

найбільш перспективні комбінації для подальшого використання у селекційній роботі [1; 2].

Застосування гетерозисної селекції сприяє підвищенню ефективності виробництва кукурудзи та розширює можливості використання культури в зерновому, кормовому й промисловому напрямках. Гібриди з високою продуктивністю та відповідними показниками якості можуть використовуватися для різних потреб, що підвищує практичну цінність селекційних досягнень. Водночас важливо враховувати конкретні умови вирощування та напрям використання майбутнього гібрида [1; 2].

Таким чином, ефект гетерозису є одним із важливих чинників підвищення продуктивності кукурудзи. Його використання у селекції дає змогу отримувати гібриди з високою врожайністю, кращими показниками якості та комплексом бажаних господарсько цінних ознак. Ефективність прояву гетерозису значною мірою залежить від правильного добору батьківських форм, їхньої комбінаційної здатності та умов вирощування. Подальше вивчення закономірностей прояву гетерозису та пошук ефективних поєднань батьківських форм залишаються актуальними напрямками сучасної селекції кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Прудніков В. В., Ковалишина Г. М. Селекційна цінність гібридів кукурудзи за показниками гетерозису та якості зерна. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 431–439. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.35.62.
2. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Алдошин А. В. та ін. Селекція кукурудзи : навчальний посібник. Київ : Аграрна наука, 2025. 216 с.

Палазюк Богдан Олександрович

доктор філософії з агрономії, асистент кафедри

Міщенко Олег Вікторович

канд. с.-г. наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

DOI

ПРОКСИМАЛЬНЕ ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТУ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Застосування технологій точного землеробства потребують врахування просторової неоднорідності ґрунту. У межах одного поля гранулометричний склад, вологість, кислотність, вміст органічної речовини, засоленість та забезпеченість елементами живлення, можуть істотно змінюватися. Традиційне агрохімічне обстеження ґрунту базується на відборі проб і лабораторному аналізі, однак підвищення просторової деталізації потребує збільшення кількості зразків, витрат часу, і відповідно, вартості. Одним із шляхів отримання більш детальної інформації про внутрішньопольову мінливість є проксимальне зондування ґрунту (Proximal Soil Sensing, PSS).

Проксимальне зондування об'єднує методи вимірювання властивостей ґрунту сенсорами, розташованими безпосередньо біля його поверхні, у контакті з нею або в ґрунтовому профілі. На відміну від супутникового чи безпілотного дистанційного сканування, такі вимірювання виконують, безпосередньо, в межах досліджуваної ділянки, що дає змогу отримувати масив геоприв'язаних даних. До найбільш поширених напрямів належать вимірювання видимої електропровідності ґрунту (ЕСа), електромагнітна індукція, спектроскопія у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах, електрохімічне визначення рН і використання мультисенсорних платформ [1, 2].

Одним із найбільш досліджених показників є видима електропровідність ґрунту. Її величина формується під комплексним впливом гранулометричного складу, вологості, концентрації розчинних солей, катіонообмінної ємності та інших характеристик, тому ЕСа доцільно трактувати насамперед як інтегральний індикатор просторової неоднорідності, а не як пряме визначення окремої агрохімічної властивості. Показовим є дослідження Е. Fung та співавторів, у якому за даними Veris-3100 оцінювали можливість картографування катіонообмінної ємності та обмінного калію. Прямі залежності між ЕСа та катіонообмінною ємністю були відносно слабкими ($R^2 = 0,38$ для верхнього шару та $0,36$ для підґрунтя), тоді як після математичної інверсії сенсорних даних зв'язок посилювався до $R^2 = 0,75$. Для обмінного калію багатofакторна модель, що враховувала ЕСа та просторові параметри, забезпечила $R^2 = 0,73$. Цей приклад демонструє, що практична цінність сенсорних даних істотно зростає після їх калібрування за лабораторними вимірюваннями [3].

Іншим важливим напрямом є спектральне зондування. Vis-NIR-спектроскопія базується на реєстрації відбитого від ґрунту електромагнітного випромінювання у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах. Спектральний сигнал формується під впливом мінерального й органічного складу, вологості, забарвлення та фізичного стану поверхні ґрунту. За даними огляду С. Ріссіні та співавторів, цей метод має значний потенціал для швидкого прогнозування низки властивостей ґрунту, однак точність залежить від калібрувальної вибірки, умов вимірювання, вологості й стану поверхні [1]. Подібне обмеження характерне й для оперативного визначення рН та поживного режиму: огляд Е. Najdenko та співавторів показує, що спектроскопічні, електропровідні й електрохімічні методи є одними з найбільш досліджуваних у PSS, але лише частина показників може бути визначена безпосередньо без попереднього калібрування [2].

