

использованы горох и вика, а также возможно использование капустных культур, как рапс и редька масличная. Такие культуры, как овес и суданская трава, малопригодны в качестве сидератов.

Литература

1. Батудаев А.П., Лапухин Т.П. Использование сидератов в севооборотах Бурятии // Сб. науч. тр. Бурятского НИИСХ СО РАСХН. – Улан-Удэ, 1996. – Вып. 6. – Ч. 1. – С. 85–88.
2. Берзин А.М. Роль сидеральных паров в повышении продуктивности севооборотов и сохранении плодородия черноземов Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2003. – 30 с.
3. Добван К.И. Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.



УДК 543.645.9; 633.152

Н.В. Глаз, Н.И. Казакова, Л.В. Уфимцева

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ УСЛОВИЙ ПРОБООТБОРА И ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ

В статье дан обзор существующих методик определения содержания хлорофилла в листьях растений. Проанализирована методика фотометрического определения, выявлены особенности пробоотбора листьев кукурузы гибридов различной скороспелости. Описана процедура подготовки растительных образцов к анализу. Выявлена необходимость жесткой фиксации условий пробоотбора и пробоподготовки с целью получения воспроизводимых результатов анализа.

Ключевые слова: хлорофилл, фотометрия, листья, гибриды кукурузы.

N.V. Glaz, N.I. Kazakova, L.V. Ufimtseva

METHODICAL APPROACHES TO THE CHOICE OF THE SAMPLING CONDITIONS AND THE ASSESSMENT OF THE CHLOROPHYLL CONTENT IN THE MAIZE PLANT LEAVES

The overview of the existing methods to determine the chlorophyll content in the plant leaves is given in the article. The photometric determining method is analyzed, the sampling peculiarities of the maize leaves of the hybrids with different early maturation are revealed. The procedure of the plant sample preparation for the analysis is described. The necessity for the rigid fixation of the sampling and test preparation conditions in order to obtain the reproducible analysis results is identified (revealed).

Key words: chlorophyll, photometry, leaves, maize hybrids.

Введение. Хлорофилл является важнейшим компонентом фотосинтетического аппарата листьев. Его содержание обусловлено генетической природой культуры, вследствие чего может быть использовано в качестве физиологического показателя, характеризующего онтогенетические, возрастные и генетические особенности растения.

Для определения концентрации хлорофилла используют хроматографические и фотометрические методы. Высокой чувствительностью характеризуются дифференциальная спектрофотометрия и производная спектрофотометрия, однако при проведении серийных анализов их применение ограничено [1]. Хроматографическое выделение данного пигмента было впервые проведено М.С. Цветом еще в 1903 году.

При проведении фотометрического определения содержания хлорофилла в листьях растений в качестве стандартного раствора для построения градуировочного графика применяют раствор Гетри, или раствор хлорофилла [2, 3]. Выбор длины волны, при которой проводится фотомет-

рирование, позволяет отдельно определить содержание хлорофилла а и хлорофилла б, а также их суммарное содержание.

Для грубоколичественной визуальной оценки содержания хлорофилла в листьях в полевых условиях И.А. Тарчевским и Ю.Е. Андриановой разработан экспресс-метод, в основе которого лежит сопоставление цвета листьев с серией окрашенных растворов Гетри с известной концентрацией, имитирующих естественный диапазон содержания хлорофилла в листьях [2]. Однако данный метод имеет ограниченное применение, так как визуальное сопоставление окраски разных по природе сред затруднительно.

Для извлечения хлорофилла из листьев применяют как полярные, так и неполярные органические растворители. Наиболее часто используются этанол и ацетон как в чистом виде, так и в растворах, а также 80 %-й раствор ацетона модификации Вернона и 85 %-й раствор модификации Реббелена, так как небольшое количество воды необходимо для гидролиза хлорофилл-белкового комплекса, что способствует более полному извлечению хлорофилла при экстракции.

