

УДК 504.53
UDC 504.53

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПІГМЕНТНИЙ СКЛАД ТА ОПТИЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСЛИН ПШЕНИЦІ

Шеремета А.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Лук'янова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON PIGMENT COMPOSITION AND OPTICAL
PROPERTIES OF WHEAT

Sheremeta A. Y., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lukianova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ И ОПТИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

Шеремета А. Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Лукьянова В.В., кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Постановка проблеми.

Об'єктивна інформація про стан рослин у кожний період їхнього розвитку потрібна для прогнозування врожаю, вирішення численних економічних та технічних питань, пов'язаних зі збиранням урожаю, формування цін на вирощувану продукцію. За таких обставин надзвичайно актуальними стають розробка та впровадження ефективних, економічно вигідних систем моніторингу за посівами на основі даних дистанційного зондування, яке дозволяє одержувати об'єктивну інформацію швидко і на великих площах [10].

Нині питання підвищення ефективності використання мінеральних добрив є дуже актуальним. Економне використання добрив сприятиме підтриманню екологічної чистоти в навколишньому середовищі, знижуючи ступінь забруднення ґрунтів та підземних вод нітратами.

Особливої актуальності ефективне використання мінеральних добрив набуває в умовах нинішнього стану сільського господарства України, коли зниження врожайності зернових часто зумовлене недостатнім забезпеченням рослин мінеральним живленням. У цій ситуації експрес-діагностика забезпеченості рослин мінеральним живленням дозволить вносити добрива насамперед на поля, які найбільше потерпають від нестачі поживних речовин [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Відомо, що урожайність та якість зерна озимої пшениці визначаються багатьма чинниками: кліматичними, ґрунтовими, а також сортом та рівнем мінерального живлення тощо. Питання взаємозв'язку урожайності, якості зерна та рівня мінерального живлення глибоко вивчалися у 60-80 роки минулого сторіччя. Однак, сучасні високо інтенсивні сорти озимої пшениці суттєво відрізняються від попередніх архітектонікою рослини, деякими біохімічними показниками та потенційною продуктивністю [1,2,7].

У багатьох літературних джерелах показано, що умови живлення рослин перш за все впливають на інтенсивність фізіологічних процесів, які відбуваються у рослинах і відповідають за інтенсивність і тривалість процесів росту, а також на величину і якість урожаю. За оптимального режиму живлення відбувається достатньо інтенсивний ріст рослини, гарна облистяність, та інтенсивний розвиток її кореневої системи, що забезпечує стабільний врожай високої якості. В умовах несприятливих режимів живлення різко пригнічуються процеси росту надґрунтової частини і кореневої системи рослини, змінюється колір її листя, виникають внутрішні анатомічні зміни окремих органів і тканин, знижується врожай [3,4].

Метою роботи було дослідження можливості визначення вмісту мінеральних елементів у рослинах пшениці за допомогою дистанційного аналізу спектральних показників листя.

Предметом дослідження був взаємозв'язок між вмістом хлорофілу і спектральними показниками та мінеральним живленням.

Методика експерименту.

Для роботи рослини пшениці вирощувалися рядковими посівами на дослідних ділянках в природних умовах на території Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (рис. 2.1) та на водному розчинні у пластикових емкостях. При вирощуванні використовували різну концентрацію мінерального живлення. Таким чином досягалося більше різноманіття матеріалу [6,7,8].

Використовувалися такі сорти озимої пшениці:

- 1) «Подільська»;
- 2) «Достаток»;
- 3) «Смуглянка»;
- 4) «Перлина лісостепу»;
- 5) «Одеська 267».

У роботі для визначення вмісту хлорофілу в рослинному матеріалі відбирали повністю сформовані листки рослин пшениці на фазі кущіння. За дату настання фази кущіння приймали день, коли приблизно 75% рослин вступали в неї. Середній проміжок часу між відбором зразків і доставкою їх у лабораторію становив 1-2 години. При такому способі зберігання листків їхні оптичні властивості практично не змінювалися [5].

Для визначення показника кількості біомаси (L_{ma} – маса листка поділена на площу цього листка) листкові поміщали у сухожарову шафу [11].

