

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ ПІД РІЗНИМИ СИДЕРАТАМИ У МІЖРЯДДЯХ *GINKGO BILOBA* L.**Ярошук Роман Анатолійович**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-2591-5592
jaroschukr@ukr.net**Захарченко Єліна Анатоліївна**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9291-3389
elionapolis@gmail.com**Коваленко Ігор Миколайович**доктор біологічних наук, професор,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4957-2352
kovalenko_977@ukr.net**Ярошук Світлана Іванівна**кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6125-1979
svitlana.zh.ua@ukr.net**Клименко Ганна Олександрівна**кандидат біологічних, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1859-4997
annaklimenko2014@gmail.com

Гінґко білоба (*Ginkgo biloba* L.) для України є екзотичною рослиною, яка на даний час стає популярною для озеленення парків. Рослинна сировина (листки) використовуються як лікарська і у контексті органічного виробництва має фармацевтичну значущість. В Сумському національному аграрному університеті гінґко білоба вирощується з метою отримання органічної сировини розсадним способом; молоді саджанці пересаджуються у відкритий ґрунт, на ділянку, де догляд за рослинами відбувається без застосування пестицидів та синтетичних мінеральних добрив. Міжряддя між рослинами гінґко 2,5 м і у разі високої температури та посушливого вегетаційного періоду відсоток виживання особин знижується. Тому застосування сидеральних рослин у міжряддях гінґко білоба може допомогти рослині подолати температурний стрес, зрегулювати структурний та поживний стан ґрунту. У дослідженнях використано достатньо розповсюджені у Лісостепу України сидерати: фацелія, конюшина біла, конюшина червона, райґрас однорічний, еспарцет піщаний, гірчиця біла. Сидерати висівалися у третю декаду квітня у міжряддя досліджуваного виду. Наприкінці серпня відібрано ґрунтові зразки на визначення структурно-агрегатного складу ґрунту пошарово 0–10, 10–20 і 20–30 см, які після досягання повітряно-сухого стану були просіані (сухий метод) і визначено відсотки часток ґрунту з різними діаметрами та коефіцієнт структурності ґрунту. Відсотки агрономічно цінної структури залежали від механічного обробітку ґрунту, що здійснювався на варіанті без сидератів та від видів сидератів, гідротермічних умов років дослідження. На варіанті без сидератів за механічного рихлення для боротьби з бур'янами отримано найвищий відсоток агрегатів діаметром 10–0,25 мм у шарах 0–10 і 20–30 см, відповідно по цих глибинах і найвищий коефіцієнт структурності. Утримання міжрядь під такими сидератами як гірчиця біла, конюшина біла сприяло формуванню у шарі 0–10 см доброго структурного стану. В шарі 10–20 см коефіцієнт структурності був найвищий на варіанті із конюшиною білою, відповідно агрономічно цінна структура становила 69,6 %, дещо менше на гірчиці 68,3 % та еспарцеті 68,8 %. В шарі 20–30 см еспарцет і конюшина біла серед сидератів показали найкращий результат, коефіцієнт структурності становив 2,7.

В подальшому дослідження ефективності покривних культур на ґрунтові режими, стан та розвиток гінґко білоба будуть продовжені і підбиратимуться кращі сидерати з оптимальними нормами та строками висіву та догляду за рослинами.

Ключові слова: *Ginkgo biloba*, сидерати, покривні культури, структура ґрунту, міжряддя, коефіцієнт структурності, однорічні трави, багаторічні трави.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2020.4.4>

Вступ. Дослідження з впливу сидератів на агрофізичні властивості ґрунтів, водний режим ведуться досить давно

і накопичено достатньо інформації щодо доцільності їх вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах України та інших країн (Shuvar et al., 2015; Karpenko, 2019). Ще на початку

минулого століття на Сумщині агрономи звітували про прибабки врожаю зернових і просапних культур (Bondarenko, 2004; Prokopenko, 2020), та й до сьогодні дослідники продовжують (Zakharchenko & Mischenko, 2017). В міжряддях плодових та декоративних насаджень сидерати у країні почали використовувати останні десятиріччя. З глобальним потеплінням спостерігається зміна температурного режиму, в той же час випадіння опадів має непрогнозований характер, період зі стресовими для рослин умовами стає більш тривалим. Сидерати як післяжнивна культура чи культура міжрядь садів, плантацій декоративних дерев, зокрема, гірко білоба, у посушливих умовах можуть забезпечити вкриття верхнього шару ґрунту, що буде сприяти збереженню вологи впродовж вегетаційного періоду, створенню добре оструктуреного ґрунту з достатньою аерацією. Підбір сидератів здійснюється на основі їх вибагливості до таких факторів як гранулометричний та мінералогічний склад ґрунтів, вміст поживних елементів, солей, і, у тому числі, враховується посухостійкість культури, що наразі є вельми актуальним.

В Україні асортимент сидеральних культур поступово збільшується, що викликано вивченням їх впливу на ріст та розвиток основних культур. В умовах Сумської області гарні результати показують такі сидерати як люпини, буркун білий, еспарцет, редька олійна, ріпак ярий, гірчиця, райграс однорічний, овес, віка, змішані посіви (Prokopenko et al., 2020; Mischenko, 2017). Також у міжряддях саду гарний ефект досягається з висівом трави з неглибокою мичкуватою системою, що здатна давати декілька укосів за сезон. Скошена трава, мульча з соломи сприяють вологозбереженню та теплорегуляції, нівелює дію різких перепадів температур, стимулює мікробіологічну діяльність та покращує поживний режим ґрунту (Tomchuk, 2020; Khamurzaev et al., 2020). Але відмічається і мінус, у залишених органічних рештках можуть заводитися гризуни, що може негативно відбиватися на молодих насадженнях та поруч розташованих ділянках з іншими культурами через їх пошкодження. Піщані та супіщані ґрунти першочергово потребують мульчування органічними рештками чи травою.

В різних кліматичних зонах підбір сидератів, вивчення їх ефективності здійснюється з метою встановлення їх впливу на структурний стан ґрунту (діаметр структурних агрегатів та їх співвідношення), водний режим, накопичення органічної речовини, поживних речовин, щільність, пористість ґрунтів, а також на урожайність та якість сільськогосподарської продукції, стан та розвиток рослин у плодкових садах та декоративних розсадниках (Liu et al., 2005).

Сидерати можуть використовувати і у сумішах, для цього потрібно підбирати рослини без алелопатичного впливу одна на одну та задля доповнення у біоценозі для формуванні родючості ґрунтів. Так, вивчаючи щільність довжини кореня та частину довжини коренів у великих біопорах до зими та після зими методом профільної стінки, німецькі вчені зазначили високі показники щільності для коренів жита озимого та конюшини багряної, але більша їх вага була у верхніх шарах ґрунту (Kemper et al., 2020). Редька олійна, ріпак озимий та фацелія характеризувалися глибоким проникненням коренів у ґрунт та материнській породі, вівсюг щетинистий мав проміжні значення серед сидератів, люпин – найнижчі показники як у верхніх шарах, так і у глибших. Фацелія, олійна редька, ріпак озимий та вівсюг показали найбільшу частку довжини коренів у біопорах. Ці додаткові

характеристики дозволяють припустити, що комбінування покривних культур різних типів коренів може бути використано для планування посівів на ґрунтах різного складу та кліматичних особливостей.

