

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт з дисципліни „ЗБАЛАНСОВАНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В
ГАЛУЗІ”

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Агроекологія»

Одеса – 2018

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Методичні вказівки
до практичних робіт з дисципліни „**Збалансоване природокористування
та поводження з відходами в галузі**”

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Агроекологія»

Узгоджено
на засіданні методичної комісії ф-ту
Декан ф-ту магістерської
та аспірантської підготовки
_____ Боровська Г.О.

"Затверджено"
на засіданні кафедри агрометеорології
та агрометеорологічних прогнозів
Протокол № 18 від 07.05.2018 р.
Зав. кафедри _____ А. М. Польовий

Одеса – 2018

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Методичні вказівки
до практичних робіт з дисципліни **„Збалансоване природокористування
та поводження з відходами в галузі”**

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Агроєкологія»

Узгоджено
на факультеті магістерської та
аспірантської підготовки
Декан ф-ту магістерської
та аспірантської підготовки підготовки
_____ Боровська Г.О.

Одеса – 2018

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни „Збалансоване природокористування та поводження з відходами в галузі”. Для магістрів I і II року навчання. Спеціальність 101 «Екологія». Освітня програма «Агроєкологія». Укладач // к.геогр.н., доц. Свидерська С.М., – Одеса, ОДЕКУ, 2018. – 60 с.

Передмова

Збереження людської цивілізації залежить від наших знань про природу і дій, спрямованих на збереження і поліпшення навколишнього природного середовища шляхом розумного втручання, а не руйнування його в процесі нераціонального використання.

Проблеми природокористування розглядаються з географічних, біологічних, правових, економічних і інших аспектів. Особливо важливе значення має екологічне обґрунтування раціонального використання природних ресурсів і умов, яке повинно базуватись на уявленнях як традиційної, так і сучасної екології.

Збереження та захист ґрунтового покриву від деградації, водних джерел від виснаження і атмосферного повітря від забруднення, екологічна оцінка продукції в умовах техногенезу і раціональне використання природно-сільськогосподарських ресурсів відноситься до національних інтересів держави і суспільства.

Метою методичних вказівок є вивчення проблем пов'язаних з утворенням і накопиченням промислових і побутових відходів, їх негативним впливом на довкілля, напрямками і способами екологічно обґрунтованого і безпечного зберігання та утилізації цих відходів, запобіганням чи зменшенням їх впливу на ґрунти і поверхові та підземні води, а також розрахунки і аналіз забруднення повітря, ґрунту, поверхневих вод відходами виробництва агропромислового комплексу.

В даній методичній вказівці наводяться 8 тем, які присвячені методам і прикладам оцінки екологічного стану ґрунтів, пов'язаного з високою розораністю, процесами ерозії, хімічним і радіоактивним забрудненням, переущільненням і їх впливом на продуктивність агроценозів. Розглядаються теоретичні та практичні аспекти водоспоживання сільськогосподарських культур, раціонального регулювання поверхневого схилового стоку і впливу навідні об'єкти забруднюючих речовин. Наводяться розрахунки викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітря від пересувних і різних стаціонарних джерел і оцінюється їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур і навколишнє середовище. Наводяться розрахунки оцінок відходів зерноперероблюючої промисловості, стічних вод та забруднюючих речовин від підприємств харчової та м'ясної промисловості.