Фотозйомка та сканування рослин пшениці

Варто відзначити, що для дослідів були використані повністю сформовані листки рослин пшениці. Визначення спектральних характеристик листків проводилися без порушення цілісності органу.

Перед безпосередньою оцінкою спектральних характеристик рослин пшениці, листки фотографували та сканували.

Для фотографування використовувалась фотокамера Canon S100 (Canon Inc., Japan) з різними параметрами витримки (T) і діафрагми (A) та така ж фотокамера тільки модифікована таким чином, щоб бути чутливою до інфрачервоного спектру. Фотографували в ручному режимі без автокорекції фотографій. Фото зберігались у форматі RAW після чого конвертувались у пакеті Photoshop у формат JPEG зі стандартними налаштуваннями.

Сканували сканером Canon MP 280 з роздільною здатністю 600 DPI та з вимкненою опцією автокорекції і фото зберігали у форматі JPEG (рис. 2.2.).

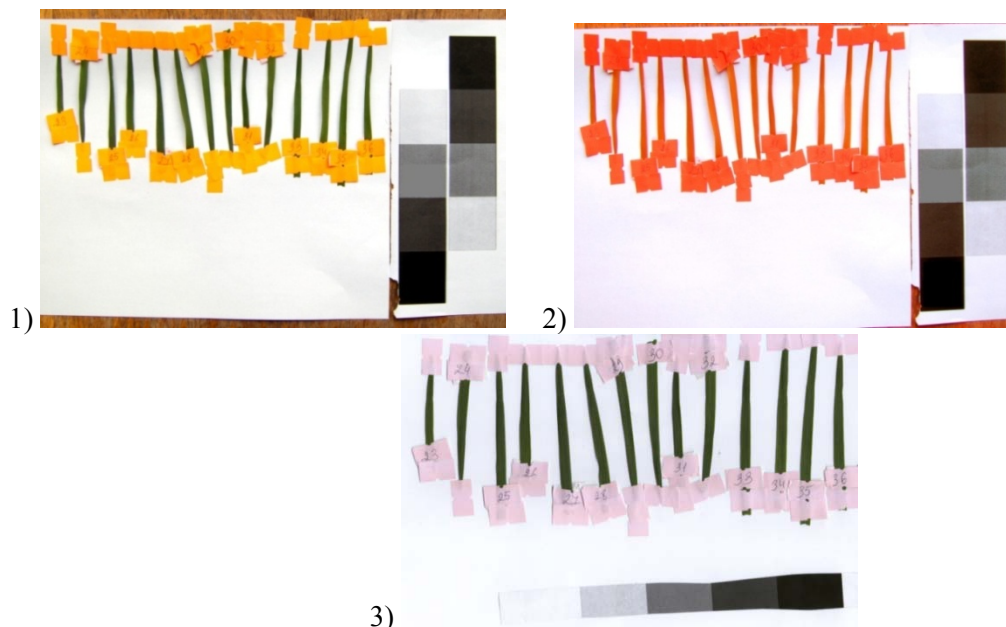


Рис. 2.2. Зображення зроблені: 1 – фотокамерою Canon S100; 2 – фотокамерою Canon S100 модифікована таким чином, щоб бути чутливою до інфрачервоного спектру; 3 – сканером Canon MP 280

Для оцінки спектральних показників використовувалася програма Adobe Photoshop CS6 (рис. 2.3.). У фотошопі вибирали частину зображення, яка відповідає листку і для кожної такої

виділеної ділянки ми заносили до таблиці середнє значення червоного (R), зеленого (G) і синього (B) колірних каналів та яскравості (L). Окрім того до таблиці ми заносили витримку і діаграму.

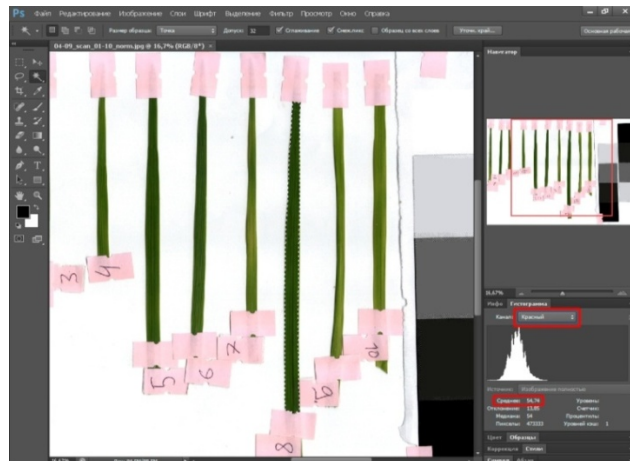


Рис. 2.3. Приклад визначення спектральних характеристик листків пшениці (*Triticum aestivum* L.) за допомогою Adobe Photoshop CS6

Всі дані були занесені до програми MS Excel, та в ній і обчисленні площі листків (рис. 2.4.).

