

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

¹ Н. І. Рябчун, ² О. С. Погорєлов, ¹ О. М. Четверик

¹ Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

² Харківський державний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

У статті висвітлено питання значення фотосинтетично активних пігментів клітин, зокрема хлорофілу, для регенераційних процесів рослин пшениці озимої після зимівлі, а також залежність вмісту хлорофілу в листках озимої пшениці від строків сівби. Описано розроблений метод визначення вмісту хлорофілу в листках пшениці озимої методом сканування на планшетному сканері. Встановлено зв'язок життєздатності рослин після зимівлі з вмістом хлорофілу в листках.

Пшениця озима, хлорофіл, строк сівби, перезимівля рослин

Засвоєння рослинами вуглекислого газу з атмосфери та утворення з нього води й органічної речовини під дією сонячної енергії – фотосинтез – є однією з найважливіших функцій листка. Органом, в якому відбувається фотосинтез, є хлоропласт [1]. Вивчення хлоропластів, їх складу та функцій, стало можливим в 20-х роках ХХ століття, коли була розроблена методика їх виділення. Дослідженнями встановлено, що склад хлоропластів залежить від фізіологічного стану рослин, їх віку, умов живлення, освітлення та інших факторів [2].

Від інтенсивності фотосинтезу залежить накопичення органічної маси рослин та їх урожай. Відтак, всі елементи технології вирощування сільськогосподарських культур (підбір високопродуктивних, адаптованих сортів, дотримання оптимальних строків сівби, густоти стояння рослин, захист від хвороб та шкідників) так чи інакше направлені на створення оптимальних умов для протікання фотосинтетичних процесів [3].

Відомо, що функціональний стан рослин тісно пов'язаний з інтенсивністю кольору їх листових пластинок. Досвідчений фахівець за кольоровими характеристиками досить точно оцінює фізіологічний стан рослини. Сучасні інформаційні технології спроможні описати кольорові характеристики будь-яких зображень на кількісному рівні.

Метою нашого дослідження було вивчення можливості застосування сучасного програмного та технічного забезпечення комп'ютерного парку для оцінки кольорового зображення листової пластинки.

Стандартне кольорове зображення складається з окремих точок (пікселів). Кожна точка характеризується трьома показниками – інтенсивностями трьох кольорів – червоного, зеленого та синього. Інтенсивність кожного показника змінюється від 0 до 255 одиниць. Таким чином, за загальні показники кольоровості можна взяти середні значення кольорів, їх функції розподілу, та такі характеристики, як дисперсія, асиметрія та інші.

Найбільш інформативним показником зображення є його гістограми, тобто функції розподілу пікселів зображення за інтенсивністю кольорових складових. Гістограми цифрових зображень мають декілька характерних особливостей в порівнянні зі звичайними гістограмами, що використовуються в стандартному статистичному аналізі.

Попередній аналіз зображень гістограм зразків листових пластинок пшениці показав, що для відділення зображення листа рослини від фону найбільш придатною є гістограма для синьої компоненти кольору загального зображення, а за метод сегментації слід обрати методи модифікованого дисперсійного аналізу, зокрема метод N. Otsu [4].

Вивчення залежності вмісту хлорофілу від кількісних параметрів кольорових характеристик листа вказує на суттєву нелінійність такого зв'язку (рис 1).

Залежність вмісту хлорофілу від інтенсивності зеленого кольору

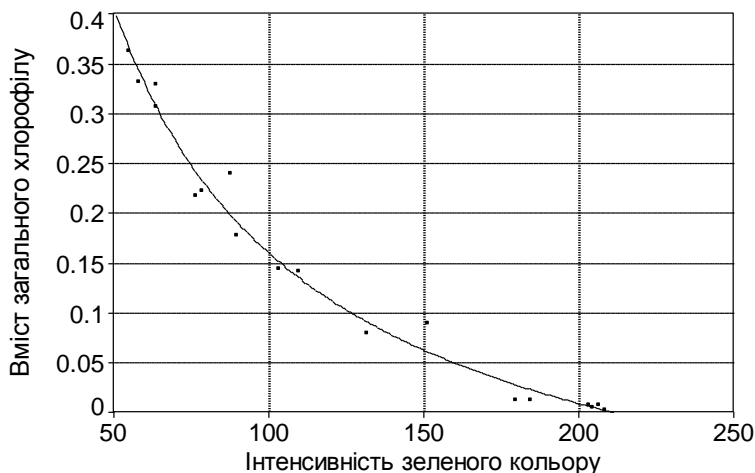


Рис. 1– Залежність загального вмісту хлорофілу від інтенсивності зеленого кольору (середнє за 2007-2009 рр.)

Використання методів нелінійного регресійного аналізу дозволило виявити, що для опису такої залежності найбільш придатними є експоненційні та степеневі рівняння.

Завдяки аналізу результатів цих досліджень в 2007-2009 рр. лабораторією селекції і фізіології озимої пшениці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН спільно з кафедрою економічної кібернетики Національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва розроблена і запатентована корисна модель «Спосіб визначення вмісту хлорофілу у листках пшениці озимої»[5].

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення селекційного процесу, діагностики стану рослин, фізіологічних досліджень об'єктивними даними щодо вмісту фотосинтетичних пігментів – хлорофілів – у листках шляхом сканування досліджуваного об'єкта (листка) на планшетному сканері. При цьому підвищується достовірність оцінок, їх доступність для широкого кола фахівців та знижується вартість досліджень.

Принцип дії запропонованої корисної моделі здійснюється за допомогою спеціально створеного програмного забезпечення.

