

5. Ulianych, O. I., & Keckalo, V. V. (2011). Salat posivnyi [Lettuce]. Uman: N.p. [in Ukrainian]

6. Atlas morfolohichnykh oznak salatu posivnoho *Lactuca sativa* L. [Atlas of morphological characteristics of lettuce *Lactuca sativa* L.]. (2010). Kyiv: Feniks. [in Ukrainian]

7. Kondratenko, S. I., Mohylina, O. M., Horova, T. K., Khareba, O. V., Kuts, O. V., Tkalych, Yu. V., Pozniak, O. V. (2015). Metodyka-klasifikator provedennia ekspertyzы sortiv na vidminnist, odnoridnist ta stabilnist salatu posivnoho [Method-classifier for the examination of lettuce varieties for the difference, uniformity and stability]. Kharkiv: TOV "VP Pleiada". [in Ukrainian].

8. Kovalov M.M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyscha na vyroshchuvannia remontantnykh sortiv polunytis v hidropornykh kolonakh [Influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remontant varieties of strawberries in hydroponic columns]. *Tavriyskiy naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky-Tavriya Scientific Bulletin: Scientific journal. Agricultural sciences*, 116, 104-111 [in Ukrainian].

9. Kovalov M.M., & Vasytkovska K.V. (2020). Vplyv solovoho skladu pozhyvnoho rozchynu za vyroshchuvannia riznykh sortiv salatu romen v hidropornykh kolonakh. [Influence of salt composition of nutrient solution

while cultivating different varieties of romaine lettuce in hydroponic columns]. Proceedings of the II International Scientific Internet Conference: *Materialy II mizhnarodnoi naukovoї internet-konferentsii «Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka»-«Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice.»*. (pp. 83-86). Ternopil [in Ukrainian].

10. Silenko O. S., & Rogue O. Yu. (2013). Vyvchennia ta analiz pokaznykiv laboratornoi i po lovoi skhozhosti nasinnia ex-situ koleksii serednostrokovoho zberihannia [Study and analysis of laboratory indicators and lax similarity of ex-situ seed collections of medium-term storage.] *Bulletin of the Center for Scientific Provision of the Kharkiv region*, 14. Retrieved from: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LI_NK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Vcnzapv_2013_14_17 [in Ukrainian].

11. Leschuk N.V. (2013). Morfobiologichni ta hospodarsko-tsinni parametry typovoi modeli sortu salatu romen (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) [Morphobiological and economically valuable parameters of a typical model of romaine lettuce variety (*Lactuca sativa*: var. *Longifolia* L.)] *Variety study and protection of plant variety rights. Scientific and practical journal*. № 1. P. 62-65.

УДК 631.4:631.51.021:631.8:631.67 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.10>

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ВДОБРЕННЯ В ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОТЕЛЬНИКОВ Д.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8889-8841
ФГ «ЮКОС і К»

Постановка проблеми. Кукурудза є основною фуражною культурою у світі. Упродовж останніх десяти років обсяги її виробництва постійно зростають, що зробило її найголовнішою галуззю рослинництва, тому нарощування обсягів та врожайності цієї культури є ключовим завданням розвитку сільськогосподарства України.

Кукурудза належить до найбільш цінних культур, але її врожайність залишається низькою і нестійкою за роками. Враховуючи те, що у ринкових умовах кінцевим результатом є отримання високого прибутку, складники систем землеробства на зрошуваних землях повинні будуватися на оптимізації матеріальних і енергетичних витрат та отриманні найбільш високого рівня рентабельності вирощування культури. Одним із напрямів зниження витрат на виробництво сільськогосподарської продукції є мінімізація основного обробітку ґрунту за рахунок зменшення його глибини, кратності проходів агре-

гатів або заміни більш енергоємного обробітку з обертанням скиби менш витратним – без обертання скиби. Запровадження таких способів мінімізації значно скорочує енергетичні, трудові та матеріально-грошові витрати на виробництво продукції у сівозмінах на зрошуваних землях. З огляду на це, наукове обґрунтування можливості застосування поверхневого або нульового основного обробітку ґрунту в комплексі зі зрошенням і системами вдобрення є актуальним питанням агровиробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глибокий обробіток ґрунту має істотну перевагу перед мілким для культур не тільки ранніх, а й пізніх строків сівби. Перевага цього обробітку (порівняно з мілким) досить велика у разі підвищеної засміченості ґрунту, особливо багаторічними бур'янами, і на важких ґрунтах [1]. Під час глибокого полицевого обробітку, окрім надмірно зволжених, краще нагромаджується і зберігається в ґрунті волога атмос-

ферних опадів, а також весняних талих вод [2; 3], проте оранка на глибину 28–30 см створює більш оптимальні агрофізичні властивості, забезпечуючи сприятливі умови для мікробіологічної діяльності у ґрунті. Ефективніше ведеться боротьба з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпечується оптимальний фітосанітарний стан ґрунту і посівів [4].

