



Сторінка молодого вченого

УДК 631.4:445.4

© 2015

Л.П. Коляда

*Національний науковий
центр «Інститут
грунтознавства та
агрохімії імені О.Н.
Соколовського»*

** Науковий керівник —
кандидат біологічних наук
С.Р. Трускавецький*

ВЕГЕТАЦІЙНІ СПЕКТРАЛЬНІ ІНДЕКСИ КОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ ЯК ІНДИКАТОРИ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПУ ЛІВОБЕРЕЖНОГО*

Мета. Вивчення ролі сільськогосподарської рослинності як індикаційних показників ґрунтового покриву. **Методи.** Дистанційні (показники яскравості космічного зображення, спектральні вегетаційні індекси NDVI, NDWI, MSI, GI) та статистичні (математична обробка отриманих даних). **Результати.** Показано можливості космічного знімання у визначенні ґрунтових показників через спектральні вегетаційні індекси опосередковано через рослинність. **Висновки.** Методами математичної статистики доведено можливість космічного знімання фіксувати зміни вмісту калію та азоту в ґрунті опосередковано через рослинність.

Ключові слова: ґрунтовий покрив, дистанційне зондування, космічне знімання, рослинний покрив, спектральні вегетаційні індекси.

Постановка проблеми. Рослинність, яка утворює зовнішній покрив земної поверхні передусім відображається на космічних знімках. Саме вона є індикатором ґрунтового покриву, форм рельєфу та ін. [3]. Велике значення для визначення властивостей ґрунтів має дешифрування культурної рослинності, особливо стану посівів сільськогосподарських культур, який відображає якість ґрунтів, їх родючість та структуру ґрунтового покриву. На ранніх фазах розвитку посівів рослинність не приховує, а, навпаки, підкреслює особливості розподілу ґрунтових характеристик і структуру ґрунтового покриву [2, 5]. Дистанційне зондування сільськогосподарських об'єктів значною мірою базується на використанні динамічної космічної інформації [10]. Космічні знімки застосовують не лише під час досліджень

природного середовища, а й для вирішення завдань, пов'язаних із господарською діяльністю, зокрема сільським господарством [4, 8].

Основні ознаки, які використовують під час дешифрування рослинності на космічних знімках, — тон зображення та яскравість. Найдостовірніше рослинний покрив дешифрується за спектральною яскравістю під час використання багатозональних знімків, особливо порівнянням знімків у червоній і ближній інфрачервоній зонах. Сукупність різних типів рослинності та структура рослинного покриву відображають структуру ґрунтового покриву. Істотне значення для ґрунтової ідентифікації має дешифрування саме культурної сільськогосподарської рослинності. Стан посівів може свідчити про якість і родючість ґрунту, структуру ґрунтового покриву [1, 6, 7]. Фітоіндикаційні

можливості методів дистанційного зондування не замінюють традиційні, а доповнюють їх як важливу та органічну складову загальної системи агромоніторингу і сприяють найефективнішому вирішенню завдань сільськогосподарського виробництва [9].

Мета досліджень — вивчення індикативної ролі сільськогосподарської рослинності в ідентифікації показників ґрунтового покриву.

Методи досліджень. Об'єкт досліджень — чорноземи типові середньогумусні важкосуглинкові змиті, намиті та нееродовані на лесах тестового поля поблизу с. Черкаські Тишки Харківського району Харківської області. У всіх точках відбору рослинних та ґрунтових зразків встановлено яскравість космічного зображення в кожному діапазоні сенсору супутника LandSat і розраховано значення спектральних коефіцієнтів NDVI,

1. Матриця кореляції даних за регулярною мережею у 2014 р.