Цель исследований. Выбор оптимальных условий пробоотбора и количественной оценки содержания хлорофилла в листьях одновременно созревающих гибридов кукурузы.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в период вегетации в 2007–2009 гг. на опытных участках и в лаборатории физико-химических методов анализа Института агроэкологии. Объектами исследований являлись растения гибридов кукурузы – ультраскороспелого Кубанский 101СВ и раннеспелого Кинбел 181СВ, посеянных в I, II, III декадах мая.

Методика и результаты исследований. Общее содержание хлорофилла определялось нами фотометрически методом градуировочного графика, построенного с использованием реактива Гетри. Для экстракции использовали 80 %-й раствор ацетона. В ходе исследований было выявлено, что варьирование концентрации ацетона не оказывает существенного влияния на полученные результаты.

Навеску листьев массой 0,1 г помещали в фарфоровую ступку, добавляли на кончике шпателя сухой карбонат кальция и растирали с 2–3 мл 80 %-го ацетона, затем добавляли 10 мл раствора ацетона и продолжали растирать в течение 5 мин. Полученную вытяжку фильтровали в мерную колбу на 25 мл. Экстракцию проводили повторно с порцией чистого растворителя, добиваясь полного обесцвечивания тканей листа. Объем вытяжки доводили до метки. Фотометрирование вытяжки проводили при 670 нм, раствор сравнения – чистый 80 %-й раствор ацетона, в кюветах длиной 1 см. Анализ проводили при комнатной температуре на рассеянном свете, не допуская попадания прямых солнечных лучей на вытяжку, так как фотоокисление хлорофилла приводит к искажению результатов анализа.

Для построения градуировочного графика определенный объем стандартного реактива Гетри, соответствующего содержанию 85 мг/л хлорофилла, помещали в мерную колбу на 25 мл и разбавляли до метки 7 %-м раствором аммиака. Фотометрирование проводили при 670 нм, раствор сравнения – дистиллированная вода, в кюветах длиной 1 см (табл. 1).

Таблица 1

**Зависимость оптической плотности от концентрации хлорофилла
(реактива Гетри), l=1 см, λ=670 нм**

V, мл	C, мг/25 мл	A
2,5	0,21	0,08
5,0	0,42	0,12
10,0	0,85	0,24
12,5	1,06	0,31
15,0	1,27	0,36
17,5	1,48	0,42
20,0	1,70	0,48
25,0	2,12	0,62

Параметры градуировочного графика (рис. 1) приведены в табл. 2.

