

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТІВ ХОДОВИМИ СИСТЕМАМИ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ

О. Сидорчук, д-р техн. наук, проф., член-кор. НААН України,
В. Смільський, канд. техн. наук,
ІНЦ «ІМЕСГ»
А. Шарibuра, канд. техн. наук,
Львівський національний аграрний університет

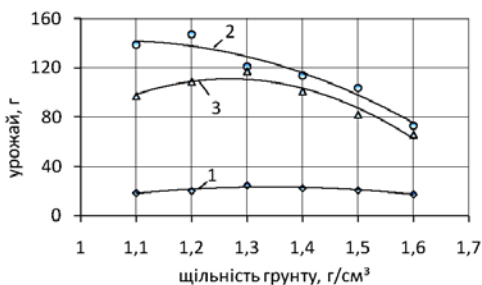
Розглядається питання про підвищення ефективності досліджень ущільнення ґрунтів ходовими системами аграрної техніки шляхом збільшення ступеня витягання корисної інформації з результатів досліджень. Оцінними параметрами стану ґрунту є відносна і критична щільність.

Ключові слова: *методика, інформація, критична щільність, ходова система.*

Постановка проблеми. Структура і щільність – основні параметри, які визначають ґрунтові умови життя рослин. В агрономічній науці оптимальні ґрунтові умови для життя рослин розглядаються як особлива категорія ґрунту – його родючість. На сьогодні є очевидним той факт, що сучасні технології вирощування культурних рослин погіршують якість ґрунтової родючості. Переущільнення ґрунтів ходовими системами вже давно стало проблемою землеробства, незважаючи на великий обсяг експериментальних робіт і здобуті знання [1-7]. Проблема буде залишатися актуальною до тих пір поки будуть існувати традиційні технології обробітку ґрунту разом з традиційними методами їх досліджень. Важливим завданням землеробської науки є створення інтегральних методів досліджень, що дозволяють одержувати безперервну або, принаймні, достатньо достовірну інформацію про рівень фізичного стану ґрунту. Не маючи такої інформації, надзвичайно складно забезпечити регулювання ґрунтових умов у напрямі, який сприяв би формуванню високої врожайності культурних рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час характеристикою ґрунтових умов життя рослин залишається облік їх урожаю. Вплив ходових систем на фізичні властивості ґрунту оцінюють показниками щільності, твердості, агрегатним складом, або урожайністю культурних рослин [1; 9]. Названі показники виражають абсолютними величинами, і пов'язують їх з різними характеристиками ходових систем, найчастіше питомим тиском.

Як приклад, на рисунку 1 зображені залежності урожаю польових культур від щільності дерново-карбонатних пілувато-суглинкових і дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів з глибиною орного шару 20-30 см [6].



1 – зерно ячменю; 2 – зелена маса кукурудзи на піщаному ґрунті;

3 – зелена маса кукурудзи на суглинку

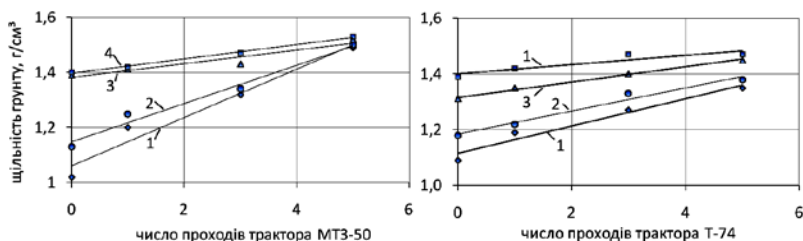
Рисунок 1 – Вплив щільності ґрунту на урожай культурних рослин

Емпіричні залежності апроксимовані поліномом 2-ї степені, що дозволяє визначити їх оптимальну щільність. Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати апроксимації графіків, зображених на рисунку 1

№ п/п	Вид урожаю	Коефіцієнти апроксимуючої функції			R ²	ρ _{орт} , г/см ³	ρ _{кр} , г/см ³
		a	b	c			
1	Зерно ячменю на супіщаному ґрунті	-89,28	239,4	-137,4	0,87	1,34	1,85
2	Зелена маса кукурудзи на піщаному ґрунті	-233,9	498,4	-123,4	0,94	1,07	1,84
3	Зелена маса кукурудзи на суглинку	-442,8	1123	-601,6	0,95	1,27	1,77

На дерново-підзолистому супіщаному ґрунті досліджувався ущільнювальний вплив тракторів МТЗ-50 і Т-74 (рис. 2).

