

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки
до практичних робіт
з дисципліни
«ЕКОЛОГІЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСА»
спеціальність 101 «Екологія», рівень підготовки – магістр.

Одеса –2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки
до практичних робіт

з дисципліни

«ЕКОЛОГІЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСА»

для студентів –2 курсу

спеціальність 101 «Екологія», рівень підготовки – магістр.

"Узгоджено"

на факультеті магістерської та
аспірантської підготовки

Декан _____ Боровська Г.О.

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри
агрометеорології

та агрометеорологічних прогнозів

Протокол №__ від _____ 2018р.

Зав. кафедрою

_____ Польовий А.М

Одеса – 2018

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Екологія агропромислового комплексу» для студентів – 2, спеціальність 101 «Екологія», рівень підготовки – магістр. // Укладач: к. геогр. н., доцент Жигайло О.Л., Одеса, ОДЕКУ, 2018 р., 50 с., укр. мовою.

ПЕРЕДМОВА

Курс «Екологія агропромислового комплексу» є професійно-обов'язковою дисципліною при підготовці фахівців зі спеціальності 101 «Екологія».

Основним завданням цього курсу є вивчення питань з охорони природи в сільському господарстві. Від екологічних знань фахівців-екологів залежать захист і збереження навколишнього середовища від деградації природних ландшафтних систем та прямого забруднення, зниження ресурсо-, матеріало- та енергоємності сільськогосподарського виробництва, впровадження маловідходних систем і процесів, впровадження природо доцільних систем ведення землеробства, тваринництва, оптимізація ландшафтів сільськогосподарських районів, виробництво екологічно чистої продукції.

Мета методичних вказівок – забезпечення виконання практичних робіт.

Для виконання практичних робіт студент повинен **знати** теоретичні основи, що дозволять успішно:

- розрахувати агроекологічні характеристики;
- оцінити екологічний стан основних компонентів агропромислового комплексу;
- знайти оптимальне рішення і надати рекомендації ведення господарської діяльності в окремих сферах агропромислового комплексу.

Вміти :

- Виконувати певну роботу;
- Створювати аналіз отриманих результатів;
- Оформляти отримані результати у вигляді протоколу (Додаток А);
- Захистити роботу.

Звіт з практичної роботи оформлюється у вигляді протоколу (Додаток А). Виконання розрахунків, аналізу отриманих даних оцінюються в практичній частині роботи (50 % загальної оцінки), захист виконаної роботи оцінюється в теоретичній частині (50 % загальної оцінки).

Оцінювання здійснюється згідно «Методичних вказівок до розробки робочих навчальних програм» затверджених Методичною радою ОДЕКУ 28 листопада 2013 року, які передбачені робочою програмою дисципліни.

Практична робота №1

Тема 1 : АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ СІВОЗМІНИ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

1.1 Загальні теоретичні положення

Сівозміна – це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі і на території або тільки в часі. Чергування в часі означає, що відбувається щорічна або періодична зміна культур і чистого (зайнятого) пару на конкретно взятому полі.

Кожна сівозміна розглядається як найважливіший засіб успішного підбору і розміщення сільськогосподарських культур у часі і просторі. Одночасно склад і схема чергування культур в сівозміні виступають в якості найважливішого засобу біологізації і екологізації всього технологічного циклу, порядок реалізації якого залежить від ґрунтово-кліматичних, погодних та економічних умов (вологозабезпечення, фітосанітарної ситуації, кон'юнктури ринку тощо.).

Основна агробіологічна роль сівозміни полягає в тому, щоб забезпечити оптимальні співвідношення в системі «рослина - середовище», тобто відповідність у часі та просторі адаптивного потенціалу культивованих видів і сортів особливостям ґрунту, погоди, мікроклімату і агротехніки, що робить вирішальний вплив на величину і якість врожаю.

Підтримка і підвищення родючості ґрунту - одна з головних функцій сівозміни, реалізація якої забезпечується за рахунок правильного підбору культур і оптимальної схеми їх чергування (ротації) або поєднання. При цьому важливо враховувати, що кожна культура в сівозміні виконує свою специфічну роль не тільки в якості попередника (визначаючи запаси NPK, гумусу та ін.), Але і фітосанітарну, а також протиерозійну. Схема сівозміни (її територіальна організація, набір культур і їх ротація) будується з урахуванням ґрунтово-кліматичних і погодних умов кожної місцевості.

Інтегральним показником рівня потенціальної родючості ґрунту є вміст у ньому органічної речовини, тобто гумусу.

Значення балансу гумусу в сівозміні Гумус є складовою частиною твердої фази ґрунту органічного походження. Незважаючи на те, що масова доля гумусу становить всього від 1 до 10% твердої фази, проте екологічна роль його надзвичайно велика. Він є акумулятором органічних речовин та пов'язаною з ним енергією, яка сприяє стабільності біосфери. Енергія речовин органічних залишків в ґрунті використовується

мікроорганізмами та безхребетними тваринами для своєї життєдіяльності, для фіксації азоту, а також для багатьох процесів, що протікають в ґрунті.

З запасами гумусу тісно пов'язані щільність, пористість, структура, водні, повітряні та теплові властивості ґрунту. В тісному зв'язку з наявністю органічних речовин в ґрунті знаходяться й фізико-хімічні властивості такі, як ємність вбирання, буферність.

Органічні речовини ґрунту є джерелом багатьох поживних компонентів, і перш за все, азоту: 50 % цього елемента рослини беруть із запасів ґрунту.

Гумусовий стан ґрунту є важливим показником його родючості та стійкості як компонента біосфери. Окремі його параметри служать об'єктом моніторингу навколишнього середовища. Отже роль гумусу, який входить до складу ґрунту, надзвичайно велика та різноманітна.

Встановлено, що при сучасному стані землеробства, коли розорюються схилі землі, розширюються площі зрошуваних земель, зменшується травосіяння та збільшується доля просапних культур в сівозмінах, спостерігається значне зниження гумусу в ґрунті. В районах Полісся середньорічні втрати гумусу тільки за рахунок мінералізації складають 0,7-0,8 т/га; в районах Лісостепу – 0,6-0,7 т/га, а в Степу – 0,5-0,6 т/га. Тільки з початку двадцятого століття середній вміст гумусу в ґрунті знизився на 30%.

Втрата гумусу призводить до зниження родючості ґрунту, ускладнення екологічної ситуації навколишнього середовища.

Для того, щоб запобігти зниженню гумусу в ґрунті, необхідно дотримуватися одного з основних законів землеробства – закону повернення речовин в ґрунт.

Оскільки основним матеріалом для утворення гумусу є органічні рештки різного походження, що в нього потрапляють, то першочерговим завданням по збагаченню гумусом ґрунту вважається надходження органічних речовин у вигляді післяжнивних та післяукісних решток, вирощування багаторічних трав, внесення гною та інших органічних добрив.

Надходження хімічних елементів у рослини з ґрунту, гірських порід і атмосфери, синтез органічних речовин і повернення хімічних елементів у ґрунт і атмосферу є основними складовими біологічного колообігу речовин. Велике значення в цьому колообігу мають зелені рослини.

Вважається, що для бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті, потрібно вносити щорічно на один гектар сівозміни в умовах Полісся 13-15 тон гною, в лісостепових та степових районах – відповідно 9-11 та 7-9 тон. Це в середньому, але в залежності від типу та виду сівозміни, ці норми, безперечно, можуть мінятися.

При насиченні сівозміни просапними культурами – вони збільшуватимуться, а при введенні в сівозміну багаторічних трав – навпаки, зменшуватимуться.

1.2 Приклад розрахунку балансу гумусу в ґрунті

Як відомо, кожний баланс складається з витратних та прибуткових статей. До витратних статей відносяться: мінералізація гумусу, ерозійні процеси; до прибуткових – рослинні рештки та органічні добрива.

Всі розрахункові дані записуємо в таблиці 1.4.

Спочатку вписуємо в першу та другу колонки номера полів та чергування культур в сівозміні. Для прикладу візьмемо дев'ятипільну польову парозернопросапну сівозміну з таким чергуванням культур: пар чорний – озима пшениця – цукровий буряк – горох – озима пшениця – кукурудза на зерно – кукурудза на силос – озима пшениця – соняшник.

Далі всі розрахунки відносно до динаміки гумусу в ґрунті виконуються по кожній культурі та чорному пару окремо, поступово переходячи від одного до наступного.

Отже першим полем (стовпчик «2») буде чорний пар. У стовпчик «3» вписуємо площу, яку він займає. Для зручності розрахунків всі поля в сівозміні візьмемо за 1 гектар.

Так як, чорний пар не дає ніякої продукції, то у стовпчику «4» ставимо ризику.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту на чорного пару розраховуємо, виходячи з ґрунтового та агрохімічного обстеження, користуючись формулою:

$$\Gamma = r d_v H, \quad (1.1)$$

де Γ – вміст гумусу, т/га, r – відсоток гумусу в ґрунті (за матеріалами ґрунтового обстеження); d_v – щільність ґрунту (об'ємна маса), т/см³; H – глибина орного шару, см.

Приклад: в чорноземі звичайному, важкосуглинковому у верхньому шарі міститься 3,8% гумусу (r), при щільності ґрунту (d_v) – 1,2 г/см³ та глибині орного шару (H) – 30 см.

$$\Gamma = 3,8 * 1,2 * 30 = 136,8 \text{ т/га}$$

Таким чином у стовпчик «5» заносимо цифру 3,8, а в стовпчик «6» – 136,8. Така кількість гумусу є в орному шарі під чорним паром.

Під впливом інтенсивного обробітку ґрунту та активізації біологічної діяльності мікрофлори певна частина гумусу мінералізується. Це залежить від культури та механічного складу ґрунту.

В нашому прикладі стовпчик «7» на важкосуглинковому ґрунті мінералізація становить 1,2 т/га (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Мінералізація гумусу під сільськогосподарськими культурами на ґрунтах різного механічного складу, т /га

| Культура | Ґрунти за механічним складом | | | | |
|-------------------|------------------------------|----------|------------------|---------------------|------------------|
| | Піщані | Супіщані | Легко суглинкові | Середньо суглинкові | Важко суглинкові |
| Пар чорний | 2,7 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| Озимі зернові | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| Ярі зернові | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| Горох | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| Кукурудза | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| Цукрові буряки | 2,7 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,2 |
| Соняшник | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| Картопля | 2,2 | 1,7 | 1,8 | 1,2 | 1,0 |
| Однорічні трави | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,6 |
| Багаторічні трави | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |

Крім мінералізації гумусу значне місце в його зменшенні відіграють ерозійні процеси, інтенсивність яких залежить від багатьох факторів, серед яких не останнє місце належить рослинності. Чим довше ґрунт знаходиться під її захистом, тим менше він пошкоджується ерозією. Найменш захищеними будуть поля під чистими парами, просапними культурами, які пізно змикають рядки. Якщо виразити коефіцієнт ерозійної безпеки чорного пару через 1,0, то у просапних він знаходиться в межах 0,7-0,9; ярих зернових 0,4-0,5; озимих культур 0,2-0,3 та багаторічних трав – 0,01-0,05.

Прийmemo середньорічний змив ґрунту з поля чорного пару 8 т/га стовпчик «8», що становить: $\left(\frac{8 \cdot 3,8}{100}\right) = 0,30$ т/га гумусу стовпчик «9» .

Загальні втрати гумусу (мінералізація + змив) стовпчик «10» складають 1,5 т/га.

Так як в полі чорного пару в ґрунт не поступає ніяких решток, то у стовпчиках «11», «12» і «13» ставимо риси.

Таким чином баланс гумусу стовпчик «15» в полі чорного пару буде складатися тільки з видаткових статей (мінералізація та змив) – 1,5 т/га.

Тепер в орному шарі ґрунту залишилося гумусу: 136,8 т/га – 1,5 т/га = 135,3 т/га, що заносимо у стовпчик «14».

Наступним полем у нас буде озима пшениця, середню врожайність якої після чорного пару прийmemo за 5 т/га.

Якщо ми не вносили в поле органічних добрив, за рахунок яких можна підвищити вміст гумусу в ґрунт, то його кількість залишиться такою, яку ми одержали в результаті парування поля (135,3 т/га). Цю цифру заносимо до стовпчику «б».

