

УДК 504.064.3:631.4 (477.41)

А.А. Горбатенко*

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ҐРУНТІВ
ВП НУБІП УКРАЇНИ "АГРОНОМІЧНА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ"**

Проведено аналіз результатів ґрунтового моніторингу за основними показниками родючості ґрунту. Розраховано та проаналізовано зміну балу бонітету ґрунтів досліджуваного господарства. Доведено доцільність проведення багаторічного моніторингу ґрунтів за основними показниками якості для виявлення достовірних тенденцій їх зміни.

Ключові слова: ґрунтовий моніторинг, бал бонітету, картування.

Вступ. Проблема використання ґрунтових ресурсів у сучасних умовах для всього людства стає особливо гострою. Актуальною вона є і для України, де земельні ресурси в економічному потенціалі країни відіграють провідну роль. Тому реалізація державної політики щодо охорони родючості ґрунтів та їх раціонального використання повинна стати одним з пріоритетних напрямів у роботі всіх землекористувачів, спеціалістів та керівників сільськогосподарських підприємств і організацій [1].

Необхідною умовою ефективного використання ґрунтових ресурсів з метою одержання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур належної якості, насамперед, є наявність інформації про їх еколого-агрохімічний стан. Застосування агрохімікатів у необґрунтовано високих або не збалансованих за поживними речовинами дозах не тільки знижує врожай, але і погіршує його якість, забруднює ґрунт і ґрунтові води шкідливими сполуками. Хімізація сільськогосподарського виробництва - один з найбільш потужних чинників антропогенного впливу на довкілля, який у зв'язку з надзвичайними, як позитивними, так і негативними наслідками, має перебувати під постійним контролем [2].

Узагальнення матеріалів дає можливість провести агроекологічний аналіз стану ґрунтів, допомагає виявити території з ґрунтами різних рівнів родючості та ефективності застосування добрив, визначити площі сільськогосподарських угідь, відносно чистих від техногенного забруднення та залишків агрохімікатів [3].

Мета, об'єкт, методика досліджень. Об'єктом досліджень були ґрунти дернові, чорноземи типові лучні та лучно-чорноземні легко- та середньосуглинкові ґрунти.

Предметом досліджень було вивчення динаміки зміни стану агроекологічного оцінювання полів та бонітування ґрунтів.

Мета досліджень полягала в аналізі змін якості ґрунту шляхом еколого-агрохімічної оцінки угідь господарства на основі методики бонітування ґрунтів, а також використання можливостей екологічного картування для інтерпретації отриманих результатів.

Серед вітчизняних методик бонітування ґрунтів відзначають методики розроблені в Національному аграрному університеті (А. І. Сірий, 1974), Інституті землеустрою УААН та інституті ґрунтознавства і агрохімії УААН ім. О.Н. Соколовського (Л. Я. Новаковський, В. В. Медведєв та інші, 1996) і Інституті садівництва УААН (М. В. Козак, 1996) [4].

Методичні рекомендації визначення кількісних та якісних характеристик

* Науковий керівник – д-р пед. наук, доц. Н.М. Рідей

сільськогосподарських земель, розроблені провідними установами – ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського» УААН та Інститутом агроекології УААН, регулюють отримання якісної та безпечної продукції і сировини: Керівний нормативний документ «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок» (1996) [5], «Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення» (2008) [6].

В описі даних використовувалися методики визначення забезпеченості поживними речовинами досліджуваних земель [7], та визначення їх якості за агроекологічним методом Зражевського-Сірого [8]. Авторами цього системного методу обґрунтування відповідні нормативи і поправочні коефіцієнти, які входять до Керівного нормативного документа «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок», згідно з яким еколого-агрохімічна оцінка якості ґрунтів проводиться агроекологічним методом з використанням показників, що характеризують їх внутрішні властивості (агрофізичні, фізико-хімічні та агрохімічні), і виражається в балах.

Для наочності інтерпретованих даних було застосовано картографічний метод з використанням сучасного програмного забезпечення.

Умови проведення досліджень. За схемою геоморфологічного районування Київської обл. територія господарства знаходиться на кордоні Васильківсько-Обухівської рівнини, що представляє собою лесове плато з пониженням у південній частині.

Найбільш розповсюдженими ґрунтоутворювальними породами господарства є леси, потужністю 8-10 м. Наявність карбонатів сприяє формуванню на них ґрунтів зі стійким поглинальним комплексом, що є сприятливими умовами для накопичення гумусу. Леси – сприятливі ґрунтоутворювальні породи і в агрономічному відношенні, ґрунти на них добре пропускають воду, вона легко піднімається капілярами, зволожуючи поверхневі шари ґрунту.

Негативною здатністю лесів є їх пилюватість. Вони містять від 66,0 до 70,5% крупного пилю і 9,6-16,5% мулу. Тому ґрунти, що сформувалися на лесах, мають невелику водостійкість структурних агрегатів, поверхня їх часто запливає, утворюючи кірку.

На понижених ділянках плато леси оглеєні відрізняються сірим кольором з іржасто-вохристими плямами. На них сформувалися лугово-чорноземні, чорноземно-лугові і болотні ґрунти.

Незначне розповсюдження серед ґрунтоутворювальні порід на території господарства мають давньоалювіальні відклади. Це невідсортовані супіщані безкарбонатні породи, що характеризуються низькою вологоємністю, швидким проходженням води в нижні горизонти. Де утворилися бідні дерново-підзолисті ґрунти [4].