Обчислення площі листків вираховувались за формулою. За якою необхідно пікселі області виділеного листка розділити на пікселі області всього зображення, після чого отриману частку помножити на значення ширини, а потім – висоти.

Отримані результати та висновки.

З метою виявлення сортових особливостей взаємозв'язку між вмістом хлорофілу та мінеральних добрив в рослинах були проведені дослідження на 5 сортах озимої пшениці, відібраних у фазі кущіння.

У табл. 3.1 наведено результати визначення вмісту хлорофілу в рослинах різних сортів озимої пшениці, яку вирощували на різному фоні мінерального живлення.

Таблиця 3.1 – Вміст хлорофілу у рослин різних сортів пшениці

Місце	Сорт	Мінеральне живлення	Хлорофіл мкг/см ²
Водний розчин	«Перлина лісостепу»	Кноп 0%	21,94
	«Перлина лісостепу»	Кноп 50 %	27,32
	«Перлина лісостепу»	Кноп 100%	35,84
	«Смуглянка»	Кноп 0%	30,93
	«Смуглянка»	Кноп 50 %	16,52
	«Смуглянка»	Кноп 100%	14,49
	«Одеська 267»	Кноп 0%	23,33
	«Одеська 267»	Кноп 50 %	16,27
	«Одеська 267»	Кноп 100%	27,95
	«Подільянка»	Кноп 0%	-
	«Подільянка»	Кноп 50 %	20,19
	«Подільянка»	Кноп 100%	23,95
ІФРГНАНУ (Ділянка1)	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска	45,18
	«Подільянка»	нітроамофоска	48,31
	«Одеська 267»	нітроамофоска	50,46
	«Достаток»	нітроамофоска	50,23

Продовження таблиці 1

ІФРГНАНУ (Ділянка 2)	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска + інокульована	59,28
	«Одеська 267»	нітроамофоска + інокульована	52,33
	«Подільянка»	нітроамофоска	51,3
	«Достаток»	нітроамофоска	70,86
	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска	49,57
	«Одеська»	нітроамофоска	42,73

Метою роботи було вивчення зв'язку між біохімічним складом рослин пшениці і даними фотозйомки за умов різного мінерального живлення.

За результатами аналізів та розрахунків були створені графіки.

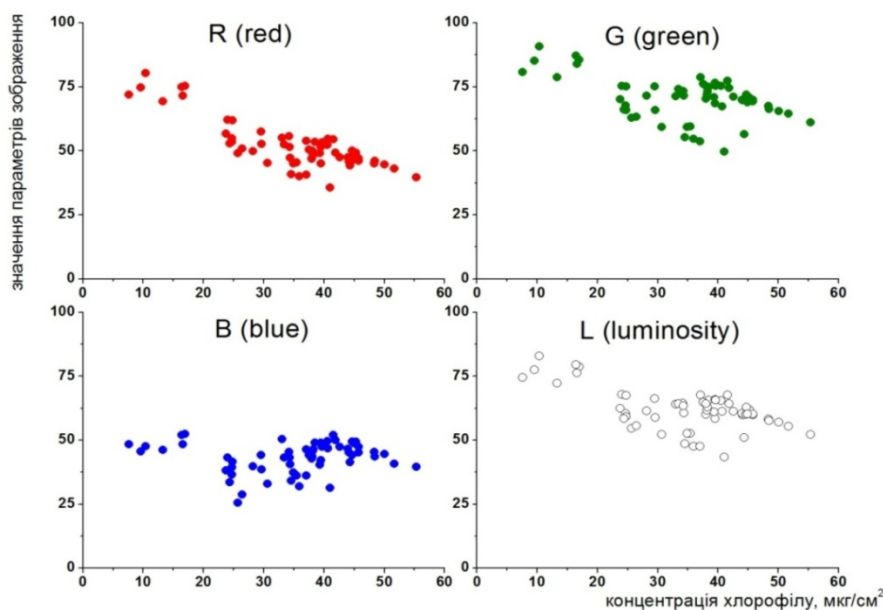


Рис. 3.1. Залежність між концентрацією хлорофілу та показниками R, G, B, L із зображення фотоапарата