Мінералізація гумусу під озимою пшеницею складе 0,6 т/га (табл. 1.1). Змив – 2 т/га ($8 \cdot 0,25$) ґрунту, а гумусу – 0,08 т/га $\left(\frac{2,0 \cdot 3,8}{100} \right)$.

Втрати гумусу в результаті мінералізації та змиву складуть $0,6 + 0,08 = 0,68$ т/га.

Але в полі, що було зайнято озимою пшеницею, після її збирання залишилися рештки рослин (стерня та коренева система), які поповнюють ґрунт органічною речовиною, певна частина якої в результаті гуміфікації перетворюється на гумус.

Кількість органічних решток, що потрапляє в ґрунт залежить від вирощуваної культури (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Вихід післяжнивних та корневих залишків від урожайності основної продукції

| Культура | Коефіцієнт виходу |
|--|-------------------|
| Озимі зернові | 1,1 |
| Ячмінь | 0,9 |
| Овес | 1,1 |
| Просо | 1,0 |
| Кукурудза на зерно | 0,8 |
| Горох | 0,8 |
| Соняшник | 1,0 |
| Цукрові буряки | 0,04 |
| Картопля | 0,06 |
| Кукурудза на силос | 0,16 |
| Однорічні трави на сіно | 0,8 |
| Багаторічні трави на силос | 1,5 |
| Однорічні та багаторічні трави на зелений корм | 0,2 |

Якщо врожайність основної продукції озимої пшениці у нас була 5 т/га, то органічних решток надійде в ґрунт 5,5 т/га, так як коефіцієнт складає 1,1.

В результаті гуміфікації цих решток в ґрунт надійде 1,37 т/га гумусу ($5,5 \cdot 0,25$) – дивись табл. 1.3.

Всього гумусу з урахуванням прибуткових та видаткових статей надійде в ґрунт ($1,37 - 0,68 = 0,69$ т/га).

За такою методою ведеться розрахунок балансу гумусу по всіх культурах сівозміни.

Таблиця 1.3 – Коефіцієнт гуміфікації рослинних рештків та органічних добрив

| Культура | Коефіцієнт гуміфікації |
|---|------------------------|
| Зернові, зернобобові, багаторічні трави | 0,25 |
| Кукурудза та інші силосні культури | 0,15 |
| Картопля та овочі | 0,08 |
| Солома на добриво | 0,25 |
| Органічні добрива: Полісся | 0,065 – 0,070 |
| Лісостеп, Степ | 0,075 – 0,080 |

Після того як буде підраховано загальний баланс гумусу в сівозміні, а він безумовно від’ємним, приступають до розрахунків потреби в органічних добривах, щоб створити бездефіцитним вміст гумусу в ґрунті.

Припустимо, що за ротацію сівозміни вміст гумусу в орному шарі ґрунту зменшився на 4 т/га. Для того, щоб поповнити ґрунт такою кількістю гумусу необхідно в нього внести певну частину органічних добрив. Виходячи з того, що 1 тонна гною дає 0,080 т гумусу, щоб одержати 4 т гумусу необхідно розрахувати пропорцію:

$$1 - 0,080$$

$$X = \frac{4,0 \cdot 1}{0,08} = 50 \text{ т}$$

$$x - 4,0$$

та на основі цих розрахунків внести 50 т гною на 1 гектар за ротацію сівозміни.

Так як гній є не тільки джерелом гумусу, але й поживних речовин для рослин, які накопичуються в ґрунті під час його мінералізації та використовуються на протязі 2-3 років, то вносити гній необхідно не щорічно, а через 3-4 роки під найвибагливіші до мінерального живлення культури. В нашій сівозміні це будуть цукрові буряки, кукурудза на зерно і соняшник.

Потрібно ще й виходити із організаційно-господарських можливостей. Попередниками цих культур є озима пшениця. Збирання її проводиться в середині літа, у господарства є достатньо часу, щоб до останньої оранки справитись з цим завданням.

50 тон гною, що необхідно внести на кожен гектар сівозміни за ротацію, доцільно розподілити так: під цукрові буряки 20 т/га, кукурудзу на зерно та соняшник – по 15 т/га.

Таблиця 1.4 - Розрахунок балансу гумусу в ґрунті _____ сівозміни

| № поля | Культура | Площа, га | Врожайн., т/га | Вміст гумусу в орному шарі | | Мінералізація гумусу, т/га | Змив, т/га | | Загальні втрати гумусу, т/га | Коефіцієнт виходу росл. решт. | Вихід росл. решт. т/га | Вихід гумусу т/га | Всього гумусу т/га | Баланс гумусу ± т/га |
|--------|--------------------|-----------|----------------|----------------------------|-------|----------------------------|------------|--------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | % | т/га | | Ґрунту | Ґумусу | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Пар чорний | 1 | – | 3,8 | 136,8 | 1,20 | 8 | 0,30 | 1,50 | – | – | – | 135,3 | -1,50 |
| 2 | Озима пшениця | 1 | 5,0 | | 135,3 | 0,60 | 2 | 0,08 | 0,68 | 1,1 | 5,5 | 1,37 | 135,99 | +0,69 |
| 3 | Цукровий буряк | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Горох | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Озима пшениця | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Кукурудза на зерно | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Кукурудза на силос | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Озима пшениця | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Соняшник | | | | | | | | | | | | | |

1.3 Питання для перевірки

1. Дати визначення сівозміні. Що таке ротація?
2. Для чого застосовують систему сівозміні?
3. У чому полягають відмінні особливості класичної сівозміни від біологічної?
4. Що таке сидерати? Їх роль в сівозміні.
5. З яких статей складається баланс гумусу? Охарактеризуйте кожную складову.
6. Яка методика дозволяє отримати вміст гумусу в орному шарі ґрунту?
7. Як розраховується мінералізація гумусу?
8. Методика розрахунку змиву ґрунту та гумусу.
9. За якою методикою розраховується перетворення рослинних решток на гумус?
10. Як розрахувати норму органічних добрив для отримання позитивного балансу гумусу в сівозміні?

Практична робота № 2

Тема 2: ОЦІНКА СТАНУ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДАНИМИ МОНІТОРИНГУ

2.1 Загальні теоретичні положення

В процесі такого напрямку інтенсифікації сільського господарства, як меліорація виникає низка проблем. **Меліорація** - це система заходів, пов'язаних із корінним поліпшенням властивостей ґрунтів і спрямованих на підвищення їхньої родючості. Існує понад 30 видів меліорації. Найпоширенішим серед них є гідромеліорація – зрошення (іригація) та осушення.

Зрошення (іригація) - підведення води на поля, що відчувають нестачу вологи, і збільшення її запасів в кореневмісному шарі ґрунту з метою збільшення родючості ґрунту.

У зрошенні земель роль найактивнішого агента відіграє штучне зволоження ґрунтів із водного джерела з метою забезпечення рослин вологою. Необхідність меліорації земель визначається кліматичними умовами території. Тривале зрошення спричинює низку екологічних проблем. Головна з них - це вторинне засолення ґрунтів, що виникає за надмірного зрошення і високого рівня ґрунтових вод. Під засолення потрапила майже половина зрошуваних земель світу.

На зрошувальних землях виділяють такі деградаційні процеси, сильна вираженість яких створює кризову ситуацію:

- підйом рівня ґрунтових вод (РГВ) і розвиток процесів підтоплення і вторинного іригаційного гідроморфізму ґрунтів. Площі земель з рівнем ґрунтових вод ближче 3 м складають 17-20% від загальної площі зрошення;
- вторинне засолення зрошувальних ґрунтів. Розвинене на площі 5-7 % від загальної площі зрошення;
- вторинне осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Площі земель з різним ступенем солонцюватості досягають 40-50 % від загальної площі зрошення;
- підлужування ґрунтів, збільшення в них лужного резерву та показників загальної і токсичної лужності, величини рН;
- дегуміфікація зрошуваних ґрунтів, агрофізична деградація та інше.

Показники оцінки ґрунтово-меліоративного гідрогеологічного стану зрошуваних земель наведені в табл. 2.1:

1. Глибина залягання рівня ґрунтових вод – один з найбільш важливих показників меліоративного стану зрошуваних земель.

Таблиця 2.1 – Оцінка показників ґрунтово-меліоративного та гідрогеологічного стану зрошуваних земель

| № п/п | Показник | Стан та оцінка, бал | | | | |
|-------|------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| | | Добрий, 0,2 | Задовільний, 1,0 | Задовільний з загрозою погіршення 5,0 | Незадовільний, 25,0 | Надто незадовільний, 125,0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Глибина залягання ґрунтових вод, м | Більше Н критичної | Рівно Н критичної з дренажем | Рівно Н критичної без дренажу | – | Менш Н критичної |
| 2 | Мінералізація ґрунтових вод, г/л | <1 | 1-3 | 3-5 | >5 | - |
| 3 | Ступінь засоленості | Незасолені | Слабозасолені | Середньозасолені | Сильнозасолені | Дуже сильнозасолені |
| 4 | Ступінь солонцюватості | Несолонцюваті | Слабосолонцюваті | Середньосолонцюваті | Сильно солонцюваті | Дуже сильно солонцюваті |

За умов експлуатації та ведення меліоративного кадастру пропонується оцінювати гідрогеологічний стан глибиною залягання ґрунтових вод у відношенні до критичної (Н критична).

Залягання ґрунтових вод у «критичних» глибинах з дренажем характеризується як задовільне, більше Н критичної – добре, менше Н критичної – надто незадовільне.

В таблиці 2.2 приведено критичні рівні ґрунтових вод на зрошуваних масивах України для Миколаївської та Одеської областей.

Таблиця 2.2 – Критичні рівні ґрунтових вод

| Гранулометричний склад ґрунтів | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
| Легкий | | | | Середній та важкий | | | |
| Критичні рівні ґрунтових вод при рівнях мінералізації, г/л | | | | | | | |
| <1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 | <1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 |
| 1,5-2,0 | 1,5-2,0 | 1,5-2,5 | 2,0-2,5 | 1,5-2,0 | 1,5-2,5 | 2,5-3,0 | 2,0-3,0 |

- Для оцінки мінералізації ґрунтових вод використовують класифікацію Комітету ЮНЕСКО, згідно з якою воду з мінералізацією менше 1 г/л відносять до прісних з мінералізацією 1-3 г/л – до слабозасолених з мінералізацією 3-10 г/л – до середньозасолених з мінералізацією 10-35 г/л – до сильнозасолених з мінералізацією більше 35 г/л – до розсолів.

3. Накопичення у ґрунтах великої кількості солей називають *засоленням ґрунтів*. Для рослин воно є негативним екологічним чинником з двох основних причин: 1) підвищення осмотичного потенціалу ґрунтової вологи і, відповідно, порушення нормального водного балансу рослин; 2) прямої токсичної дії іонів натрію, хлору, та інших речовин, що створюють засолення, на клітини кореня рослин. За даними ФАО – Продовольчої організації ООН, близько 22% земель, які знаходяться в сільгоспкористуванні, є засоленими. З кожним роком їхня площа зростає.

Розрізняють первинне (природне) засолення ґрунтів і вторинне пов'язане з діяльністю людини.

Первинне (природне) засолення ґрунтів буває двох видів – солончаки і солонці. *Солончаки* – це особливий тип ґрунту, за якого у верхніх його горизонтах міститься значна кількість розчинних солей, які перешкоджають нормальному росту більшості видів рослин. Залежно від хімізму засолення вміст солей у верхньому горизонті солончаків становить від 0,6-0,7 до 2-3% і більше. *Солонці* на відміну від цього містять водорозчинні солі не у верхньому горизонті ґрунту, а на деякій глибині.

Вторинне засолення ґрунту пов'язане з накопиченням шкідливих для рослин солей в його верхніх шарах як результат помилок при виконанні

зрошувальних робіт з використанням високо мінералізованої води для поливу або при внесенні до ґрунтів великої кількості мінеральних добрив.

Найбільш поширене накопичення в засолених ґрунтах таких сполук як Na_2CO_3 , MgCO_3 , Na_2SO_4 , CaCO_3 , NaCl та ін. Залежно від переважного накопичення тих чи інших солей засолення може бути сульфатним, хлоридним, содовим або змішаним. Найбільш шкідливий вплив чинять іони Na^+ і Cl^-

Засоленість ґрунтів розраховується у верхньому метровому шарі за середньозваженим вмістом кожного іону з урахуванням типу (хімізму) засолення за класифікацією Базілевия Н.І. і Панкової І.І. Хімізм (тип) засолення визначають за даними табл. 2.3.