Після вивчення дисципліни студент повинен **знати**: утворення та накопичення відходів, осадки стічних вод та поведження з ними; запобігання та зменшення негативного впливу відходів на ґрунти і ґрунтові та поверхневі води; напрями нормативно-правової діяльності при поводженні з відходами. Застосування органічних та мінеральних добрив, вміст важких металів в добривах та меліорантах, вплив хімічних речовин на стан навколишнього середовища, ГДК потенційно токсичних елементів в ґрунті, після застосування опадів стічних вод та максимальні щорічні швидкості їх

накопичення, ГДК важких металів в ґрунті, вміст важких металів в мінеральних добривах. категорії порушених земель, обсяги та способи видобутку корисних копалин, стан ландшафту, норми зняття родючого шару ґрунтів, рекультивація земель. способи визначення доз добрив і співвідношення впливу поживних речовин на урожайність в умовах обмежених ресурсів добрив. По якій схемі відбувається потрапляння важких металів в організм людини, які проводяться заходи на забруднених ґрунтах, як впливає на здоров'я, надмірне надходження цинку в організм людини і тварини, які симптоми отруєння парами металевої ртуті, який основний діагностичний показник впливу свинцю на здоров'я людини.

Після вивчення дисципліни студент повинен **вміти**: розраховувати вихід відходів від сировини при виробництві продукції, вторинні матеріальні ресурси, масу забруднюючих речовин, якість стічних вод; створювати аналіз і давати оцінку отриманих розрахунків, розробляти рекомендації по поводженню з відходами, розраховувати внесення оптимальних доз добрив, визначити природження надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив, оцінити екологічні основи рекультивації порушених земель.

Звіт з практичної роботи оформлюється у вигляді протоколу (Додаток А). Виконання розрахунків, аналізу отриманих даних оцінюються в практичній частині роботи (60 % загальної оцінки), захист виконаної роботи оцінюється в теоретичній частині (40 % загальної оцінки).

Вивчення дисципліни проводиться для магістрів I і II року навчання і передбачає лекційні та практичні заняття.

Обсяги вивчення окремих розділів і тем дисципліни визначаються робочою навчальною програмою, кількість навчальних годин визначається освітньо-професійною і освітньо-кваліфікаційною характеристикою.

Після вивчення дисципліни «Збалансоване природокористування та поводження з відходами в галузі» та виконання практичних робіт для магістрів I і II року навчання передбачено залік.

Вступ

Сучасну екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, яка формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалась розвитку в Україні сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Економіці України притаманна висока питома вага ресурсоемних та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося найбільш «дешевим» способом – без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективно діючих правових,

адміністративних та економічних механізмів природокористування та без урахування вимог охорони довкілля. Ці та інші чинники, зокрема низький рівень екологічної свідомості суспільства, призвели до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних, відходів виробництва. Такі процеси призвели до різкого погіршення стану здоров'я людей, зменшення народжуваності та збільшення смертності, а це загрожує вимиранням і біологічно-генетичною деградацією народу України.

У зв'язку з цим велике значення мають «Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» (затверджено Постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 року № 188/98-ВР), які розроблені відповідно до статті 16 Конституції України, якою визначено, що забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, збереження генофонду українського народу є обов'язковим держави.

Під забрудненням у екології розуміють несприятливу зміну навколишнього природного середовища, яке цілком або частково є результатом антропогенної діяльності, прямо або побічно змінює розподілення енергії, що надходить, рівні радіації, фізико-хімічні властивості середовища й умови існування живих організмів.

Ці зміни можуть впливати на людину безпосередньо або через воду, продукти харчування. Будь яка забруднююча речовина може бути поглинена живими організмами завдяки багаторічним метаболічним процесам. Таким шляхом забруднююча речовина включається до трофічних ланцюгів, беручи участь у кругообігу речовин в біогеоценозах, виявляючи шкідливий вплив на тварин та рослини. Живі організми прискорюють розповсюдження токсичних забруднюваних речовин, збільшуючи площі зараження, а з іншого боку, вони акумулюють ці забруднюючі речовини у своєму організмі.