Застосування поживних сидератів (редька олійна, гречка посівна, фацелія пижмолиста) зменшує кількість бур'янів та засміченість ґрунту насінням бур'янів в умовах чорнозему типового середньосуглинкового малогумусного на лесі в умовах дослідних полів Сумського національного аграрного університету (далі СНАУ), м. Суми (Mishchenko & Zakharchenko, 2019). Використання гороху та еспарцету у північній Болгарії в якості сидерату показали найкращу прибавку в урожайності культур та покращенні фізико-хімічних властивостей ґрунтів (Pachev, 2014). В тропічних умовах сидератами можуть виступати інші культури, такі як просо, сорго зернове, просо африканське та інші, які є важливою складовою у технологіях вирощування культур, в той же час вони покращують родючість ґрунту, а саме агрегатний склад, фракції вуглецю та азоту, регулюють реакцію ґрунтового середовища (Rigon, 2020).

В Сполучених Штатах Америки загальна площа покривних культур становить 3,2 % зібраних урожаїв у національному масштабі (Basche & Roesch-McNally, 2017). Використання сидератів може бути проблематичним, особливо у посушливі вегетаційні періоди. Іноді проявляється алелопатичний ефект сидерату на основну культуру, у міжряддях якої або після жнив він був використаний. Є також відомості із зниженням позитивного ефекту сидератів як конкурента основної культури, який споживає воду, що спостерігається у дуже посушливі роки. Наступній культурі може не вистачати запасів продуктивної вологи, тому важливо вивчати різні сидеральні культури у різних ґрунтово-кліматичних зонах (Delgado & Gantzer, 2015).

При вирощуванні ягідних і фруктових рослин, міжряддя мульчують соломом та використовують різні покривні штучні матеріали-плівки. Під час вивчення соломи у якості мульчуючого матеріалу, вказано на збільшення кількості часток діаметром 1–20 мм у суглинистих пісках, але ніякого ефекту у супіщаних глинистих суглинках помічено не було (Christensen, 1986). Солома не впливала на розмір частинок різних агрегатних фракцій. В обох ґрунтах вміст соломи збільшував вміст органічної речовини майже у всіх глинистих та мулових фракціях; для мулу це, як правило, було вдвічі більше, ніж для глини.

Під час розкладання рослинних залишків у ґрунті С та N швидко зв'язуються зі стабільними агрегатами (Angers et al., 2005). Вміст карбону збільшується із розміром агрегату ґрунту, що зумовлено молодим органічним вуглецем (Puget & Chenu, 1995). Для мікроагрегатів концентрації нативного вуглецю та міченої органічної речовини підвищувалися із зменшенням їх розміру. ¹⁴C в органічній речовині у розмірному класі 0,125–0,25 мм був більш лабільним, ніж у макроагрегатів (Kristiansen, 2006). Російські вчені відмічають, що у міжряддях вишневого саду під чорним паром за 4–5 років ґрунт дуже ущільнюється, а під сидератами та багаторічними травами такого ефекту не спостерігається (Aliiev, 2019).

Як видно, дослідження в усьому світі проводяться з вивчення ефективності тих чи інших покривних, сидеральних культур, з метою покращення росту та розвитку рослин, запобігання стресам рослин у результаті високої температури

або тривалого посушливого періоду. Паралельно з цим, враховується вплив покривних культур на родючість ґрунту і формуванні органічної речовини, виділення вуглекислого газу.

Цінність досліджень щодо забезпечення умов якісного вирощування *Ginkgo biloba* L. полягає у наступному:

1) економічний ефект. Оскільки листя досліджуваного виду заготовлятимуть та перероблятимуть в Україні, то ціна на нього у висушеному стані для виготовлення фармацевтичних препаратів значно подешевшає, що матиме позитивний ефект для споживачів;

2) екологічний ефект. Новостворена плантація, у першу чергу, сприятиме покращенню кисневого балансу навколо прилеглих територій;

3) естетичний ефект. Листя інтродуцента має декоративну форму за рахунок чого рослину можна використовувати при озелененні територій (Yaroshchuk, 2016).

Метою досліджень є вирощування *Ginkgo biloba*, як органічної сировини з використанням рослин на сидерат і вивчення впливу сидеральних культур на структурно-агрегатний стан ґрунту в умовах північно-східного Лісостепу України.

З цією метою проводиться ряд досліджень із вивчення різних елементів технології розмноження рослин (Kovalenko et al., 2020). Враховуючи позитивні перспективи створення промислової сировинної бази для заготівлі органічної сировини (листя у фармацевтичних цілях) (Yaroshchuk, 2016), однією із складових якої є менші витрати на виробництво вітчизняних препаратів за участю цінного інтродуцента, доцільним є проведення досліджень щодо ефективності вирощування *Ginkgo biloba* у вище зазначеному регіоні дослідження.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведені на полях навчально-наукового виробничого комплексу СНАУ, м. Суми. Ділянка, на якій вирощується *G. biloba* з 2018 року, знаходиться у перехідній стадії як «органічна» в очікуванні сертифікату від Органік Стандарт. Органічні та мінеральні добрива або пестициди не вносилися під час проведення досліджень.

Дворічні рослини гінго було висаджено у відкритий ґрунт у 2017 та у 2018 роках. Міжряддя між даними рослинами становили 250 см x 75 см.

Норма сівби рослин на сидерат: райграсу однорічного 18 кг/га, фацелії 12 кг/га, конюшини білої 10 кг/га, конюшини червоної 18 кг/га, гірчиці білої 12 кг/га, еспарцету 80 кг/га. Площа кожного варіанту становила 0,025 га. Контролем був неудобрений фон, тобто без сидератів. Сівба рослин на сидерат здійснювалася у кінці квітня. У 2019 році сидерати подрібнювали дисковими боронами і лишали у міжряддях, у 2020 було два покоси: початок липня та кінець серпня.

Для визначення структурно-агрегатного стану ґрунту зразки були відібрані у кінці серпня пошарово до 30 см з кроком у 10 см. Зразки були доведені до повітряно-сухого стану

і методом сухого просіювання за І. Саввіновим було визначено діаметри агрегатів на ситах 10–0,25 мм (+ піддон, агрегати менше 0,25 мм). Для кожної ділянки та глибини розрахована частка агрегатів від загальної ваги зразка ґрунту. Агрегати 10–0,25 мм складали і отримували частку агрономічно цінної структури (макроструктурні агрегати). Для обрахунку коефіцієнту структурності, масу агрономічно цінної структури ділили на суму часток розміром більше 10 мм і менше 0,25 мм. Зазвичай, сухе просіювання супроводжується визначенням структури ґрунту методом мокрого просіювання, але його результати будуть метою нашої наступної публікації. За думкою вчених, використання мокрого просіювання дає більш якіснішу та кількіснішу інтерпретацію мікробного угрюповання ґрунту (Robertson et al.; Bland et al., 2017).

В 2019 році середньодобова температура повітря становила 10,2 °С, що на 2,8 °С вище багаторічного показника. Абсолютний максимум її 35 °С відмічений у липні у третій декаді. Сума опадів за рік становила 466 мм, що на 127 мм менше за багаторічну норму. Абсолютний максимум температури повітря фіксувався на рівні 35 °С, мінімум – 14 °С, кількість днів з опадами – 70.