Таблиця 2.3- Тип (хімізм) засолення ґрунтів

| За складом аніонів | Відношення аніонів | | | За складом катіонів | Відношення катіонів | | |
|---------------------|--|---|--|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | $\frac{\text{Cl}^-}{\text{SO}_4^{2-}}$ | $\frac{\text{HCO}_3^{2-}}{\text{Cl}^-}$ | $\frac{\text{HCO}_3^{2-}}{\text{SO}_4^{2-}}$ | | $\frac{\text{Na}^+}{\text{Mg}^{2+}}$ | $\frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{2+}}$ | $\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Ca}^{2+}}$ |
| Хлоридний | >2.5 | - | - | Натрієвий | >2 | 2 | - |
| Сульфатно-хлоридний | 2.5-1 | - | - | Магнієво-натрієвий | >1 | >1 | >1 |
| Хлоридно-сульфатний | 1-0.2 | - | - | Кальцієво-натрієвий | >1 | >1 | <1 |
| Сульфатний | <0.2 | - | - | Кальцієво-магнієвий | <1 | <1 | >1 |
| Содово-хлоридний | >1 | <1 | >1 | Натрієво-кальцієвий | >1 | <1 | >1 |
| Содово-сульфатний | <1 | >1 | <1 | Магнієво-кальцієвий | <1 | <1 | <1 |
| Хлоридно-содовий | >1 | >1 | >1 | Натрієво-магнієвий | <1 | <1 | <1 |
| Сульфатно-содовий | <1 | >1 | <1 | Магнієвий | <1 | - | >1 |

Для визначення ступеню засоленості кожний іон треба виразити у відсотках за формулою:

$$\text{Іон, \%} = \frac{\text{мг} - \text{екв іону} \times \text{іонну масу}}{1000} \quad (2.1)$$

Сума усіх іонів у відсотках складає суму солей, тобто вміст солей у ґрунті.

З урахуванням хімізму засолення і вмісту солей у ґрунті визначають ступінь засоленості ґрунту користуючись табл. 2.4 .

Таблиця 2.4 – Класифікація ґрунтів за ступенем засоленості

| Ступінь засолення ґрунтів | Вміст токсичних солей (%) залежно від типу засолення | | | | | |
|---------------------------|--|---------------------|---------------------|------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | хлоридний | сульфатно-хлоридний | хлоридно-сульфатний | сульфатний | содово-хлоридний, хлоридно-содовий | содово-сульфатний, сульфатно-содовий |
| Незасолені | <0,03 | <0,05 | <0,10 | <0,15 | <0,10 | <0,15 |
| Слабо-засолені | 0,03-0,10 | 0,05-0,12 | 0,10-0,25 | 0,15-0,30 | 0,10-0,15 | 0,15-0,25 |
| Середньо-засолені | 0,10-0,30 | 0,12-0,35 | 0,25-0,50 | 0,30-0,50 | 0,15-0,30 | 0,25-0,35 |
| Сильно-засолені | 0,30-0,60 | 0,35-0,70 | 0,50-0,90 | 0,50-1,40 | 0,30-0,50 | 0,35-0,60 |
| Дуже сильно-засолені | >0,60 | >0,70 | >0,90 | >1,40 | >0,50 | >0,60 |

4. **Осолонцювання** (англ. *Sodification*) – це процес збільшення вмісту увібраного натрію (Na^+) у твердій фазі ґрунту (ґрунтовому вбирному комплексі). Процес осолонцювання супроводжується процесом підлужування ґрунтів завдяки утворенню в рідкій фазі ґрунту солей лужних металів (NaHCO_3 і Na_2CO_3)

Осолонцювання – це найбільш поширений процес на зрошуваних землях. Набуту солонцюватість ґрунтів називають вторинною або іригаційною. Причиною вторинної солонцюватості є тривале зрошення ґрунтів слабомінералізованими лужними водами, що містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію в сольовому складі. В Україні при використанні прісних поливних вод вміст вбирного натрію підвищується з 0,6 - 1,0 до 1,5 - 2,0% від суми обмінних катіонів, а при використанні мінералізованих поливних вод – до 3 – 8%¹

Вторинна солонцюватість ґрунтів виникає внаслідок входження натрію та калію в ґрунтовбирний комплекс під час зрошення. Саме перевага іонів натрію і калію над іонами кальцію сприяє пептизації мулу, гідрофільності, трансформації і деградації мінеральної й органічної частин ґрунту. Ступінь вторинної солонцюватості впливає й на врожайність сільськогосподарських культур. Слабкий її ступінь знижує врожайність культур на 15-20%, середній - на 20-30, сильний - на 40-50% і більше

Ступінь солонцюватості ґрунтів визначають за питомою вагою натрію в складі увібраних катіонів. Знаходять суму увібраних катіонів та відсоток натрію від цієї суми. Ступінь осолонцювання ґрунтів оцінюється відповідно існуючої класифікації І.Н.Антонова-Каратаєва (табл. 2.5) за вмістом обмінного натрію.

Таблиця 2.5 – Класифікація ґрунтів за ступенем солонцюватості

| Ґрунти | Несолонцюваті | Слабо-солонцюваті | Середньо-солонцюваті | Сильно-солонцюваті | Солонці |
|----------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------|
| | % натрію від ємності вбирання | | | | |
| Високо-гумусні | <5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | >20 |
| Мало-гумусні | <3 | 3-5 | 5-10 | 10-15 | >15 |

Після визначення всіх цих параметрів згідно з параметрами таблиці 2.1 визначають стан зрошуваних земель.

2.2 Приклад розрахунку

Завдання Оцінити меліоративний стан чорнозему південного важко - суглинкового за даними моніторингу:

Глибина ґрунтових вод – 3,0 м;

Мінералізація ґрунтових вод – 5 г/л;

Склад водної витяжки, $мг \cdot екв / 100г.ґрунту$:

HCO_3^- – 0,14 Ca^{2+} – 2,0

Cl^- – 0,55 Mg^{2+} – 2,78

SO_4^{2-} – 6,15 Na^+ – 2,06

Склад обмінних катіонів, $мг \cdot екв / 100г.ґрунту$:

Ca^{2+} – 24,0; Mg^{2+} – 4,4; Na^+ 3,4.

Рішення

1. Визначення показника залягання ґрунтових вод

В даному прикладі залягання ґрунтових вод становить 3,0 м, а мінералізація води дорівнює 5 г/л за допомогою таблиці 2.2 встановили, що рівень залягання ГВ дорівнює $H_{кр}$. З таблиці 2.1 встановили, що стан задовільний з загрозою погіршення оцінка стану – 5,0 балів

2. Визначення мінералізації ґрунтових вод

Мінералізація води дорівнює 5 г/л за класифікацію Комітету ЮНЕСКО вона є середньо засоленою. За оцінкою показників ґрунтово-меліоративного та гідрогеологічного стану зрошуваних земель

(табл. 2.1) стовпчик «5» цей показник характеризує стан досліджуваної ділянки як задовільний з загрозою погіршення, оцінка стану – 5,0 балів

3. Визначення ступеню засолення виконується в два етапи:

I етап. Визначення хімізму засолення. Визначається за допомогою таблиці 2.3 окремо по відношенню аніонів в катіонів.

$$\frac{Cl}{SO_4} = \frac{0,55}{6,15} = 0,089; \quad \frac{HCO_3}{Cl} = \frac{0,14}{0,55} = 0,25; \quad \frac{HCO_3}{SO_4} = \frac{0,14}{6,15} = 0,023 \quad - \text{сульфатний}$$

$$\frac{Na}{Mg} = \frac{2,06}{2,78} = 0,77; \quad \frac{Na}{Ca} = \frac{2,06}{2,0} = 1,03; \quad \frac{Mg}{Ca} = \frac{2,78}{2,0} = 1,39 \quad - \text{магнієвий}$$

II етап. Виразити у відсотках кожний іон за формулою 2.1
 $HCO_3 = 0,0085\%$, $Cl = 0,0195\%$, $SO_4 = 0,59\%$, $Ca = 0,08\%$;
 $Mg = 0,067\%$; $Na = 0,047\%$. $\Sigma_{\text{Іон}\%} = 0,812\%$

Оцінка ступеню засолення ґрунту (табл. 2.4) показала, що ґрунт за ступенем засолення є сильно засоленим. Характеризується незадовільним станом (табл. 2.1) з оцінкою 25,0 балів.

4. Визначення ступеню солонцюватості. Сума увібраних катіонів у чорноземі південному становить 31,8 *мг·екв/100г.ґрунту*. Вміст катіонів Na^+ дорівнює 10,69 % від ємності вбирання, тому досліджуваний ґрунт є сильно солонцюватим (табл. 2.5) з оцінкою 25,0 балів (табл. 2.1)

Загальна оцінка ґрунту є незадовільною

2.3 Питання для перевірки

1. Що таке меліорація?
2. Дайте визначення зрошення. Чому зрошення має екологічні проблеми?
3. Які деградаційні процеси відбуваються на зрошувальних землях?
4. Що таке засолення? Сутність первинного та вторинного засолення.
5. Дайте визначення солонцюватості ґрунтів. Умови виникнення осолонцювання ґрунту.
6. Методика оцінки критичного стану глибини залягання ґрунтових вод.
7. Охарактеризуйте класифікацію мінералізації ґрунтових вод за Комітетом ЮНЕСКО.
8. Що передбачає методика визначення засолення ґрунтів?
9. Як розраховується хімізм засолення ґрунтів?
10. Методика оцінки ступеню засолення ґрунтів.

11. За яким методом оцінюється ступінь солонцюватості ґрунтів?

Практична робота № 3

Тема 3: «УПРАВЛІННЯ БАЗОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА»

3.1 Загальні теоретичні положення

Частина I. Сучасні агротехнології являють собою комплекси технологічних операцій з управління продукційним процесом культур в агроценозах з метою досягнення планованої врожайності та якості продукції при забезпеченні екологічної безпеки та певної економічної ефективності. Агротехнології пов'язані в єдину систему управління агроландшафтів через сівозміни, системи обробітку ґрунту, добрива та захисту рослин, тобто є складовою частиною адаптивно-ландшафтних систем землеробства

У додатку Б, табл.1 представлені характеристики агротехнологій обробітку с.-г. культур різних рівнів.

Екстенсивні технології орієнтовані на використання природної родючості ґрунту без застосування добрив та інших хімічних засобів або з дуже обмеженим їх використанням.

Нормальні технології забезпечені мінеральними добривами та пестицидами в тому мінімумі, який дозволяє освоювати ґрунтозахисні системи землеробства, підтримувати середній рівень окультуреності ґрунтів, усувати дефіцит елементів мінерального живлення, що знаходяться в критичному мінімумі і давати задовільну якість продукції. У цих технологіях використовуються пластичні сорти зернових.

Інтенсивні технології розраховані на отримання запланованого врожаю високої якості в системі безперервного управління продукційним процесом культури, що забезпечує оптимальне мінеральне живлення рослин і захист від шкідливих організмів і вилягання. Інтенсивні технології припускають застосування інтенсивних сортів і створення умов для більш повної реалізації їх біологічного потенціалу. Інтенсивні технології реалізуються з використанням вітчизняної серійної техніки, сортів, добрив та імпортованих пестицидів. Приблизний внесок факторів у формування врожаю зерна при інтенсивній агротехнології показано у Додатку Б, таблиці 2.

Високо інтенсивні технології розраховані на досягнення врожайності культури, близької до її біологічного потенціалу із заданою якістю

продукції за допомогою досягнень науково-технічного прогресу при мінімальному екологічному ризику. Ці технології відносяться до категорії точного землеробства, яке передбачає гнучке управління всіма процесами з можливим просторовим дозволом в 20 м² і менше.

Оцінка просторової однорідності земель по комплексу показників для адаптивних технологій точного землеробства. Основою технології точного землеробства є диференційований вплив на систему «грунт - рослина», що забезпечує високу ефективність використання земель з урахуванням їх просторової неоднорідності, для чого використовуються методи просторового позиціонування. Це дозволяє в реальному часі здійснити принцип управління зі зворотним зв'язком у будь-якій точці сільськогосподарського поля і тим самим більш раціонально використовувати ресурси і суттєво знизити вплив на навколишнє природне середовище.