Найбільш поширеними ґрунтами в господарстві є лучно-чорноземні карбонатні крупнопилувато-легкосуглинкові ґрунти та чорноземи типові потужні мало гумусні (рис. 1) [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Забезпеченість ґрунту агрохімічними показниками. У період проведення дослідження (2008 – 2010 р.) в Агрономічній дослідній станції було досліджено 20 виробничих ділянок, Майже всі ділянки знаходилися під польовою сівозміною.

Аналізуючи фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву досліджуваних ділянок необхідно сказати, що за реакцією ґрунтового середовища (рН_{H₂O}) всі поля мають нейтральну реакцію як у 2008 р., 2009 р., так і в 2010-му, що характеризує їх сприятливі умови для розвитку культур, яким притаманне нейтральне середовище (ячмінь, яра пшениця, озима пшениця, цукрові буряки, тощо).

Ґрунтове вкриття земель ВП НУБіП України "Агрономічної дослідної станції"



ШИФР ҐРУНТ

- 1-Чорноземи типові лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни легко- і середньосуглинкові
- 2-Чорноземи типові лучні та чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 3-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх глейові та намиті відміни
- 4-Лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 5-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни, легко- і середньосуглинкові чорноземи
- 6-Чорноземи типові легко- і середньосуглинкові
- 7-Лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни легко- і середньосуглинкові

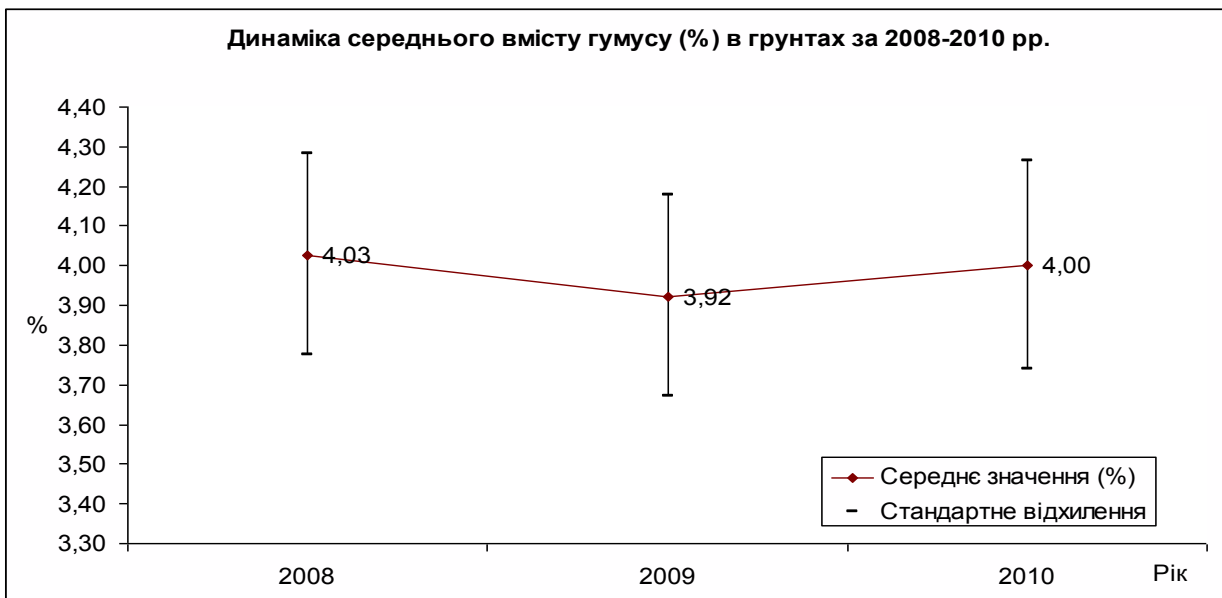
Рис. 1. Картограма ґрунтового вкриття земель ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»

Найважливішим показником кількісної оцінки родючості ґрунтів є вміст в них гумусу. Виходячи з агрохімічних даних досліджуваних ділянок в 2008 році, поля

№№ 1, 2, 5, 10, 14, 17, 20 характеризуються низькою забезпеченістю гумусом (за Л.А. Гришиним, Д.С Орловим), його вміст у ґрунті коливається від 3,65 до 3,97 %. Решта досліджуваних полів мають благополучну ситуацію за вмістом гумусу у ґрунтах, що забезпечує нормальне протікання вегетації сільськогосподарських культур та отримання біологічно повноцінних урожаїв. За даними 2009 - 2010 р. ситуація фактично не змінилася (рис. 2).

Дані рисунка 2 свідчать, що середнє арифметичне значення вмісту гумусу будь-якого року потрапляє в довірчі інтервали кожного з цих років, тобто хоча і саме середнє значення змінюється по роках, про чітку тенденцію до зменшення або збільшення гумусу в ґрунтах господарства говорити важко. У цьому випадку можна констатувати незначне коливання середнього показника вмісту гумусу в ґрунтах господарства.

За узагальненими даними ряду вчених та безпосередньо академіка НААН України О.О. Созінова, оптимальні параметри азотного режиму за Корнфілдом у середньому становлять більше 200 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору за Мачигінім від 40 до 65 мг P_2O_5 /кг ґрунту, обмінного калію за Мачигінім від 300 до 600 мг K_2O /кг ґрунту.



Графік динаміки середнього арифметичного значення вмісту гумусу у ґрунтах ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр.