За умовами утворення всі забруднюючі речовини поділяються на домішки природного і антропогенного генезису. Домішки природного походження надходять до біосферних середовищ в результаті вулканічної діяльності, фізико-хімічного вивітрювання ґрунтів, згоряння метеоритів, розкладу рослин та тварин і т.д. Антропогенні домішки утворюються в результаті спалення горючих корисних копалин, промислових та побутових відходів, під час ядерних вибухів, різних аварій і т.д. Такі забруднюючі речовини як СО і важкі метали (Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Sb, Sn, Bi, Hg) надходять до біосферних середовищ разом із антропогенними викидами. Значна частина вуглеводнів надходить до біосферних середовищ в результаті «вуглеводневого дихання» надр Землі, дегазації скупчень вуглеводневої сировини, біохімічних процесів (виділення вуглеводнів деякими рослинами, «болотяний газ» і т.д.); ця величина складає 1 млрд. т/рік, що на порядок (1 млн. т/рік) вище, ніж антропогенні викиди вуглеводневих компонентів, але ступінь токсичності й негативності екологічних наслідків значно вищий.

Фонове глобальне забруднення – фактичне забруднення, яке б існувало в даному пункті при відсутності конкретних джерел антропогенного забруднення.

При характеристиці забруднення навколишнього середовища вживаються такі поняття, як поллютанти, ксенобіотики, екотоксиканти та ін. Поллютанти – речовини, що забруднюють середовище життя, тобто забруднювачі. Ксенобіотики – сторонні для живих організмів шкідливі сполуки (пестициди, препарати побутової хімії і інш.), які попадають в значних концентраціях в природне середовище і призводять до загибелі організмів, а також порушують нормальний хід природних процесів в екосистемі. Близьким по значенню є поняття екотоксиканти – шкідливі хімічні речовини, що забруднюють навколишнє природне середовище і отруюють живі організми, які знаходяться в середовищі. Вони рідко зустрічаються самостійно, тому два і більше екотоксиканта разом дають ефект, у багато раз перевищуючий суму дії кожного з них окремо (це явище називається синергізмом і є прикладом вияву принципу емерджентності).

Фізичне забруднення пов'язане із зміною фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

Хімічне забруднення – це збільшення кількості хімічних компонентів певного середовища, а також надходження в середовище хімічних речовин, не властивих йому або в концентраціях, що перевищують норму. Воно є найбільш небезпечним для природних екосистем і людини.

Під біологічним забрудненням розуміється: привнесення в середовище нових, не властивих йому раніше, біонтів; надмірне збільшення чисельності (біомаси) біонтів, що перевищують норму в природних умовах, в тому числі внаслідок набуття ними нових властивостей.

Тема 1. ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ АГРОХІМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ

В практичній роботі «Прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами» потрібно визначити прирощення надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив. Вхідні дані, які потрібні для виконання розрахунків наведені в табл. 1.3 – 1.6.

Завдання.

1. Віднесіть важкі метали табл. 1.3 до класів токсичності згідно табл. 1.4. Для кожного важкого металу в межах класу складіть ранжируваний ряд добрив і меліорантів за вмістом у них важких металів, вказавши в дужках внесок (y %) агрохімікатів в накопиченні конкретного металу.

2. Які добрива і меліоранти з табл. 1.3 створюють найбільшу загрозу в накопиченні важких металів перших двох класів токсичності, зазначених у табл. 1.4?

3. Визначте за табл. 1.5, до яких змін в здатності рослин накопичувати важкі метали призводить підвищення кислотності ґрунтів, що спостерігається в результаті внесення мінеральних добрив?

4. Для яких важких металів табл. 1.5 рівна ступінь збільшення кислотності призводить до найбільшого зниження нормативу ГДК у ґрунті? Як виявлені особливості пов'язані з середніми швидкостями накопичення потенційно токсичних елементів у ґрунті?

5. За даними табл. 1.6 встановіть, на скільки збільшиться надходження свинцю, міді, цинку, кадмію та ртуті (ΔC_{TM} , кг/га) у ґрунт при зростанні внесення мінеральних добрив з 30 до 180 кг/га за умов, що N: P₂O: K₂O = 1: 0,8 : 0,6?