Метеорологічні спостереження протягом вегетаційного періоду 2020 року показали, що у квітні середня температура становила 7,8 °С, що на 0,9 °С менше багаторічного показника. Кількість опадів була на 30 % менша за багаторічного показника і становило всього лише 12 мм. На поверхні ґрунту відмічалися приморозки до -10 °С. У травні середньодобова температура була нижче багаторічної на 2,1 °С і становила 13,5 °С, у той же час кількість опадів (93 мм) була на 172 % більше за багаторічну. Також у цьому місяці спостерігалися три приморозки на поверхні ґрунту до -2 °С, останній зафіксовано 22 травня. Червень місяць був достатньо теплим і середньодобова температура (23,3 °С) була вище багаторічного показника на 4,5 °С. Опадів було недостатньо (51 мм), що становило 76 % від багаторічних цифр. Липень також був теплим, особливо перша та третя декади. Середньодобова температура була близькою до середньобагаторічної (22,0 °С, + 2 °С до середньої). Кількість опадів (97 % – 74 мм) майже дорівнювала багаторічній нормі. Середньодобова температура повітря за серпень склала 20,9 °С при багаторічній 19,2 °С. Місяць був дуже посушливим і випало лише 0,9 мм опадів, що є 1,7 % від багаторічної норми (57 мм). Всього за літо було 13 днів з опадами. Максимальна температура на поверхні ґрунту у червні спостерігалася у третій декаді + 65 °С, у липні цей показник був вище за середньобагаторічні показники, температура була 62–58–51 °С у I-II-III декадах липня. Серпень також відрізнявся від багаторічних показників, особливо у другій–третьій половині місяця, на ґрунті було 53 °С у II декаді і у III декаді до 52 °С.

Результати досліджень. В табл. 1 представлено результати обрахунку відсотку структурних агрегатів за діаметром у зразках ґрунту, відібраних у 2019 році наприкінці серпня.

Таблиця 1

Структурно-агрегатний склад ґрунту за різних сидератів (2019 р.)

№	Варіант досліджу	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за розміром діаметру, %/мм							
			> 10	10–7	7–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
1	Без сидерату	0–10	8,8	5,6	16,4	20,8	14,4	9,9	12,1	12,0
		10–20	7,6	5,6	6,5	18,4	18,4	8,4	12,0	23,1
		20–30	2,0	5,0	5,5	22,0	21,4	7,7	12,6	23,8
2	Фацелія	0–10	12,9	4,5	5,5	16,3	17,4	11,0	13,9	18,5
		10–20	19,6	7,2	7,7	20,2	14,6	7,3	9,5	13,9
		20–30	17,7	5,8	5,0	18,0	17,2	7,7	10,5	18,1
3	Конюшина червона	0–10	10,6	4,5	6,0	16,9	19,8	7,6	12,2	22,4
		10–20	3,2	1,9	4,9	16,4	20,1	9,9	14,3	29,3
		20–30	11,7	5,8	5,2	19,4	19,1	7,1	10,9	20,8
4	Конюшина біла	0–10	4,2	2,4	2,8	15,7	22,2	10,1	15,1	27,5
		10–20	6,5	5,5	4,4	19,4	20,5	7,6	11,7	24,4
		20–30	4,4	2,9	5,6	25,6	21,6	8,4	11,2	20,3
5	Райграс однорічний	0–10	26,5	2,9	3,9	11,3	17,4	8,6	11,8	17,6
		10–20	4,6	5,6	4,6	16,4	18,8	9,4	13,6	27,0
		20–30	8,9	9,2	6,1	17,7	16,9	8,9	11,1	21,2
6	Гірчиця біла	0–10	9,8	4,1	7,6	19,6	17,7	9,3	14,0	18,2
		10–20	21,2	8,4	6,2	18,5	14,6	6,9	9,6	14,6
		20–30	16,4	5,7	7,0	22,9	17,9	6,5	8,7	14,9
7	Еспарцет	0–10	3,4	3,4	2,8	13,7	19,9	11,6	16,2	29,0
		10–20	7,3	3,4	4,6	15,2	19,6	8,9	13,4	27,6
		20–30	4,9	3,8	4,8	18,5	21,3	8,8	12,5	25,4
	НІР ₀₅	0–10	1,1	0,6	1,4	1,9	1,2	0,8	1,6	0,7
		10–20	1,8	1,7	0,4	2,0	1,1	0,4	1,3	1,1
		20–30	2,0	0,9	1,3	1,0	1,0	0,8	0,5	1,3

Як видно з табл. 1, структура ґрунту під різними покритими культурами і на різній глибині відрізняється за значеннями. У 2019 році під фацелією кількість агрегатів менше 0,25 мм знаходиться майже на одному рівні на глибинах 0–10 і 20–30 см (18,5–18,1 %). В шарі 0–10 см збільшується частка глибистих агрегатів та агрегатів розміром 10–2 мм.

Під конюшиною червоною спостерігалася зворотна тенденція. На глибині 10–20 см значно збільшилася частка агрегатів менше 2 мм, особливо двох найдрібніших фракцій.

Під конюшиною білою не виявлено таких змін, як під конюшиною червоною, але, як і у фацелії, частка глибистих агрегатів була більше у шарі 10–20 см. В даному випадку підвищився і відсоток агрегатів діаметром 7–2 мм. Тим не менш, частка найдрібніших агрегатів зменшилася з глибиною з 27,5 % до 30 %.

Під райграсом однорічним спостерігалася найбільша кількість макроструктурних агрегатів більше за 10 мм у діаметрі серед всіх сидератів – 26,5 %. На глибині 10–20 см, як і у випадку з конюшиною червоною відмічений спад їхньої кількості та особливо велика різниця між значеннями по всіх

шарах ґрунту у відсотках агрегатів діаметром менше 0,25 мм.

Під гірчицею білою у 2019 році також відмічається перепад у значеннях з глибинами. На глибині 10–20 см найбільших за діаметром агрегатів найвищий відсоток 21,2 %, встановлено і збільшення часток діаметром 5 і менше мм.

Під еспарцетом, як і під конюшиною червоною, отримано збільшення фракції діаметром менше 1 мм в шарі 0–10 см. У наступному шарі дещо збільшується відсоток часток діаметром більше 1 мм, 5–2 мм. На глибині 20–30 см відбувалося підвищення частки агрегатів менше 5 мм.

Відмічається стабільність агрегатів діаметром 7–5 мм по варіантах досліджу у шарі 10–20 см, дуже близькі величини у сидератів, окрім фацелії та гірчиці.

На ділянці без сидерату більший відсоток мали агрегати діаметром 5–2 мм – 20,8 %, а найменший – 10,7 % в шарі 0–10 см, а у шарі 10–20 см мали найвищий відсоток агрегати менше 0,25 мм та 5–1 мм.

В табл. 2 представлені результати визначення структурного стану у зразках ґрунту 2020 року.

Таблиця 2

Структурно-агрегатний склад ґрунту за різних сидератів (2020 р.)

№	Варіант досліджу	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за розміром діаметру, %/мм							
			> 10	10–7	7–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
1	Без сидерату	0–10	3,2	4,7	4,6	19,3	22,5	8,5	14,0	23,2
		10–20	3,7	4,0	4,2	18,4	20,0	9,2	13,9	26,6
		20–30	0,6	4,6	8,5	28,3	20,6	7,9	11,0	18,5
2	Фацелія	0–10	4,8	4,5	5,5	15,6	19,2	8,5	15,1	26,8
		10–20	3,4	4,2	5,8	17,7	19,1	7,4	13,2	29,2
		20–30	6,6	6,1	6,7	21,8	20,0	8,2	8,2	22,4
3	Конюшина червона	0–10	6,7	3,6	4,1	16,2	17,6	8,0	14,1	29,7
		10–20	2,3	1,9	4,4	17,5	17,5	8,7	13,5	34,2
		20–30	5,7	5,4	6,4	21,5	19,7	6,9	11,0	23,4
4	Конюшина біла	0–10	6,8	2,7	5,4	19,7	21,6	7,6	12,6	23,6