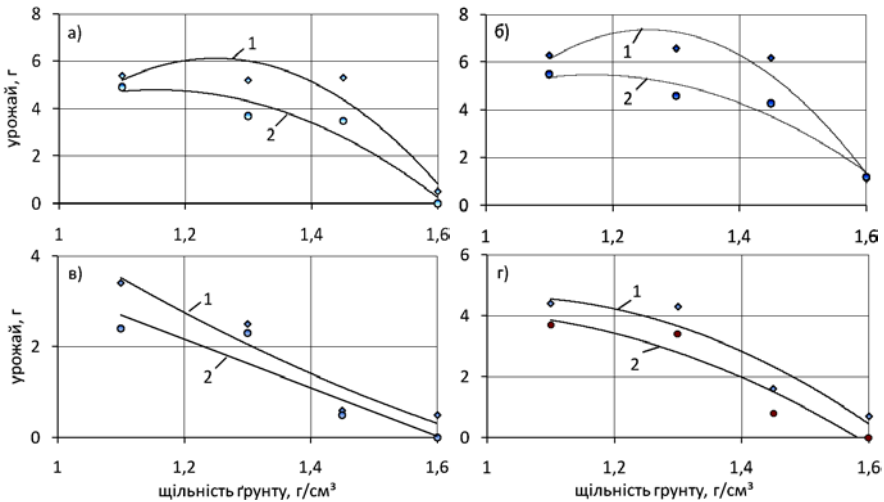


шар ґрунту, см: 1 – (0-10); 2 – (10-20); 3 – (20-30); 4 – (30-40)

Рисунок 2 – Вплив числа проходів тракторів на щільність дерново-підзолистого супіщаного ґрунту

Порівняльний аналіз вищенаведених графіків дозволяє зробити висновок, що приріст щільності після проїзду трактора Т-74 практично однаковий у всіх шарах ґрунту, а після трактора МТЗ-50 в орному горизонті 1 і 2 щільність стрімко зростає зі збільшенням кількості проїздів. Після першого проходу обидва трактори мають однакові показники, але після третього проходу щільність ґрунту в слідах колісного трактора дещо більша.

Вплив щільності ґрунту на урожай ярової пшениці досліджували на чотирьох різновидах ґрунтів різної щільності (рис. 2) [9]. Зауважимо, що на важкосуглинистому ґрунті (рис. 2, в) врожайність зменшується вже при щільності $1,1 \text{ г/см}^3$, але оптимум щільності тут не проявляється.



урожай: 1 - зерно; 2 – солома.

ґрунт: а) – супіщаний, $W = 8\%$; б) – супіщаний, $W = 16\%$;

в) – важко-суглинистий, $W = 20\%$; г) – важко-суглинистий, $W = 24\%$

Рисунок 3 – Урожай ярової пшениці в залежності від щільності ґрунту

Наведені приклади впливу кількості проходів тракторів на щільність ґрунту, і відповідно на урожай рослин мають описовий характер і лише частково розв'язують завдання знаходження функцій родючості від щільності ґрунту. Опис виявляється корисним в умовах дослідів, але не містить ніякої інформації, яка б дозволяла зіставити аналогічні дані інших авторів. Слід також звернути увагу на те, що ґрунтові умови оцінюються лише урожайністю верхньої частини рослин, а маса коріння, яке постачає рослині поживні речовини, до уваги не приймається. Щоб заповнити цю прогалину, на рис. 4 наводимо результати розподілу коріння пшениці та кукурудзи у горизонті 0-20 см в залежності від щільності південного

карбонатного чорнозему [9]. Тут отримано такі результати: оптимальна щільність для коріння пшениці рівна $1,16 \text{ г/см}^3$, а для кукурудзи $1,06 \text{ г/см}^3$.