Проаналізувавши дані, необхідно зазначити – у 2008 р. досліджувані поля (№№ 1, 2, 4, 6-9, 11-16, 20) за вмістом азоту, що легко гідролізується, мають середню забезпеченість ґрунту, їх вміст коливається від 158 до 196 мг/кг ґрунту, на полях №№ 3, 10, 17-19 його вміст підвищений і лише на полі № 5 – низький; в 2009 році: середній на дев'яти полях (№№ 3, 4, 6, 7, 11, 12, 14, 17, 20), на семи ділянках вміст його був підвищений (більше 200 мг/кг) (№№ 8, 10, 13, 15, 16, 18, 19), а на 4-х – низький (№№ 1, 2, 5, 9) (<100 мг/кг); за даними 2010 року: лише на полях №№ 18, 19 вміст азоту, що легко гідролізується відповідає значенню підвищеного (відповідно 221, 209 мг/кг), на полях №№ 3, 7, 8, 10-17 вміст його був середнім, і на полях №№ 1, 2, 4-5, 9, 20 – низький (рис. 3).

Дані рис. 3 засвідчують, що у 2009 році вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті зменшився порівняно з 2008 р., але вже у 2010-му році діапазон стандартного відхилення середнього арифметичного значення вмісту в ґрунтах азоту, що легко гідролізується, охоплює середні значення 2008-2009 рр, при цьому середнє значення трішки зменшилося порівняно з 2009 р. (на 1 мг/кг). Аналіз графіка динаміки вмісту

азоту, що легко гідролізується у ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр засвідчує, що досліджуваний показник за середнім його значенням зменшився за три роки, при цьому статистичні результати не дозволяють констатувати чітку тенденцію зменшення цього показника. Разом з тим, можна сказати, що для встановлення достовірного тренду та формулювання широких висновків, потрібно продовжувати моніторинг у цьому напрямі.

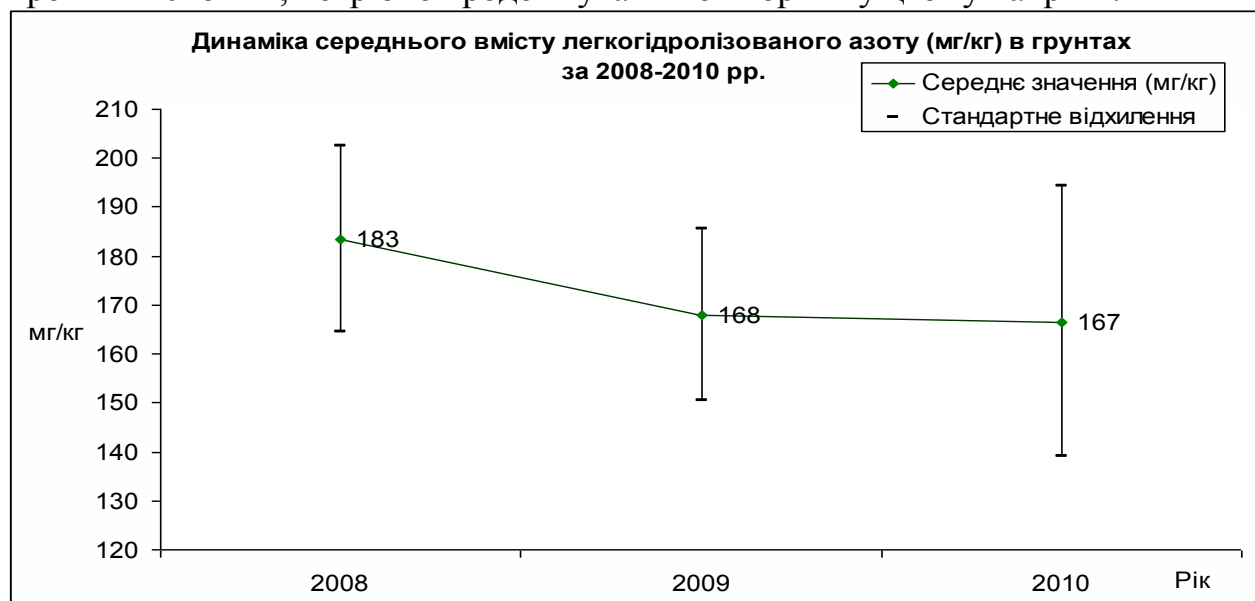


Рис. 3. Графік динаміки середнього арифметичного значення вмісту азоту, що легко гідролізується в ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр.

За вмістом сполук рухомого фосфору майже всі ділянки 2008 р. мають високий вміст цього показника, а саме: високий вміст був на полях №№ 1-5, 8-10, 12, 14, 18, 19, підвищений на полях №№ 7, 11, 13, 17, середній - на полях №№ 6, 15, 16, 20; у 2009р. вміст його був середній на чотирьох полях (№№ 6, 7, 13, 17), підвищений - на семи ділянках (№№ 3 – 5, 11, 14 – 16), дуже високий - на чотирьох (№№ 1, 8, 18, 19), високий на 4-х (№№ 2, 9, 10, 12) та на одному – вміст його був низьким (11 мг/кг) (№ 20); за результатами 2010р. дуже високий вміст рухомого фосфору був на полях №№ 1, 18, 20, високий на полях №№ 2, 8, 10, 12, 19, підвищений - на полях №№ 3-5, 9, 11, 15, середній - на полях №№ 6, 7, 13, 14, 16, 17 (рис. 4).