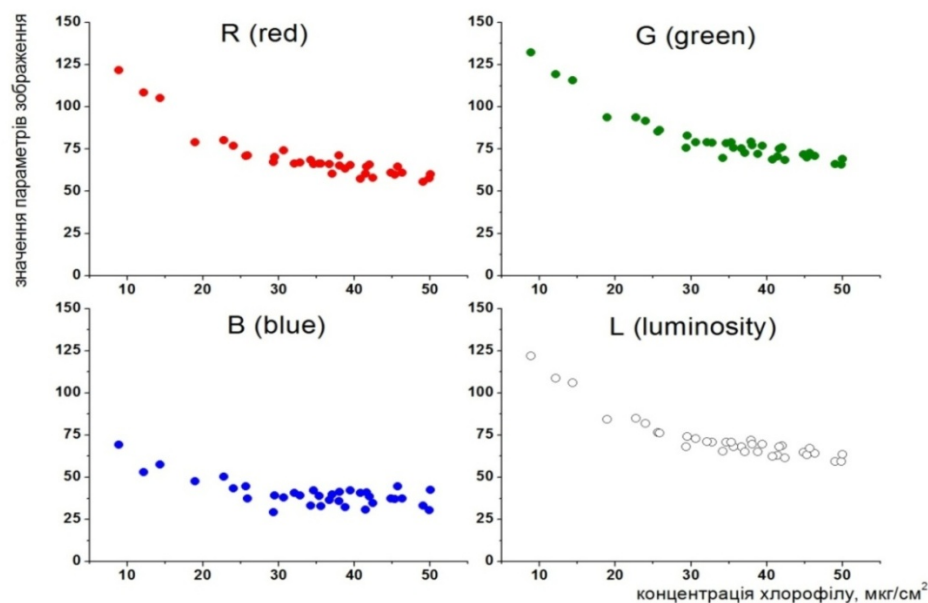


Рис. 3.2. Залежність між концентрацією хлорофілу та показниками R, G, B, L із зображення сканера

Значення параметрів зображення на графіку – це нами знайдені значення інтенсивності кожного пікселя, які мають діапазон значень від 0 до 250 для кожного компонента (R, G, B, L) кольорового зображення.

Концентрація хлорофілу ($\text{мкг}/\text{см}^2$) – це концентрація хлорофілу, яку визначали спектрофотометром.

Спостерігаються залежності між концентрацією хлорофілу і показниками кожного компонента (R, G, B, L) кольорового зображення. Окрім того ці залежності були не лінійними. При чому для сканеру залежності були чіткіші. Для червоного компоненту залежність була чіткіша ніж для інших компонентів зображення. Це пов'язано з тим, що умови освітлення, коли відбувалась фотозйомка відрізнялись. В тому числі у сканера своє освітлення і стандартні умови сканування.

Під час оформлення результатів було визначено, що використання окремих каналів не забезпечувало достатньої точності для визначення концентрації хлорофілу у рослинах пшениці. Тому ми використовували метод множинної регресії. І було встановлено, що використання саме всіх показників (R, G, B, L, витримки і діафрагми) давали найточніші результати, що добре видно на рис. 3.3.

З використанням усіх показників нам вдалось визначити точну формулу визначення концентрації хлорофілу.