Просторові неоднорідності стану земель змінюються в часі і формуються в результаті особливостей як фізико-хімічних і біологічних показників ґрунтового середовища, так і неоднорідним впливом зовнішніх кліматичних збурень і технологій управління. Вплив кліматичних факторів (сонячної радіації, опадів, температури, випаровування) на просторову неоднорідність земель пов'язано з рельєфом місцевості, а вплив технологій управління обумовлено недосконалістю використовуваних технологій вирощування сільськогосподарських культур і машин. Просторова неоднорідність сільськогосподарських посівів є результуючою по відношенню до стану ґрунтового покриву та мікроклімату, хоча має і своє джерело - початкову неоднорідність посівного матеріалу. Неоднорідності стану посівів і ґрунтового середовища, як і умовно постійні неоднорідності мають показники, що повільно змінюються і характеризують ділянки поля з неоднаковим рівнем родючості, так і випадкові високо інтенсивні мікропоказники.

Як видно, необхідно скласти такий набір показників, який являв би собою досить повну інформацію для диференціювання земель на відносно однорідній робочій ділянці з метою вибору для них оптимальних технологічних управлінь (технологій точного землеробства). У даний комплекс повинні входити показники:

- агрохімічних та екологічних властивостей ґрунтового середовища;
- кліматичних умов сільськогосподарського поля;
- агрономічної ефективності земельних ділянок.

Для оцінки однорідності (неоднорідності) земельних ділянок за комплексом показників доцільно застосовувати деякі положення теорії множин.

Стосовно до розглянутої проблеми, безліч це сукупність точок, в яких виробляються спостереження за показниками. Фіксоване безліч T , з

точок якого t складаються множини A_1, A_2, \dots, A_n називається **простором**. Якщо точка t міститься в A_i або належить множині A_i , то позначають $t \in A_i$; якщо ж t не належить A_i , то $t \notin A_i$. Множина точок, які одночасно належать як A_1 , так і A_2 , записується: $A_1 \cap A_2$. Операція об'єднання множин A і B у множину C зображується як $C = A \cup B$. Множина, що складається з множин, називається класом.

Задачу комплексної оцінки однорідності земельних ділянок за багатьма показниками можна вирішити, ґрунтуючись на аналізі розподілу точок у багатовимірному просторі, елементами якого є результати спостережень. Для цього в якості математичної моделі досліджуваної земельної ділянки будемо розглядати багатовимірний простір C_T -дискретна множина T точок t , на якому задано m -мірних випадкових векторів, кожен з яких відповідає комбінації з m показників, вимірюваних в локальному об'єкті спостереження:

$$C_t = \lambda_{t1}, \lambda_{t2}, \dots, \lambda_{ti}, \dots, \lambda_{tm}, \quad (3.1)$$

Де λ_{ti} – компонента вектора, тобто одномірна випадкова величина, відповідна одному з показників t -го об'єкта. Завдання вирішується в припущенні, що λ_{ti} розподілені приблизно нормально, з математичними очікуваннями M_{ti} і рівними дисперсіями σ^2 для всіх $t \in T$. Простір C_T вважається однорідним, якщо для будь-якої пари множин C_s і C_k містять n_s і n_k елементів матиме місце рівність

$$1 \left| n_s \sum_{t \in s} M_{ti} - 1 \right| n_k \sum_{t \in k} M_{ti} = \{0, 0 \dots 0\} \quad (3.2)$$

для всіх $s, k \in T$, тобто якщо будь-яке представлення його у вигляді двох множин не приведе до істотних відмінностей у математичних очікуваннях випадкових величин M_{ti} . Рівність (2) розглядається в якості перевіряється нуль-гіпотези. Статистичний аналіз однорідності полягає у встановленні правила для перевірки нульової гіпотези, сутність якої полягає у визнанні того, що розглянуті вибірки є представниками однієї генеральної сукупності і розподіл фактичних даних узгоджується з теоретичним. Оцінка однорідності земель за багатьма показниками може проводитися з використанням критерію

$$v(T_s, T_k) = (n_s + n_k - 1) |n_s * n_k (n_s + n_k)| \quad (3.3)$$

$$\left\{ \sum_{i=1}^m \left[(n_k \sum_{t \in T_s} x_{tj} - n_s \sum_{t \in T_k} x_{tj})^2 \right] \left| \left[\sum_{t \in T_k \cup T_s} x_{tj}^2 - 1 \right] (n_s + n_k) (\sum_{t \in T_k \cup T_s} x_{tj})^2 \right| \right\}$$

і його порівняння з теоретичним $\chi_{1-\alpha}^2(m)$ – розподілом Пірсона.

У формулі (3.3) $\mathcal{G}(T_s, T_k)$ - функція, задана на множині T_{sk} ; x_{ij} - значення j -го показника у t -го досвіді, що належить множині T_{sk} ; n_{sk} - число повторностей (років спостережень), причому $n_{sk} > 2$, тобто формула (3.3) застосовна тоді, коли на конкретному об'єкті є дві і більше повторності визначення показників; m - кількість показників, вимірюваних на об'єкті (земельній ділянці), або так зване «число ступенів свободи», тобто це число класів, значення яких можна задати довільно; α – рівень значимості.

Фізичний сенс параметрів n_{sk} і m в тому, що вони характеризують ступінь агрохімічної, мікрокліматичної і агрономічної вивченості земельних ділянок.

За формулою (3.3) для кожної з пар об'єктів (земельних ділянок) підраховуються значення критерію і результати записуються у вигляді матриці:

$$\begin{matrix} v(T_1, T_2), v(T_1, T_3), \dots, v(T_1, T_k) \\ v(T_2, T_3), \dots, v(T_2, T_k) \\ v(T_s, T_k) \end{matrix} \quad (3.3)$$

Якщо перевіряема гіпотеза про однорідність множин вірна, то критерій (3.3) являє собою значення випадкової величини, що розподіляється за законом $\chi_{1-\alpha}^2(m)$ - розподілу при рівні значущості α і m ступінь свободи. У матриці (3.4) з усіх значень критеріїв вибирається мінімальне, яке порівнюється з $\chi_{1-\alpha}^2(m)$. Якщо $\min \mathcal{G}(T_s, T_k) > \chi_{1-\alpha}^2(m)$, то перевірка припиняється і всі об'єкти розглядаються як істотно розрізняються між собою. Тому гіпотеза про однорідність земельних ділянок приймається, якщо $\mathcal{G}(T_s, T_k) \leq \chi_{1-\alpha}^2(m)$ і відхиляється якщо $\mathcal{G}(T_s, T_k) > \chi_{1-\alpha}^2(m)$. Значення $\chi_{1-\alpha}^2(m)$ встановлюється залежно від рівня значущості α і числа ступенів свободи (m), тобто кількості показників, вимірюваних на земельній ділянці. Питання про те, який рівень значущості прийняти, не може бути вирішене методами математики, він залежить від характеру розглянутої задачі. Зазвичай при обробці результатів вимірів його значення приймають у межах 0,05-0,1 (Аристов А. І. та ін., 2006). Враховуючи, що в сільськогосподарському дослідному справі використовується рівень ймовірності 0,95 (Обладунків Б. А., 1973),

прийнятий рівень значимості $\alpha = 0,05$. Таблиця функції χ^2 складена за двох аргументів: одним з них є ймовірність, іншим - число ступенів свободи. Модель дозволяє використовувати до 30 показників тому, що в таблицях допустимих значень χ^2 є дані тільки для $m \leq 30$, хоча χ^2 можна розрахувати і для $m > 30$.

3.2 Приклад розрахунку 1.

Потрібно встановити, чи можливе об'єднання земельних ділянок s та k в єдину робочу ділянку за шістьма показниками ($m = 6$)?

Вихідні дані. Земельна ділянка s представлена темно-сірим лісовим несмитим ґрунтом, а ділянка k - середньосмитим ґрунтом. Перелік показників наведений у табл.3.1.

Таблиця 3.1 - Ґрунтово-кліматичні умови вирощування ярої пшениці на темно-сірому лісовому середньо суглинистому ґрунті

| Індекс земельної ділянки | Повторність визначення показників на ділянці | Показники | | | | | |
|--------------------------|--|--|---|---|--|---------------------------------|-------------------------|
| | | Вміст гумусу у шарі ґрунту 0-20 см, Г, % | Відношення гумінових і фульво-кислот, Сг/Сф | Продуктивні вологозапаси в період посіву W , мм | Опади з урахуванням випарності в період вегетації X_0 , мм | Сумарне водоспоживання B , мм | Врожайність, U , ц/га |
| s | 1 | 3,2 | 0,87 | 112 | 248 | 327 | 16 |
| | 2 | 3,1 | 0,84 | 113 | 248 | 326 | 15,5 |
| | 3 | 3 | 0,86 | 111 | 247 | 325 | 15 |
| k | 1 | 2,3 | 0,65 | 88 | 248 | 346 | 13,5 |
| | 2 | 2,4 | 0,68 | 89 | 248 | 349 | 14 |
| | 3 | 2,5 | 0,69 | 90 | 248 | 348 | 13,9 |

Рішення. Визначаємо статистичні характеристики земельних ділянок s і k (табл. 3.2).

Підставляємо дані табл. 3.2 в формулу (3) і отримуємо значення критерію

$$\mathcal{G}(T_s, T_k) = 0,092 [51,21 + 52,61 + 53,73 + 10,8 + 53,49 + 47,05] = 24,7.$$

$$\text{Інтегральна функція } \chi^2_{1-0,05}(6) = 12,6.$$

$$\text{Тому що } \mathcal{G}(T_s, T_k) > \chi^2_{1-0,05}(6),$$

то земельні ділянки s і k неоднорідні та технології точного землеробства для них повинні бути різними.

Таблиця 3.2 - Статистичні характеристики земельних ділянок

| Індекс земельної ділянки | $n_{s,k}$ | Γ | C_r/C_ϕ | W | X_o | B | Y |
|--------------------------------------|-----------|----------|--------------|-------|--------|--------|--------|
| $\sum_{t=1}^{n_s} x_{tj}$ | | | | | | | |
| s | 3 | 9,3 | 2,57 | 336 | 743 | 978 | 46,5 |
| k | 3 | 7,2 | 2,02 | 267 | 744 | 1043 | 41,4 |
| $\sum_{t \in T_k \cup T_s} x_{tj}^2$ | | | | | | | |
| s | 3 | 28,85 | 2,2021 | 37634 | 184017 | 318830 | 721,25 |
| k | 3 | 17,3 | 1,361 | 23765 | 184512 | 362621 | 571,46 |

3.3 Приклад розрахунку 2.

Потрібно визначити ступінь однорідності земельних ділянок s та k на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому.

Вихідні дані наведені в табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Ґрунтово-кліматичні умови вирощування озимої пшениці на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому

| Індекс земельної ділянки | Повторність визначення показників на ділянці | Показники | | | | | | | |
|--------------------------|--|--------------|------------|-------|--------------|----------|--------|------------------|------------------|
| | | $\Gamma, \%$ | pH_{KCl} | H_r | мг/кг ґрунту | | | $X_o, \text{мм}$ | $Y, \text{ц/га}$ |
| | | | | | N | P_2O_5 | K_2O | | |
| s | 1 | 4,1 | 4,8 | 5 | 110 | 148 | 70 | 248 | 40 |
| | 2 | 3,3 | 4,9 | 5 | 101 | 142 | 72 | 248 | 39,5 |
| k | 1 | 4 | 5 | 5,5 | 120 | 143 | 79 | 247 | 42 |
| | 2 | 4,2 | 5,1 | 5,3 | 119 | 140 | 80 | 247 | 42,5 |

Примітка: H_r — гідролітична кислотність, мг-екв/100 г; X_o — опади з урахування випарності за вегетаційний період, мм.

Рішення. Розрахунки показують, що критерій $\mathcal{G}(T_s, T_k) = 15,3$, а значення $\chi_{1-0,05}^2(8) = 15,5$, тобто в даному прикладі $\mathcal{G}(T_s, T_k) < \chi_{1-0,05}^2(8)$. Отже, розглянуті земельні ділянки однорідні і їх слід об'єднати в єдину робочу ділянку для розробки відповідного технологічного управління.

3.4 Завдання для виконання практичної роботи (частина I)

Завдання 1. Визначити ступінь однорідності земельних ділянок s та k на чорноземі типовому середньосуглінковому.

Завдання 2. Визначити ступінь однорідності земельних ділянок s та k на чорноземі типовому важкосуглінковому.