Глибоке розпушування розглядають як ефективний захід усунення ущільнених шарів ґрунту в межах орного і підорного горизонтів, утворених під час мілкового (8–16 см) та поверхневого (6–8 см) обробітку ґрунту знаряддями з робочими органами дискового типу. Висока ґрунтозахисна ефективність за умов глибокого чизельного розпушування забезпечується завдяки збереженню на поверхні основної маси післяжнивних решток, які зменшують втрати вологи через випаровування, призупиняючи дію суховіїв і поверхневого стікання талих і дощових вод. Глибоке розпушування ефективно і як спосіб накопичення вологи, особливо за умов вологого осіннього і зимового періодів. Після такого обробітку з осені суцільного замерзання ґрунту не відбувається, що забезпечує сприятливі умови для поглинання атмосферних опадів і зменшення їх стікання, якщо його виконують у більш пізні передзимові терміни [5; 6].

Дисковий обробіток ґрунту належить до безполицевих способів. Його здійснюють дисковими знаряддями на глибину 6–20 см, що забезпечує розкришення, часткове перемішування ґрунту і знищення бур'янів. Доцільніше дисковий обробіток ґрунту застосовувати після стерньових попередників, а інколи і після просапних культур, найчастіше в господарствах застосовують важкі дискові борони [7; 8].

Метою статті є встановлення впливу різних систем основного обробітку та вдобрення на показники щільності складення, водопроникність, сумарне водоспоживання та коефіцієнт, а також виявлення подальшого впливу агрофізичних та водних властивостей темно-каштанового ґрунту на продуктивність культури в зрошуваних сівозмінах Півдня України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошувального землеробства НААН України, яка розташована в зоні дії Каховської зрошувальної системи в чотиріпільній зерно-просапній сівозміні з подальшим чергуванням культур (кукурудзи на зерно, ячмінь озимий, сою, пшеницю озиму) та відповідно до вимог загально визначених методик і методичних рекомендацій проведення досліджень.

Фактор А (система основного обробітку ґрунту):

1. Оранка на 28–30 см у системі диференційованого основного обробітку ґрунту (контроль).
2. Дисковий обробіток на 12–14 см у системі безполицевого мілкового одноглибинного обробітку ґрунту.
3. Чизельний обробіток на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку.

4. Нульова система основного обробітку із сівбою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Дослідження проводились на тлі органо-мінеральних систем удобрення з різними дозами внесення мінеральних добрив (Фактор В):

1. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
2. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{150}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
3. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{180}P_{40}$ + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
4. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням $N_{180}P_{40}$ + післяжнивні рештки.

ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньо-суглинковий із низькою забезпеченістю азотом та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами культур сівозміни на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0–50 см.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загально визначені в Україні методи і методичні рекомендації [9].

Результати досліджень впливу різних систем основного обробітку та сидерації на показники щільності складення темно-каштанового ґрунту в середньому за 2016–2019 рр. дають змогу стверджувати, що на початку вегетації у варіантах, де використовували сидеральну культуру, найменший рівень щільності ($1,18 \text{ г/см}^3$) спостерігався за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що було на рівні диференційованої системи основного обробітку (контроль) ($1,19 \text{ г/см}^3$). Застосування дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкового одноглибинного розпушування збільшило щільність складення до $1,25 \text{ г/см}^3$, що вище на 5,1%. Водночас найбільша щільність складення $1,31 \text{ г/см}^3$ була отримана за нульового обробітку, що вище контролю на 10,1%.

На варіантах без сидерату найменша щільність складення виявилась за оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку – $1,14 \text{ г/см}^3$. Заміна оранки чизельним обробітком на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування збільшила щільність до $1,26 \text{ г/см}^3$, тобто більше на 10,5% порівняно з контролем. Такий же рівень щільності було отримано за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкового одноглибинного обробітку, а найбільша щільність ($1,28 \text{ г/см}^3$) була отримана за нульового обробітку ґрунту, що вище за контроль на 12,3% (табл. 1).