На перший погляд, із графіка на рис.4 можна зробити висновок, що середній вміст доступних форм фосфору у ґрунтах господарства зменшується. Але якщо врахувати стандартне відхилення середніх значень, то видно, що в 2009р середнє значення вмісту рухомих форм фосфору у ґрунтах господарства більш достовірне (і збігається зі значенням 2008р.), ніж у 2008р. та 2010р. Таким чином, за графіком статистичних обрахунків можна констатувати зміни кількості рухомих форм фосфору у ґрунтах досліджуваного господарства, але робити висновок про тенденції до зменшення цього показника зарано. Отже, за результатами моніторингу вмісту рухомих форм фосфору у ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», проведеного в період 2008 – 2010 рр. можна констатувати зміни в кількості цього показника в ґрунтах та для виявлення тенденцій рекомендувати продовження досліджень цієї області.

За вмістом обмінного калію досліджувані поля у 2008р. характеризуються в основному низькою (поля №№ 4, 6, 8, 11-13, 15, 17, 20) та середньою (поля №№ 2, 3, 5, 7, 14, 16, 18, 19) забезпеченістю; у 2009 р. вміст обмінного калію був низьким на 12-ти полях (поля №№ 2, 4, 6-8, 11-15, 17, 20), середнім на шести ділянках (поля

№№ 1, 3, 5, 16, 18, 19) та на двох - вміст його був підвищеним (300 – 400 мг/кг) (поля №№ 9, 10); за даними 2010-го року вміст обмінного калію був середнім на п'яти полях (№№ 1, 5, 9, 10, 18), на інших полях вміст його був низьким (поля №№ 2-4, 6-8, 11-17, 19, 20) (рис. 5).

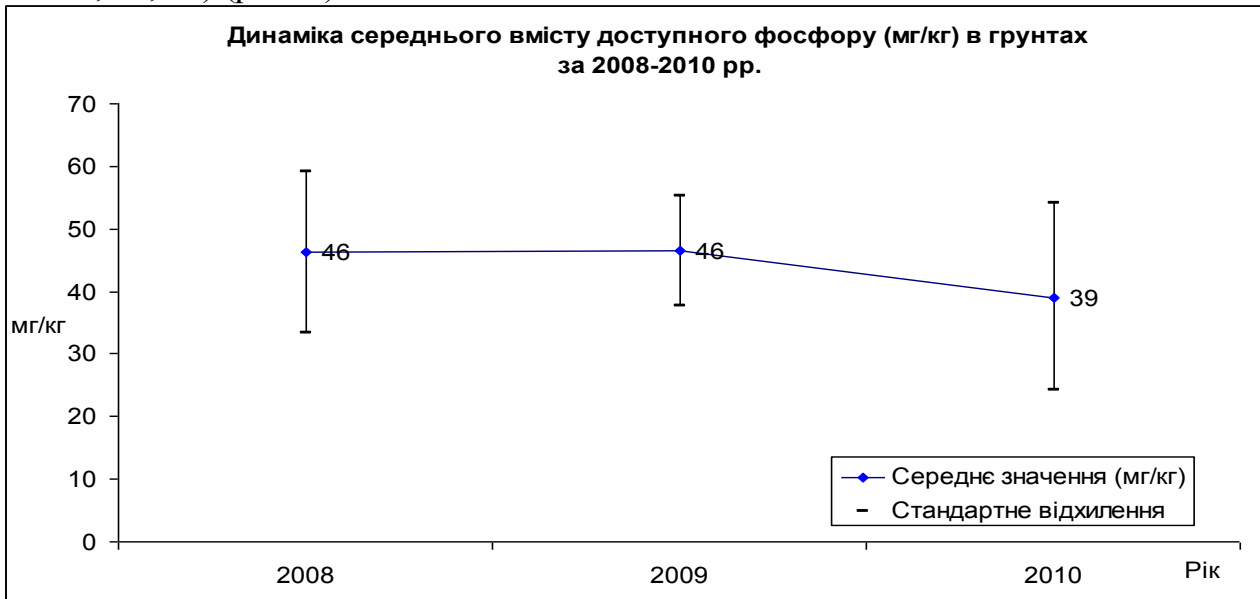


Рис. 4. Графік динаміки середнього арифметичного значення вмісту сполук рухомого фосфору у ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр.



Рис. 5. Графік динаміки середнього арифметичного значення вмісту обмінного калію у ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр.

Розглядаючи графік на рис. 5, за значеннями середнього арифметичного вмісту обмінного калію у ґрунтах досліджуваного господарства за три роки, можна знову ж говорити про коливання цього елемента у ґрунтах, а не про чітко виражені тенденції до зменшення. Хоча, урахувавши зміни стандартного відхилення за роками, то все ж деякою мірою можна побачити незначну тенденцію зменшення обмінного калію у ґрунтах господарства. Для виявлення чіткого тренду, потрібне подальше проведення ґрунтового моніторингу.

Якісна оцінка земель ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Якісну оцінку земель в Агрономічній дослідній станції було проведено на 20

ділянках за окремими показниками (кислотність водної витяжки, уміст гумусу в орному шарі ґрунту, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію).

Вирахувавши бали основних критеріїв [9] за даними на 2008 р. було отримано наступні результати (рис. 6): ґрунти полів № 1, 9, 10, 18 належать до групи дуже високої якості, в них бал бонітету понад 80, усі інші землі належать до групи високої якості, оскільки в них бал якості менший за 80 балів але більший за 60 балів.