	Humus	Hlor	N-test
Humus	1,00	-0,02	0,13
B2_op	-0,59	0,37	0,23
B3_op	-0,58	0,43	0,30
B4_op	-0,60	0,41	0,30
B5_op	-0,59	0,40	0,32
B6_op	-0,53	0,49	0,38
B7_op	-0,50	0,49	0,36
B2_veg	-0,26	-0,03	0,17
B3_veg	-0,04	0,39	0,20
B4_veg	-0,31	-0,08	0,13
B5_veg	0,05	0,45	0,11
B6_veg	-0,54	0,17	0,31
B7_veg	-0,41	-0,25	0,09
NDVI	0,02	0,54	0,30
NDWI	0,15	0,46	0,22
MSI	-0,14	-0,47	-0,22
GI	0,25	0,45	0,06
Hlor	-0,02	1,00	0,96
N-test	0,13	0,96	1,00

Примітка. Humus — уміст гумусу; B2_op–B7_op — показники яскравостей не зайнятого рослинністю поля; B2_veg–B7_veg — показники яскравостей відкритого рослинністю поля; NDVI — нормалізований вегетаційний індекс; NDWI — нормалізований водний індекс; MSI — індекс стресу вологості; GI — індекс зеленості; Hlor — уміст хлорофілу в рослинах; N-test — показники приладу N-tester (для табл. 1 і 2).

NDWI, MSI, GI. У зразках кукурудзи визначено вміст хлорофілу та знято показники приладу N-tester. Координати точок відбору зразків визначено заздалегідь і занесено до пам'яті навігаційного приладу з метою їх ідентифікації безпосередньо в полі. Під час польових досліджень відібрано зразки ґрунту з поверхні (0–10 см) згідно зі стандартизованими методиками із застосуванням приладів GPS. У ґрунтових зразках визначено загальний уміст гумусу методом Тюріна, рухомих сполук калію за модифікованим методом Мачігіна та решту ґрунтових параметрів.

Результати досліджень. Статистичну обробку даних проведено за допомогою пакета прикладних програм Statistica. Першим етапом аналізу експериментальних даних було

2. Матриця кореляції ґрунтових і рослинних показників за нерегулярною мережею з даними дистанційного зондування

	Humus	NH ₄	K ₂ O	Hlor
B2	-0,57	0,12	-0,19	0,41
B3	-0,54	0,14	-0,16	0,48
B4	-0,62	0,18	-0,29	0,45
B5	-0,42	0,25	-0,04	0,44
B6	-0,60	0,12	-0,39	0,46
B7	-0,49	0,13	-0,35	0,51
B2_veg	-0,57	0,11	-0,18	0,38
B3_veg	-0,55	0,12	-0,17	0,44
B4_veg	-0,64	0,16	-0,30	0,44
B5_veg	-0,43	0,24	-0,04	0,45
B6_veg	-0,60	0,12	-0,39	0,45
B7_veg	-0,49	0,12	-0,36	0,49
Hlor	0,10	0,69	-0,14	1,00
N	0,16	0,59	-0,17	0,74
K	-0,26	0,36	-0,14	0,63
B2_op	-0,75	0,18	-0,14	0,34
B3_op	-0,79	0,21	-0,17	0,32
B4_op	-0,81	0,23	-0,19	0,33
B5_op	-0,79	0,27	-0,21	0,30
B6_op	-0,79	0,27	-0,29	0,37
B7_op	-0,77	0,25	-0,33	0,39
NDVI	0,23	0,23	0,46	0,16
NDWI	0,58	-0,01	0,55	-0,36
MSI	-0,59	0,00	-0,55	0,35
GI	0,68	-0,19	0,43	-0,39

Примітка. B2–B7 — показники яскравостей; N — уміст азоту в рослинних зразках; K — уміст калію в рослинних зразках; NH₄ — уміст амонійного азоту в ґрунтових зразках; K₂O — уміст калію в ґрунтових зразках.