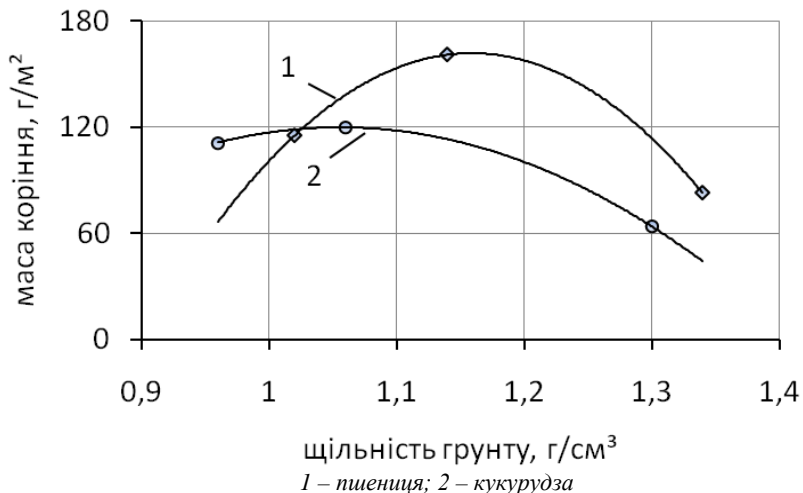
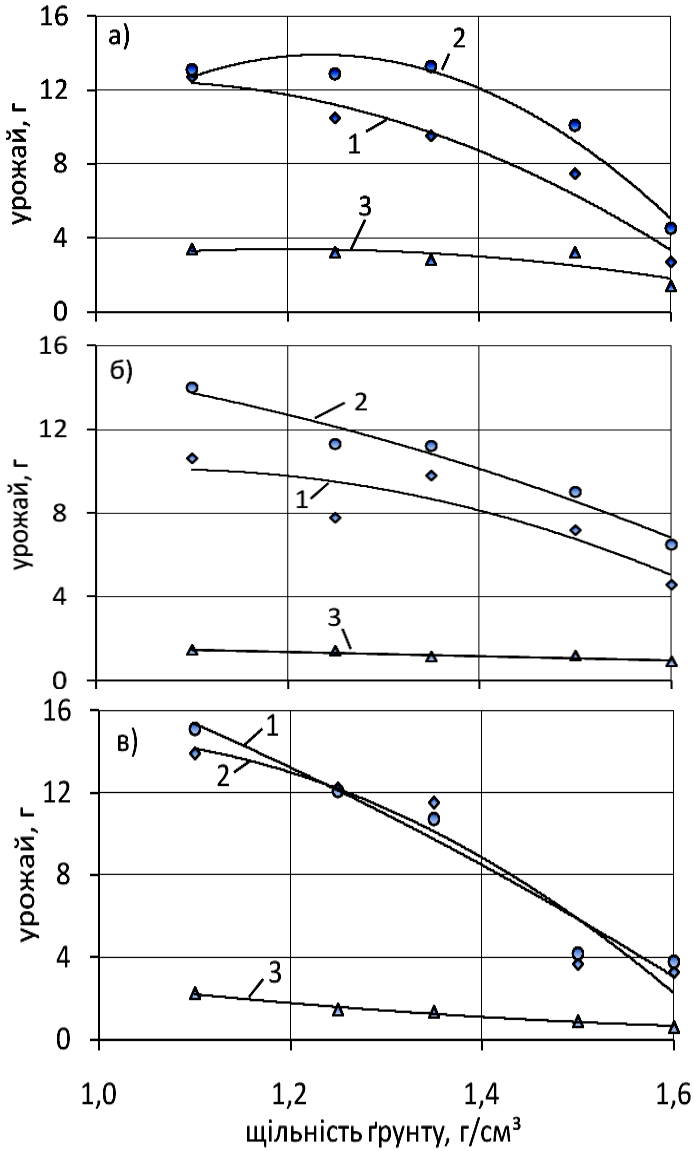


Рисунок 4 – Розподіл коріння пшениці та кукурудзи у горизонті 0-20 см в залежності від щільності південного карбонатного чорнозему

Для того, щоб визначити оптимальну щільність ґрунту всі графіки апроксимовані поліномом другого порядку. За отриманими рівняннями визначена також критична щільність ґрунту, при якій урожай стає рівним 0. Зауважимо, що критична щільність для коріння обох культур - $1,42 \text{ г/см}^3$, а їх оптимальні значення істотно відрізняються.