№	Варіант досліду	Глибина відбору зразків, см	Відсоток структурних агрегатів за розміром діаметру, %/мм							
			> 10	10–7	7–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	< 0,25
		10–20	5,6	3,7	6,4	20,9	19,4	8,0	11,7	24,3
		20–30	8,2	8,4	6,9	21,2	17,4	7,0	9,9	21,0
5	Райграс однорічний	0–10	9,2	4,8	5,6	6,8	16,6	19,4	13,1	24,5
		10–20	5,8	3,5	4,2	16,1	18,3	7,3	12,8	32,0
		20–30	5,1	4,3	5,0	21,1	19,0	7,5	11,1	26,9
6	Гірчиця біла	0–10	3,7	2,3	5,0	19,4	18,3	11,5	10,5	22,4
		10–20	3,9	4,7	5,8	22,1	19,5	8,2	11,8	24,0
		20–30	4,4	3,9	5,5	20,1	21,4	7,9	12,6	24,2
7	Еспарцет	0–10	3,2	2,4	5,2	18,6	21,7	8,4	13,4	27,1
		10–20	3,3	4,1	5,2	21,4	20,9	8,1	12,8	24,2
		20–30	5,1	7,0	8,5	24,1	19,5	6,9	10,0	18,9
	НІР ₀₅	0–10	1,1	0,8	0,4	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8
		10–20	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,9	0,5
		20–30	0,7	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,8	0,5

У 2020 році на ділянці з сидератами спостерігається більше накопичення з глибиною найдрібнішої фракції у шарі 10–20 см. У шарі 0–10 см частки менше 0,25 мм та 2–1 мм, 5–2 мм у діаметрі відрізнялися більшими відсотками – 23,2 %, 22,5 %, 19,3 % відповідно.

Під фацелією сформувався горизонт 0–30 см з більш вищим відсотком фракції менше 0,25 мм, значення знаходяться у межах 22,4–29,7 %.

Під конюшиною червоною також відмічена подібна тенденція, як і у фацелії, в шарі 10–20 см маємо вищі цифри часток діаметром менше 0,25 мм за показники на інших глибинах. Причому саме під фацелією тут найвищий показник серед усіх варіантів – 34,2 %.

На ділянці з конюшиною білою з глибиною також відбувається перерозподіл часток з різними діаметрами. Виявлений більший відсоток фракції менше 0,25 мм по всіх глибинах, далі частки 5–1 мм у діаметрі. Оцінюючи розподіл фракцій треба відмітити, що у більшості варіантів відбувається суттєве зниження відсотку часток 1–0,5 мм, причому різниця як за глибиною, так і між сидератами не така різка, як по інших за розміром часток, за винятком райграсу. Під ним більший відсоток мали як раз частки менше 0,25 мм – 24,5–32,0 %, 2–1 мм – 16,6–19,0, 1–0,5 мм – 19,4 %–7,3 %.

На ділянці з гірчицею між глибинами відсутні різкі перепади у показниках, як у попередніх варіантах. Також вищий відсоток фракції менше 0,25 мм та 5–1 мм. Схожу картину маємо і під еспарцетом, але тут простежується істотне зниження фракції менше 0,25 мм з глибиною за рахунок збільшення часток з діаметром більше 2 мм.

В табл. 3 представлено дані розрахунку коефіцієнту структурності ґрунту за два роки досліджень і у середньому, та частку агрономічно цінної структури з діаметром 10–0,25 мм.

Таблиця 3

Агрономічно цінна структура та коефіцієнт структурності ґрунту у роки досліджень

№	Варіант	Глибина відбору зразків, см	Коефіцієнт структурності			Частки розміром 10–0,25 мм, %		
			2019	2020	Середнє за 2019–2020 рр.	2019	2020	Середнє за 2019–2020 рр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Без сидерату	0–10	3,8	2,8	3,3	79,2	73,6	76,4
		10–20	2,3	2,3	2,3	69,3	69,7	69,5
		20–30	2,7	4,2	3,4	80,9	80,9	80,9
2	Фацелія	0–10	2,2	2,2	2,2	68,6	68,4	68,5
		10–20	1,9	2,0	1,9	66,5	67,4	67,0
		20–30	1,8	2,4	2,1	64,2	71,0	67,6
3	Конюшина червона	0–10	2,0	1,7	1,8	67,0	63,6	65,3
		10–20	2,1	1,7	1,9	67,5	63,5	65,5
		20–30	2,1	2,4	2,2	67,5	70,9	69,2
4	Конюшина біла	0–10	2,1	2,3	2,2	68,3	69,6	69,0
		10–20	6,3	2,3	4,3	69,1	70,1	69,6
		20–30	3,0	2,4	2,7	75,3	70,8	73,1
5	Райграс од- норічний	0–10	1,3	1,9	1,6	55,9	66,3	61,1
		10–20	2,2	1,6	1,9	68,4	62,2	65,3
		20–30	2,3	2,1	2,2	69,9	68,0	69,0
5	Гірчиця біла	0–10	2,6	2,6	2,6	72,0	67,0	69,5
		10–20	1,8	2,6	2,2	64,2	72,4	68,3
		20–30	2,2	2,5	2,3	68,7	71,4	70,1
7	Еспарцет	0–10	2,1	2,3	2,2	67,6	69,7	68,7
		10–20	1,9	2,6	2,3	65,1	72,5	68,8
		20–30	2,3	3,1	2,7	69,7	76,0	72,9
	НІР ₀₅ для шару 0–30 см		0,3	0,2		0,6	0,4	

Як видно з табл. 3, частка агрономічно цінних агрегатів у 2019–2020 рр. на всіх варіантах знаходилася у межах: у шарі 0–10 см – 55,9–79,2 %, 10–20 см – 62,2–72,5 %, 20–30 см – 64,2–80,9 %. Без сидерату частки 10–0,25 мм були у межах 69,3–80,9 % з найменшими значеннями у шарі 10–20 см. Треба відмітити однакові значення цифр для шару 20–30 см – 80,9 % в обох роках досліджень. Також неістотна різниця значень для шару 10–20 см. Але у 2020 р. у шарі 0–10 см було дещо менше агрономічно цінних агрегатів, аніж у 2020, можливо, через екстремальні посушливі умови у літній період. Коефіцієнт структурності був найвищим на цьому варіанті у шарі 0–10 см та у 2020 р. у шарі 20–30 см.

На ділянці з фацелією у 2019 р. проявилася тенденція до незначного зниження частки цінних агрегатів з глибиною, але у 2020 р. у глибшому шарі цифри були вищими за всі, що отримані на цьому варіанті.

Конюшина червона створила у шарі 0–30 см структуру з діаметром 10–0,25 мм на рівні 67,0–67,5 % у 2019 р., у 2020 р. отримано збільшення їх на глибині 20–30 см. Конюшина біла мала тенденцію до збільшення часток з глибиною, особливо значна різниця була у 2019 році.

У варіанті з райграсом отримана найменша кількість структурних агрегатів розміром 10–0,25 мм, у верхньому шарі у 2019 р. – 55,9 %, коефіцієнт структурності склав 1,3. Але з глибиною показники стабілізувалися і є на рівні інших сидеральних ділянок, дещо з вищими цифрами.

Щодо гірчиці білої, то не дивлячись на різницю у показниках 2019–2020 рр. у шарі 0–10 см (72 і 67 %), коефіцієнт структурності був однаковим – 2,6. В шарі 10–20 см по роках спостерігається зворотна тенденція. В цілому у 2019 р. у шарі 0–30 см коефіцієнт структурності становив 1,8–2,6, у 2020 р. – 2,5–2,6.

Під еспарцетом з глибиною у 2020 р. коефіцієнт структурності мав тенденцію до підвищення.

Обговорення. Як вже зазначалося, при пересадженні сіянів *G. biloba* у відкритий ґрунт та у подальшому догляді за рослинами, не були застосовані мінеральні та органічні добрива і пестициди, навесні міжряддя були засіяні сидеральними культурами, які для Лісостепу України показують гарний результат.