У 2009 р. ситуація змінилася наступним чином: землі полів №№ 1, 8, 10, 18, 19 належали до групи дуже високої якості, усі інші, крім поля № 6 і 20, входили до групи високої якості. Поля під № 6 і № 20 увійшли до групи середньої якості (рис. 7).

За даними, отриманими 2010р., ґрунти групували наступним чином: землі полів №№ 18, 19 віднесли до групи дуже високої якості, землі полів №№ 1-5, 7-17 віднесли до групи високої якості, а №№ 6 і 20 до групи середньої якості (рис. 8).

Узагальнення результатів бонітування ґрунтів протягом 2008-2010р. представлено на рис. 9.

Графіка на рис.6, свідчить, що разом із зменшенням середнього арифметичного балу бонітету ґрунтів виробничих площ досліджуваного господарства спостерігається зменшення емпіричних значень стандартного відхилення. Разом з тим середні значення балу бонітету кожного року знаходяться практично в межах будь-якого емпіричного значення стандартного відхилення, що не дозволяє робити висновок про катастрофічне зменшення бонітету ґрунтів досліджуваного господарства.

На фоні графіків рис. 3-5, графік рис.6 має більш виражені тенденції щодо зменшення значень. Це говорить про локалізацію змін основних показників родючості. У цьому випадку просторову картину може дати лише використання картографічного методу, за яким можна детальніше зорієнтуватися в досліджуваному питанні на прикладі вже розроблених картограм (рис. 6 – 8).

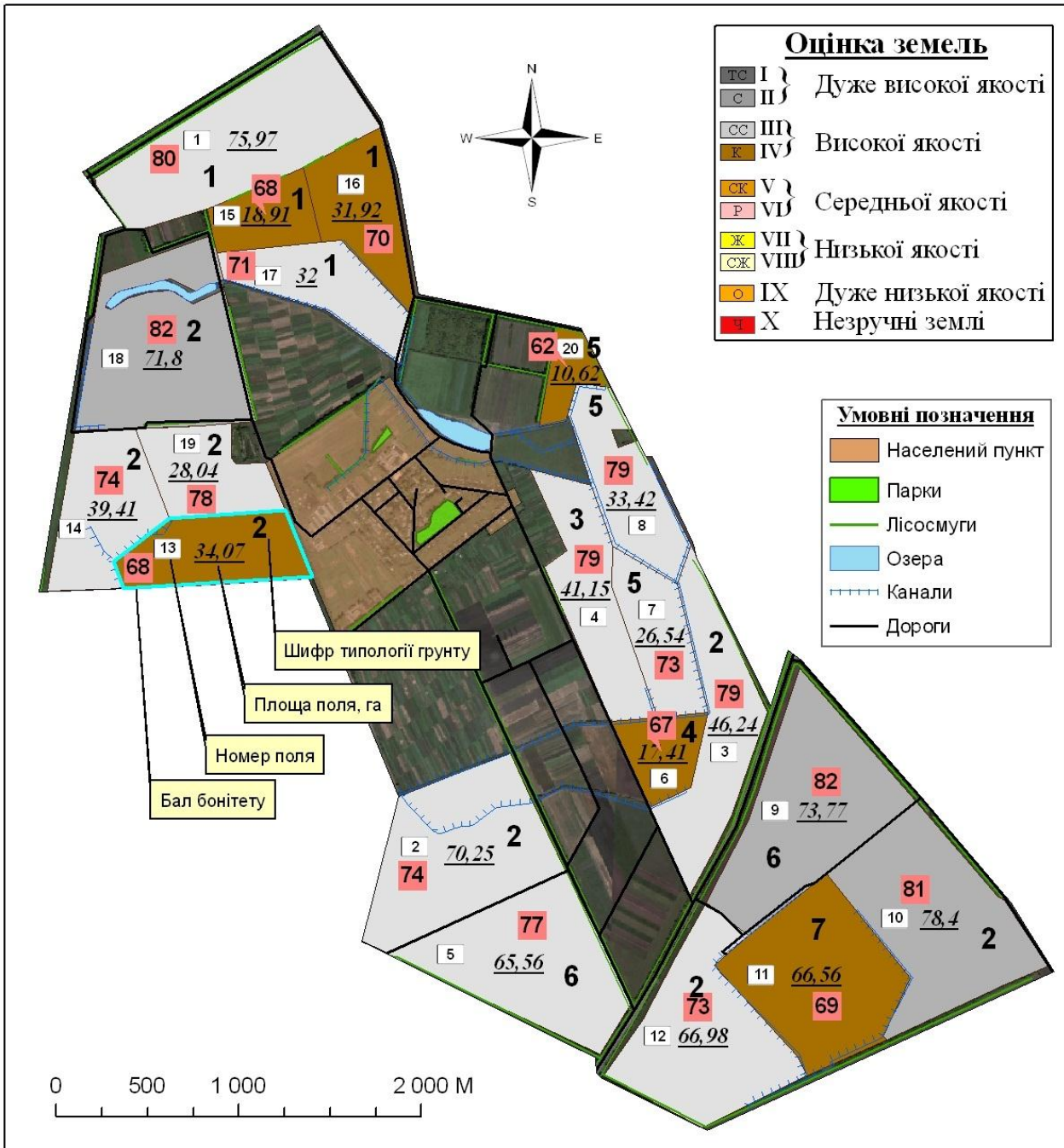
Висновки. Протягом 2008 – 2010 рр. було проведено моніторинг ґрунтового покриву полів ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», що дозволили прослідкувати динаміку показників якості ґрунтів.