Завдання 3. Визначити ступінь однорідності земельних ділянок s та k на чорноземі звичайному середньосуглінковому.

Завдання 4. Визначити ступінь однорідності земельних ділянок s та k на чорноземі південному важкосуглінковому.

3.5 Питання для перевірки

1. Що являють собою агротехнології?
2. Що є основою технології точного землеробства?
3. Опишіть просторові неоднорідності стану земель.
4. Охарактеризуйте задачу комплексної оцінки однорідності земельних ділянок за багатьма показниками.
5. В чому фізичний сенс параметрів n_{sk} і m ?

3.6 Загальні теоретичні положення

Частина II. Інформаційне забезпечення високих технологій. Основи методології точного землеробства пов'язані з появою географічних інформаційних систем (ГІС), глобальних супутникових систем позиціонування (ГСП) з безпосереднім введенням інформації в бортовий комп'ютер і сільськогосподарських машин із можливістю регулювання інтенсивності технологічних операцій (норм висіву, внесення добрив і засобів захисту рослин) по ходу руху трактора по робочій ділянці. При цьому вирішальну роль у цьому процесі відіграє вдосконалення інформаційного забезпечення методів прийняття рішень - моделей, методів підтримки рішень, баз даних і знань, експертних систем.

В основі точного землеробства лежить управління продуктивністю посівів, яке враховує варіацію параметрів довкілля рослин.

Розвиток інформаційних технологій йде по шляху створення експертних систем, баз даних і баз знань. Сучасне програмне керування в точному землеробстві здійснюється шляхом попереднього дослідження варіації властивостей ґрунтового покриву та складання електронної карти земельної ділянки на стаціонарному комп'ютері. Програма диференційованої по робочій ділянці технології також розробляється на базі цього комп'ютера, який використовується в режимі «offline». Розроблена програма записується на дискету і вводиться в бортовий комп'ютер, який реалізує її виконання. При застосуванні іншого способу

управління «online», керована величина, наприклад, вміст азоту в рослинах, вимірюється безпосередньо в процесі руху агрегату по робочій ділянці. Поточне значення дефіциту азоту використовується безпосередньо для вироблення керуючого сигналу, командувача внесенням тієї чи іншої дози азотного добрива. Для застосування технологій точного землеробства необхідне оснащення с.-г. підприємства спеціальним обладнанням і програмним забезпеченням, зокрема потрібно:

- навігаційна система: глобальна система позиціонування (ГСП) з введенням даних в бортовий комп'ютер. Саме з появою ГСП відкрилися принципові можливості для переходу від традиційної технології до тієї, в якій можна змінювати вплив на агроєкосистеми з урахуванням варіації властивостей ґрунтового покриву на робочій ділянці;
- мобільна техніка для збирання зернових і коренеклубнеплодів з диференційним виміром величини врожаю і складанням карт варіації врожайності;
- апаратура для дослідження мінливості параметрів ґрунтово-екологічних умов у межах робочої ділянки з використанням автоматизованих засобів, що дозволяє складати електронні карти в автоматизованому режимі;
- робочі органи з комп'ютерним управлінням технологічними операціями (норма висіву, дози внесення агрохімікатів, біопрепаратів, біогумусу);
- стаціонарний комп'ютер з програмним забезпеченням, що виконує ведення картотеки робочих ділянок з використанням геоінформаційних систем (ГІС);
- аналіз варіації характеристик ґрунтового і рослинного покривів;
- формування програми та її запис на дискету;
- бортовий комп'ютер з програмним забезпеченням, що реалізує програму управління і здійснює: прийом сигналів від ГСП та інших датчиків в процесі руху агрегату по робочій ділянці;
- накопичення вимірних даних з використанням ГІС-технології;
- формування керуючих сигналів для диференційованого виконання тих чи інших технологічних операцій.

Інформаційно-керуючі системи (ІУС, ІМС - Information Management) є атрибутом технологій точного землеробства. Вони включають сукупність методів, алгоритмів і програм, що забезпечують збір, накопичення і зберігання даних, їх обробку і формування програм реалізації агротехнології. У структуру ІУС входять: база атрибутивно-графічних даних, що реалізована в системі ГІС, наприклад, з використанням програмного продукту MapInfo; база знань, що здійснює прогностичні розрахунки і формує на їх основі керуючі програми; оболонка системи, що є сполучною ланкою між окремими підсистемами; інтерфейс користувача,

що дозволяє здійснювати спілкування людини з комп'ютером в режимі діалогу.

У базі даних накопичується і зберігається вся інформація, що відноситься до

- конкретного господарства,
- робочих ділянок,
- оброблюваних культур і їх сортів,
- архівна та поточна метеорологічна інформація, що необхідна для вироблення технологічних рішень.

Дані, що відносяться до кожної робочої ділянки, формуються в системі географічних координат, що дозволяють здійснювати «прив'язку» ГСП-сигналу в процесі реалізації технології.

Центральною ланкою ІУС є база знань, що представляє собою сукупність в різній мірі формалізованих правил, процедур трансформацій й інтерпретацій, алгоритмів аналізу вихідної інформації по об'єкту. Існують два типи моделей - моделі, керовані знаннями, і моделі, керовані даними. Моделі, керовані знаннями (експертні системи), формують всі елементи агротехнології і технологію в цілому. Моделі, керовані даними (динамічні моделі), здійснюють прогностичні функції на всіх етапах формування та реалізації агротехнологій. Оболонка системи здійснює передачу управління тієї чи іншої підсистеми для реалізації її функцій в реальному часі. Призначенням інтерфейсу є організація діалогу з програмним продуктом мовою користувача.

Інформаційно-довідкова система по оптимізації землекористування. Необхідність оптимізації ресурсозберігаючих технологій землеробства обумовлена щорічно зростаючими питомими витратами на виробництво рослинницької продукції.

Автоматизований аналіз ефективності ресурсозберігаючих агротехнологій в умовах конкретного господарства можна проводити з використанням локальної інформаційно-довідкової системи по оптимізації землекористування - ЛІССОЗ (Васенев І. І. та ін., 2002, 2004), яка включає інформаційно-розрахункові, нормативні та довідкові бази даних, інформаційно-аналітичні модулі для реалізації оціночних, прогностичних та оптимізаційних завдань. Розрахунки можуть проводитися за трьома базовими рівнями інтенсивності застосування технологій: екстенсивна, нормальна та інтенсивна. При цьому використовуються типові технологічні карти вирощування культур з диференційованими поправками на рівень технології і значення планованого врожаю в умовах конкретного господарства.

Інформаційно-довідкова система орієнтована на оптимізацію розміщення культур (сортів) і вибір (коригування) прийомів обробки ґрунтів, доз і строків внесення добрив і засобів захисту рослин. Найбільш важливими нормативно-довідковими базами даних є: характеристика робочих ділянок; вимоги культур до попередників (перед попередників), вологи, тепла і ґрунту; норми агрокліматичних параметрів; типові технології обробітку культур; нормативи витрат на вирощування культур, економічного ефекту або збитку.

Основні інформаційно-аналітичні модулі включають:

- вибір культури для робочої ділянки;
- оцінку і уточнення потенційної врожайності з урахуванням мікрокліматичних умов, агротехнічних і організаційно-технологічних обмежень;
- розрахунок виносу біофільних елементів з урожаєм і коригування розрахункового врожаю і балансу NPK з урахуванням ґрунтово-агрохімічних обмежень і розрахункової рентабельності технології;
- вибір та адаптацію базової агротехнології до умов робочої ділянки, а також оперативне її коригування.

Довідкова база даних по робочій ділянці включає:

- загальну характеристику (площа, рельєф, віддаленість від об'єктів виробничої інфраструктури);
- склад ґрунтового покриву (основні і неосновні ґрунти, ґрунтові комбінації);
- середні значення основних параметрів родючості;
- відомості по попередниках і їх врожайності;
- дані щодо застосування добрив і меліорантів за останні три роки (для розрахунку доз добрив) і 10-20 років (для книги історії робітничої ділянки).

До групи ґрунтових параметрів входять:

- кислотність,
- вміст гумусу і потужність гумусового горизонту,
- вміст доступних форм NPK.

База даних по культурі включає:

- назву культури,
- період вегетації і фази розвитку,
- калорійність,
- коефіцієнт водоспоживання,
- сума частин основної і побічної продукції,
- нормативи виносу та окупності NPK,
- коефіцієнти зниження врожайності на змитих ґрунтах,
- стандартна вологість культури.

Загальний інформаційний модуль по господарству містить дані по:

- економіці ,
- енергозабезпеченості,
- нормі опадів по місяцях і декадах,
- константи для визначення ФАР і радіаційного балансу.\

Картографічне геоінформаційне забезпечення включає електронні карти рельєфу, ґрунтів, мікроклімату, структури землекористування та ін. В результаті синтезу яких створюються карти агроекологічних типів і видів земель. При суміщенні карт робочих ділянок з відповідними базами даних формуються тематичні картосхеми їх меліоративного поліпшення і більш раціонального використання.

Інформаційно-довідкова система дозволяє послідовно вирішувати приватні задачі:

- ✓ вибір оптимальної культури по попереднику;
- ✓ розрахунок врожаю культури по приходу ФАР;
- ✓ розрахунок врожаю за вологозабезпеченості вегетаційного періоду;
- ✓ розрахунок врожаю по приходу ФАР, температури повітря та опадам;
- ✓ розрахунок врожаю, забезпеченого рентабельним застосуванням добрив;
- ✓ вибір оптимальної системи обробітку ґрунту під плановану культуру.

Наприклад, процедура вирішення завдання щодо вибору оптимальної культури, виходячи з попередника, зводиться до вибору в системі послідовних меню, необхідного поля, конкретних попередників і кращій культури. Реагуючи на вибір попередника, програма надає користувачеві для інформації три списки (що розкриваються в порядку пріоритету) з найменуваннями:

- ✓ найбільш доцільні для вирощування культури;
- ✓ допустимі для вирощування;
- ✓ культури, неприпустимі для вирощування по попередниках.

Користувач, на основі цієї інформації, вибирає із запропонованого списку культур необхідну для аналізу культуру. Програма зчитує з бази даних інформацію про обрану робочу ділянку і культуру і видає повідомлення про можливість переходу до вирішення наступного завдання (наприклад, розрахунку потенційного врожаю по приходу ФАР і т. д.).

Агроекологічні нормативи максимальної врожайності культур.

Перевага інтенсивних агротехнологій показано в Сумській, Полтавській, Вінницькій, Кіровоградській, Черкаській областях (технології

використовуються на ділянках ОПХ), де врожайність озимої пшениці становить 5-7 т /га

У додатку В, табл.1 представлені агротехнічні та еколого-економічні нормативи для отримання максимального врожаю зерна з використанням інтенсивної агротехнології при наявності сортів інтенсивного типу, агрохімічних ресурсів, інтегрованої системи захисту від шкідливих організмів на прикладі Сумської області.

3.7 Приклад розрахунку.

Потрібно встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв зернових.

Розв'язання.

1. Зробіть аналіз Додаток В, табл. 1 і визначте, які показники у графі 4 вимагають уточнення в залежності від природно-сільськогосподарського району.
2. Використовуючи інформацію, наведену в графах 2 і 4, встановіть для сільськогосподарського підприємства (СГВК, ОПХ, фермерського господарства) величини фактичних показників по кожній культурі та впишіть у графу 5.
3. На основі порівняння даних графі 4 і 5 визначте, які фактичні показники перевищують стандарти; дорівнюють стандартам; менше стандартів.
4. Для кожного показника, який менше стандартів, вкажіть на наявні та перспективні резерви в господарстві з доведення їх до рівня стандартних.

3.8 Завдання для виконання практичної роботи (частина II)

1. Встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв цукрових буряків.
2. Встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв соняшнику.
3. Встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв кукурудзи.
4. Встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв ячменю.
5. Встановити фактичні агроекологічні показники і порівняти їх з нормативами для досягнення максимальних врожаїв картоплі.

3.9 Питання для перевірки

1. Яке обладнання і програмні забезпечення потрібні для застосування технологій точного землеробства?
2. Яка інформація накопичується і зберігається у базі даних?
3. Охарактеризувати функції моделі, що керовані знаннями, і моделі, що керовані даними.
4. Які дані містять інформаційно-аналітичні модулі?
5. Що дозволяє вирішувати інформаційно-довідкова система точного землеробства ?