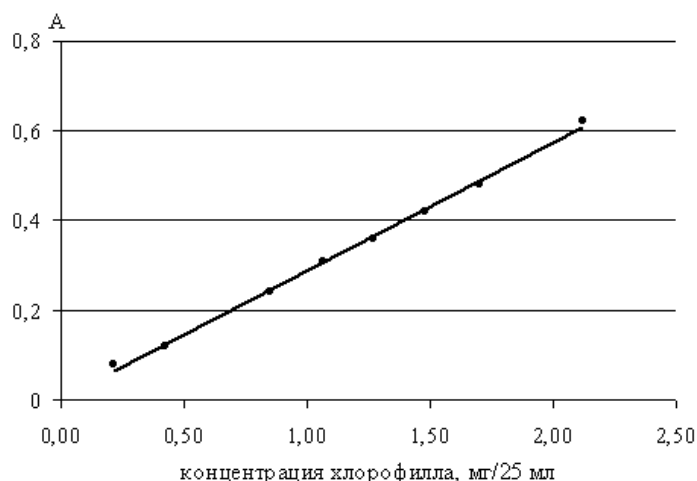


Рис. 1. Градуировочный график для определения хлорофилла

Таблица 2

Параметры линейного градуировочного графика

ρ	A	Sa	B	Sb
0,999	0,007	0,018	0,283	0,014

При изучении динамики хлорофилла в листьях важно четко регламентировать условия пробоотбора. В 2007 году среднюю пробу отбирали из всех листьев растения, не учитывая погодные условия. Характер полученных зависимостей не позволил выявить динамику хлорофилла. Это связано, с одной стороны, с тем, что содержание хлорофилла существенно варьирует от времени суток, облачности и осадков. С другой стороны, для кукурузы характерна стадийная разнокачественность листьев разных ярусов. У нее листья нижних ярусов находятся на более низком уровне стадийного развития растения в целом. Поглощение лучистой энергии этими листьями, как только оно стало постоянным, в дальнейшем не изменяется и сохраняется на несколько более низком уровне по сравнению с вышележащими листьями [4]. В связи с этим усреднение пробы листьев по ярусам не позволяет выявить динамику хлорофилла в течение вегетационного периода. Для выявления вклада листьев различных ярусов нами было изучено содержание хлорофилла в отдельных листьях гибридов кукурузы (табл. 3).

Таблица 3

Содержание хлорофилла в листьях разновременнo созревающих гибридов кукурузы, %

Срок посева	Лист	Гибрид			
		Кубанский 101СВ		Кинбел 181СВ	
		I дек. мая	II дек мая	I дек. мая	II дек мая
Первая декада мая	Первый	0,43	0,35	0,39	0,35
	Второй	0,48	0,39	0,45	0,40
	Третий	0,54	0,45	0,47	0,45
	Четвертый	0,54	0,46	0,50	0,47
	Пятый	0,55	0,46	0,49	0,44
	Шестой	0,53	0,41	0,46	0,38
	Седьмой	0,50	-	0,42	-

Наиболее интересными являются листья среднего яруса, их вклад в процесс фотосинтеза максимален. Учитывая выявленные особенности, в 2008 году нами были жестко зафиксированы условия отбора проб. Отбор проводился только в солнечные ясные дни при отсутствии осадков в период с 10 до 12 ч утра, так как интенсивность фотосинтеза существенно варьирует в зависимости от времени суток и освещенности [5]. Содержание хлорофилла определяли в третьем сверху незатененном листе, ориентированном своей пластинкой по направлению солнечных лучей. Пробы отбирали из середины листа один раз в неделю, начиная с фазы 3 листа (переход на автотрофный режим питания) и до наступления восковой спелости [6]. Аналогичный подход был использован З.Г. Дудко при изучении фотосинтеза кукурузы в условиях Белоруссии [7].

Для выявления наиболее рационального и ценного с практической точки зрения подхода к оценке концентрации хлорофилла мы определяли содержание данного показателя на сырую массу (1), в листовой поверхности (2) и в сухой массе (3):

$$C_{xl}(\%) = \frac{A}{10mb}; \quad (1)$$

$$C_{xl}(мг/дм^2) = \frac{100A}{Sb}; \quad (2)$$

$$C_{xl}(мг/г) = \frac{100A}{mb(100 - V)}, \quad (3)$$

где A – оптическая плотность фотометрируемого раствора; b – тангенс угла наклона градуировочного графика; m – масса навески, г; S – площадь высечки листа, взятой для анализа, см²; V – влажность, %.

Содержание хлорофилла на единицу листовой поверхности позволяет оценить его как показатель фотосинтетической активности ассимилирующей листовой поверхности посева в целом и его вклад в общей структуре химических соединений, формирующей лист (рис. 2).