6. Як зміняться фонові значення вмісту важких металів у ґрунті (табл. 1.6) через T років за умови збереження отриманих оцінок у їх накопиченні? Для цього необхідно:

а) розрахувати вагу орного шару ґрунту (J_{II} , т / га) за формулою:

$$J_{II} = 10^4 \cdot z \cdot d, \quad (1.1)$$

де z - потужність орного горизонту, м ($z = 0,2$ м);

d - щільність складання ґрунту, г/см³ ($d = 1,2$ г/см³).

б) обчислити вміст важких металів у ґрунті (ϕ_{TM} , кг / га) за формулою:

$$\phi_{TM} = 10^{-6} \cdot J_{II} \cdot C_{TM}, \quad (1.2)$$

де C_{TM} - вміст важких металів (мг/т) в мінеральних добривах (табл. 1.6).

в) перевести по кожному важкому металу суму ($\phi_{TM} + T \cdot \Delta C_{TM}$) в мг/кг за співвідношенням:

$$\frac{\phi_{TM} + T \cdot \Delta C_{TM}}{J_n \cdot 10^{-3}}, \quad (1.3)$$

де - ΔC_{TM} приріст надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив (кг/га);

T - число прогнозованих років.

7. На основі аналізу швидкостей акумуляції важких металів у ґрунті при внесенні мінеральних добрив і порівняння отриманих оцінок з ГДК слід встановити, контроль за якими важкими металами в ґрунті є пріоритетним?

Загальні теоретичні відомості

Застосування органічних і мінеральних добрив - важлива умова підвищення врожайності культур. Азотні мінеральні добрива випускають і використовують у твердому і рідкому видах. За формою азоту тверді азотні добрива поділяють на:

- амонійні (NH_4): сульфат амонію, хлорид амонію;
- амонійно-нітратні (NH_4NO_3): аміачна селітра, сульфат-нітрат амонію;
- нітратні (NO_3): натрієва селітра, кальцієва селітра;
- амідні (NH_2): карбамід (сечовина), ціанамід кальцію.

З рідких азотних добрив застосовують аміачні (NH_3), в яких азот знаходиться у вигляді водного і безводного аміаку. Фосфорні добрива представлені суперфосфатом і подвійним суперфосфатом, а також складними сполуками: аммофос, діаммофос, нітроаммофоска, карбоаммофоска. До калійних добрив відносять хлорид калію, сульфат калію, природні калійні солі (сильвініт). Сировина для отримання мінеральних добрив (фосфорити, апатити, калійні солі), як правило, містить велику кількість токсичних домішок. Серйозну небезпеку становлять важкі метали, які в добривах складають значні кількості (табл. 1.1).

У суперфосфаті міститься (мг / кг): Co (1-9), Ni (7-32), Cu (4-79), Pb (7-92), Cd (50-170), Zn (50-1430), Cr (66-243), As (1,2-2,2), W (20-180). У фосфогіпсі присутні до 2% стронцію і близько 0,5 % фтору. У фосфорних добривах містяться токсичні сполуки фтору. Калійні добрива містять баластні елементи (Cl, Na), які, накопичуючись, можуть знижувати родючість ґрунтів. У сапропелю вміст кадмію становить 50 - 100 мг / кг сухої маси.

Активні забруднювачі - стічні води, що містять у великих кількостях хром, цинк, нікель, марганець.

Негативний вплив важких металів збільшується в ряду: Zn - Ni - Cr - Co - Cu - Pb - Hg. Встановлено, що на ґрунтах, забруднених важкими металами, спостерігається зниження врожайності: зернових на 20-30 %, цукрових буряків - на 35 %, картоплі - на 47 % і бобових - на 40 %.

