
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 631.8

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-10>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Гоцький Я.Г., Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
пр. Перемоги, 37, 03056, м. Київ
yaroslavgotkskyi@gmail.com

Розглянуто основні проблеми збереження та підвищення родючості ґрунтів із використанням багатoshарових гранульованих орґано-мінеральних добрив, які містять у собі гумінові орґанічні сполуки, розкислюючі домішки та мінеральні компоненти. Обґрунтовано актуальність створення нових ресурсо-зберігаючих технологій виробництва гранульованих орґано-мінеральних добрив і визначено основні етапи виробництва орґано-мінеральних добрив із застосуванням відходів хімічних, харчових та аграрних виробництв. *Ключові слова:* родючість ґрунту, орґано-мінеральні добрива, ресурсозбереження, гранула.

Перспективы использования гранулированных органоминеральных удобрений нового поколения. Гоцький Я.Г., Степанюк А.Р. Рассмотрены основные проблемы сохранения и повышения плодородия почв с использованием многослойных гранулированных органоминеральных удобрений, содержащих в себе гуминовые органические соединения, раскисляющие примеси и минеральные компоненты. Обоснована актуальность создания новых ресурсо-сохраняющих технологий производства гранулированных органоминеральных удобрений, и определены основные этапы производства органоминеральных удобрений с применением отходов химических, пищевых и аграрных производств. *Ключевые слова:* плодородие почвы, органоминеральные удобрения, ресурсосбережение, гранула.

Perspectives of use a new generation granulated organic-mineral fertilizers. Hotskyi Ya., Stepaniuk A. The main problems of preservation and increase of soil fertility with the use of multilayer granular organic-mineral fertilizers, which contains humic organic compounds, deacidizing impurities and mineral components are considered. The urgency of creation of new resource-saving technologies for the production of granular organic-mineral fertilizers is substantiated and the main stages of the production of organic-mineral fertilizers with the use of waste from chemical, food and agrarian productions are determined. *Key words:* soil fertility, organic-mineral fertilizers, resource conservation, granule.

Постановка проблеми і актуальність дослідження. Агрпромиловий комплекс є однією з провідних галузей економіки, основною метою якого є забезпечення продовольчих потреб населення. Сільське господарство України, окрім забезпечення якісними, безпечними та доступними продуктами харчування, також має значний експортний потенціал.

Стратегія сталого розвитку України як держави, значну частину експорту якої становить експорт сільськогосподарської продукції, передбачає розвиток агропромислового комплексу, посилення конкурентоспроможності на ринку, збільшення ринків збуту продукції та збереження природних ресурсів і довкілля [1].

Основною метою розвитку сільського господарства є підвищення та збереження стабільних обсягів

валового збору сільськогосподарської продукції на підприємствах різних форм власності.

Для забезпечення продовольчих та експортних потреб в Україні було підвищено розораність сільськогосподарських земель, яка становить приблизно 53,9% до загальної площі території, що перевищує цей показник порівняно з країнами Західної Європи та США [2]. При цьому частка земель сільськогосподарського призначення становить 70,8% від загальної площі України, 68,8% займають сільськогосподарські угіддя (рілля, сіножаті та пасовища), що становить приблизно 42,8 млн га, з них рілля займає 32,54 млн га (53,9% від усієї території), пасовища – 5,43 млн га (9% від усієї території), сіножаті – 2,4 млн га (3,98% від усієї території) (рис. 1, 2) [2]. Збільшення розораності ґрунтів призводить до погіршення екологічної рівноваги. Тому для вирішення

проблеми раціонального використання земельних ресурсів до екологічно допустимого рівня необхідно зменшити кількість орних земель до 33% від загальної площі території, для цього необхідно збільшити площі пасовищ, природних територій, посадки нових зелених насаджень тощо, тобто зменшити площі орних земель на 24% або вивести із землекористування 14 млн га землі сільськогосподарського призначення.

Однак протягом останніх років динаміка зміни структури земельного фонду України майже не змінилася, починаючи з 1994 по 2016 рік площа сільськогосподарських угідь зменшилась лише на 383 тис. га, лісів – збільшилась на 302 тис. га, забудованих земель – на 166,7 тис. га [2].