Аналогічні досліді проведені з посівами вівса. На рисунку 5 графічно зображені залежності урожаю його зерна, соломи і коріння на трьох різних за механічним складом ґрунтах. Візуальний аналіз графіків показує, що кожен ґрунт має індивідуальний вплив на урожайність зерна і соломи, а залежності для коріння практично ідентичні. Значення коефіцієнтів апроксимуючої функції і результати обчислення критичної щільності наведені у графі 9 таблиці 2. Звертає на себе увагу, що на легких ґрунтах критична щільність більша ніж на важких. Оскільки значення критичної щільності для всіх видів урожаю відрізняються небагато, то їх можна усереднити і прийняти в якості атрибутивної ознаки ґрунту щодо урожайності рослин. Середні значення критичної щільності у таблиці виділені жирним курсивом.



урожай: 1 – зерно; 2 – солома; 3 – коріння.
 ґрунт: а) – суглинок; б) – каштановий; в) – чорнозем важкий.
 Рисунок 5 – Урожай вівса в залежності від щільності ґрунту

Таблиця 2 – Результати апроксимації графіків, зображених на рисунку 5

№ п/п	Культура	Тип ґрунту	Вид урожаю	Коефіцієнти апроксимуючої функції			R ²	ρ _{кр} , г/см ³
				a	b	c		
1	Овес	Суглинок слабо-підзолистий	Зерно	-29,2	60,8	-19,2	0,96	1,70
			Солома	-66,3	163,7	-87,1	0,96	1,69
			Коріння	-10,0	24,0	-11,0	0,69	1,78
								1,75
2		Каштановий глинистий	Зерно	-17,9	38,3	-10,3	0,78	1,82
			Солома	-8,74	9,78	13,5	0,96	1,92
			Коріння	-0,92	1,50	0,93	0,85	2,10
								1,95
3		Чорнозем важко-суглинковий	Зерно	-30,5	58,7	-	0,92	1,66
	Солома		-8,52	1,57	-	0,96	1,70	
	Коріння		-3,08	5,51	-	0,95	1,64	
							1,67	
4	Ярова пшениця	Супіщаний, W=8%	Солома	-42,7	106,6	-60,4	0,90	1,63
			Зерно	-22,9	52,8	-25,6	0,93	1,61
								1,62
5		Супіщаний, W=16%	Солома	-50,6	127	-72,4	0,95	1,64
			Зерно	-21,8	51	-24,3	0,94	1,65
								1,65
6		Важко-суглинковий, W= 20%;	Солома	3,13	-14,8	16,05	0,92	1,64
			Зерно	-7,06	13,68	4,00	0,89	1,61
								1,63
7	Важко-суглинковий, W= 24%;	Солома	-12,4	25,2	8,2	0,90	1,60	
		Зерно	-9,63	17,8	4,07	0,91	1,58	
							1,59	

Виділення невирішених частин загальної проблеми. Віддаючи належне науковим досягненням науковців минулих літ, слід констатувати той факт, що питання екологічного землекористування ще не отримало вичерпної наукової інтерпретації. Для впорядкування наявної інформації, подання її в узагальненій формі, яка полегшує процедуру формування управлінського рішення за виявленими закономірностями, потрібні нові методи аналізу первинних даних. Дослідницький аналіз з метою отримання нових корисних знань вимагає дещо більшого, ніж побудови графіків та аналітичних функцій. Нова технологія досліджень повинна виявляти у великих інформаційних сховищах початкових даних нову і практично корисну інформацію, необхідну для прийняття рішень в господарській діяльності. Для успішного управління фізичним станом ґрунту необхідно, щоб отримувана інформація була в деякому сенсі кращою, ніж та, якою користуються в традиційній практиці. Тут виникає питання про те, яким

способом перетворити первинну інформацію, щоб шукані закономірності з'явилися у явному вигляді?