Практична робота № 4

Тема 4 РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ УРОЖАЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ

4.1 Теоретичні основи методів розрахунку

В основу розробки цього методу покладено накопичення радіонуклідів у рослинах на зрошуваних землях, що відбувається внаслідок кореневого надходження радіонуклідів, які знаходяться в ґрунті внаслідок первинних випадань чорнобильського і дочорнобильського походження, радіонуклідів, що привносяться в ґрунт при поливі забрудненою водою, а також при безпосередньому надходженні радіонуклідів з поливної води в листя.

Розрахунок активності, утримуваної наземною частиною рослин при поливі. Сумарна активність, яка утримується наземною частиною рослин при поливі, може бути представлена як

$$A_i = f_{w,i} A_w, \quad (4.1)$$

де A_i - сумарна питома активність на рослині виду i ; $f_{w,i}$ - фракція утримання для рослини виду i ; A_w - питома поверхнева активність внесена при поливі.

Частка утримуваних рослиною радіонуклідів визначається як

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (4.2)$$

де S_i - ефективне утримання води для рослини виду i ; LAI_i - поверхня листової частини рослин, що приходить на одиницю площі їхнього росту; R - питомий об'єм поливу на одиницю площі листової поверхні.

Активність рослинних продуктів формується за рахунок безпосереднього надходження радіонуклідів через листя, а також за рахунок кореневого надходження:

$$C_i(t) = C_{i,l}(t) + C_{i,r}(t), \quad (4.3)$$

де $C_i(t)$ - загальна активність у рослині виду i , Бк/кг; $C_{i,l}(t)$ - активність в рослині виду i від надходження через листя, Бк/кг; $C_{i,r}(t)$ - активність в рослині виду i від кореневого надходження, Бк/кг.

Надходження радіонуклідів через листя. Для цілком уживаних у їжу рослин, за винятком пасовищної трави, ріст біомаси враховується неявно, тому активність, що поглинається листям, залежить від врожайності. Таким чином, концентрація активності може бути виражена як

$$C_{i,l}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (4.4)$$

де $C_{i,l}(\Delta t)$ - концентрація активності в рослині виду i у період збору врожаю; A_i - загальна питома активність на рослині виду i , що залежить від LAI даної рослини в момент поливу; Y_i - врожайність рослин виду i у період збору врожаю; λ_w - швидкість втрати активності за рахунок впливу погодних факторів; λ_r - константа радіоактивного розпаду; Δt - час, що пройшов з моменту поливу до збору врожаю.

Концентрація активності у рослині в момент t після поливу розраховується з формули

$$C_{g,l}(t) = \frac{A_g}{Y_g} \{ (1-a) \exp[-(\lambda_b + \lambda_w + \lambda_r)t] + a \exp[-(\lambda_t + \lambda_r)t] \}, \quad (4.5)$$

де $C_{g,l}(t)$ - концентрація активності у рослині в момент t після поливу; A_g - загальна питома активність в рослинах; Y_g - врожайність культури в момент поливу; a - фракція, яка переходить в кореневу систему; λ_b -

швидкість "розбавлення" внаслідок росту біомаси; λ_t - швидкість падіння активності при переміщенні в кореневу область; t - час після поливу.

Як λ_w приймається значення, що відповідає періоду напівочищення в 25 днів. λ_b – сезонно залежна величина.

Концентрація радіонукліда в рослинах виду i , зібраних через Δt днів після поливу визначається наступною формулою

$$C_{i,l}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} T_i(\Delta t) \exp(-\lambda_r \Delta t), \quad (4.6)$$

де $T_i(\Delta t)$ - коефіцієнт переходу для рослини виду i ; Y_i - врожайність їстівної частини рослини виду i .

Кореневе надходження радіонуклідів. Концентрація радіонукліда в рослинах, що утворена кореневим надходженням, розраховується з використанням концентрації радіонукліда в ґрунті і коефіцієнтів накопичення TF_i , які виражають співвідношення концентрацій активності в рослині і ґрунті. При цьому ураховується вплив агрохімічних властивостей ґрунту, а також внесення калійних добрив та вапнування на процес накопичення радіонуклідів коріннями рослин:

$$C_{i,r}(t) = [TF_i C_s(t)] A_{xim} (1 - F_{ud}/F_{izv}), \quad (4.7)$$

де $C_{i,r}(t)$ - концентрація радіонукліда у рослині виду i від кореневого надходження в момент t після поливу;- TF_i , - коефіцієнт накопичення в системі "ґрунт – рослина" для рослини виду i (табл.4.1); $C_s(t)$ - концентрація радіонукліда у прикореневій області ґрунту в момент t ; A_{xim} - обобщенная функція впливу агрохімічних властивостей ґрунту на накопичення коріннями радіонуклідів; F_{ud} - функція впливу внесення калійних добрив на накопичення радіонуклідів коріннями рослин; F_{izv} - функція впливу внесення вапна на кореневе накопичення радіонуклідів.

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти накопичення ґрунт – рослина TF_i (Бк/кг)/(Бк/кг)

| Рослина | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
|-------------------|------------|-----------|
| Трави | 0,05 | 0,5 |
| Картопля | 0,01 | 0,02 |
| Злаки | 0,02 | 0,03 |
| Листкові овочі | 0,02 | 0,03 |
| Овочі-коренеплоди | 0,01 | 0,02 |
| Плодові овочі | 0,01 | 0,02 |

Узагальнена функція впливу агрохімічних властивостей ґрунту на накопичення коріннями радіонуклідів визначається з виразу

$$A_{xim} = (F_{pH} F_{gum} F_{KO})^{0,333}, \quad (4.8)$$

де F_{pH} - функція впливу pH сольової витяжки на накопичення коріннями радіонуклідів:

$$F_{pH} = 40,699 - 22,372pH + 4,703pH^2 - 0,445pH^3 + 0,016pH^4, \quad (4.9)$$

де F_{gum} - функція впливу вмісту гумусу в ґрунті (G) на накопичення коріннями радіонуклідів:

$$F_{gum} = 1,085 - 1,068G + 0,449G^2 - 0,090G^3 + 0,007G^4, \quad (4.10)$$

де F_{KO} - функція впливу вмісту рухливого калію (K) в ґрунті на накопичення коріннями радіонуклідів:

$$F_{KO} = 2,012 - 17,424K + 63,161K^2 - 111,57K^3 + 95,330K^4 - 31,553K^5. \quad (4.11)$$

Ефективність внесення різних доз калійних добрив для зниження накопичення радіонуклідів у рослині багато в чому визначається вмістом рухливого калію в ґрунті, куди вносяться ці добрива. І чому більша кількість рухливих форм калію утримується в ґрунті, тем нижче ефект внесення калійних добрив. Функція ефективності впливу калійних добрив на накопичення рослиною радіонуклідів описується системою рівнянь, яка отримана для різних рівнів вмісту рухливих форм калію в ґрунті. У загальному виді ця функція записується як

$$F_{ud} = a_0 + a_1K_{norm} + a_2(K_{norm})^2 + a_3(K_{norm})^3 + a_4(K_{norm})^4 + a_5(K_{norm})^5, \quad (4.12)$$

$$\text{при } K_{krit1} < K_s \leq K_{krit2},$$

де K_{norm} - доза внесення калійних добрив; K_{krit1} і K_{krit2} - межі інтервалу вмісту рухливого калію в ґрунті; K_s - вміст рухливого калію в ґрунті; $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ - параметри рівняння при різних інтервалах вмісту рухливого калію в ґрунті.

Вапнування в комбінації із внесенням калійних добрив приводить до значного зниження накопичення радіонуклідів рослиною. Ефективність вапнування визначається багато в чому дозою внесених калійних добрив, функція цього ефекту в загальному виді записується як:

$$F_{izv} = P_{izv}, \text{ якщо } (K_{norm})_{krit1} < K_{norm} \leq (K_{norm})_{krit2}, \quad (4.13)$$

де P_{izv} - ефективність вапнування при визначеному діапазоні внесення калійних добрив; $(K_{norm})_{krit1}$ і $(K_{norm})_{krit2}$ - межі діапазону норми внесення калійних добрив. Зменшення надходження радіонуклідів у рослини при вапнуванні залежно від дози внесених калійних добрив наведено в табл. 4.2.

Концентрація в прикореновому шарі ґрунту розраховується по формулі:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (4.14)$$

де A_s - загальна питома активність на ґрунті; L - глибина прикореневого шару; δ - щільність ґрунту; λ_s - швидкість зменшення активності через переміщення за межі прикореневого шару; λ_f швидкість фіксації радіонуклідів у ґрунті.

Таблиця 4.2 – Зменшення вступу радіонуклідів у рослини при вапнуванні залежно від дози внесених калійних добрив

| Доза внесення калійних добрив, кг(д.р.)/га | | Кратність зменшення накопичення радіонуклідів при внесенні вапни |
|---|----------------------|--|
| $(K_{norm})_{krit1}$ | $(K_{norm})_{krit2}$ | |
| | <61 | 1,5 |
| 61 | 121 | 2,0 |
| 181 | 241 | 3,0 |
| 241 | 301 | 3,5 |
| 301 | 361 | 4,0 |
| 361 | 421 | 4,25 |
| 421 | 481 | 4,5 |
| 481 | 541 | 4,75 |
| >541 | – | 4,85 |

Значення λ_s розраховується за формулою:

$$\lambda_s = \frac{v_a}{L(1 + \frac{K_d\delta}{\Theta})}, \quad (4.15)$$

де v_a - швидкість просочування води в ґрунті; K_d - коефіцієнт розподілу; Θ - вміст води в ґрунті.

Вплив обробки сільськогосподарської продукції на вміст радіонуклідів у продуктах харчування, готових до вживання. Забруднення продуктів харчування і кормів розраховується з урахуванням зміни концентрації активності в процесі обробки і готування, а також часу обробки і збереження. Концентрацію активності в продукті k одержують з концентрації активності в сирому продукті за виразом

$$C_k(t) = C_{ko}(t-t_{pk})P_k, \quad (4.16)$$

де $C_k(t)$ - концентрація активності у готовому до вживання продукті k у момент t ; $C_{ko}(t)$ - концентрація активності у сирому продукті в момент t ; P_k - коефіцієнт зміни активності при готуванні продукту k .

Коефіцієнти зміни активності радіонуклідів при приготуванні продуктів приведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Коефіцієнти зміни активності при обробці та приготуванні продуктів

| Оброблюваний продукт | Коефіцієнт зміни, концентрація в сирому продукті = 1 | | |
|-----------------------|---|------------|------|
| | ^{90}Sr | ^{137}Cs | Інші |
| Пшеничне борошно | 0,5 | 0,5 | 0,5* |
| Пшеничні висівки | 3 | 3 | 3** |
| Житнє борошно | 0,5 | 0,6 | 0,5* |
| Житні висівки | 3,5 | 2,7 | 3** |
| Очищена картопля | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Овочі | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Олія | 0,2 | 0,2 | 1 |
| Вершки, 30 % жирності | 0,4 | 0,7 | 1 |
| Згущене молоко | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| Сир | 0,8 | 0,6 | 1 |

4.2 Підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків за допомогою моделі необхідно підготувати чотири групи даних:

- 1) опис географічного пункту (метеорологічної станції), для якого виконується розрахунок;
- 2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 3) агроекологічна інформація конкретного року;
- 4) параметри моделі.

4.2.1 Опис географічного пункту (метеорологічної станції).

До складу цієї групи входять:

φ – географічна широта географічного пункту (метеорологічної станції), дається в градусах з десятими;

$W_{\text{нв}}$ – найменша вологоємність орного шару ґрунту.

4.2.2 Середня багаторічна агрометеорологічна інформація.

До складу цієї групи входять:

n – кількість розрахункових декад від сходів (відновлення вегетації) до воскової стиглості (дозрівання);

np – кількість днів у кожній розрахунковій декаді;

Щодекадні метеорологічні та агрометеорологічні дані за весь період вегетації:

t_s – середня за декаду температура повітря;

$W(0)$ – запаси продуктивної вологи у 0–20 см шарі ґрунту.

4.2.3 Агроекологічна інформація конкретного року.

- Час від вегетаційного поливу до збору врожаю;
- Норма вегетаційного поливу;
- Концентрація цезію-137 у воді, Бк/л;
- Час від сухого випадіння до збору урожаю;
- Концентрація активності в повітрі.