Групою вчених встановлено по результатах 21-річного дослідження на антросолях (Китай), що тривале внесення добрив сприяє утворенню агрегатів 0,5–2 мм і зменшує кількість агрегатів менше 2 мм, особливо при внесенні гною та NPK (Zhang et al., 2016). В полі з чорним паром зменшується кількість агрегатів розміром більше 2 мм на всіх глибинах та значно підвищується кількість агрегатів розміром менше 0,5 мм на глибині 10–30 см, порівняно з контролем (неудобрений варіант). При застосуванні органічних добрив та NPK збільшувалися агрегати більше 2 мм за діаметром на всіх глибинах ґрунту та збільшувалася частка макроагрегатів розміром 1–2 мм щодо контролю. Встановлена позитивна кореляція розміру та відсотку агрегатів з довжиною гіфи, гуміною кислотою, фульвокислотою, вільними оксидами заліза, вмісту органічної речовини, вмісту калію, електропровідності. Частки макроагрегатів розміром більше 2 мм суттєво корелювали із зазначеними параметрами, за винятком електропровідності. Частка 1–2 мм не корелювала із вказаними параметрами. Частка агрегатів 0,25–0,053 мм була позитивно

пов'язана з рН ґрунту та негативно пов'язана з наявними значеннями К та електропровідності (Zhang et al., 2016).

Структура ґрунту залежить від гідротермічних умов, рослинності, рельєфу (експозиції, форми, протяжності схилів, висоти над рівнем моря) і від часу відбору зразків (Medvedev, 2008; Zakharchenko et al., 2016). Наприклад, у степовій зоні Дніпропетровської області у чорноземі лісовому (північна експозиція байраку) вміст агрономічно цінних агрегатів у верхньому гумусово-елювіальному шарі становить 98,2 % (природна свіжа наклєнова діброва з дубовим широколистянням); у лучно-лісового (талвег байраку – природний осичняк) – 73,6 і чорнозему лісового (південна експозиція байраку – природна сухувата чорнокленова діброва з фіалкою шершавою) – 82,6 % (Gorban, 2020). Коефіцієнт структурності для ґрунтів байрачних у шарі 0–34 см коливався у межах 1,9–3,1. Порівняно із нашими значеннями, результати цих дослідів говорять про значний вплив рельєфу, а саме місцевої топографії на формування структури ґрунтів, і, відповідно, на розвиток рослинного покриву. Відсоток агрономічних агрегатів більше у верхніх шарах у лісових ґрунтах півдня України, він більший за такий у північно-східному Лісостепу, що пояснюється відсутністю антропогенного навантаження на ґрунт.

Як свідчать вчені різних країн, насичення сівозмін, залуження міжрядь у садах при вирощуванні декоративних рослин, використання сидератів – покривних культур, забезпечує стабілізацію та відтворення гумусу в ґрунтах, впливаючи на поживний режим та мікробіоту ґрунту (Kravchenko, 2020; Yang, 2020; Novytskyy, 2015). Постійне використання сидеральних рослин підвищує вміст органічної речовини, покращує фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, а також прискорює розвиток бур'янів (Das et al., 2020; Kovalenko, 2018).

Структура ґрунту варіює залежно від сезону року, тобто від часу відбору зразків, вологості ґрунту (Zhou M. et al., 2020; Tsyuk, 2018). Використання у насадженнях мигдалю ячменю, пшениці та конюшини, які щорічно загорталися, впливало на вміст органічної речовини, але ці зміни відбуваються протягом досить тривалого періоду, близько 8 років (Surki A., 2020).

Агрегація ґрунту зростає під постійним залуженням або сидерацією. Застосовані рослини збільшують проникнення води у ґрунт, збільшуючи кількість коренів у ґрунті та забезпечуючи перехоплення опадів; регулюють поверхневу ерозію, міграцію забруднювачів ґрунту (Obrycki, 2020).

Цікаві висновки отримали вчені на деградованих ґрунтах у балтійському педокліматичному регіоні у тривалому польовому досліді з 1964 р., які встановили, що багаторічні трави (костриця лучна) зменшували відсоток водотривких агрегатів, органічної речовини, загального азоту на максимальних удобрених ділянках. Використання люцерни підвищувало вміст органічної речовини та азоту, але не впливало на водотривкі агрегати (Ade et al., 2020).

Покривні культури у міжряддях показують більшу ефективність за мульчування. Наприклад, бобові покривні з укосами були менш ефективними, аніж небобові, що пояснюється більшим проективним покриттям ґрунту (Liu, 2021). В міжряддях яблуні використання костриці овечої як живої мульчі на 4–5 рік після посадки дерев на підкарликові підщепи знизило врожайність плодів на 30 %. В цитрусових садах застосування конюшини у міжряддях зменшувало втрати азоту на 35,5 %, фосфору на 40 % (Li, 2020).

В Китаї на лесовому плато досліджено різницю утримання міжряддя яблуні як звичайний обробіток, використано райграс як покривна культура, мульча кукурудзи та агроволокну темного кольору. Використання райграсу збільшувало вологу, покращувало вміст органічної речовини на 11,8 %, підвищувало мікробіологічну активність, збільшувало взаємодію між різними бактеріями на користь якості ґрунту (Wang et al., 2020). Доцільність висіву райграсу на схилах підтверджено і іншими вченими Китаю (Liu et al., 2020; He et al., 2020).

В Канаді на важкосуглинкових ґрунтах тривале вирощування овочевих культур призвело до деградації ріллі, тому увага вчених була прикута до використання сидератів та їх ефективності. Була вивчена ефективність таких сидератів як райграс однорічний, ячмінь ярий, жито посівне. Порівняно з ділянкою без сидератів, дослідниками встановлено, що однорічний райграс та жито посівне збільшували розмір структурних агрегатів і практично всі три вказані види сидератів підвищували вміст екстрагованих кислотою полісахаридів. У вегетаційному досліді проведено інкубування ґрунту на 2,4, та 8 тижнів із сидератами з дослідного поля, у разі чого було встановлено, що всі рештки сидератів сприяли збільшенню діаметру агрегатів та відсоток водостійких агрегатів 2–6 мм у діаметрі в усі періоди інкубації. Також вченими встановлена залежність між застосуванням сидератів, їх видами та вмісту екстрагованих полісахаридів (Liu et al., 2005).

Визначення структурно-агрегатного складу методом мокрого просіювання ґрунту під сидератом жито озиме свідчить про підвищення середнього значення ваги ґрунтових агрегатів на 55 %, порівняно з ділянками без сидератів на глибині 0–10 см і на 29 % на глибині 10–20 см (Rorick & Klavivko, 2017). Сидерат створює водостійку агрегованість за достатньо короткий час, але зміни у щільності ґрунту, вміст органічної речовини та загальному ґрунтовому азоті не істотні.

За даними Г. Господаренко та О. Лисянського (Hospodarenko & Lysianskyi, 2016) вміст оксиду кальцію у надземній масі гірчиці білої становив 95–129, гречки 99–133 кг/га, а за мінерального удобрення вміст СаО підвищується на 3–40 % порівняно з неудобреним варіантом; оксид фосфору в біомасі гірчиці підвищується до 43–66, гречки 76–114 %. Таким чином, під гірчицею накопичується на 5–35 більше азоту, під гречкою 7–44 %, порівняно з контролем. Тобто, використовуючи названі сидерати, покращується поживний режим ґрунту, вміст кальцію, який може позитивно впливати на формування структури ґрунту. Також уманські вчені наголошують на стимулюючу дію на проростання та розвиток рослин таких сидератів як гірчиця біла, редька олійна, вика яра та гречка, але при цьому відбувається значне зниження енергії проростання насіння основної культури – пшениці озимої. За використання буркуну білого, спостерігався алелопатичний ефект – пригнічення за всіма показниками (Hospodarenko & Lysianskyi, 2015). Вчені говорять про гірчицю як про рослину-гербіцид. Також вказують на те, що вона оздоровлює ґрунт від патогенів та деяких шкідників, покращує фізичні показники та поживний режим ґрунтів (Novokhatskyu, 2015).