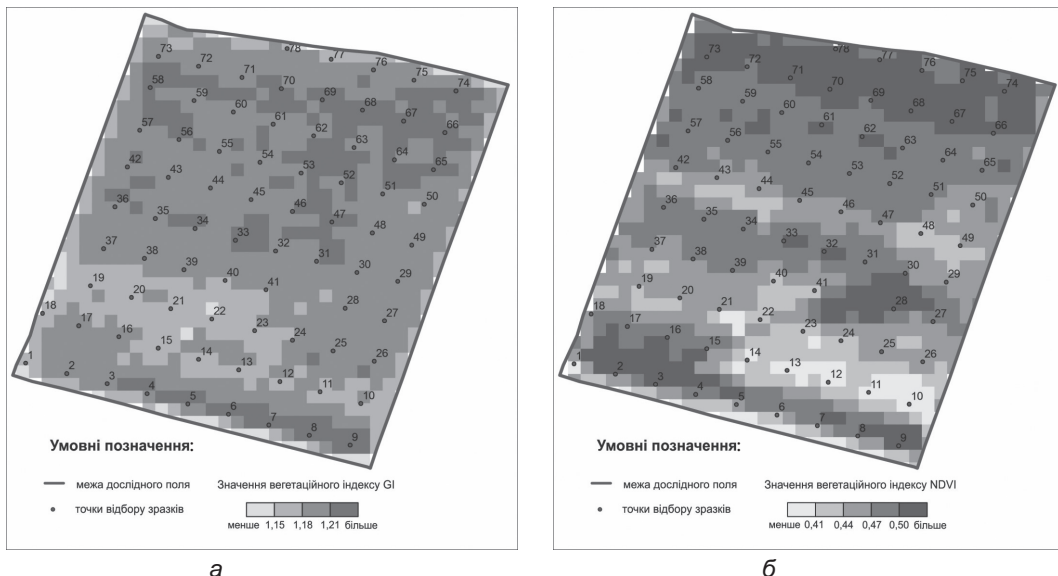


Рис. 1. Картограма веgetаційних індексів NDVI (а) та GI (б)

застосування методу парної кореляції.

Статистична обробка даних виявила такі результати. Аналіз парної кореляції вкотре підтвердив щільність взаємозв'язку вмісту гумусу з даними космічного знімання в усіх діапазонах світла (табл. 1). Крім того, для періоду, коли поле було вкрите рослинністю — кукурудзою (зйомка 3 липня 2014 р.), також простежується кореляція вмісту гумусу лише із середніми інфрачервоними каналами зйомки. Досить високі та значущі коефіцієнти кореляції продемонстрував взаємозв'язок умісту хлорофілу в рослинах з усіма веgetаційними індексами — NDVI, NDWI, MSI та GI (0,54; 0,46; -0,47; 0,45 відповідно) (див. табл. 1).

Наступним кроком досліджень був математичний аналіз даних, отриманих за нерегулярною мережею. Статистичний аналіз більшою мірою підтвердив закономірності, виявлені нами раніше, та відзначив нові тенденції. Знову ж таки спостерігається тісний кореляційний зв'язок між умістом гумусу в ґрунті та всіма каналами багатоспектрального космічного сканування (табл. 2).

Виявлено, що вміст гумусу істотно корелює з 3-ма спектральними індексами NDWI, MSI та GI. Слід відзначити також значущі коефіцієнти кореляції між умістом калію в ґрунті та всіма досліджуваними нами спектральними індексами. Досить тісний взаємозв'язок отримано між умістом амонійного азоту

в ґрунті та вмістом азоту в рослинах і вмістом хлорофілу, який має тісний зв'язок з більшістю спектральних діапазонів зйомки.

Проведені аналізи свідчать про те, що на цьому етапі досліджень установлено можливість космічного знімання у визначенні геопросторового розподілу вмісту калію в ґрунті через спектральні веgetаційні індекси; азотного розподілу (особливо амонійного



Рис. 2. Архівна ґрунтова карта тестового полігону

азоту) — через уміст хлорофілу в рослинах, який визначається більшістю каналів космічного знімання; та гумусного стану — як прямим зніманням не зайнятого рослинністю поля, так і опосередковано через рослинність, особливо в далеких спектральних діапазонах.

