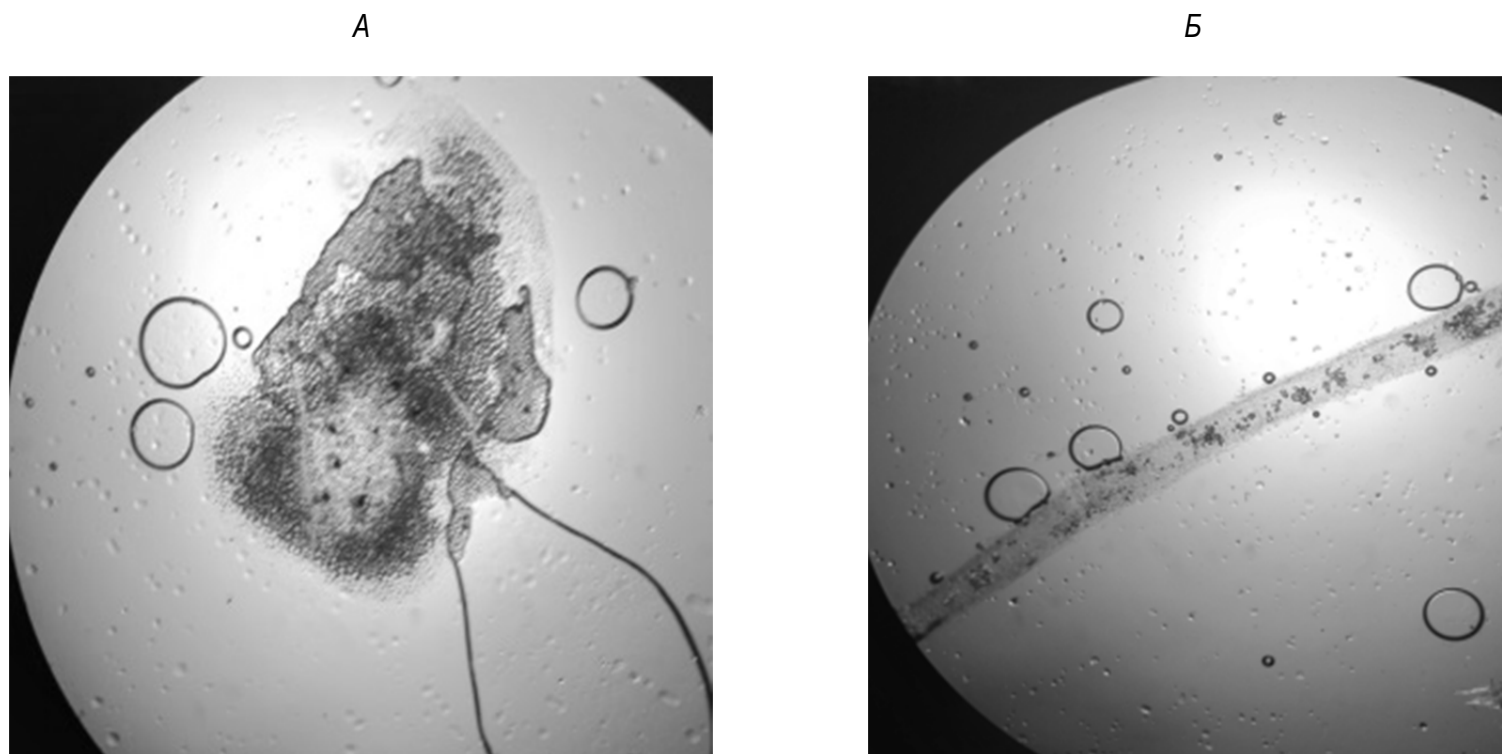


Рисунок 2 – Поперечный срез листа кукурузы сахарной (А) и колеуса Блюме (Б).

В листьях герани комнатной и колеуса Блюме (рис.3.) крахмал находится во всех клетках мезофилла и в замыкающих клетках устьиц. Неокрашенными после окраски раствором Люголя остаются только клетки эпидермы и сосудистые пучки.