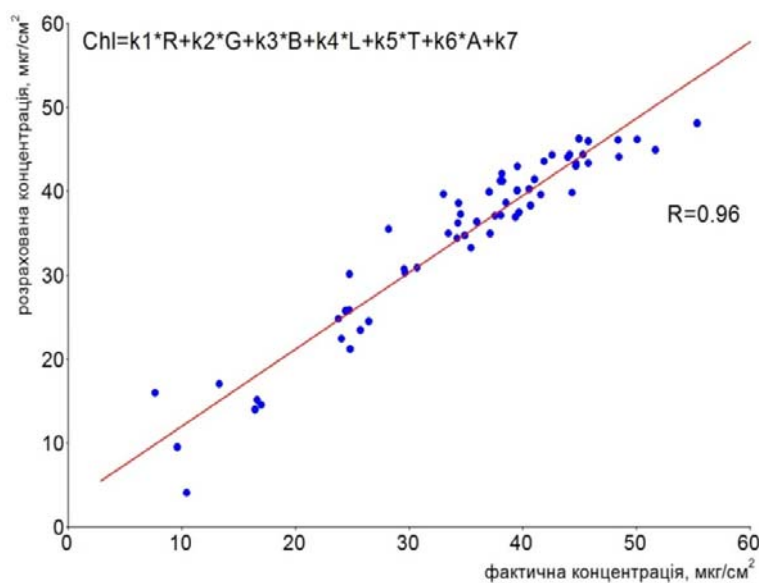


Рис. 3.3. – Модель залежностей даних фотозйомки фотоапаратом від концентрації хлорофілу

Спостерігається пряма залежність між фактичною і розрахованою концентрацією хлорофілу.

Для того щоб залежність була більш лінійною та точною використовували оберненні значення кожного параметру (рис. 3.4).

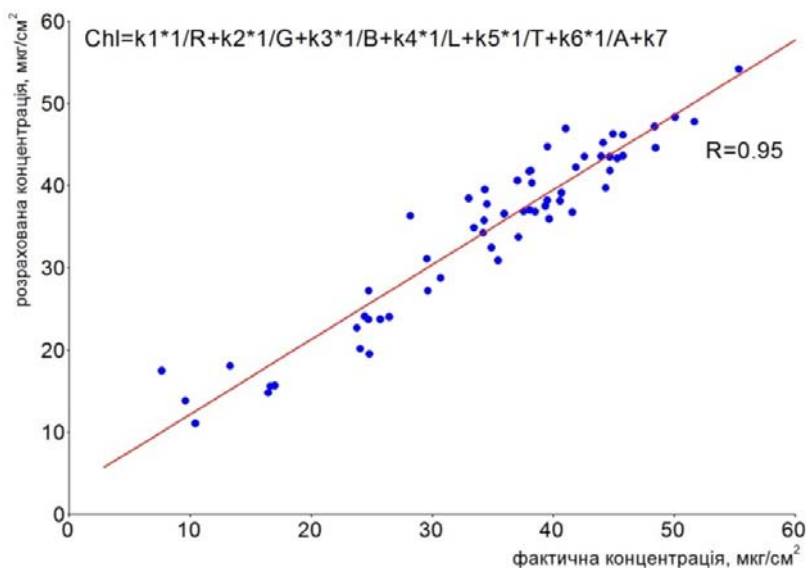


Рис. 3.4. Модель залежностей обернених даних фотозйомки фотоапаратом від концентрації хлорофілу.

Такі ж моделі створено і для зображень із сканера (рис. 3.5 і рис. 3.6).