Обсяги валового збору продукції переважно залежать від площі посівів сільськогосподарської культури певного сорту та відповідності природно-кліматичних умов вирощування на відведеній для цього території. Варто зазначити, що кількість орних земель насамперед залежить від доступних придатних для ведення сільськогосподарської діяльності земель, які є обмеженими ресурсами для кожної країни. Окрім того, врожайність сільськогосподарських культур залежить від кліматичних, геологічних умов, ступеня меліорації та ерозії ґрунтів, на яких вирощуються рослини.

Найбільш ефективними способами збільшення та збереження стабільних обсягів вирощеної рослинної продукції є підвищення врожайності сільськогосподарських рослин із застосуванням таких методів: підвищенням родючості ґрунтів, захисту рослин від шкідників і хвороб, використанням продуктивніших сортів і гібридів, меліорації сільськогосподарських земель та освоєння раціональних сівозмін. Тому підвищення врожайності сільськогосподарської культури однакового сорту за певних кліматичних умов, властивостей ґрунту та екологічної ситуації є комплексним завданням, яке, перш за все, залежить від родючості ґрунту.

Останнім часом родючість ґрунтів стрімко знижується внаслідок нераціонального землекористування, ерозії ґрунтів, забруднення пестицидами, гербіцидами, залишками мінеральних добрив, несприятливих погодних умов та ущільнення ґрунтів під час обробки сільськогосподарською технікою.

Із загальної площі близько 12,9 млн га орних земель зруйновано водною та вітровою ерозією. Основною причиною цього є порушення протиерозійної організації територій, розпаювання земель на мікроділянки без еколого-ландшафтного обґрунтування, недотримання науково обґрунтованих сівозмін і технологій обробітку ґрунту. Дегуміфікація, або зниження вмісту гумусу, також є однією з основних причин зниження родючості й виникає внаслідок зменшення обсягів внесення органічних добрив, неправильного і несвоєчасного проведення земельних робіт та ерозії.

Також досить значний вплив на зниження родючості ґрунтів мають зниження балансу поживних речовин, декальцинація, забруднення та фізична деградація. Усі ці негативні процеси є наслідком надмірного використання мінеральних добрив, недотримання сівозмін і надто інтенсивного обробітку земель. Цілком зрозуміло, що у разі недотримання цих агрономічних постулатів нереальним буде нарощування необхідних обсягів виробництва зерна, технічних та енергетичних культур [3].

Наступною важливою науково-технічною проблемою є створення безвідходного використання земельних ресурсів і повторного використання відходів харчової, хімічної та аграрної промисловості як сировини для виробництва комплексних органіко-мінеральних добрив, що дасть змогу підвищити родючість ґрунтів.

Для вирішення поставлених завдань необхідно провести ряд заходів – починаючи від організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних і протиерозійних і закінчуючи створенням технологій повторного використання відходів, що сформува-

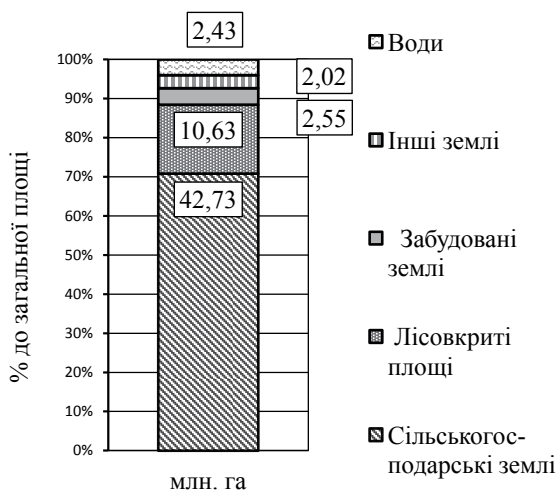
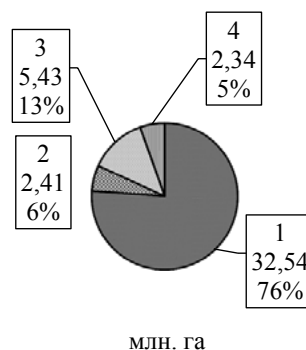


Рис. 1. Структура земельного фонду України



1 – рілля; 2 – сіножаті; 3 – пасовища; 4 – інші сільськогосподарські землі

Рис. 2. Структура земель сільськогосподарського призначення

лись у процесі людської та природної діяльності, та поверненням корисних компонентів у легкозасвоюваній для рослин формі назад до ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання збереження родючості ґрунтів є вкрай актуальним у поставлених умовах сьогодення, тому цю проблематику досліджує велика кількість науковців. Також важливим завданням є пошук нових способів захисту довкілля від інтенсивного землекористування.