Мета дослідження – Вдосконалити методи обробки первинної інформації про негативний вплив на ґрунт ходових систем МТА.

Виклад основного матеріалу дослідження. Щоб наявну множину даних інтегрувати в єдину модель, потрібно перетворити її у більш організоване й обґрунтоване емпіричне знання. Знарядям такого «перетворювання» можуть стати індуктивні методи обробки та аналізу. Формулювання «переуцільнення ґрунту» вказує на перевищення певного рівня є якісним. Для практичного використання воно повинно отримати кількісний вираз.

Уцільнений ґрунт утрудняє проникнення коріння в нижні горизонти і обмежує можливість повнішого використання рослинами поживних речовин ґрунту і добрив. Окремими дослідженнями виявлено, що між щільністю ґрунту і урожаєм культури немає прямого зв'язку. Уцільнений ґрунт погіршує розвиток коріння, але якщо рослини можуть отримати достатню кількість вологи і живлення з меншого об'єму ґрунту, то урожай не знижується.

Ідея раціоналізації системи показників родючості заснована на заміні екстенсивних показників відносними величинами, які представляють собою числове співвідношення двох або декількох однойменних елементів сукупності. Якщо критичну щільність прийняти базовим показником, то відношення поточної щільності до критичної може стати *критерієм подібності ґрунтових умов для життя рослин*.

У роботах Н. А. Качинського виявлена чітка залежність будови і розвитку кореневих систем від фізичних властивостей ґрунтових генетичних горизонтів. Зроблено важливий висновок про те, що будь-яка зміна фізичних властивостей ґрунтів неодмінно позначається перш за все на корінні. Причому цей вплив такий великий, що при формуванні кореневих систем різних культур можуть нівелюватися біологічні особливості рослин. Вважається, що висока щільність є одним з основних чинників, які перешкоджають глибокому проникненню кореневих систем у глибинні горизонти. Вода і елементи мінерального живлення є основними чинниками життя рослин, але вони надходять в рослину через кореневу систему, і важливо знати, як саме вона реагує на ці чинники. До того ж коріння рослин не тільки поглинає воду і мінеральні солі з ґрунту, але й виробляє органічні речовини, що стимулюють його зростання. Родючість багато в чому залежить від життєдіяльності кореневої системи. Обробіток ґрунту, внесення добрив, полив і уцільнення перш за все впливають на кореневу систему і лише через неї – на надземну частину рослин [10].

Ґрунтуючись на емпіричному матеріалі, викладеному вище, визначимо ґрунтові умови життя кореневої системи рослин, оскільки їх зміни в несприятливу сторону в першу чергу сприймаються кореневою системою. У

відповідь реакції коріння на погіршення основних режимів ґрунту визначають певною мірою зростання і розвиток рослинного організму [1].

Відносним ущільненням, або відносною пористістю, ми називаємо величину, яку визначають за формулою:

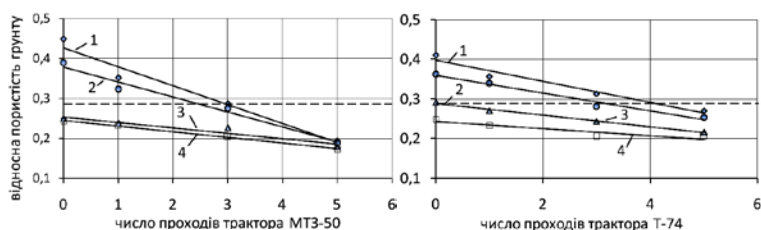
$$P = \frac{\rho_n - \rho_{кр}}{\rho_{кр}},$$

де P – відносна пористість ґрунту;

ρ_n – поточне значення щільності ґрунту, г/см³;

$\rho_{кр}$ – критичне значення щільності ґрунту, г/см³.