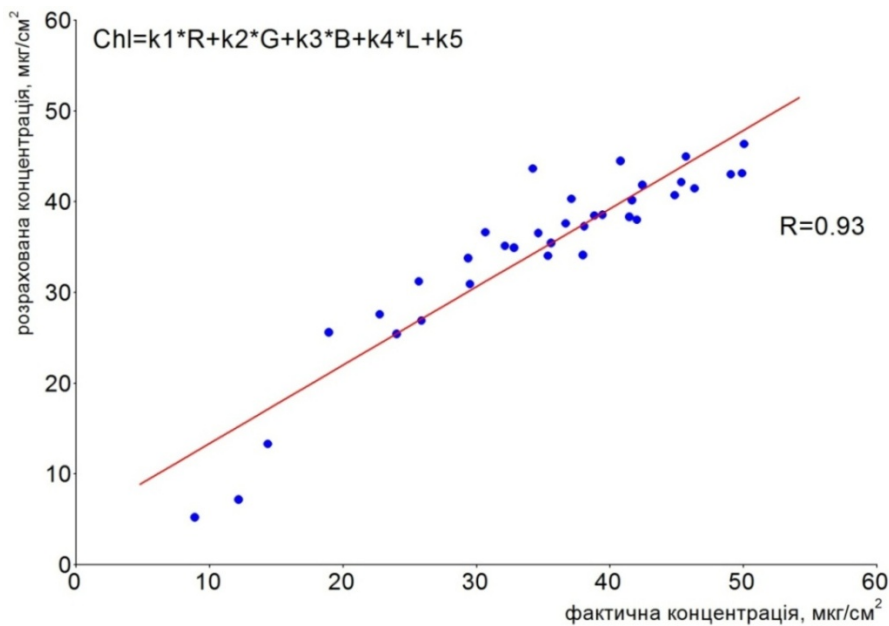


Рис. 3.5. Модель залежностей даних сканування сканером Canon MP 280 від концентрації хлорофілу.

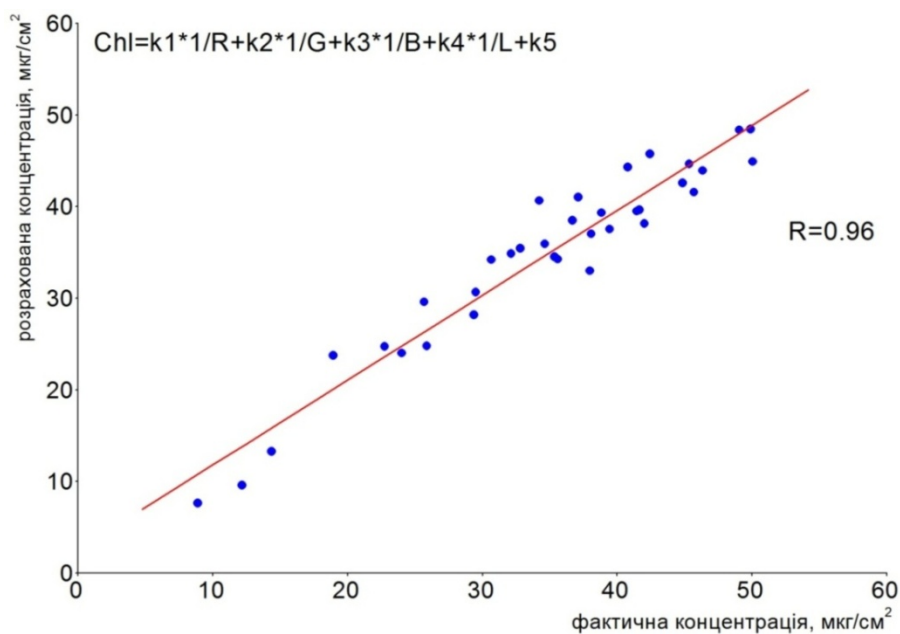


Рис. 3.6. Модель залежностей обернених даних сканування сканером Canon MP 280 від концентрації хлорофілу

Висновки

- 1) Аналіз літературних джерел показав, що цифрові фотокамери і сканери можна використовувати в якості експрес-методів, як альтернативу хімічному аналізу рослин.
- 2) Експрес-аналіз швидший за біохімічний аналіз, оскільки не вимагає лабораторних аналізів, а використання дистанційної апаратури дозволяє тестування великих площ рослинності за короткий час.
- 3) Створена точна модель визначення концентрації хлорофілу за спектральними параметрами рослин показала, що для визначення концентрації хлорофілу потрібно враховувати умови освітлення і використовувати всі параметри зображення: червоний (R), зелений (G) і синій (B) колірні канали, яскравість (L), діафрагму і витримку.
- 4) Цифрові фотокамери є перспективними в дистанційному моніторингу сільськогосподарських посівів.

5) Проведене визначення концентрації хлорофілу в листках рослин різних сортів пшениці показало, що рослини які були підживленні нітроамфоскою та перед посівом інокльовані мали вище значення вмісту хлорофілу у листках.