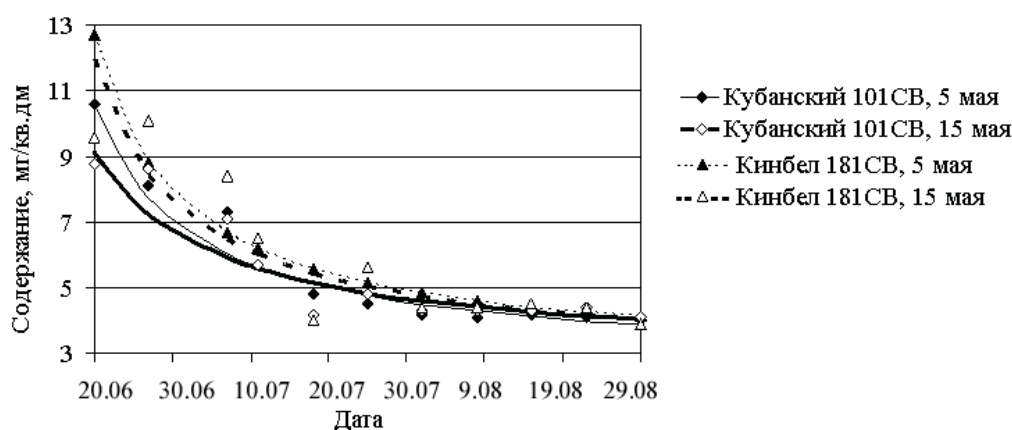


Рис. 2. Динамика содержания хлорофилла в листьях гибридов кукурузы в связи со сроками посева, 2008 г.

Процентное содержание хлорофилла в сырой массе растения наиболее интересно, на наш взгляд, при оценке процесса фотосинтеза как важнейшего физиологического процесса живого растения.

Заключение. Таким образом, целесообразность применения того или иного способа выражения концентрации хлорофилла определяется целью конкретных исследований. При изучении динамики содержания пигмента в течение вегетационного периода для получения воспроизводимых результатов анализа необходимо жестко фиксировать условия пробоотбора и пробоподготовки.

Литература

1. Практикум по фотосинтезу и дыханию растений. – СПб., 1997. – 162 с.
2. Практикум по физиологии растений / общ. ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2003. – С. 86–99.
3. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1983. – С. 44–50.
4. Шульгин И.А. Морфологические приспособления растений к свету (оптические свойства листьев) // Биология развития растений. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 73 с.
5. Строганова Л.Е. О фотосинтезе кукурузы в полевых условиях // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Академия наук СССР, 1963. – 158 с.
6. Казакова Н.И. Органогенез и продукционный процесс ультрараннего и раннеспелого гибридов в связи со сроками посева в северной лесостепи Зауралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Пермь, 2012. – 18 с.
7. Дудко З.Г. Фотосинтез кукурузы в условиях БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Горки, 1965. – 21 с.



УДК 633.11:631.527

А.В. Сидоров, Д.Ф. Федосенко

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ЧИСЛА И СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ ЗАРОДЫШЕВЫХ КОРНЕЙ

В результате проведенных исследований выявлены значительные генетические различия у яровой пшеницы по числу зародышевых корней. Изучена возможность увеличения числа зародышевых корней методами селекции. Дана характеристика новых сортов и перспективного селекционного материала.

Ключевые слова: селекция, яровая пшеница, сорт, зародышевые корни.

A.V. Sidorov, D.F. Fedosenko

THE RESULTS OF THE SPRING WHEAT SELECTION ON THE INCREASE OF THE EMBRYONIC ROOT QUANTITY AND DEVELOPMENT LEVEL

As a result of the conducted research the significant genetic differences of the spring wheat in the embryonic root quantity are revealed. The possibility of the embryonic root quantity increase by the selection methods is investigated. The description of the new varieties and the perspective selection material is presented.

Key words: selection, spring wheat, variety, embryonic roots.

Введение. Значительную роль в получении высокого урожая яровой пшеницы играет как первичная, так и вторичная корневая система. Однако в сухие годы, когда узловые корни отсутствуют, или развиты слабо, урожай в основном формируется за счет зародышевых корней [1, 2, 3]. Кроме того, первичные корни остаются деятельными до полной спелости зерна, в то время как вторичные начинают отмирать на более ранних этапах [4].

В.К. Мовчан [5], изучая корневую систему яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана, установил, что в остро засушливые годы за счет зародышевых корней формируется до 83 % уро-