Таблиця 1.1 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг сухої маси

Елемент	Стічні води	Вапняки	Фосфорні добрива	Азотні добрива	Калійні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	2-1500	0,04-0,1	0,1-170	0,05-8,5	0,2-1	0,3-0,8	-
Co	2-260	0,4-3	1-12	5,4-12	-	0,3-24	-
Cr	20-40600	10-15	66-245	3,2-19	0,25	5,2-55	-
Cu	50-3300	2-125	1-300	1-15	-	2-60	12-50
Hg	0,1-55	0,05	0,01-1,2	0,3-2,9	0,075	0,09-02	0,8-42
Mn	60-3900	40-1200	40-2000	-	-	30-550	-
Ni	16-5300	10-20	7-38	7-34	-	7,8-30	-
Pb	50-3000	20-1250	7-225	2-27	4-12	6,6-15	60
Sr	40-360	610	25-500	-	-	80	-
Zn	90-49000	10-450	50-1450	1-42	-	15-250	1,3-25
F	2-740	300	8500-38000	-	-	7	18-45

Фізіологічно кислі мінеральні добрива, підкисляючи ґрунт, тим самим мобілізують і токсичні елементи, переводять їх з недоступною в доступну для рослин форму.

Можливі такі позитивні та негативні дії агрохімічних засобів на ґрунт:

- підкислення ґрунтового розчину;
- посилення або ослаблення фізико-хімічного та хімічного поглинання катіонів та аніонів;
- зміна концентрації іонів в ґрунтовому розчині;
- зміна рухливості важких металів та інших токсичних хімічних елементів;
- зміна концентрації мікроелементів в доступній для рослин формі;
- посилення мінералізації органічної речовини;
- посилення гуміфікації;
- зміна біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери бульбочкових і вільноживучими бактеріями;
- зміну загальної біологічної і ферментативної активності ґрунту;
- зміну ефективності поживних елементів ґрунту;
- виникнення антагонізму поживних елементів, що позначається на їх надходженні в рослини;
- накопичення токсичних елементів і сполук у рослинах у кількостях, що перевищують ГДК і зниження якості продукції;
- посилення міграції елементів живлення і збільшення їх втрат у навколишнє середовище.

Шляхи зниження екологічної напруженості полягають у виконанні наступних заходів:

- поліпшення хімічного складу мінеральних добрив за рахунок вдосконалення технології їх виробництва; добрива та засоби захисту рослин повинні бути екологічно безпечними;

Таблиця 1.2 - Біологічно активні препарати для обробки насіння і посівів зернових, зернобобових і круп'яних культур

Найменування препарату	Макро - та мікроелементи	Норми витрати		Надбавка врожайності, ц/га
		обробка насіння, л/т	обприскування вегетуючих рослин, л/га	
Гумат калію (7,5%)	Гумінові кислоти – 32%, K ₂ O – 10 %, фульвокислоти – 4 %, Mn,Zn,Co,Cu,Mo	0,5	0,25	3,6-5,5
Гумат калію рідкий торф'яний	Амінокислоти, вуглеводи, карбонові кислоти, гумати калію, N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo	0,2	0,4	3,5-5,2
Дарина – 21 модифікація	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, B, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,1-0,2	2	3-5
Теллура «М» Теллура «Біо»	Гумінові кислоти, гумати торфу, біогумус, N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,2	1,5	3,7-4,5
Гумат «Родючість»	Гумінові та фульвокислоти, Ca, Mg, Na, Mn, Co Реагент-ідкий натрій	0,625	0,5	1,6-3
МиБАС	Cu – 2,5 – 3,9 %, Zn – 2,8 – 3,9 %, Co – 2,6 – 3,5 % на лігніновій основі	4	4	3-4
Альбіт	Полігідроксімасляна кислота	0,03-0,05	0,03	3-6
Біосіл	Тритерпенові кислоти	0,05	0,03	3-5
Нарцисс	Хітозан (50 %), янтарна (30 %), та глютамінова (20 %) кислоти	0,1-0,2	0,08	1-1,6
Флоргумат	Гумінові кислоти, N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Ca, S, B, Mo, Mn, Zn, Cu, Co, Fe	0,3-0,5	0,6-1	3-6
Сейбіт	Гумат натрію, комплексне рідке добриво	1,88	1,3	3-5,7
Гумат натрію «Сахалінський»	Гумат натрію	5	5	3-6
Гумат натрію	Гумінові кислоти	0,25	0,5	2,2-4,1