Згідно шкали С. І. Долгова та П. У. Бахтіна, структура ґрунту, в якому 40–60 % агрономічно цінних агрегатів вважається задовільною, 60–80 – доброю і більше 80 % – відмінною, тобто ґрунт є відмінно оструктуреним (Tykhonenko,

2005). За М. І. Савіновим, цінними агрегатами є частки розміром 0,25–10 мм. Частки 10–0,25 мм називають грудочкуватими, понад 10 мм – брилисті, менше 0,25 мм – мікроструктурні. ґрунти за коефіцієнтом структурності, у свою чергу, класифікують наступним чином: більше 1,5 – відмінний агрегатний стан; 1,5–0,67 – добрий агрегатний стан; менше 0,67 – незадовільний агрегатний стан. В нашому досліді по всіх варіантах та глибинах коефіцієнт структурності відносився до відмінного агрегатного складу, окрім райграсу при відборі зразків на глибині 10–20 см у 2019 році – 1,3.

В роботі Ю. Г. Міщенка, що проведена в умовах Сумського НАУ у зерно-просапній польовій сівозміні, було встановлено, що післяжнивний сидерат з фацелії, який був зароблений у кінці жовтня показав перевагу брилистої фракції у шарі 0–10 см і становив 18,2 % (Mischenko, 2013). В нашому досліді спостерігається зворотна тенденція, можливо тут факторами виявленої різниці є те, що у землеробстві сидерат зароблений восени, а у нашому досліді фацелія була посіяна навесні і залишалася на місці до осені. Вміст цінної структури після фацелії отримано у Ю. Г. Міщенка – 74,8 мм, часток більше 1 мм – 85,9 %; коефіцієнт структурності – 2,98. Також підкреслюється, що за різних способів основного обробітку ґрунту вміст агрономічно цінних агрегатів у шарі 10–20 см зменшується, але відмічається зростання часток діаметром більше 10 мм, порівняно із шаром 0–10 см. Подібну тенденцію ми спостерігаємо у 2019 році під фацелією, конюшиною білою, гірчицею, еспарцетом. Обробіток ґрунту з обертанням пласта у досліді Ю. Г. Міщенка сприяв коефіцієнту структурності 2,0, поверхневого обробітку – 1,77 (Mischenko, 2013).

Для середньосуглинкового ґрунту, який використовувався і у нашому досліді, характерний більший відсоток макроагрегатів з діаметром більше 10 мм. Так, встановлено, що чим більш інтенсивніше обробляється ґрунт, тим більше дрібноземної фракції (Zakharchenko et al., 2013). Коефіцієнт структурності залежить від гідротермічних умов, строку відбору зразків, способів, термінів та глибини обробітку ґрунту, а також, у цілому, від всіх агрофізичних показників. Цей показник на чорноземі типовому при вирощуванні пшениці озимої зменшувався протягом вегетації, навесні мав цифри в межах 1,8–9,0, у середині липня вже 2,4–3,0.

Таким чином, результати наших досліджень дещо відрізняються від раніше проведених як схемою проведення дослідження, так і дуже посушливими умовами у роки проведення досліджень. Вирощуючи садивний матеріал гіркобілоба в умовах Лівобережного Лісостепу, особливу увагу потрібно звернути на мульчування ґрунту як рослинними рештками інших культур, агроволоком чи сидеральними культурами. Ефективність сидератів при вирощуванні *G. biloba* потребує детального вивчення і більш тривалого часу.

Висновки. Періодичне рихлення ґрунту на варіантах без сидерату для боротьби із бур'янами призводило до створення найкращого структурно-агрегатного складу у шарах 0–10 та 20–30 см, що сприяло отриманню найвищого показника коефіцієнту структурності.

З сидеральних культур, у середньому за два роки досліджень, найвищий відсоток агрономічно цінної структури отримано у шарі 0–10 см на ділянках з гірчицею білою, конюшиною білою; у шарі 10–20 см – конюшиною білою 69,6 %, дещо менше на гірчиці 68,3 %, еспарцеті 68,8 %. В шарі 20–

30 см – найвищим відсотком агрегатів розміром 10–0,25 мм відрізнялися варіанти із конюшиною білою 73,1 % та еспарцетом 72,9 %. Еспарцет піщаний та конюшина біла серед сидеральних культур мали найвищий коефіцієнт структурності в шарі 20–30 см – 2,7. Коефіцієнт структурності в шарі 10–20 см на сидеральних ділянках був в межах 1,9–4,3 з максимумом на варіанті з конюшиною білою.

Проект з інтродукції гінкго білоба для умов Лісостепу України продовжується та дослідження ефективності названих сидератів та їх суміші будуть продовжені, де вивчатимуться поживний і водний режими, а також вміст органічної речовини.

Бібліографічні посилання:

1. Shuvar, I. A., Berdnikov, O. M., Tsentylo, L. V., & Sendetsky, V. M. (2015). Syderaty v suchasnomu zemlerobstvi: naukovy-vyrobnyche vydannya (monohrafiya) [Green manures in modern agriculture: scientific and production publication (monograph)] / za zah. red. I. A. Shuvara. Ivano-Frankivsk: Symfoniya forte, 156 (in Ukrainian).
2. Karpenko, O. Yu., Rozhko, V. M., Butenko, A. O., Masyk, I. M., Malynka, L. V., Didur, I. M., Vereshchahin, I. V., Chyryva, A. S., Berdin, S. I. (2019). Post-harvest siderates impact on the weed littering of Maize. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 300–303.
3. Naukovo-obhruntova systema vedennya silskoho hospodarstva Sumskoyi oblasti (2004). [Scientific and substantiated system of agriculture of Sumy region]. Za red. M. P. Bondarenko. Sumy: VAT SOD «Kozatsky val», 662 (in Ukrainian).
4. Prokopenko, S. M., Mitsai, S. G., Ponomarenko, O. O., Nesin, I. V., Krokmal, O. I., Bezverkh, V. G., Palchik, S. P., Talyanina, O. G., Topchii, I. I., & Kokhan, O. M. (2020). Vidtvorennya rodyuchosti gruntu u Sumskiy oblasti [Reproduction of soil fertility in Sumy region]. *Okhorona hruntiv*, 10, 40–47 (in Ukrainian).
5. Zakharchenko, E. A. & Mischenko, Y. H. (2017). Impact of different tillage practices and green manure on physical properties of Chernozem soil. [Electronic resource]. Degradation and revitalization of soil and landscape: proceedings : International conference, (10-13 September 2017). Czech Republic : Palacky University in Olomouc, 51 (in Ukrainian).
6. Mischenko, Y. (2017). Pisl'yazhnyvni syderaty ta porystist hruntu. [Green manure crop and porosity of the soil]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya i biolohiya»*, 2, 61–69 (in Ukrainian).
7. Tomchuk, V. (2020). Volohozberezhennya v sadivnytstvi: zasoby i tekhnolohiyi. [Moisture conservation in horticulture: tools and technologies]. The scientific heritage. Budapest : Hungary, 47(7), 16–27 (in Ukrainian).
8. Khamurzaev, S. M., Madaev, A. A., & Anasov, I. M. (2020). Green manure in the aisles of a young garden. [Sideraty v mezhdyuryad'yakh molodogo sada]. *Plodoriadiye*, 4(115), 28–29. (in Russian)
9. Liu, A., Ma, B. L. & Bomke, A. A. (2005). Effects of Cover Crops on Soil Aggregate Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides. *Soil Sci Soc Am J.*, 69, 2041–2048. doi: 10.2136/sssaj2005.0032
10. Kemper, R., Bublitz, T., Müller, P., Kautz, T., Döring, T. & Athmann, M. (2020). Vertical Root Distribution of Different Cover Crops Determined with the Profile Wall Method. *Agriculture*. doi: 10.3390/agriculture10110503
11. Mishchenko, Y. H., & Zakharchenko, E. A. (2019). Vplyv pisl'yazhnyvnoyi syderatsiyi na zaburyanennist buryakiv tsukrovykh [The effect of green manures on weediness of sugar beet]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 4(38), 41–49.
12. Pachev, I. (2014). Study of Some Annual and Perennial Forage Crops as Sources of Green Manure (Siderates) for Soil Fertility Improvement. *Soil science agrochemistry and ecology*, XLVIII(2), 53–56 (in Bulgarian).
13. Rigon, J. P. G., Franzluebbers, A. I. & Calonego, J. C. (2020). Soil aggregation and potential carbon and nitrogen mineralization with cover crops under tropical no-till. *Journal of soil and water conservation*, 75(5), 601–609. doi: 10.2489/jswc.2020.00188
14. Basche, A. D. & Roesch-McNally, G. E. (2017). The trouble with cover crops: Farmers' experiences with overcoming barriers to adoption *Journal of Soil and Water Conservation*, 72(3), 59–63. doi: 10.2489/jswc.72.3.59A
15. Delgado, J. A. & Gantzer, C. J. (2015) The 4Rs for cover crops and other advances in cover crop management for environmental quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(6), 142A–145A. doi: 10.2489/jswc.70.6.142A
16. Christensen, B. T. (1986). Straw incorporation and soil organic matter in macroaggregates and particle size separates. *European journal of soil science*, 37(1), 125–135. doi: 10.1111/j.1365-2389.1986.tb00013.x
17. Angers, D. A., Recous, S. & Aita, C. (2005). Fate of carbon and nitrogen in waterstable aggregates during decomposition of ¹³C¹⁵N-labelled wheat straw *in situ*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1997.tb00549.x>
18. Puget, P., Chenu, C. & Balesdent, J. (1995). Total and young organic matter distributions in aggregates of silty cultivated soils, 46(3), 449–459. doi.org/10.1111/j.1365-2389.1995.tb01341.x
19. Kristiansen, S. M., Schjønning, P., Thomsen, I. K., Olesen, J. E., Kristensen, K. & Christensen, B. T. (2006). Similarity of differently sized macro-aggregates in arable soils of different texture. *Geoderma*, 137(1–2), 147–154. doi: 10.1016/j.geoderma.2006.08.005
20. Aliev, T. G. G., Krivolapov, I. P., Bogdanov, O. E., Bogdanov, R. E., & Makova, N. E. (2019). Organization of the soil maintenance system in the cherry orchard. *Technologies for the food and processing industry of aic – healthy food*, 4, 54–58. doi: 10.24411/2311-6447-2019-10023
21. Yaroshchuk, R. A. (2016). Perspektivi viroshhuvannya *Ginkgo biloba* L. v umovah Pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukraini dlja zagotivli listja u farmacevtichnih ciljah. [Perspectives for growing of *Ginkgo biloba* L. under the conditions of northeast forest-steppe of Ukraine for harvesting of leaves for pharmaceutical chemicals]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya i biolohiya»*, 9 (32), 124–128 (in Ukrainian).

22. Kovalenko, I. M., Klymenko, G. O., Melnik, T. I., Yaroshchuk, R. A., Zherdetska, S. V., Su, Y., & Lykholat, O. A. (2020). Morphogenesis and vitality of seedlings of Ginkgo biloba in outdoor conditions. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(1), 22–28. doi: 10.15421/022003
23. Robertson, J., Thomas, C.J., Caddy, B., & Lewis, A. J. M. (1984). Particle size analysis of soils — A comparison of dry and wet sieving techniques. *Forensic Science International*, 24(3), 209–217. doi: 10.1016/0379-0738(84)90186-5
24. Blaud, A., Menon, M., Zaan, B. Van der Lair, G. J., & Banwart, S. A. (2017). Chapter Five - Effects of Dry and Wet Sieving of Soil on Identification and Interpretation of Microbial Community Composition. Editor(s): Steven A. Banwart, Donald L. Sparks. *Advances in Agronomy*, Academic Press, 142, 119–142. doi: 10.1016/bs.agron.2016.10.006.
25. Zhang, S., Wang, R., Yang, X., Sun, B., & Li, Q. (2016). Soil aggregation and aggregating agents as affected by long term contrasting management of an Anthrosol. *Sci Rep.*, 6, 39107. doi: 10.1038/srep39107
26. Medvedev, V. V. (2008). *Struktura pochvy (metody, genesis, klassifikatsiia, evolyutsia, geografiia, monitoring, okhrana)* [Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection)]. Kharkov, 13 tipografiia, 406 (in Russian).
27. Zakharchenko, E. A., Masyk, I. M., & Dema, O. S. (2016). *Znachennya relyefu u formuvanni struktury gruntiv* [Importance of relief in forming the structure of soil]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya i biolohiya»*, 2, 223–228 (in Ukrainian).
28. Gorban, V. A., Kuptsova, K. S., Ostrianyn, N. S., & Tetiukha, O. G. (2020). Osoblyvosti strukturno-ahrehatnoho skladu edafotopiv bayrachnykh lisiv pivdennoho varianta stepovoyi zony Ukrayiny. [Structural and aggregate composition features of southern variant natural forest edaphotopes of Ukrainian steppe zone]. *Ecology and Noospherology*, 31(1), 16–22. doi: 10.15421/032003
29. Kravchenko, Yu. S. (2020). Vidtvorennia rodichosti chornozemiv Ukrainy za gruntozakhysnoho zemlerobstva [Reproduction of fertility of chernozems of Ukraine under soil-protective agriculture]. *Zbirnyk naukovykh prac "Agrobiologija"*, 1, 67–79. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-67-79 (in Ukrainian)
30. Yang, J., Duan, Y., Zhang, R., Liu, C., Wang, Y., Li, M., Ding, Y., Awasthi, M. K. & Li, H. (2020). Connecting soil dissolved organic matter to soil bacterial community structure in a long-term grass-mulching apple orchard, *Industrial Crops and Products*, 149, 112344. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112344
31. Das, K., Biswakarma, N., Zhiipao, R., Kumar, A., Ghasal, P.C. & Pooniya, V. (2020). Significance and Management of Green Manures. In: Giri B., Varma A. (eds) *Soil Health. Soil Biology*, 59. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-44364-1_12
32. Zhou, M., Liu, C., Wang, J., Meng, Q., Yuan, Y., Ma, X., Liu, X., Zhu, Y., Ding, G., Zhang J., Zeng, X. & Du, W. (2020). Soil aggregates stability and storage of soil organic carbon respond to cropping systems on Black Soils of Northeast China. *Sci. Rep.*, 10, 265. doi: 10.1038/s41598-019-57193-1
33. Tsyuk, A., Tsentylo, L. V., & Melnyk, V. I. (2018). Structural and unit composition of soil depending on basic treatment and fertilizer. *Biological Resources and Nature Management*, 10(5–6), 139–145. doi: 10.31548/bio2018.05.017
34. Surki, A., Nazari, M., & Fallah, S. (2021). Improvement of the soil properties, nutrients, and carbon stocks in different cereal-legume agroforestry systems. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 18, 123–130. doi: 10.1007/s13762-020-02823-9
35. Obrycki, J. F. & Karlen, D. L. (2020). Forages for Conservation and Improved Soil Quality. Chapter 12. Book Editor(s): Moore K. J., Collins M., Nelson J. C., Redfearn D. D. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, II, 7TH Edition. doi: 10.1002/9781119436669.ch12
36. Are, M., Kauer, K., Kaart, T., Astover, S. A. & Reintam, E. (2020). Water Stability of Soil Aggregates in a 50-Year-Old Soil Formation Experiment on Calcareous Glacial Till. *Eurasian Soil Sc.*, 53, 619–631. doi: 10.1134/S1064229320050026
37. Liu, R., Thomas, B. W., Shi, X., Zhang, X., Wang, Z. & Zhang, Y. (2021). Effects of ground cover management on improving water and soil conservation in tree crop systems: A meta-analysis, *Catena*, 199, 105085. doi: 10.1016/j.catena.2020.105085
38. Slatnar, A., Kwiecinska, I., Licznar-Malanczuk, M. & Veberic, R. (2020). The effect of green cover within rows on the qualitative and quantitative fruit parameters of full-cropping apple trees. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 61, 41–49. doi: 10.1007/s13580-019-00195-9
39. Li, H., Zhu, N., Wang, S., Gao, M., Xia, L., Kerr, P. G., & Wu, Y. (2020). Dual benefits of long-term ecological agricultural engineering: Mitigation of nutrient losses and improvement of soil quality, *Science of The Total Environment*, 721, 137848. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137848
40. Wang, Y., Liu, L., Luo, Y., Awasthi, M. K., Yang, J., Duan, Y., Li, H., & Zhao, Z. (2020) Mulching practices alter the bacterial-fungal community and network in favor of soil quality in a semiarid orchard system, *Science of The Total Environment*, 725, 138527. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138527
41. Liu, X., Yu, X., Fan, D., & Jia, G. (2021). Effects of ryegrass canopy and roots on the distribution characteristics of eroded sediment particles during heavy rainfall events on steep loess cinnamon slopes in Zhangjiakou, China. *Land degradation and development*, 32(4), 1643–1655. doi: 10.1002/ldr.3769
42. He, H. B., Li, W. X., Zhang, Y. W., Cheng, J.-K., Jia, X. Y., Li, S., Yang, H. R., Chen, B. M., & Xin, G. R. (2020). Effects of Italian ryegrass residues as green manure on soil properties and bacterial communities under an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.)-rice (*Oryza sativa* L.) rotation. *Soil and Tillage Research*, 196, 104487. doi: 10.1016/j.still.2019.104487
43. Liu Aiguo Ma, B. L. & Bomke, A. A. (2005). Effects of Cover Crops on Soil Aggregate Stability, Total Organic Carbon, and Polysaccharides. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69, 2041–2048. doi: 10.2136/sssaj2005.0032
44. Rorick, J. D., & Kladienko, E. J. (2017). Cereal rye cover crop effects on soil carbon and physical properties in southeastern Indiana.