6) Доведено, що існує залежність між концентрацією хлорофілу у листках пшениці і даним цифрових фотографій (R, G, B, L).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аэров И.Л. Оптические свойства верхней и нижней стороны листьев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1969. 1, №2. – С. 191–196.
2. Бранд А.Б., Тагеева С.В. Оптические параметры растительных организмов. – М.: Наука, 1967. – 301 с.
3. Григорюк І. П. Ріст пшениці і кукурудзи в умовах посухи та його регуляція / І. П. Григорюк, О. І. Жук. – К.: Науковий світ, 2002. – 118с.
4. Гуляев Б. И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б. И. Гуляев // Физиол. биохим. культ. растений. – 1996. – № 1/2. – С. 15–35.
5. Кочубей С.М., Кобец Н.И., Шадчина Т.М. Спектральные свойства листьев как основа дистанционной диагностики. – К.: Наукова думка, 1990. – 132 с.
6. ТОВ ЕКО-БИО-ТЕХ / Екологічно-біологічні технології [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.eko-bio-tex.com/>. Використано 20.04.2015.
7. ТОВ "ТОРГОВИЙ ДІМ "НАСІННЯ" / Озима пшениця «Достаток», «Смуглянка» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tdn.kiev.ua/uk/home>. Використано 20.04.2015.
8. Український журнал з питань агробізнесу «Пропозиція» / Проблеми та перспективи аеромоніторингу у сільському господарстві [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://propozitsiya.com/>. Використано 20.04.2015.
9. Шадчина Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових. - К.: УФСЦ, 2001. – 219 с.
10. G. Winters, R. Holzman, A. Blekhman, S. Beer, Y. Loya. Photographic assessment of coral chlorophyll contents: Implications for ecophysiological studies and coral monitoring. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 380 (2009) 25–35.
11. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution // J. Plant Physiol. – 1994. – Vol.144, №3. – P. 307-313.

REFERENCES

1. Aэров I.L. Optical properties upper and lower sides leaf // physiology and biochemistry cultural plants. - 1969 1, №2. - P. 191 -196.
2. Brand A.B., Tagееva S.V. Optical parameters of plants organisms. – М.: Nauka, 1967. - 301 p.
3. Hryhoryuk I.P. Growth of wheat and maize in drought conditions and its regulation / Hryhoryuk I.P., Zhuk A.I. – К.: Science World, 2002. - 118s.
4. Hulyaev B. I. Photosynthesis and productivity of plants: problems, achievements, prospects of research / Hulyaev B. I. // Fyzyol. biochem. cult. plants. - 1996. - № 1/2. - P. 15-35.
5. Kochubey S.M., Kobets N.I., Shadchyna T.N. Spectral properties leaf as diagnostic distance basis. – К.: Naukova Dumka, 1990. - 132 p.
6. Eco-BIO-TECH / Eco-biological technology [electronic resource]. Access: <http://www.eko-bio-tex.com/>. Used 04/20/2015.
7. LLC «Trade House» seed» / Winter wheat «Dostatoc», «Smuhlyanka» [Electronic resource]. Access: <http://www.tdn.kiev.ua/uk/home>. Used 20/04/2015.
8. Ukrainian magazine on agribusiness "Proposal" / Problems and prospects aeromonitorynhu in agriculture [electronic resource]. Access: <http://propozitsiya.com/>. Used 04/20/2015.
9. Shadchyna T.N. Scientific basis for remote monitoring of the state of grain crops. – К.: UFSTS, 2001. – 219 p.
10. G. Winters, R. Holzman, A. Blekhman, S. Beer, Y. Loya. Photographic assessment of coral chlorophyll contents: Implications for ecophysiological studies and coral monitoring. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 380 (2009) 25-35.

11. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution // J. Plant Physiol. - 1994. - Vol.144, №3. - P. 307-313.

РЕФЕРАТ

Шеремета А. Ю., Лук'янова В.В. Вплив мінерального живлення на пігментний склад та оптичні характеристики рослин пшениці / А.Ю. Шеремета // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті було досліджено залежність між спектральними показниками і хлорофілом, та встановлено, що експрес-аналіз значно швидший за біохімічний.

Об'єкт дослідження - це рослини озимої пшениці різних сортів.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між вмістом хлорофілу і спектральними показниками та мінеральним живленням.

Метою роботи є дослідження можливості визначення вмісту мінеральних елементів у рослинах пшениці за допомогою дистанційного аналізу спектральних показників листя.

В наших умовах зниження врожайності зернових часто зумовлене недостатнім забезпеченням рослин мінеральним живленням. У цій ситуації експрес-діагностика забезпеченості рослин мінеральним живленням дозволить вносити добрива насамперед на поля, які найбільше потерпають від нестачі поживних речовин.