В таблиці 1 наведено вміст фотосинтетично активних пігментів у прапорцевих листках пшениці озимої сорту Василина у фазу формування зернівки. Інтервал у строках сівби складав 10 днів, до настання фази колосіння різниця у варіантах першого і другого строків знівелювалась та складала 2 дні з настанням цієї фази на ділянках третього та четвертого строків. Однак, насиченість листків фотосинтетично активними пігментами більшою мірою пов'язана зі строками сівби, ніж з часом колосіння рослин. За сівби 20 вересня вміст хлорофілу в листках був більшим на 50,9 % порівняно з рослинами на варіанті сівби 10 вересня, а на варіанті 10 жовтня – на 95,8 %. Таким чином, у рослин пізніх строків сівби у період формування зернівки прапорцеві листки містять більше фотосинтетично активних пігментів, а отже більш продуктивно синтезують органічні речовини. Очевидно, завдяки цьому урожайність зерна за сівби у допустимо пізні строки, хоча і зменшується порівняно з оптимальними (3,14 т/га проти 3,49 т/га), однак певною мірою компенсується тривалішим періодом функціонування листків.

Таблиця 1

Вміст фотосинтетично активних пігментів у листках пшениці озимої залежно від строку сівби, 2010 р.

Строк сівби	Вміст хлорофілу			Дата колосіння	Урожайність, т/га
	мг/см ²	± до 10.09, мг/см ²	±до 10.09, %		
10.09	0,214	-	-	03.06	3,38
20.09	0,323	0,109	50,9	03.06	3,49
30.09	0,309	0,095	44,4	05.06	3,36
10.10	0,419	0,205	95,8	05.06	3,14
НІР ₀₅	0,043				0,12

Дослідження вмісту фотосинтетично активних пігментів у листках пшениці озимої під час відрощування в монолітах свідчить про їх залежність від життєздатності рослин (табл.2). Рослини з варіантів, в яких найвищий відсоток живих пагонів (92-95), містять більше хлорофілу у листках, що відросли (в межах 0,138 – 0,165 мг/ см²). Відповідно у листках рослин з найменшим виживанням (45 %) рівень пігментів найнижчий (0,079 мг/ см²). Кореляційний аналіз цих даних свідчить про досить тісний зв'язок – коефіцієнт кореляції становить 0,77. Дещо слабша, але також позитивна кореляція спостерігається і між інтенсивністю відростання нових листків та вмістом у них хлорофілу, коефіцієнт кореляції тут становить 0,64.

Таблиця 2

Загальний вміст хлорофілу у листках пшениці озимої залежно від стану рослин при відрощуванні в монолітах, 2011 р.

№ п/п	Сорт	Попередник	Відсоток живих пагонів(А)	Інтенсивність відростання, бал (Б)	Вміст хлорофілу, мг/ см ² (В)
1	Говтва	горох	95	9	0,140
2	Золотоколоса	соя	92	7,5	0,165
3	Переяславка	соя	95	8	0,142
4	Антонівка	зайнятий пар	88	7	0,125
5	Диканька	зайнятий пар	94	9	0,138
6	Подольнка	чорний пар	90	9	0,101
7	Антонівка	чорний пар	45	3,0	0,079
8	Білосніжка	чорний пар	69	5,0	0,108
9	Золотоколоса	чорний пар	80	6	0,097
г		АВ - 0,77; БВ - 0,64			

Висновки. Розроблена методика визначання вмісту хлорофілу у листках пшениці озимої з використанням комп'ютерного обладнання, що захищено патентом України, дозволяє отримувати достатньо точні спектральні характеристики листків, тому може використовуватись в селекції для достовірного відбору рослин з високим рівнем фотосинтетично активних пігментів, в рослинництві для діагностики стану рослин, оскільки встановлена досить тісна позитивна кореляція між життєздатністю рослин та вмістом фотосинтетично активних пігментів у листках.

Перевагою даної методики є можливість створення картотеки зображень, з проведення їх аналізу в будь-який зручний час.

Запропонована методика для своєї реалізації вимагає лише наявності стандартного комп'ютерного обладнання, що дозволяє її використання з високою економічною ефективністю в науково-дослідних, навчальних та виробничих закладах.

Список використаних джерел

1. Генкель П. А. Физиология растений / П. А. Генкель. – 4-е изд. – М. : Просвещение, 1975. – 335 с.
2. Баславская С. С. Фотосинтез / С. С. Баславская. – М., 1974. – 348 с.
3. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – 2-е изд. – К. : Наукова думка, 1973. – С. 415 - 465.
4. Otsu, N.: 'A threshold selection method from grey-level histograms', *IEEE trans. Syst. Man Cybern.*, 1979, SMC-9,(1). –P. 62-66.
5. Спосіб визначення вмісту хлорофілу у листках пшениці озимої /Н. І. Рябчун, О. М. Четверик, О. С. Погорелов, В. І. Долгополова : патент на корисну модель 45171 (u 2009 05715). – 2009. –Бюл. № 24.

В статье освещен вопрос значения фотосинтетически активных пигментов клеток, в частности, хлорофилла, для процессов регенерации растений пшеницы озимой после зимовки, а также зависимость содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой от сроков сева.

Описан разработанный метод определения содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой методом сканирования на планшетном сканере. Выявлена связь жизнеспособности растений после зимовки с содержанием хлорофилла в листьях.

The paper covers the problem of photosynthetically active pigments of cells, chlorophyll, in particular, for regeneration processes in the plants of winter wheat after wintering, as well as, dependence of chlorophyll content in the leaves of winter wheat on sowing dates.

The elaborated method for estimation of chlorophyll content in winter wheat leaves by scanning is described. The relationship of plants' viability after wintering with chlorophyll content in leaves is established.