- застосування оперативних методів визначення потреби культур в елементах живлення з урахуванням місцевих умов і підвищення коефіцієнта використання азоту, фосфору і калію ґрунту і добрив рослинами;
- застосування комплексу заходів для закріплення мінерального азоту в органічній формі «імобілізація»; підвищення рівня використання біологічного азоту.

Слід ширше застосовувати бактеріальні добрива, що дозволить скоротити обсяги внесення в ґрунт промислових туків і таким чином помітно

знизити хімічний прес на довкілля (характеристика деяких бактеріальних добрив приведена в табл. 1.2).

Таблиця 1.3 – Вміст важких металів у добривах та меліорантах, мг/кг

Добрива та меліоранти	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
Сечовина	2	6	0,8	1,3	0,25	7,5
Суперфосфат простий (гранульований)	210	19	14,3	42,5	3,5	24,8
Хлористий калій	15	12,3	4,5	12,5	4,25	19,3
Перегній (зольність 19,5%)	276	121,7	19,8	9,3	0,2	6,6
Вапно	295	21	5,8	37,8	5,5	30

Таблиця 1.4 – Вплив хімічних речовин на стан навколишнього середовища

Показники	Норми для класів токсичності		
	1-й клас	2-й клас	3-й клас
	кадмій, свинець, цинк, ртуть, талій, миш'як, фтор, селен	кобальт, нікель, мідь, хром, бор, молібден, сурма	марганець, барій, вісмут, ванадій, вольфрам, стронцій
Токсичність, ЛД ₅₀	<200	200-1000	>1000
Персистентність у ґрунті, місяці	Більше 12	6-12	Менше 6
Міграція	мігрують	слабо мігрують	не мігрують
Персистентність у рослинах, місяці	більше або рівно 3	1-3	менше 1
Вплив на харчову цінність с/г продукції	сильне	помірне	немає

Примітка : Персистентність – це ступінь стійкості речовини до процесу розкладу.

Таблиця 1.5 – ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті після застосування осаду стічних вод та максимальні щорічні швидкості їх накопичення

Потенційно токсичні елементи	ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті (мг/кг) при рН:				Середні швидкості накопичення потенційно токсичних елементів за 10 років, кг/га год
	5-5,5	5,6-6	6,1-7	більше 7	
Цинк	200	250	300	450	15
Мідь	80	100	135	200	7,5
Нікель	50	60	75	110	3

Таблиця 1.6 – Вміст важких металів (мг/т) у мінеральних добривах та ГДК тяжких металів у ґрунті

Важкі метали	С _{ТМ} (мг/т) у добривах:			ГДК, мг/кг
	азотних	фосфорних	калійних	
Свинець	174,4	138,1	196,5	6
Мідь	201,9	1555,1	186,4	3
Цинк	186,4	1230,15	182	23
Кадмій	1,3	2,65	0,6	1
Ртуть	0,43	4,6	0,7	2,1

Контрольні питання.

1. Як застосовуються органічні та мінеральні добрива?
2. Для чого необхідно використання органічних та мінеральних добрив?
3. Як поділяють, за формою азоту, тверді азотні добрива?
4. Які існують сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами?
5. Які важкі метали містяться в добривах та меліорантах?
6. Який вплив хімічних речовин на стан зовнішнього середовища?
7. Які існують потенційно токсичні елементи?
8. Яка ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті після застосування опадів стічних вод?
9. Які максимальні щорічні швидкості накопичення потенційно токсичних елементів у ґрунті?
10. Який вміст важких металів у мінеральних добривах?
11. Яка ГДК важких металів у ґрунті?
12. Які позитивні та негативні дії можливі, при застосуванні агрохімічних засобів на ґрунт?
13. При виконанні яких заходів відбувається зниження екологічної напруженості?