45. Hospodarenko, G., & Lysianskyi, O. (2016). Retsyrkulyatsiya biogennykh elementiv u gruntu za riznykh syderativ ta yikh udobrennya [Recycling of biogenic elements in the soil under different green manures and their fertilization]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 88(1), 7–16 (in Ukrainian).

46. Hospodarenko, G., & Lysianskyi, O. (2015). Alelopatsychnyy vplyv syderalnykh kultur na pshenytsyu ozymu [Allelopathic impact of green manure crops on winter wheat]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 2(1), 190–198 (in Ukrainian).

47. Novokhatskyi, M., Nilova, N., & Pohorilyi, P. (2015). Syderaty – biolohichnyy faktor vidtvorennya rodyuchosti gruntu. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprovuvannya novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya silskoho hospodarstva Ukrainy. Green manure is a biological factor of soil fertility reproduction. Technical and technological aspects of development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. 19, 384–396. [Electronic resources]. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2015_19_50

48. Tykhonenko, D. H., Horin, M. O., Laktionov, M. I., Kanivets, V. I., Medvedyev, V. V., Balyuk, S. A., Bulyhin, Truskavetskyi, R. S., Kanash, O. P., Dehtyarov, V. V., Novosad, K. B., Filon, V. I., Lisovyy, M. V., Kizyakov, Y. Y., Matviyishyna, Z. M., & Hutorov, O. I. (2005). *Gruntoznastvo: pidruchnyk* [Soil science: textbook]. Vyscha osvita, Kyiv, 703 (in Ukrainian).

49. Mischenko, Y. (2013). Pozhnyvni syderaty ta strukturno-ahrehatnyy sklad hruntu [Green manure crop and structural aggregate state of the soil]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya i biolohiya»*, 3 (25), 83–94 (in Ukrainian).

50. Zakharchenko, E. A., Masyk, I. M., & Davydenko, G. A. (2013). Vplyv riznoho sposobu osnovnoho obrobitku na strukturno-ahrehatnyy sklad hruntu pry vyroshchuvanni ozymoyi pshenytsi [Influence of different ways of the till of the soil on structural and modular structure at cultivation of winter wheat]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya i biolohiya»*, 3(23), 114–119 (in Ukrainian).

Yaroshchuk R. A., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zakharchenko E. A., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kovalenko I. M., Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Yaroshchuk S. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Klymenko H. O., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

SOIL AGGREGATION WITH VARIOUS COVER CROPS IN GINKGO BILOBA L. PLANTATIONS

Ginkgo biloba is an exotic plant for Ukraine that is nowadays becoming popular for parks and landscape gardening. Raw materials (leaves) of these plants are used as medicinal, and in the context of organic production has pharmaceutical significance. At Sumy National Agrarian University fields *Ginkgo biloba* is grown by seedling method, young seedlings are transplanted into the open ground, in an area where the plants are grown without chemical synthetic fertilizers and pesticides. Row spacing between *Ginkgo* plants is 3 m and in case of high temperature and dry growing season the survival rate is reduced. The use of cover crops in the rows of *Ginkgo biloba* can help the plant cope with temperature stress, regulate the structural and nutrient status of the soil. We conducted one experiment with some common cover crops for Forest-steppe of Ukraine such as a phacelia, white clover, red clover, ryegrass, sainfoin, white mustard during growing seasons 2019–2020. Sites planted in the spring between the rows of *Ginkgo*. At the end of August, soil samples to a depth of 0–10, 10–20, 20–30 cm were collected to determine the structural and aggregate composition. These samples after reaching the air-dry state were sieved (dry method) and determined the percentage of soil particles with different diameters and structural coefficient soil. The percentage of agronomically valuable structure depended on the mechanical tillage on the site without and with cover crops, weather conditions. In the site without cover crops with mechanical tillage for weed control, the highest percentage of aggregates with a diameter of 10–0.25 mm and coefficient of structure in layers of 0–10 and 20–30 cm was obtained. White mustard and white clover cover crops have shown the best result in good soil aggregation in the 0–10 cm layer. In the layer of 10–20 cm, the coefficient of structure was the highest in sites with white clover, respectively agronomically valuable structure was 69.6 %, slightly less with mustard 68.3 % and sainfoin 68.8 %. In a layer of 20–30 cm sainfoin and clover among other cover crops showed the best result, the coefficient of structure was 2.7. Lastly, further research is needed to choose the best cover crop for *Ginkgo biloba* young plantations which help the plants to pass strongly through to environmental stressful condition. Additional researches are needed for cover crops selection and their mixtures, terms of sowings, times of cutting should be studied.

Key words: *Ginkgo biloba*, green manures, cover crops, soil structure, row spacing, structure coefficient, annual grasses, perennial grasses, red clover, white clover, ryegrass, white mustard, sand sainfoin.

Дата надходження до редакції: 22.12.2020 р.