*Рисунок 3 – Продольный (А) и поперечный (Б) срез листа герани комнатной после окраски раствором Люголя*

Для полуколичественной оценки накопления крахмала в листьях растений разных экологических групп проводили следующий опыт. Лист, выдержанный на свету, обесцветили спиртом, а затем обработали раствором йода в йодистом калии, который окрашивает образовавшийся в хлоропластах крахмал в темно-синий цвет. Опыт произвели со срезанными и поставленными в воду листьями, у которых накопление крахмала происходит быстрее, так как его отток отсутствует [2]. Количество крахмала оценивали по интенсивности окрашивания по 4-х балльной шкале (рис.4). Установлено, что больше всего образует крахмала крахмалообразующее растение колеус Блюме – 4 балла, герань – 2 балла, меньше всего накапливает кукуруза – 1 балл.

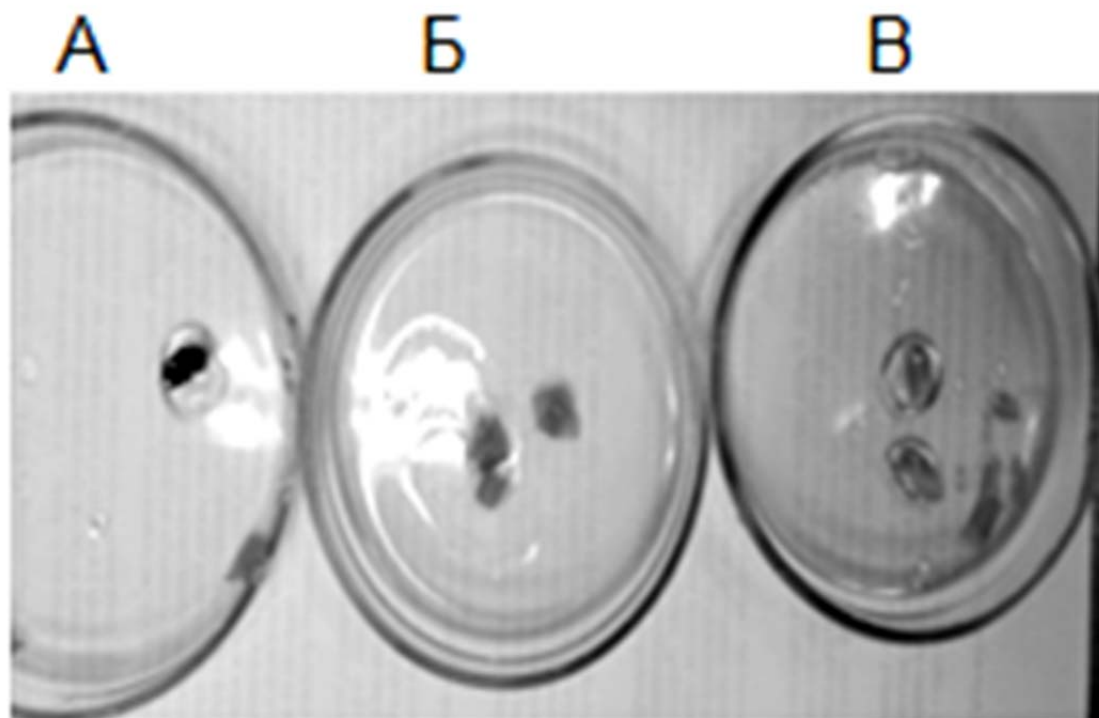


Рисунок 4 – Количество крахмала в листьях растений: колеус Блюме (А), герань комнатная (Б); кукуруза сахарная (В).

По интенсивности окрашивания можно судить о том, что все листья накапливают различное количество крахмала. Накопление зависит от температуры окружающей среды, от количества и качества полива растения, от минерального питания. Полученные результаты демонстрационных опытов могут быть использованы в школьном курсе ботаники, а также при организации факультативных занятий и научно-исследовательской деятельности школьников.

#### ***Список использованных источников***

1. Универсальная научно-популярная энциклопедия «Кругосвет» [Электронный ресурс] – 2011-2016. Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru> . – Дата доступа – 19.11.2017.
2. Мазец, Ж.Э. Учебно-полевая практика по физиологии растений: практикум. /Ж.Э. Мазец, И.И.Жукова, Д.М. Суленко, Е.Р. Грицкевич – Минск: БГПУ, 2012.– 109 с.