Переваги застосування гранульованих органо-мінеральних добрив порівняно з іншими видами добрив було детально досліджено багатьма авторами [4–6]. А саме: автором було визначено вплив органо-мінеральних добрив на врожайність основних сільськогосподарських культур [6]. Під час дослідження було визначено позитивний вплив на врожайність бульб картоплі на дерново-слабопідзолистих ґрунтах, а саме внесення 5 т/га органо-мінеральних добрив дало більший приріст валового збору, ніж застосування 14 т/га гною, що показує його недостатню ефективність внаслідок великого вмісту вологи та зайвих погано засвоюваних компонентів, через що його ефективність є нижчою. Також було визначено, що використання більшої кількості добрив (5 т/га) підвищує врожайність картоплі приблизно у два рази.

Проблемам створення нових видів добрив і технології їх виробництва з використанням відходів харчової, хімічної та аграрної промисловості як сировини для виробництва добрив чи засобів підвищення родючості ґрунтів також присвячено багато дослідницьких робіт.

Авторами було запропоновано технології виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив із застосуванням відходів різних видів виробництв як сировини органічного, так і мінерального походження. У першому випадку автор запропонував гранулювати суспензію посліду з відходів птахівництва, а саме рідкого курячого посліду [4]. Однак цей спосіб виробництва має недоліки: є ймовірність зберігання небезпечних збудників у добривах, а саме сальмонели, яка складно піддається знезаражуванню.

Також було запропоновано велику різноманітність органічної та мінеральної сировини та способів виробництва добрив із неї, а саме рідкий аміак, карбамідно-аміачні суміші, відмерлі стебла сільськогосподарських рослин (наприклад, попіл від соняшника), відходи тваринництва тощо, як сировину для виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив. Також відомі технології виробництва органічних добрив із застосуванням сапропелей, органічних мулових відкладів стічних вод, біогумусу, що формується під час природної переробки органічних решток сапротрофами, наприклад каліфорнійським черв'яком [4; 6].

Ще одним важливим питанням є створення обладнання, яке дасть змогу отримати гранульо-

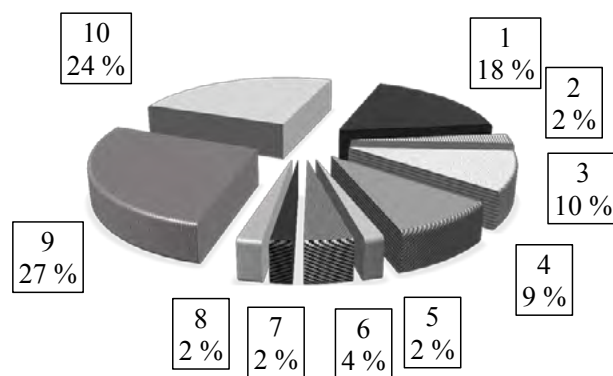
вані органо-мінеральні добрива із заданими властивостями відповідно до агрокліматичних умов. Наступними авторами було створено технологію виробництва нового виду комплексних органо-мінеральних добрив із пошаровою структурою, що дає можливість збільшити час вивільнення корисних компонентів у ґрунті, тобто добрива пролонгованої дії [4; 5; 7].

Кожен із наведених способів використання сировини як органічного, так і неорганічного походження має свої переваги та недоліки, тому пошук і розроблення нових і вдосконалення наявних технологій виробництва органо-мінеральних добрив незмінно залишаються актуальними.

Метою роботи є обґрунтування основних переваг використання гранульованих органо-мінеральних добрив нового покоління із заданим складом корисних компонентів, аналіз обладнання для виробництва добрив і особливостей процесу гранулювання та зневоднення рідких гетерогенних систем, що містять мінеральні, гумінові речовини та інші корисні компоненти.