4.2.4 Параметри моделі.

До складу цієї групи входять наступні характеристики:

- сума ефективних температур за весь вегетаційний період;
- сума ефективних температур (час максимуму 1);
- сума ефективних температур (час максимуму 2);
- максимальна площа листової поверхні;
- біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;
- швидкість утрати активності радіонукліда за рахунок погодних умов;
- константа радіоактивного розпаду;

- урожайність всієї сирової маси с.-г. культур та господарсько-корисної його частини;
- утримання активності радіонукліда в ґрунті на початок вегетаційного періоду;
- коефіцієнти розподілу та накопичення радіонуклідів в ґрунті та рослині;
- коефіцієнти зміни активності радіонуклідів в продуктах переробки;
- параметри ґрунту (вміст гумусу, кислотність, вміст рухомого калію);
- дози внесених в ґрунт добрив та вапни.

4.3 Введення вхідної інформації для виконання розрахунків на ПЕОМ

Для моделювання фотосинтезу рослинного покриву створено програму для ПЕОМ на мові програмування "ФОРТРАН", файл "esplant.for". Виконуючий розрахунки файл носить назву " esplant.exe". Програма знаходиться у фонді алгоритмів та програм кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів ОДЕКУ.

Для виконання розрахунків для кожного географічного пункту на ПЕОМ створюється файл даних. Файлу даних, якій вводиться, надається ім'я « esplant. dat».

Він готується у такому порядку:

Перший рядок складається з чотирьох чисел:

- 1) назва пункту, пишеться буквами, починаючи з другої позиції;
- 2) рік складання розрахунку , пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту;
- 3) дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року;
- 4) місяць розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після дати.

Другий рядок складається з одного числа:

n – кількість розрахункових декад, число ціле, записується в трьох позиціях.

Третій рядок: ts – масив середньодекадних температур повітря, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми.

Четвертий рядок: W(0) – масив запасів продуктивної вологи у орному шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми.

П'ятий рядок: dv – масив кількості днів в розрахункових декадах. число ціле, в трьох позиціях.

Шостий рядок: dvr – масив часу вегетаційного поливу до збору врожаю, в трьох позиціях.

Сьомий рядок: p_{nor} - норма вегетаційного поливу;

Восьмий рядок: C_w – концентрація радіонукліду у воді;

Дев'ятий рядок: $dvdry$ – час сухого випадіння до збору урожаю;

Десятий рядок: CA_{dry} – концентрація активності радіонуклідів в повітрі;

Одинадцятий рядок – інформаційний масив (масив "sol"). Містить тридцять шість чисел, кожне число кодується у дев'яті позиціях з шестью знаками після коми:

sol (1) – сума ефективних температур більш біологічного мінімуму від початку до кінця вегетації;

sol (2) – сума ефективних температур (час максимуму 1);

sol (3) – сума ефективних температур (час максимуму 2);

sol (4) – максимальна площа листової поверхні;

sol (5) – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;

sol (6) – ефективне утримання води;

sol (7) – швидкість втрати активності радіонукліда за рахунок погодних умов;

sol (8) – константа радіоактивного розпаду;

sol (9) – урожай всієї сирової біомаси рослин;

sol (10) – урожай господарсько-корисної частини біомаси рослин;

sol (11) – утримання активності радіонукліду в ґрунті на початок вегетаційного періоду;

sol (12) – швидкість фіксації радіонукліду в ґрунті;

sol (13) – швидкість просочування води в ґрунті;

sol (14) – глибина прикореневого орного шару ґрунту;

sol (15) – щільність прикореневого орного шару ґрунту;

sol (16) – середні за вегетаційний період запаси вологи в прикореновому орному шарі ґрунту;

sol (17) – коефіцієнт розподілу;

sol (18) – коефіцієнт накопичення ґрунт-рослина;

sol (19) – тривалість вегетаційного періоду;

sol (20) – середній коефіцієнт переходу радіонукліду з води в рослину;

sol (21) – максимальна швидкість осадження;

sol (22) – коефіцієнт зміни активності радіонукліду при виготовленні продукту 1;

sol (23) – термін зберігання продукту 1;

sol (24) – коефіцієнт зміни активності радіонукліду при виготовленні продукту 2;

sol (25) – термін зберігання продукту 2;

sol (26) – коефіцієнт зміни активності радіонукліду при виготовленні продукту 3;

sol (27) – термін зберігання продукту 3;

sol (28) – коефіцієнт зміни активності радіонукліду при виготовленні продукту 4;

- sol (29) – термін зберігання продукту 4;
- sol (30) – вхідний вміст калію в ґрунті;
- sol (31) – доза внесення калійних добрив;
- sol (32) – внесення вапни;
- sol (33) – найменша польова вологоємність у шарі ґрунту 0-20см;
- sol (34) – коефіцієнт співвідношення накопичення радіонукліду в господарсько-корисній частині до накопичення в загальній біомасі врожаю;
- sol (35) – рН сольовий витяжці з ґрунтового розчину;
- sol (36) – вміст гумусу в ґрунті.

4.4 Інформація результатів розрахунків

Інформація, що виводиться міститься у файлі «eplant. res». Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Г) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться п'ять розрахункових таблиць (Додаток Г):

Таблиця 1 містить інформацію про:

- середню температуру повітря, ($ts1$, °C);
- суму ефективних температур наростаючим підсумком ($ts2$, °C);
- сумарну біомасу сільськогосподарської культури (M , ц/га);
- біомасу господарсько-корисної частини рослин, (mp , ц/га);
- значення площі листя (LL , м²/м²).

Таблиця 2 містить інформацію про:

- активність радіонукліду після сухих випадів ($CLdsum$, Бк/кг);
- активність радіонукліду після поливу ($CLwsum$, Бк/кг);
- активність радіонукліду від кореневого поглинання ($Crsum$, Бк/кг);
- загальна активність радіонукліду в загальній біомасі (Ct , Бк/кг);

Таблиця 3 містить інформацію про:

- активність радіонукліду після сухих випадів ($CLdsmx$, Бк/кг);
- активність радіонукліду після поливу ($CLwsmx$, Бк/кг);
- активність радіонукліду від кореневого поглинання ($Crsumx$, Бк/кг);
- загальна активність радіонукліду в господарсько-корисній частині врожаю (Ctx , Бк/кг);

Таблиця 4 містить інформацію про:

- ефективність внесення добрив,

- ефективність внесення вапна,
- функція впливу рН на накопичення радіонукліду(відн.од.);
- функція впливу гумусу на накопичення радіонукліду(відн.од.);
- функція впливу калію на накопичення радіонукліду(відн.од.);
- функція впливу суми агрохімічних властивостей ґрунту на накопичення радіонукліду (відн.од.).

Таблиця 5 містить інформацію про:

- активність радіонукліду в загальній біомасі;
- загальна активність радіонукліду в господарсько-корисної частині врожаю;
- концентрація активності в готовому к вживанню продукті 1;
- концентрація активності в готовому к вживанню продукті 2;
- концентрація активності в готовому к вживанню продукті 3;
- концентрація активності в готовому к вживанню продукті 4.

4.5 Практичне завдання

За допомогою моделі «ECOSIS-86», програма є інтелектуальною власністю кафедри, розрахувати забруднення радіонуклідами рослинницької продукції. Індивідуальне завдання надається викладачем.

4.6 Питання для перевірки

1. Яким чином здійснюється зональний розподіл земель за рівнем забруднення радіонуклідами?
2. Як розраховується активність радіонукліду, що утримується наземною частиною рослин при поливі?
3. Яким чином моделюється активність радіонуклідів, що надходять в рослину через листя?
4. Концепція кореневого надходження радіонуклідів в рослину.
5. В чому полягає суть системи рівнянь, що описують вплив агрохімічних властивостей ґрунту на активність радіонукліду?
6. В чому сутність методу визначення концентрації радіонуклідів у готовому до вживання продукті?
7. Яка агроекологічна інформація належить до початкової інформації для виконання розрахунків за моделлю?
8. Перелічить характеристики, що входять до групи «Параметри моделі».
9. Які показники забруднення рослинницької продукції одержуються при розрахунку за моделлю «ECOSIS-86»?

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агрометеорології та агрометпрогнозів

ПРОТОКОЛ № __

**з дисципліни «Екологія агропромислового
комплексу»**

тема практичної роботи

Виконав(ла) студент(ка) гр. ____

(Прізвище І.Б.)

| Оцінка за теоретичну частину роботи | Оцінка за практичну частину роботи | Загальна оцінка |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| | | |

Одеса – 20__р.

СХЕМА ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

I Вихідні дані

II Методика виконання завдання

III Проведення розрахунків

IV Аналіз отриманих результатів

V Рекомендації

Таблиця -1 Порівняльна оцінка агротехнологій

| Показатели | Агротехнології | | | |
|---------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| | екстенсивні | нормальні | інтенсивні | високі |
| Сорти | Толерантні | Пластичні | Інтенсивні | Зі заданими параметрами |
| Грунтово ландшафтні умови | різної складності | помірно складні | КЗ > 0,6; плоскі ЕАА, плямистості | КЗ > 0,8; плоскі ЕАА, однородні ГК |
| Добрива | Нема | Підтримуючі | Програмові | Точні |
| Захист рослин | Епізодичний | Обмежений, проти найбільш шкідливих видів | Інтегрований | Екологічно збалансований |
| Обробка ґрунту | Система оранки | Ґрунтозахисна комбінована | Диференційовано мінімізована | Оптимізована |
| Техніка | Першого— другого покоління | Третього покоління | Четвертого покоління | Прецизійна |
| Якість продукції | Невизначена | Нестійко задовільна | Відповідає вимогам переробки ринку | Збалансована за всіма компонентами |
| Землеоціночна основа | Ґрунтові карти М 1: 25000 | Ґрунтові карти М 1: 10 000 | Ґрунтово-ландшафтні карти | ГІС |
| Екологічний ризик | Активна деградація ґрунту і ландшафту | Деградація ґрунтів | Ризик забруднення | Мінімальний ризик |

Примітка: КЗ — коефіцієнт зволоження; ЕАА — елементарний ареал агроландшафту; ГК — ґрунтовий комплекс; ГІС — геоінформаційна система.

Таблиця 2 – Вклад факторів (%) у формування врожаю зерна

| Фактор | Агротехнологія | |
|--------------------|----------------|------------|
| | екстенсивна | інтенсивна |
| Природна родючість | 40 | 10 |
| Кліматичні умови | 20 | 15 |
| Обробка ґрунту | 20 | 10 |
| Добрива | 10 | 30 |
| Сорт, насіння | 5 | 20 |
| Захист рослин | 5 | 15 |
| Врожайність, т/га | 1,6-2,6 | 5-7 |

ДОДАТОК В

Таблиця 1 - Агрокологічні стандарти для досягнення максимальних урожаїв

| Ранг фактору | Показники | Одиниця вимірювання | Стандарт | Факт |
|-----------------------|---|---------------------|----------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зерно | | | | |
| 1 | Землеробство | | | |
| | освоєність системи землеробства | % | 100 | |
| | Освоєність сівозміни | % | 100 | |
| | сортаооновлення | рік | 5 | |
| | Якість насіння: I класу | % | 100 | |
| | Мінеральні добрива | кг/га | 250 | |
| | Органічні добрива | т/га | 7 | |
| | меліоранти | % | 100 | |
| засоби захисту рослин | % потреби | 100 | | |
| | біопрепарати | % потреби | 100 | |
| 2 | Грунтові ресурси | | | |
| | бонітет ріллі | балл | 66,4 | |
| | бонітет сінокосів | балл | 20 | |
| | бонітет пасовищ | балл | 19,4 | |
| | вміст азоту лужногідрозідуємого | мг/кг | 200 | |
| | Вміст фосфору рухомого | мг/кг | 15 | |
| 3 | Кліматичні ресурси | | | |
| | Гидротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду | | 1,1—1,3 | |
| | середньодобова температура ґрунту на глибині загортання | °С | 6-12 | |
| 4 | Рельєф | | | |
| | розчленованість території | км/км ² | 0 | |
| | ілляна схилах дозградусів | % | 100 | |
| 5 | енергоозброєність | | | |
| | тракторизагального призначення | эт.шт/1000 | 10,25 | |
| | комбайни | шт/1000 га | 7,69 | |
| | ґрунтообробні знаряддя(в | шт/1000 га | 3,01 | |
| | сівалки | шт/1000 га | 10,5 | |
| | автомобілі грузові | шт/1000 га | 9,93 | |
| 6 | Сохранность урожая | | | |
| | крытые склады | % | 100 | |
| | критісклади | % | 100 | |
| | зерноочисні-сушильні комплекси | шт/1000 т | 0,2 | |

Продовження таблиці 1

| Ранг фактору | Показники | Одиниця вимірювання | Стандарт | Факт |
|--------------|---|---------------------|-----------------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зерно | | | | |
| 7 | Транспортні ресурси, дороги з твердим покриттям | % | 100 | |
| 8 | Демографічні ресурси - кількість механізаторів, зайнятих у рослинництві | чел/1000 га | 13,9 | |
| 9 | Екологія | | | |
| | Забруднення ґрунтів: | | | |
| | пестицидами | мг/кг | пдк | |
| | важкими металами | мг/кг | пдк | |
| | радіонуклідами | кч/км ² | <0.1 | |
| | змив ґрунту | т/га | допустимий змив | |
| | стік води | мм | допустимий стік | |
| | Урожайність зерна | т/га | 6-7 | |

ДОДАТОК Г

МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ АКТИВНОСТІ РАДІОНУКЛІДУ В СИСТЕМІ
 ВОДА-ГРУНТ - РОСЛИНА - ПРОДУКТ
 (E C O S Y S - 8 7)

В Х І Д Н А І Н Ф О Р М А Ц І Я

KRIMSKAJ 2006.