Дистанційно виміри виконуються спектрофотометрами, що є досить дорого і складно. Альтернативою є фотокамери, які зараз дешеві, ними легко оперувати та можна встановлювати на безпілотні апарати.

Встановлено, що експрес-аналіз швидший за біохімічний аналіз, оскільки не вимагає лабораторних аналізів, а використання дистанційної апаратури дозволяє тестування великих площ рослинності за короткий час.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ, МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ, БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД, ДИСТАНЦІЙНИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Sheremeta A. Y. Lukianova V.V. The effect of mineral nutrition on pigment composition and optical properties of wheat. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In the article was study the relationship between spectral indicators and chlorophyll, and establish that rapid analysis much faster than chemistry.

Object of study – plant winter wheat.

Subject of study – the relationship between chlorophyll and spectral indicators.

The aim is the study of the possibility to determine mineral elements in wheat by remote sensing of leaf spectral indicators.

In our case, reducing grain yield is often caused by inadequate provision of plant mineral nutrition. In this situation rapid diagnosis of plant mineral nutrition security will primarily apply fertilizer on fields that suffer the most from lack of nutrients.

The distance measurements performed spectrophotometer, which is very expensive and difficult. The alternative is a camera that is cheap, they are easy to operate and can be installed on unmanned vehicles.

It is set that rapid analysis faster than biochemical analysis because it does not require laboratory analysis, and the use of remote test equipment allows large areas of vegetation in a short time.

KEYWORDS: PLANT WHEAT, MINERAL NUTRITION, BIOCHEMICAL COMPOSITION, DISTANCE ANALYSIS.

РЕФЕРАТ

Шеремета А. Ю. Лукьянова В.В. Влияние минерального питания на пигментный состав и оптические характеристики растений пшеницы / А.Ю. Шеремета // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье было исследовано зависимость между спектральными показателями и хлорофиллом, и установлено, что экспрес-анализ значительно быстрее за биохимический.

Объект исследования - это растения озимой пшеницы разных сортов.

Предметом исследования является взаимосвязь между содержанием хлорофилла и спектральными показателями и минеральным питанием.

Целью работы является исследование возможности определения содержания минеральных элементов в растениях пшеницы с помощью дистанционного анализа спектральных показателей листьев.

В наших условиях снижения урожайности зерновых часто обусловлено недостаточным обеспечением растений минеральным питанием. В этой ситуации экспресс-диагностика обеспеченности растений минеральным питанием позволит вносить удобрения в первую очередь на поля, которые больше всего страдают от недостатка питательных веществ.

Дистанционно измерения выполняются спектрофотометрами, что довольно дорого и сложно. Альтернативой являются фотокамеры, которые сейчас дешевле, ими легко оперировать и можно устанавливать на беспилотные аппараты.

Установлено, что экспресс-анализ быстрее за биохимический, поскольку не требует лабораторных анализов, а использование дистанционной аппаратуры позволяет тестирования больших площадей растительности за короткое время.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ДИСТАНЦИОННЫЙ АНАЛИЗ.

АВТОРИ:

Шеремета Анжела Юріївна, Національний транспортний університет, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, тел. +380671928764, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Лук'янова Віталіна Віталіївна, кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: vitalina_lk@i.ua, тел. +380677985533, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

AUTHOR:

Sheremeta A. Y., National Transport University, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, tel. +380671928764, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Lukjanova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, associate professor department of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: vitalina_lk@i.ua, tel. +380677985533, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Шеремета Анжела Юрьевна, Национальный транспортный университет, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, тел. +380671928764, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Лукьянова Виталина Витальевна, кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: vitalina_lk@i.ua, тел. +380677985533, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О. В., кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Інституту біоколоїдної хімії ім.Ф.Д. Овчаренка НАН України, Київ, Україна

Барабаш О. В., кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, Київ, Україна

REVIEWER:

Krsvchenko O. V., Candidate of Chemical Science, Senior staff scientist of Institute of biocolloid chemistry of F. D. Ovcharenko of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Barabash E. V., Candidate of Biological Science, associate professor department of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, Kyiv, Ukraine