Виклад основного матеріалу. Україна належить до однієї з провідних країн із виробництва та продажу сільськогосподарської продукції, станом на 2018 рік товарна частка експортованої рослинної сільськогосподарської продукції становить 17,8% до загального обсягу зовнішньої торгівлі України, з них 13,3% становить експорт зернових культур [8]. Діаграму основної товарної експортованої продукції наведено на рисунку 3.

Також Україна входить до десятки країн найбільших експортерів олійної продукції: за результатами 2018 року Український аграрний експорт зріс більше ніж на \$ 880 млн порівняно з 2017 роком, вартість якого становить \$ 18,8 млрд. Загалом, за цей період збільшились обсяги експорту продукції АПК на



1 – продукти рослинного походження; 2 – продукти тваринного походження; 3 – жири та олії; 4 – мінеральні продукти; 5 – полімерні матеріали; 6 – продукція хімічної промисловості; 7 – текстильні матеріали; 8 – одяг та інша продукція; 9 – недорогі метали та вироби з них; 10 – інше

Рис. 3. Товарна структура зовнішньої торгівлі у 2018 році

ринки Азії та Євросоюзу, тому збереження стабільних обсягів експорту аграрної продукції, розширення та пошук нових партнерів є одним з основних напрямів розвитку економічної діяльності [1].

Для забезпечення потреб внутрішнього споживання та експорту продукції АПК в Україні вирощуються в значних кількостях олійні культури – соняшник, ріпак; злакові – озима пшениця, ячмінь, жито та кукурудза. Однак надмірне вирощування таких кормових, технічних та енергетичних культур, як соняшник, кукурудза, ріпак тощо, призводить до серйозного виснаження ґрунтів.

Родючість ґрунтів є відносним поняттям і залежить не тільки від складу і виду рослини, що вирощується. На практиці родючість ґрунту оцінюють наявністю в ньому органічних сполук під загальною назвою «гумінові речовини», які накопичувались у ґрунтах протягом тривалого часу, та мінеральних компонентів (азоту, кальцію, натрію тощо). Походження гумінових речовин пов'язано з процесами біохімічного розкладу та перетворення залишків органічного походження.

Склад гумінових речовин надзвичайно різноманітний, до їх складу належать гумінові кислоти, фульвокислоти, солі цих кислот (гумати і фульвати) і гуміни (з'єднання гумінових кислот і фульвокислот з ґрунтовими мінералами) [7].

Стан земельних ресурсів змовлює все більше занепокоєння через зниження вмісту гумусу, запасу поживних речовин, збільшення площі кислих і засоленних ґрунтів. Внаслідок дегуміфікації щорічні втрати гумусу становлять 1,08 т/га загалом по Україні [9].

Для збереження стабільного збору врожаю щорічно аграрії вносять велику кількість мінераль-

них добрив. Наприклад, у 2016 році було внесено 1724,4 тис. т мінеральних добрив у ґрунт, що є нераціональним використанням мінеральних ресурсів. Нинішня ситуація характеризується наявністю великих обсягів виробництва мінеральних добрив із поступовим вичерпуванням запасів мінеральної сировини. Також наявні види мінеральних добрив не забезпечують їх рентабельного виробництва і застосування, оскільки неминучі утворення значних обсягів відходів і великі втрати фосфору внаслідок його закріплення в ґрунті [7].

До основних недоліків мінеральних добрив слід варто зарахувати низький коефіцієнт корисної дії (для азоту та калію – 30–40%, для фосфору – 20%), низьку засвоюваність корисних компонентів, не повністю задовільні фізико-хімічні, механічні та товарні властивості. Також надлишкове використання мінеральних добрив призводить до підвищення концентрації мінеральних солей у ґрунті, внаслідок чого руйнується структура ґрунту, в овочах накопичуються шкідливі для здоров'я нітрати та фосфати, відбувається розмивання водорозчинних компонентів добрив і потрапляння їх до ґрунтових вод і водойм [4].