Аналізуючи агрохімічну оцінку ґрунтів (кислотність водної витяжки, уміст гумусу в орному шарі ґрунту, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію) на досліджуваних полях, можна відмітити, що дані ґрунти за 2008р. відносять в основному до класу високої якості, агрохімічний бал бонітету становить від 60 до 80 балів; на 2009р. ситуація суттєво не змінилася, у загальному клас якості незначно підвищився але на 2010 рік клас якості несуттєво знизився, порівняно як з 2008р. - 2009р (рис. 9).

За результатами проведених аналізів було розроблено низку картограм за вмістом в орному шарі ґрунтів господарства рівня гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію по кожному року (2008 – 2010 рр.); візуалізовано результати якісної оцінки за три роки, що дозволяють наочно демонструвати зміну основних показників родючості і якості ґрунтів ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (рис. 6, 7, 8, 9).

У ході аналізу результатів досліджень (рис. 2 – 5) не можна говорити про тенденцію зменшення одних із основних показників якості ґрунтів господарства: вміст гумусу та макроелементів – легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та доступного калію.

**Бонітет земель ВП НУБіП України "Агрономічної дослідної станції"
за основними показниками на 2008 рік**

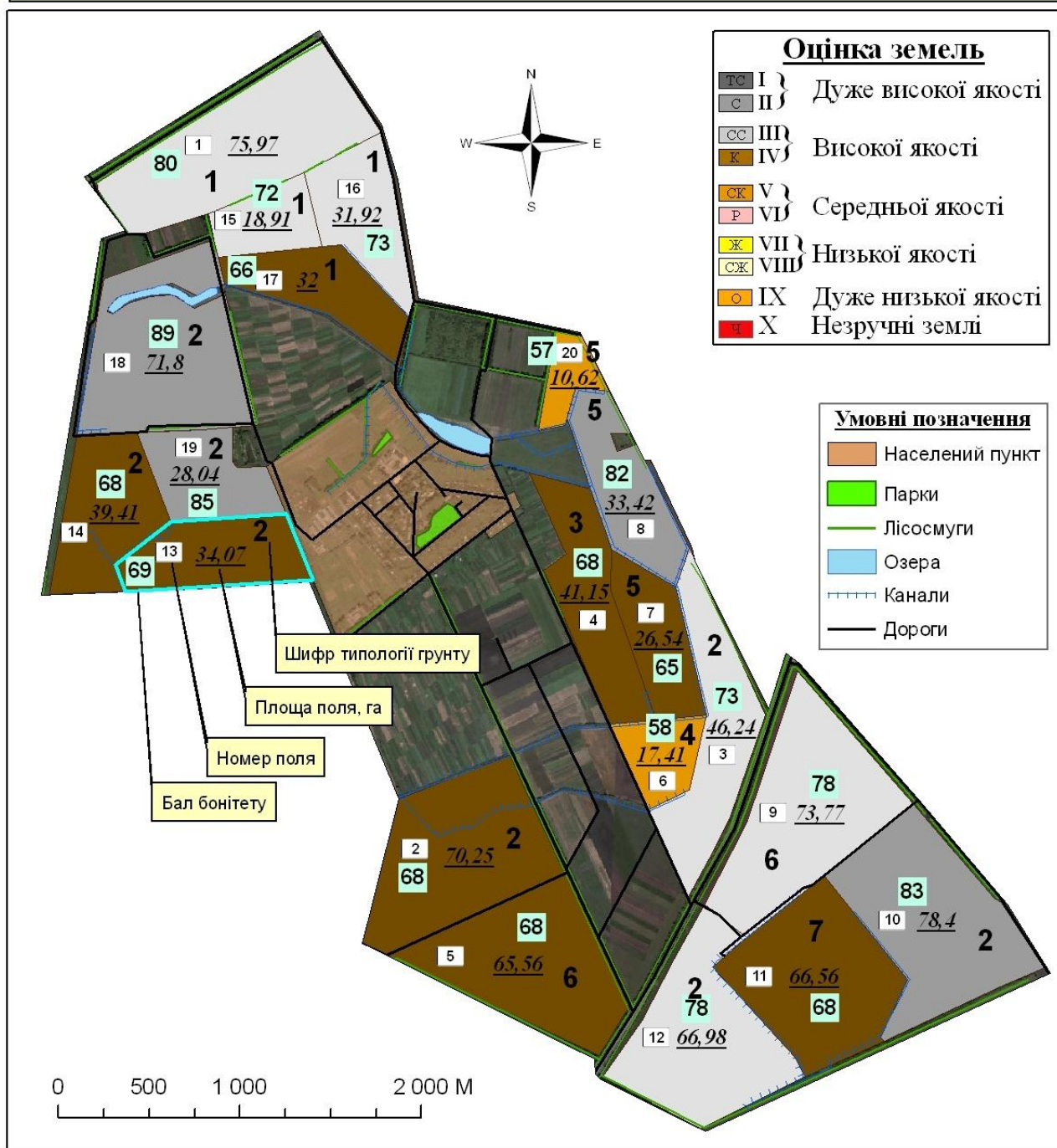


ШИФР ГРУНТ

- 1** 1-Чорноземи типові лучні і чорноземно-лучні та їх наміті відміни легко- і середньосуглинкові
- 2** 2-Чорноземи типові лучні та чорноземно-лучні та їх наміті відміни
- 3** 3-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх глейові та наміті відміни
- 4** 4-Лучні і чорноземно-лучні та їх наміті відміни
- 5** 5-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх наміті відміни, легко- і середньо суглинкові чорноземи
- 6** 6-Чорноземи типові легко- і середньосуглинкові
- 7** 7-Лучні і чорноземно-лучні та їх наміті відміни легко- і середньосуглинкові

Рис. 6. Картограма якісного стану земель ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» за даними на 2008 рік.