Окремим етапом досліджень є визначення стану та структури ґрунтового покриву за станом сільськогосподарської рослинності, який можна оцінити супутниковим зніманням.

Для всіх розрахованих спектральних індексів спостерігається загальна тенденція умовної «горизонтальної смугастості малюнка» для цього поля (рис. 1), що відповідає малюнку архівної ґрунтової карти (рис. 2).

Картограмами спектральних індексів можна певною мірою визначити структуру ґрунтового покриву, оскільки вони майже схожі

на малюнок архівної ґрунтової карти цього поля. Можна також стверджувати про певну індикативну роль сільськогосподарської рослинності в розпізнаванні ґрунтового покриву. Установлено, що максимальні значення спектральних вегетаційних індексів NDVI та GI (найбільш фізіологічно розвинена рослинність) відповідали південній і північній вузьким смугам на полі, де поширені незмиті та намиті ґрунти. І навпаки, ті частини поля, де зазначені індекси були мінімальними, тобто рослинність була пригніченою, представлено слабозмитими і середньозмитими ґрунтами.

Отже, розрахунок спектральних вегетаційних індексів довів ефективність фітоіндикативних функцій сільськогосподарської рослинності у виявленні в структурі ґрунтового покриву еродованих і незмитих ґрунтів.

Висновки

Методами математичної статистики встановлено можливість космічного знімання оцінювати калійний та азотний стан ґрунту опосередковано через показники рослинності та через спектральні вегетаційні індекси космічного знімання. Вкотре доведено можливість оцінювати гумусний стан ґрунтів прямим зніманням вільних від рослинності поверхонь і через рослинність, особливо

в зоні середнього інфрачервоного діапазону. Установлено фітоіндикативні можливості у виявленні в структурі ґрунтового покриву еродованих, намитих і незмитих ґрунтів. Оскільки дані дистанційного зондування мають високий коефіцієнт кореляції з гумусом, то можна здійснити діагностику інших показників ґрунтів за космічним зніманням сільськогосподарської рослинності.

Бібліографія

1. *Войнов О.А.* Мониторинг состояния агроценозов аэрокосмическими методами/О.А. Войнов. — К., 2005. — 392 с.
2. *Выгодская Н.Н.* Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности/Н.Н. Выгодская, И.И. Горшкова. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 248 с.
3. *Использование* данных MODIS для оценки состояния сельскохозяйственных культур на основе межгодовой динамики/С.А. Барталев, М.А. Бурцев, Е.А. Лупян и др.//Четвертая всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». — М.: ИКИ РАН, 13–17 ноября 2006. Сб. тезис. конф. — 2006. — С. 201.
4. *Книжников Ю.Ф.* Аэрокосмические методы географических исследований/Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. — М.: Академия, 2004. — 336 с.
5. *Космические* методы исследования почв: учеб. пособ. для студентов вузов/В.И. Кравцова. — М.: Аспект Пресс, 2005. — 190 с.

6. *Кохан С.С.* Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: підручник/С.С. Кохан, А.Б. Востоков. — К.: Вища шк., 2009. — 511 с.
7. *Трускавецький С.Р.* Інтерпретація ґрунтового покриву за космічною зйомкою на принципах фітоіндикації/С.Р. Трускавецький//Вісн. центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. — 2010. — № 9. — С. 225–233.
8. *Трускавецький С.Р.* Можливості супутникової зйомки в ідентифікації зернових культур Харківської області/С.Р. Трускавецький, Л.П. Коляда, О.І. Шерстюк//Там само. — 2013. — № 15. — С. 180–185.
9. *Danson F.M.* Estimating live fuel moisture content from remotely sensed reflectance/F.M. Danson, P. Bowyer//Remote Sensing of Environment. — 2004. — № 92. — С. 309–321.
10. *Yang C.-M.* Modeling Rice Growth with Hyperspectral Reflectance Data/C.-M. Yang, R.-K. Chen//Crop Science. — 2004. — V. 44. — July–August. — P. 1283–1290.

Надійшла 25.12.2014.