Також слід зазначити, що використання сидеральної культури в технології вирощування своєрідно вплинуло на показники щільності складення. Так, за диференційованого обробітку було отримано збільшення щільності з $1,14$ до $1,19 \text{ г/см}^3$. Використання сидерації на фоні мілкового одноглибинного

Таблиця 1 – Щільність складення шару ґрунту 0–40 см кукурудзи за різних систем основного обробітку та сидерації (середнє за 2016–2019 рр.), г/см³

Система основного обробітку ґрунту (А)	Шар ґрунту см	Початок вегетації		Кінець вегетації	
		сидерація	без сидерату	сидерація	без сидерату
Диференційована 28–30 см (о)	0–10	0,98	1,00	1,19	1,29
	10–20	1,24	1,15	1,20	1,33
	20–30	1,26	1,18	1,41	1,35
	30–40	1,30	1,25	1,38	1,43
	0–40	1,19	1,14	1,29	1,35
Мілка одноглибинна 12–14 см (д)	0–10	1,06	1,09	1,19	1,27
	10–20	1,36	1,34	1,44	1,47
	20–30	1,30	1,33	1,39	1,41
	30–40	1,30	1,29	1,41	1,39
	0–40	1,25	1,26	1,35	1,39
Різноглибинна безполицева 28–30 см (ч)	0–10	1,05	1,18	1,18	1,33
	10–20	1,17	1,30	1,30	1,46
	20–30	1,20	1,27	1,27	1,41
	30–40	1,30	1,30	1,30	1,33
	0–40	1,18	1,26	1,26	1,39
Нульова	0–10	1,28	1,26	1,26	1,28
	10–20	1,33	1,31	1,31	1,46
	20–30	1,31	1,25	1,25	1,42
	30–40	1,31	1,30	1,30	1,33
	0–40	1,31	1,28	1,28	1,38

Примітка: о-оранка, д-дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

обробітку не змінило щільність у шарі 0–40 см. Найбільше зменшення щільності (на 6,8%) отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування з 1,26 до 1,18 г/см³, а за нульового обробітку залишило щільність майже незмінним – із 1,28 до 1,31 г/см³.

На кінець вегетації кукурудзи щільність збільшилась порівняно з початковими зразками в середньому на 4,9% у варіантах із сидерацією та на 11,3%, де сидеральна культура не використовувалась, проте загальна тенденція збереглася. Найменші показники щільності з використанням сидерату 1,26 г/см³ було отримано за чизельного розпушування на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що було на рівні контролю – 1,29 г/см³. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування збільшило показники щільності до 1,35 г/см³, або на 7,1% (порівняно з контролем). У варіантах із використанням сидерації максимальна щільність складення (1,38–1,39 г/см³) була отримана за мілкою одноглибинної, різноглибинної безполицевої та нульової систем основного обробітку з максимальними показниками за дискового обробітку на 12–14 см та найменшими – за нульового.

На кінець вегетації використання сидерації зменшувало щільність складення в шарі 0–40 см на 4,7% на фоні оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку, на 2,9% за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування. Максимальне зниження на 10,3% з 1,39 до 1,35 г/см³ за чизельного обробітку на 12–14 см у системі різноглибинного розпушування та на 7,8% з 1,38 до 1,28 г/см³ на фоні нульового обробітку.

Залежно від щільності змінювались показники сумарного водоспоживання та його коефіцієнт. Так, слід зазначити, що максимальні показники сумарного водоспоживання 4766 без та 5029 м³/га з використанням сидерації отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що більше контролю на 5%. Водночас отримано однаковий рівень із контролем за мілкою одноглибинного та нульового обробітку.

Також встановлено, що використання сидеральної культури в технології вирощування збільшує сумарне водоспоживання за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування з 4703 до 4901 м³/га, тобто на 4,2%, та чизельного обробітку на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного розпушування.

Найбільш ефективним використання ґрунтової вологи 422 без та 440 м³/т було за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що на 5,0% більше порівняно з контролем. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування збільшило об'єм вологи на формування тонни зерна кукурудзи до 435 без та 456 м³/т з використанням сидерації, а максимальні показники коефіцієнта водоспоживання отримано за нульового обробітку 555 без та 605 м³/т з використанням сидерації, що більше за контроль на 30,6% та 30,9% відповідно (табл. 2).