**Бонітет земель ВП НУБіП України "Агрономічної дослідної станції"
за основними показниками на 2009 рік**

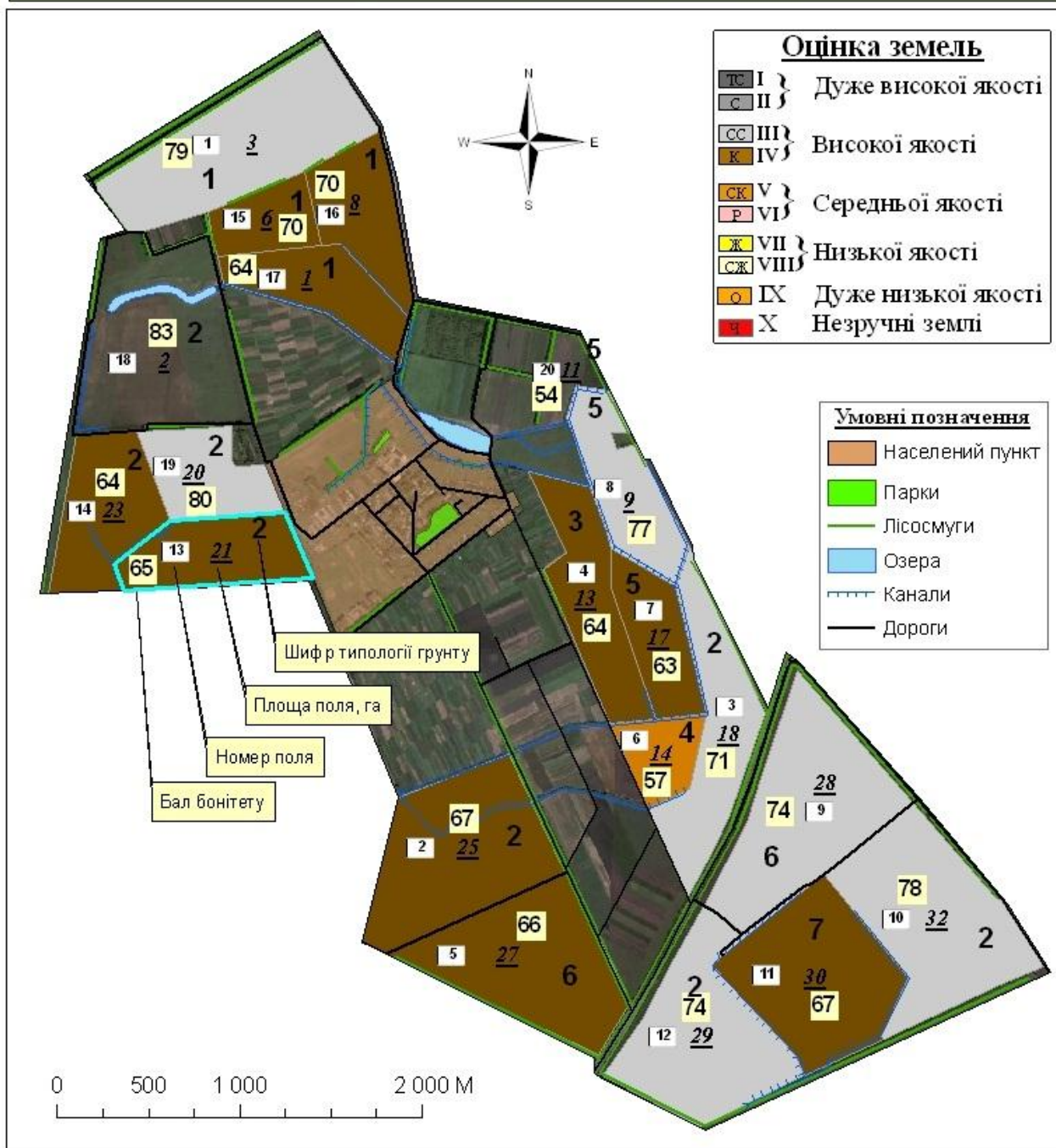


ШИФР ГРУНТ

- 1** 1-Чорноземи типові лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни легко- і середньосуглинкові
- 2** 2-Чорноземи типові лучні та чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 3** 3-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх глейові та намиті відміни
- 4** 4-Лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 5** 5-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни, легко- і середньо суглинкові чорноземи
- 6** 6-Чорноземи типові легко- і середньосуглинкові

Рис. 7. Картограма якісного стану земель ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» за даними на 2009 рік.