Сучасний розвиток PSS пов'язаний із переходом від окремих сенсорів до мультисенсорних систем. У платформі RapidMapper інтегровано датчики ближнього інфрачервоного діапазону, гамма-випромінювання, ЕСа та потенціометричного визначення рН. Це дає змогу одночасно характеризувати різні аспекти просторової мінливості ґрунту й частково знівелювати обмеження окремих сенсорів. Водночас автори підкреслюють, що жодна сенсорна технологія не може однаково точно кількісно визначати весь комплекс

агрономічно важливих властивостей [4]. Отже, перспективним напрямом є не пошук одного «універсального» датчика, а поєднання різних типів вимірювань, їх математична інтеграція та перевірка за еталонними лабораторними даними.

Окремий напрям становить інтеграція проксимального та дистанційного зондування. В. Воіарські та співавтори паралельно використовували дані безпілотного літального апарата й мобільного ґрунтового сканера Veris U3 (рис 1). Дистанційне зондування характеризувало стан рослинності за вегетаційними індексами, а наземна система реєструвала електропровідність, рН та оптичні властивості ґрунту. Поєднання цих джерел інформації дозволило проаналізувати просторову мінливість у системі «ґрунт-рослина», однак такий підхід потребує врахування різної просторової і часової роздільної здатності даних, а також їх синхронізації та калібрування [5].

На нашу думку, головна практична роль в оптимізації процесу ґрунтового обстеження. Сенсорне картографування дає можливість виявити неоднорідність поля, після чого ґрунтові проби можна відбирати цілеспрямовано в репрезентативних точках. Це дозволяє перейти від формального рівномірного відбору проб до зонального, коли лабораторні аналізи використовують для інтерпретації значно більшого масиву польових сенсорних даних.



Рис.1. Veris U3 під час сканування. Джерело: власне фото.

Таким чином, подальший розвиток мультисенсорних платформ, методів об'єднання даних і математичного моделювання створює передумови для більш обґрунтованого диференційованого управління ґрунтами.

Список використаних джерел

1. Piccini C., Metzger K., Debaene G., Stenberg B., Götzinger S., Borůvka L., Sandén T., Bragazza L., Liebisch F. In-field soil spectroscopy in Vis-NIR range for fast and reliable soil analysis: a review. *European Journal of Soil Science*. 2024. Т. 75, № 2. e13481. DOI: <https://DOI.org/10.1111/ejss.13481>.
2. Najdenko E., Lorenz F., Dittert K., Olfs H.-W. Rapid in-field soil analysis of plant-available nutrients and pH for precision agriculture – a review. *Precision Agriculture*. 2024. Т. 25. С. 3189–3218. DOI: <https://DOI.org/10.1007/s11119-024-10181-6>.
3. Fung E., Wang J., Zhao X., Farzamian M., Allred B. J., Clevenger W. B., Levison P., Triantafilis J. Mapping cation exchange capacity and exchangeable

potassium using proximal soil sensing data at the multiple-field scale. *Soil and Tillage Research*. 2023. T. 232. 105735. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.still.2023.105735>.

4. Tavakoli H., Correa J., Vogel S., Oertel M., Zimne M., Heisig M., Harder A., Wruck R., Pätzold S., Leenen M., Gebbers R. The RapidMapper: State-of-the-art in mobile proximal soil sensing based on a novel multi-sensor platform. 5. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. T. 226. 109443. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.compag.2024.109443>.

5. Boiarskii B., Vaitekhovich I., Tanaka S., Güneş D., Sato T., Hasegawa H. Comparative analysis of remote sensing via drone and on-the-go soil sensing via Veris U3: a dynamic approach. *Environmental Sciences Proceedings*. 2024. T. 29, № 1. 11. DOI: <https://DOI.org/10.3390/ECRS2023-15846>.

Криворучко Людмила Михайлівна

кандидат с.-г. наук, доцент кафедри

селекції, насінництва і генетики

ORCID0000-0002-8263-0481

Тищенко Володимир Миколайович

доктор с.-г. наук, професор кафедри

селекції, насінництва і генетики

ORCID0000-0002-9885-5298

Котелевський Євген Юрійович

здобувач ступеня доктор філософії

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

DOI

ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Мікродобрива позитивно впливають на врожайність та якість зерна пшениці озимої, покращуючи засвоєння макроелементів, підвищуючи стійкість до несприятливих умов, а також беруть участь у формуванні білка та клейковини в зерні. Основні мікроелементи, які впливають на ці процеси: бор, марганець, молібден, мідь, цинк і залізо [1].

Мікродобрива забезпечують рослини необхідними мікроелементами, які беруть участь у фотосинтезі, диханні та синтезі білків і вуглеводів, що впливає на формування більшої кількості зерна та його налив.

Застосування мікродобрив робить рослини більш стійкими до стресових факторів, таких як посуха, низькі температури, хвороби та шкідники, що дозволяє зберегти потенціал врожайності [2].

Мета досліджень встановлення впливу мікродобрив на врожайність та формування показників якості зерна пшениці м'якої озимої за позакореневого підживлення.

Дослідження проводились на селекційних ділянках дослідного поля Полтавського державного аграрного університету, яке розташоване в с.