Також слід указати на вплив сидеральної культури на показники ефективності використання вологи. Так, за диференційованого обробітку використання сидерації збільшує ефективність на

Таблиця 2 – Сумарне водоспоживання та коефіцієнт за різних систем обробітку ґрунту та сидерації (середнє за 2016–2019 роки)

Система обробітку ґрунту, (А)	Удобрення (В)*	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
Диференційована 28–30 см (о)	сидерат	4789	425
	без сидерату	4700	462
Мілка одноглибинна 12–14 см (д)	сидерат	4901	435
	без сидерату	4703	456
Різноглибинна безполицева 28-30 см (ч)	сидерат	5029	422
	без сидерату	4766	440
Нульова	сидерат	4851	555
	без сидерату	4790	605

Примітка: о-оранка, д-дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

8,7%, за мілкої одноглибинної системи – на 4,8%, за чизельного обробітку – на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування на 4,3% та на фоні нульового обробітку на 9,0% порівняно з варіантами без сидерації. Загалом, використання сидерату зменшило коефіцієнт водоспоживання на 6,9%.

Аналіз результатів досліджень впливу різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення про-

тягом ротації сівозміни 2016–2019 рр. показав, що найбільший рівень продуктивності кукурудзи відзначився за безполицевого різноглибинного обробітку, де показники в середньому за фактором А склали 10,93 т/га, що більше за контроль на 0,52 т/га, або 5,0%, а застосування нульового обробітку призвело до найменших показників у досліді 8,71 т/га, що менше (порівняно з контролем) у середньому на 1,7 т/га, або 19,5% (табл. 3).

Таблиця 3 – Урожайність кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту, сидерації та доз мінеральних добрив (середнє за 2016–2019 рр.), т/га

Система основного обробітку (А)	Доза добрив (В)				
	N ₁₂₀ P ₄₀ +сидерат	N ₁₅₀ P ₄₀ +сидерат	N ₁₈₀ P ₄₀ +сидерат	N ₁₈₀ P ₄₀	у середньому А
Диференційована 28–30 см (о)	9,81	10,45	11,05	10,34	10,41
Мілка одноглибинна 12–14 (д)	9,54	10,31	10,94	10,27	10,27
Різноглибинна безполицева 28–30 (ч)	10,24	10,95	11,69	10,83	10,93
Нульова	8,42	8,82	9,05	8,55	8,71
У середньому за фактором В	9,50	10,13	10,68	10,00	
НІР ₀₅ (А)=0,48 т/га			НІР ₀₅ (В)=0,14 т/га		

Примітка: о-оранка, д- дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

Водночас за системи удобрення N₁₂₀P₄₀+сидерат показники продуктивності в середньому за фактором В склали 9,50 т/га. Збільшення дози азотних добрив до 150 кг д.р./га на фоні застосування сидерації збільшило врожайність на 0,63 т/га, або 6,6%. Найбільший рівень урожайності спостерігався за системи удобрення N₁₈₀P₄₀+сидерат 10,68 т/га, де показники були вище на 1,18 т/га, або на 12,4% (порівняно з контролем). Також проводились дослідження впливу післядії використання сидерату на врожайність зерна кукурудзи. У всіх варіантах, де використовували сидерат, урожайність була вищою за варіанти мінерального удобрення незалежно від системи основного обробітку ґрунту. За варіанта удобрення N₁₂₀P₄₀ рівень урожайності складав 10,0 т/га, а під час використання сидеральної культури на фоні однакового живлення – 10,68 т/га, що більше на 6,8%.

Висновки. Результати досліджень дають змогу стверджувати, що використання чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного без-

полицевого розпушування призвело до найменшої щільності в досліді 1,18 г/см³, що було майже на рівні контролю. Заміна чизельного розпушування дисковим обробітком на 12–14 см збільшило щільність складення до 1,25 г/см³, або на 5,1%, а максимальні показники (1,31 г/см³) були отримані за нульового обробітку, що вище на 10,1% порівняно з контролем.

Також встановлено, що найменшим коефіцієнт водоспоживання 422 без та 440 м³/т з використанням сидерації було отримано за чизельного обробітку на 28–30 см, що на 5,0% більше порівняно з контролем. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкої одноглибинного розпушування збільшило коефіцієнт до 435 без та 456 м³/т з використанням сидерації, а максимальні показники коефіцієнта водоспоживання отримано за нульового обробітку 555 та 605 м³/т із використанням сидерації, що більше за контроль на 30,6% та 30,9% відповідно.