Застосування мінеральних добрив має ряд недоліків, однак повна відмова від їх застосування також є небажаною, оскільки припинення їх застосування призведе до зниження врожайності рослин внаслідок недоотримання рослинами необхідних для нормального розвитку та функціонування таких важливих речовин, як азот, фосфор, калій, та інших мінеральних компонентів, які приймають безпосередню роль у формуванні зеленої маси рослин [7].

Найбільш раціональним розв'язанням цієї проблеми є застосування комплексних органо-мінеральних добрив, що містять у своєму складі азот, фосфор та органічні гумінові сполуки. Органічною сировиною для виробництва цих видів добрив може бути торф, буре вугілля, лігнін та інші органічні рештки й відходи аграрних і харчових виробництв [7]. На рисунку 4 наведено основні етапи та процеси під час виробництва багатошарових гранульованих органо-мінеральних добрив з органічної сировини.

Застосування гранульованих органо-мінеральних добрив дає змогу найбільш ефективно та при цьому безпечно для навколишнього середовища підвищити родючість ґрунту, забезпечити рослини найважливішими поживними елементами, такими як азот, фосфор, калій, кальцій, гумінові сполуки тощо. Також великою перевагою гранульованих добрив

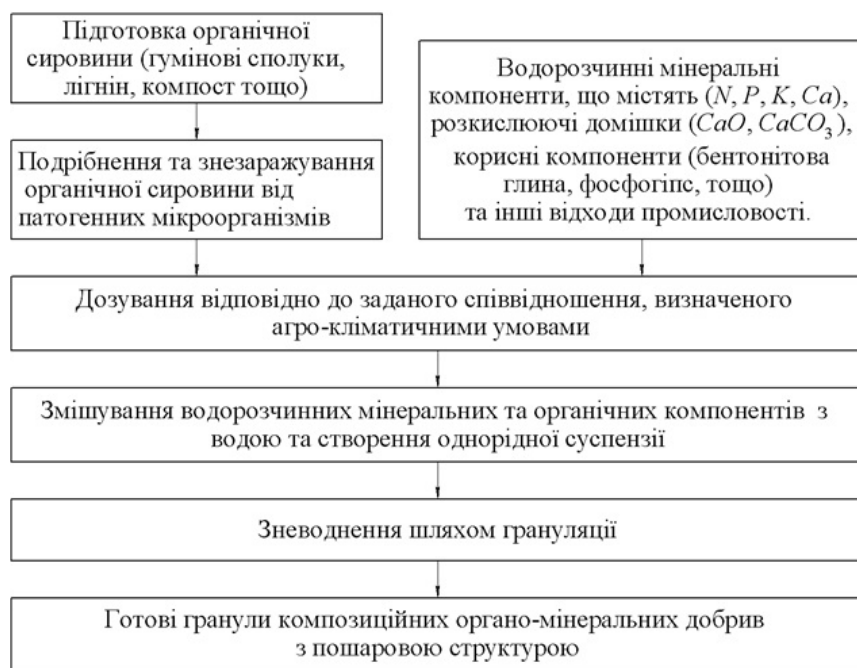


Рис. 4. Основні етапи та процеси під час виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив

є їх зручне застосування, зберігання та транспортування. Під час виробництва органо-мінеральних добрив у гранульованому вигляді найбільш важливим процесом, що впливає на якість, є процес грануляції, від ефективності якого залежать основні експлуатаційні параметри гранули. До таких параметрів належать фізико-хімічні, механічні та товарні властивості. До фізико-хімічних властивостей належать хімічний склад і рівномірність розподілення компонентів в об'ємі гранули. Основним механічним параметром є міцність гранул, значення параметра повинно бути ≥ 10 Н на гранулу. Товарні властивості передбачають сферичну форму та заданий дисперсний склад усіх гранул ($1,5 \leq D_e \leq 4,5$ мм) [4].