Скориставшись отриманими вище результатами критичної щільності, визначимо відносний показник ущільнення ґрунту тракторами МТЗ-50 і Т-74, які наведені на рис. 2. На рисунку 6 зображені залежності відносної пористості від числа проходів тракторів.



шар ґрунту, см: 1 – (0-10); 2 – (10-20); 3 – (20-30); 4 – (30-40)

Рисунок 6 – Вплив числа проходів тракторів на відносну пористість дерново-підзолистого супіщаного ґрунту

Штриховою лінією позначено критичну щільність для зерна ячменю на супіщаному ґрунті. Як видно з рисунка, трактор МТЗ-50 переущільнює верхній кореневмісний горизонт 0-10 см після третього проходу, а трактор Т-74 – тільки після четвертого. Нижні шари, починаючи з глибини 20 см, неперіодичні для коріння і не отримують додаткового ущільнення.

Висновки. Запропонований відносний показник ущільнення, або відносна пористість ґрунту є більш інформативним критерієм негативного впливу на ґрунт ходових систем, ніж традиційні абсолютні величини. Він дозволяє однією мірою порівняти щільності різних категорій ґрунтів, а також оцінити спроможність керувати процесами їх механізованого обробітку.

Описаний метод оцінювання щільності ґрунту дозволяє зробити якісне і кількісне зрушення в процесі технологічного переоснащення, в управлінні ущільненням ґрунту.

Література

1. Медведев В. В. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / Медведев В. В., Бука А. Я., Губарева Д. Н. и др. Под ред. Медведева В. В. - К. - Урожай. – 1991. – 172 с.
2. Бондарев А. Г. Проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения / А. Г. Бондарев // Почвоведение. -1990. - № 5. С. 31-37.
3. Бондарев А. Г. Изменение физических свойств и плодородия почв при их уплотнении движителями сельскохозяйственной техники / А. Г. Бондарев, П. М. Сапожников, В. Ф. Уткаева и др. // Воздействие движителей на почву. Науч. тр. ВИМ. М. - 1988. - т. 118. - С. 46—57.
4. Бондарев А. Г. Определение нормативов допустимых давлений на почву / А. Г. Бондарев, В. А. Русанов, П. М. Сапожников и др. // Переуплотнение пахотных почв. М.: Наука. С. 166-173.
5. Медведев В. В. Нормирование допустимых нагрузок ходовых систем МТА на почву / В. В. Медведев, В.Г. Цыбулько, П. И. Слободюк // Воздействие движителей на почву. Науч. тр. ВИМ. - М. – 1988. т.118. С. 46-57.
6. Крогере Р. Э. Влияние различных способов обработки на свойства почвы и урожай полевых культур / Р. Э. Крогере, Я. В. Клован, Р. Я. Янсон, Э. Р. Дамберг // Теоретические вопросы обработки почв. Л. Гидрометеоздат. 1969. С. 224-..232.
7. Уткаева В. Ф. Влияние уплотняющего действия сельскохозяйственной техники на почвенную структуру / В. Ф. Уткаева, П. М. Сапожников, В. Н. Шепотьев // Почвоведение. - 1986. - № 2. - С. 54-62.
8. Уткаева В. Ф. Уплотнение серых лесных почв при интенсивной технологии возделывания пшеницы и в период уборки трав / В. Ф. Уткаева, В. Н. Шепотьев // Доклады ВАСХНИЛ, 1991. - №11. - С. 5-11.

Аннотация

Рассматривается вопрос о повышении эффективности исследований уплотнения почв ходовыми системами аграрных машин путем увеличения степени вытягивания полезной информации из результатов исследований. Оценочными параметрами состояния почвы есть относительная и предельная плотность.

Summary

A question of soils compaction by the working systems of agrarian machines researches efficiency increase by way of enhancing of degree of useful information drawing out from the results of researches is studied. A relative and maximum density is the evaluating parameters of the soil state.