15

16.1 18.0 19.4 20.6 21.8 22.9 23.8 24.4 24.2 22.8 21.2 19.3 17.2 14.9

12.9

40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0 40.0

40.0

10 10 10 11 10 10 11 10 10 11 10 10 10

150.000 140.000 0.000 120.000 110.000 100.000 90.000 80.000 70.000

60.000 50.000 40.000 30.000 0.000 0.000

450.000 450.000 0.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000

450.000 450.000 450.000 450.000 0.000 0.000

0.170 0.170 0.000 0.170 0.170 0.170 0.170 0.170 0.170

0.170 0.170 0.170 0.170 0.000 0.000

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

1520.000000 800.000000 1300.000000 5.000000 10.000000

0.400000 0.030000 0.000098 4.500000 2.800000

0.070000 0.000090 2.000000 0.200000 1100.000000

28.000000 0.001000 14.000000 153.000000 0.040000

0.000000 0.800000 45.000000 1.200000 45.000000

0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 12.800000

1.000000 0.000000 40.000000 3.900000 7.200000

2.000000

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ПО МОДЕЛІ

ТАБЛИЦЯ 1

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| idekicyti | TS1 | i | TS2 | i | M | i | mp | i | LAI | i |
|------------|--------|---|----------|---|----------|---|---------|---|-------|---|
| i 1i 10i | 6.100 | i | 61.00i | i | 2.339i | i | 0.000 | i | 0.263 | i |
| i 2i 20i | 8.000 | i | 141.00i | i | 7.232i | i | 0.000 | i | 0.452 | i |
| i 3i 31i | 9.400 | i | 244.40i | i | 18.607i | i | 0.000 | i | 0.985 | i |
| i 4i 41i | 10.600 | i | 350.40i | i | 39.182i | i | 0.000 | i | 1.872 | i |
| i 5i 51i | 11.800 | i | 468.40i | i | 79.283i | i | 24.952 | i | 3.138 | i |
| i 6i 61i | 12.900 | i | 597.40i | i | 148.911i | i | 68.276 | i | 4.495 | i |
| i 7i 71i | 13.800 | i | 735.40i | i | 242.464i | i | 126.486 | i | 5.197 | i |
| i 8i 81i | 14.400 | i | 879.40i | i | 328.824i | i | 180.222 | i | 5.000 | i |
| i 9i 92i | 14.200 | i | 1035.60i | i | 385.611i | i | 215.556 | i | 5.000 | i |
| i 10i 102i | 12.800 | i | 1163.60i | i | 411.230i | i | 231.496 | i | 5.000 | i |
| i 11i 112i | 11.200 | i | 1275.60i | i | 423.551i | i | 239.163 | i | 5.000 | i |
| i 12i 123i | 9.300 | i | 1377.90i | i | 429.848i | i | 243.081 | i | 4.562 | i |
| i 13i 133i | 7.200 | i | 1449.90i | i | 432.761i | i | 244.893 | i | 3.352 | i |
| i 14i 143i | 4.900 | i | 1498.90i | i | 434.245i | i | 245.817 | i | 1.337 | i |
| i 15i 153i | 2.900 | i | 1527.90i | i | 434.985i | i | 246.277 | i | 0.010 | i |

TS2 - summa temperatur narost. itogom, gradus.

M - summarnaj biomassa narost. itogom, zent./gektar

mp - biomassa xoz. chasti narost. itogom, zent./gektar

LAI - ploschad listjev, m*2/m*2

ТАБЛИЦЯ 2
 НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДУ В ЗАГАЛЬНІЙ БІОМАСІ ВРОЖАЮ
 (Вк/kg) - ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

| idekicyti | CLdsum | i | CLwsum | i | Crsum | i | Ct | i |
|-----------|--------|---|-----------|---|----------|---|------------|---|
| i 1i 10i | 0.000 | i | 0.68736i | | 0.06647 | i | 0.75383i | |
| i 2i 20i | 0.000 | i | 1.75942i | | 0.30201 | i | 2.06143i | |
| i 3i 31i | 0.000 | i | 1.90942i | | 0.84952 | i | 2.75894i | |
| i 4i 41i | 0.000 | i | 5.46413i | | 2.18754 | i | 7.65167i | |
| i 5i 51i | 0.000 | i | 10.31443i | | 5.41655 | i | 15.73099i | |
| i 6i 61i | 0.000 | i | 15.99888i | | 12.00372 | i | 28.00260i | |
| i 7i 71i | 0.000 | i | 21.98804i | | 22.03993 | i | 44.02797i | |
| i 8i 81i | 0.000 | i | 27.89798i | | 32.27750 | i | 60.17548i | |
| i 9i 92i | 0.000 | i | 33.80792i | | 39.56906 | i | 73.37698i | |
| i 10i102i | 0.000 | i | 39.71786i | | 43.07497 | i | 82.79283i | |
| i 11i112i | 0.000 | i | 45.62780i | | 44.84787 | i | 90.47568i | |
| i 12i123i | 0.000 | i | 51.34398i | | 45.78949 | i | 97.13347i | |
| i 13i133i | 0.000 | i | 56.35458i | | 46.23729 | i | 102.59190i | |
| i 14i143i | 0.000 | i | 56.50458i | | 46.46552 | i | 102.97010i | |
| i 15i153i | 0.000 | i | 56.65458i | | 46.57924 | i | 103.23380i | |

CLdsum - активност rad-a v rastenii posle suxix vipadeniy
 CLwsum - активност rad-a v rastenii posle polivov
 Crsum - активност rad-a v rastenii ot kornevogo poglosch.
 Ct - obschaj активност rad-a vo vsej masse rastenij

ТАБЛИЦЯ 3
 НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДУ В ГОСПОДАРСЬКО-КОРИСНОЇ ЧАСТИНІ ВРОЖАЮ
 (Вк/kg) - ПЕРВИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

| idekicyti | CLdsmx | i | CLwsmx | i | Crsumx | i | Ctx | i |
|-----------|-----------|---|----------|---|----------|---|-----------|---|
| i 1i 10i | 0.0000000 | i | 0.00000i | | 0.00000 | i | 0.00000i | |
| i 2i 20i | 0.0000000 | i | 0.00000i | | 0.00000 | i | 0.00000i | |
| i 3i 31i | 0.0000000 | i | 0.00000i | | 0.00000 | i | 0.00000i | |
| i 4i 41i | 0.0000000 | i | 0.00000i | | 0.00000 | i | 0.00000i | |
| i 5i 51i | 0.0000000 | i | 0.19485i | | 1.38886 | i | 1.58371i | |
| i 6i 61i | 0.0000000 | i | 0.38504i | | 3.07788 | i | 3.46292i | |
| i 7i 71i | 0.0000000 | i | 0.55799i | | 5.65126 | i | 6.20925i | |
| i 8i 81i | 0.0000000 | i | 0.73571i | | 8.27628 | i | 9.01199i | |
| i 9i 92i | 0.0000000 | i | 1.00527i | | 10.14591 | i | 11.15118i | |
| i 10i102i | 0.0000000 | i | 1.59711i | | 11.04486 | i | 12.64197i | |
| i 11i112i | 0.0000000 | i | 2.80519i | | 11.49945 | i | 14.30464i | |
| i 12i123i | 0.0000000 | i | 4.82117i | | 11.74089 | i | 16.56207i | |
| i 13i133i | 0.0000000 | i | 7.41703i | | 11.85572 | i | 19.27275i | |
| i 14i143i | 0.0000000 | i | 7.41703i | | 11.91424 | i | 19.33127i | |
| i 15i153i | 0.0000000 | i | 7.41703i | | 11.94339 | i | 19.36043i | |

Xozjystvenno-poleznaj chast urogjaj(x.-p.ch.)
 CLdsmx - активност radionuklida posle suxix vipadeniy
 CLwsmx - активност radionuklida posle polivov
 Crsumx - активност radionuklida ot kornevogo pogloschenij
 Ctx - obschaj активност radionuklida v x.-p.ch. urogjaj

ТАБЛИЦЯ 4
АГРОХІМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ҐРУНТУ

| idekicyti | Efud | i Efizv | i Agrximi | Fph i | FHum i | FKO |
|-----------|-------|---------|-----------|--------|--------|--------|
| i 1i 10i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 2i 20i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 3i 31i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 4i 41i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 5i 51i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 6i 61i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 7i 71i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 8i 81i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 9i 92i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 10i102i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 11i112i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 12i123i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 13i133i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 14i143i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |
| i 15i153i | 1.000 | i1.000 | i0.091 | i0.076 | i0.139 | i0.070 |

Efud - ЕФФЕКТИВНОСТ ВНЕСЕНУЈ УДОБРЕНІЙ , otn.ed.
 EFizv - ЕФФЕКТИВНОСТ ВНЕСЕНІЈ ИЗВЕСТИ , otn.ed.
 FpH - функzij vlijnij "pH" na nakopl. rad., otn.ed.
 FHum - функzij vlijnij "Humusa" na nakopl. rad., otn.ed.
 FKO - функzij vlijnij "Kalij" na nakopl. rad., otn.ed.
 AgrXim - функzij vlijnij agroxim. swoystv pochyi na nakopl. radionuklidov , otn.ed.

ТАБЛИЦЯ 5
КОНЦЕНТРАЦІЯ РАДІОНУКЛІДУ В ПЕРВИННОМУ БІОЛОГІЧНОМУ ПРОДУКТІ І В ПЕРЕРОБЛЕНОМУ

sodergjanie radionuklidov v obschey biomasse
 Ct (Bk/kg) = 103.2338000000

sodergjanie radionuklidov v xoz.poleznoy chasti urogjaj
 Ctx (Bk/kg) = 19.3604300000

CPR1 - koncentrazij aktivnosti v gotovom k upotreblenij
 produkte 1 ,prigotovlenom iz pervichnogo produkta
 CPR1 (Bk/kg) = 15.4201900000

CPR2 - koncentrazij aktivnosti v gotovom k upotreblenij
 produkte 2 ,prigotovlenom iz pervichnogo produkta
 CPR2 (Bk/kg) = 23.1302800000

CPR3 - koncentrazij aktivnosti v gotovom k upotreblenij
 produkte 3 ,prigotovlenom iz pervichnogo produkta
 CPR3 (Bk/kg) = 0.0000000000

CPR4 - koncentrazij aktivnosti v gotovom k upotreblenij
 produkte 4 ,prigotovlenom iz pervichnogo produkta
 CPR4 (Bk/kg) = 0.0000000000

Методичні вказівки
до практичних робіт

з дисципліни
«ЕКОЛОГІЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСА»
для студентів –2 курсу
спеціальність 101 «Екологія», рівень підготовки – магістр.

Укладач: к. геогр. н., доцент Жигайло О.Л.

Підпис до друку

Формат

Папір друк. №

Умовн. друк. арк.

Тираж

Зам. №

Одеський державний екологічний університет,
270016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