Для створення гранульованих органо-мінеральних добрив нового покоління з попередньо заданим складом корисних компонентів відповідно до агрокліматичних умов необхідно визначити корисний ефект кожного компонента, розміщення в гранулі та концентрацію. Наприклад, якщо під час перевірки ґрунту було визначено, що він є кислим ($\text{pH} < 7$), то в склад гранульованого добрива можливим є додавання розкислювального компонента, прикладом такого компонента може бути вапно CaO чи карбонат кальцію CaCO_3 . Додавання розкислювальних компонентів до складу комплексного органо-мінерального добрива, в якому містяться фізіологічно кислі солі (сульфат амонію тощо), дасть змогу не вносити чи зменшити кількість окремого внесення розкислюючих речовин для нейтралізації ґрунтів після їх внесення.

В умовах посушливого клімату та нерівномірного дощового режиму до складу комплексних гранульованих добрив можливим є додавання компонентів із певними фізико-хімічними властивостями, наприклад бентонітових глин. Бентонітові глини мають добру каталітичну активність, зв'язуючі та склеюючі властивості, тому їх використання є необхідним

для сорбції вологи та запобігання вибухових властивостей добрива, шляхом зменшення кількості вільного азоту [5].

Також до складу гранул можливим є додавання калійних солей, крейди, фосфоритного борошна, фосфогіпсу та багатьох інших корисних компонентів, що зазвичай вносяться окремо і допомагають забезпечити рослину всіма необхідними поживними речовинами та мікроелементами.

Головні висновки. Гранульовані органо-мінеральні добрива з пошаровою структурою володіють рядом переваг над іншими видами добрив, основними перевагами яких є високий ступінь засвоєння корисних компонентів, тривала дія, пов'язана з поступовим вивільненням корисних компонентів у ґрунт і зручні умови використання та зберігання.

Для виробництва гранульованих органо-мінеральних добрив нового покоління доцільним є застосування грануляторів псевдозрідженого шару, використання яких дає змогу отримати гранульовані органо-мінеральні добрива з пошаровою структурою пролонгованої дії.

Питання збереження родючості ґрунтів залишається вкрай актуальним у часі, тому створення нових рецептур комплексних органо-мінеральних добрив відповідно до агрокліматичних умов є важливим науково-технічним завданням.

Перспективи використання результатів дослідження. Надалі варто дослідити залежності складу комплексного органо-мінерального добрива на різні види та типи ґрунтів, клімату, сільськогосподарської культури, яка вирощується, і визначити найбільш оптимальні співвідношення органічних і мінеральних компонентів у готовому гранульованому добриві нового покоління. Також необхідно обґрунтувати вибір обладнання для виробництва гранульованих композиційних добрив і визначити необхідні технологічні параметри проведення процесу грануляції.

Література

- Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства і сільських територій в Україні на 2015–2020 роки. URL: <http://minagro.gov.ua/node/16025> (дата звернення: 01.12.18).
- Земельний фонд України станом на 1 січня 2016 року та динаміка його змін у порівнянні з даними на 1 січня 2015 року. URL: <http://land.gov.ua/info/zemelnyi-fond-ukrainy-stanom-na-1-sichnia-2016-roku-ta-dynamika-ioho-zmin-u-porivnianni-z-danymu-na-1-sichnia-2015-roku/> (дата звернення: 01.12.18).
- Панас Р.М. Сучасні проблеми зниження родючості ґрунтів України і перспективи її відтворення та збереження. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2013. № 2. С. 102–106.
- Корнієнко Я.М., Мельник М.П., Мартинюк О.В. Струменево-пульсаційний режим псевдо зрідження: монографія. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 235 с.: іл.
- Степанюк А.Р., Марушевський С.О. Переваги застосування органо-мінеральних гумінових добрив у присутності кісткового борошна. *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. 2015. № 47 (1). С. 183–185.
- Гаврилюк В.А., Демчук С.М. Органо-мінеральні добрива – комплексне вирішення використання сировинних ресурсів. *Agroecological journal*. 2013. № 4. С. 78–81.
- Корнієнко Я.М., Степанюк А.Р. Створення гуміново-мінеральних добрив для забезпечення екологічної рівноваги. *Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2008. № 2. С. 48–52.
- Товарна структура зовнішньої торгівлі у січні – липні 2018 року. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zd/toszt/tsztt_u/tsztt0718_u.htm (дата звернення: 25.12.18).
- Ходаківська О.В., Корчинська С.Г., Матвієнко А.П. Економічні проблеми відтворення родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 71–75.