Бонітет земель ВП НУБіП України "Агрономічної дослідної станції" за основними показниками на 2010 рік



ШИФР ГРУНТ

- 1-Чорноземи типові лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни легко- і середньосуглинкові
- 2-Чорноземи типові лучні та чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 3-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх глейові та намиті відміни
- 4-Лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни
- 5-Дернові, лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни, легко- і середньо суглинкові чорноземи
- 6-Чорноземи типові легко- і середньосуглинкові
- 7-Лучні і чорноземно-лучні та їх намиті відміни легко- і середньосуглинкові

Рис. 8. Картограма якісного стану земель ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» за даними на 2010 рік

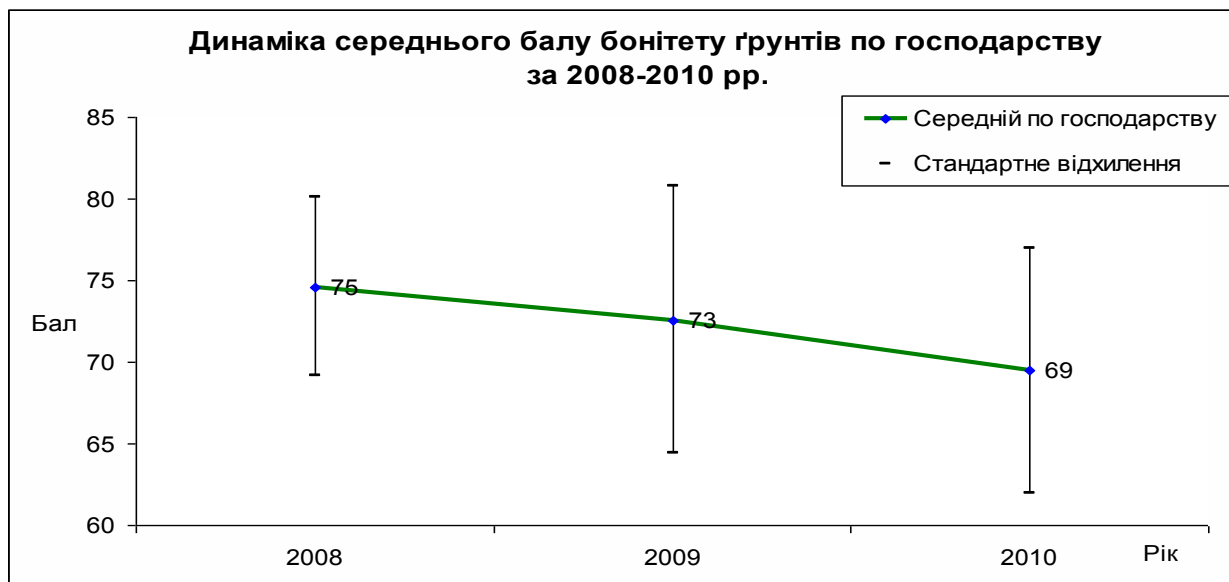


Рис.9. Графік динаміки середнього арифметичного значення балу бонітету ґрунтів ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» в період 2008-2010 рр.

Узагальнюючи отримані дані, бал бонітету за 2008 – 2010рр. в середньому по господарству зменшився на 6 балів – із 75 до 69 (рис. 9). Для виявлення достовірних тенденцій щодо зміни балу бонітету потрібне подальше проведення моніторингу досліджуваних показників.

Бібліографічний список: 1. Науково-методичні положення оцінки земель України у світових цінах. / Гнаткович Д. І – Львів, 1995. – 68 с. 2. Теоретичні основи державного земельного кадастру: навч. посібник / М.Г. Ступень, Р.Й. Гулько, О.Я. Микула та ін.; За заг. ред. М. Г. Ступеня. – 2-ге вид., стереотип. – Львів: Новий Світ-2000 2006. – 336 с. 3. Методические рекомендации по проведению бонитировки почв. – К.: УААН, 1993. – 96 с. 4. Ґрунтознавство з основами геології: Навч. Посібник//. / О. Ф. Гнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький. К.: Оранта., 2005. – 648 с. 5. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок-. [Чинний з 1996.09.01.] -Київ, Аграрна наука, 1996. – 37 с. (Керівний нормативний документ). 6. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення/ за ред. к.с.-г.н. О.О. Ракоїд. – К.: Логос, 2008. – 51 с. 7. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів ДСТУ 4362:2004 / Київ, Держспоживстандарт України, 2006,- 23 с. 8. Якісна оцінка ґрунтів./ А. І Сірий – К: Т-во «Знання» Української РСР.,– 1974. – 48 с. 9. Комплексна агроекологічна оцінка земель ВП НУБІП України. Частина 2. Агрономічна дослідна станція / Н.М Рідей., О.Л. Тонха, В.П Строкаль.,та ін.; За ред. к. с.-г. н. Н.М. Рідей. - К.: Вид. УкрДГРІ, 2009. – 100 с.

А.А. Горбатенко

МОНИТОРИНГ ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ ОП НУБИП УКРАИНЫ «АГРОНОМИЧЕСКАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ»

Проведен анализ результатов почвенного мониторинга за основными показателями плодородия. Рассчитано и проанализировано изменения бала бонитета почв исследованного хозяйства. Доказано целесообразность проведения многолетнего мониторинга почв по основным показателям качества для выявления достоверных тенденций их изменения.

Ключевые слова: почвенный мониторинг, балл бонитета, картирование.

Anatolii Gorbatenko

ENVIRONMENTAL – AGROCHEMICAL MONITORING OF SOILS NUBIP OF UKRAINE, «AGROCHEMICAL RESEARCH CENTER»

This study presents an analysis of the results of soil monitoring, which is based on the main soil fertility parameters. Changes in the quality of soils in the study area have been evaluated according to the soil quality class. This study proves effectiveness of conducting soil monitoring on the basis of the main soil quality parameters in order to obtain reliable trends in changes of soil quality.

Keywords: soil monitoring, soil quality class, mapping.