Найбільший рівень продуктивності кукурудзи відзначився за безполицевого різноглибинного

обробітку 10,93 т/га, що більше за контроль на 0,52 т/га, або 5,0%, а застосування нульового обробітку призвело до найменших показників у досліді 8,71 т/га, що менше на 19,5% порівняно з контролем. Використання $N_{120}P_{40}$ +сидерат сформувало показники продуктивності 9,50 т/га, а максимальний рівень продуктивності отримано за системи вдобрення $N_{180}P_{40}$ +сидерат 10,68 т/га, що вище на 1,18 т/га, або на 12,4% (порівняно з контролем). Водночас використання сидерації збільшує врожайність у середньому за фактором В на 6,8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лисікова В., Гаврилянчик В., Лисікова В., Шовгун О. Виробництву зерна – нові перспективні сорти. *Пропозиція*. 2009. № 9. С. 68–72.
2. Ушкарєнко В.О., Андрусенко І.І., Пилипенко Ю.В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 38. С. 168–175.
3. Петріченко В.Ф., Земляний О.І. Осима пшениця: потепління і особливості захисту посівів в осінній період. *Агроном*. 2009. № 3. С. 56–61.
4. . Нетіс І.Т. Посухи та їх вплив на посіви озимого пшениці : монографія. Херсон : Айлант, 2008. 252 с.
5. Botta G.F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressa M., Ferrero C., Rosatto H., Tourn M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus anus L.*) yields. *Soil and tillage Research* 91 (1–2). 164–172. 2006.
6. Кошовий В.О. Удосконалення елементів технології вирощування соняшнику кондитерського напрямку при зрошенні в умовах Півдня України : автореф. дис. ... канд с.-г. наук : 06.01.02. Херсон, 2006. 16 с.
7. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема. *Физиология растений*. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 922–937.
8. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1983. 230 с.
9. Ушкарєнко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліді (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грін Д. С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Lisikova, V., Gavrylyanchik, V., Lisikova, V. & Shovgun, O. (2009). Vyrobnystvu zerna – novi perspektivni sorty [Grain production – new promising varieties]. *Propozytsiya – Offer*, 9, 68-72 [in Ukrainian].
2. Ushkarenko, V.O., Andrusenko, I.I. & Piliipenko, Yu.V. (2005). Ekolohizatsiya zemlerobstva i pryrodokorystuvannya v Stepu Ukrayiny [Ecologization of agriculture and nature use in the Steppe of Ukraine]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian scientific bulletin*, 38, 168-175 [in Ukrainian].
3. Petrichenko, V.F. & Zemlyanii, O.I. (2009). Ozyrna pshenytsya: poteplinnya i osoblyvosti zakhystu posiviv v osinniy period [Winter wheat: warming and peculiarities of protection of crops during the autumn period]. *Ahronom – Agronomist*, 3, 56-61 [in Ukrainian].
4. Netis, I.T. (2008). Posukhy ta yikh vplyv na posivy ozymoyi pshenytsi: monohrafiya [Drought and their influence on winter wheat crops: monograph]. Kherson: Aylant [in Ukrainian].
5. Botta G.F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressa M., Ferrero C., Rosatto H. & Tourn M. (2006). Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus anus L.*) yields. *Soil and tillage Research*, 91 (1-2), 164-172.
6. Koshovyi, V.O. (2006). Vplyv rezhymiv zroshennia, dobrovy i hustoty stoiannia roslyn na urozhainist ta yakisni pokaznyky soniashnyku kondyterskoho napriamku [Improving the elements of technology for growing sunflower confectionery under irrigation in the south of Ukraine]. Extended abstract of candidates thesis. Kherson [in Ukrainian].
7. Nychyporovych, A.A. (1978). Enerhetycheskaya efektyvnost y produktyvnost fotosyntezyruyushchykh system kak yntehrlnaya problema [Energy efficiency and productivity of photosynthetic systems as an integral problem]. *Fiziologiya rastenij – Plant physiology*, 25, 5, 922–937 [in Russian].
8. Hoysa, N.Y., Oleynyk, R.N. & Rohachenko, A.D. (1983). Hydrometeorolohycheskyy rezhym y produktyvnost oroshaemoy kukuruzy [Hydrometeorological regime and productivity of irrigated corn]. Leningrad: Hydrometeoyzdat. [in Russian].
9. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Goloborodko, S.P. & Kokokhin, S.V. (2014). Metodyka pol'ovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyy posibnyk [Methods of field experiment (irrigated agriculture): a textbook]. Kherson: Grin D. S. [in Ukrainian].