Тема 2. ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

В практичній роботі «Екологічні основи рекультивації порушених земель» потрібно вивчити та знати категорії порушених земель, норми зняття родючого шару ґрунтів, загальні вимоги до рекультивації та розмежувати методи і цілі окремих видів рекультивації порушених земель.

Загальні теоретичні відомості

Порушення земель відбувається при видобутку та переробці корисних копалин, будівництві підприємств, доріг, продуктопроводів. Воно викликає зміну ґрунтового покриву, гідрологічного режиму території, утворення техногенного ландшафту. У табл. 2.1 наведено, категорії порушення земель при видобутку корисних копалин. Порушені землі втрачають свою первісну цінність і негативно впливають на навколишнє природне середовище. Наприклад, в результаті дефляції, яка виникає на відвалах гірських розробок, запилюється атмосфера. Дальність запилення техногенних утворень визначається гранулометричним складом розкритих порід і в теплий період року становить 0,5 - 5 км в переважаючу сторону вітрів. Інтенсивність водної ерозії в техногенних ландшафтах в десятки разів перевищує таку на сільськогосподарських полях. Так, на Курській магнітній аномалії (КМА) вона змінюється від 240 м³/га (глина келловея) до 840 м³/га (льосовидний суглинок); в техногенних відвалах Кузбасу від 42 т/га (пісковики і алеврити північної експозиції) до 402 т/га на тих же породах південної експозиції.

Розробка родовищ корисних копалин змінює гідрологічний режим території. Дослідження Державного гідрологічного інституту показали, що освоєння Старооскольської групи залізних руд привело до зниження рівня підземних вод на 93 м і скороченню підземного живлення річки Осколець на 24 %. Депресії рівня підземних вод, зливаючись в регіональні зниження, справляють істотний вплив на формування водного режиму на значній відстані від КМА (радіус депресійних воронки по експлуатованим водоносним горизонтам сягає десятків і сотень кілометрів).

Гірські розробки та інші види господарської діяльності, які супроводжуються відчуженням земель, гостро ставлять питання про необхідність рекультивації – комплексу заходів, спрямованих на відновлення їх продуктивності і народногосподарської цінності, а також на покращення умов навколишнього природного середовища.

Рекультивація – складова частина технологічних процесів відновлення порушених земель, яка поділяється на технічну (формування відвалів, планування поверхні відвалів і терас, приведення в стійкий стан скосів і відвалів, утилізація порід і відвалів, приведення земель у стан, придатний для використання) і біологічну (нанесення родючого шару, внесення органічних і мінеральних добрив, посів травосумішей або посадка деревно-чагарникової рослинності, протиерозійні заходи).

При різних земляних роботах верхні родючі шари, які мають у складі гумус, підлягають зняттю і наступному використанню на малопродатних і землях, які рекультивуються. Норма зняття родючого шару встановлюється згідно ГОСТ 17.5.3.06-85 (табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Категорії порушених земель

Категорія порушених земель	Обсяги та способи видобутку	Стан ландшафту
Дуже сильна	Видобуток корисних копалин ведеться відкритим способом. Площа порушених земель більш 5 тис га; обсяг видобутку понад 1 млрд т або більше 1 трил м ³	Повна трансформація (знищення) природного ландшафту; рекультивация (навіть часткова) затруднена
Сильна	Видобуток корисних копалин ведеться переважно відкритим способом. Площа порушених земель від 1 до 5 тис га; обсяг видобутку від 1 млрд т до 100 млн т або від 1 трил м ³ до 100 млрд м ³	Природні ландшафти трансформовані та непридатні для господарчого використання без попередньої рекультивациі
Середня	Відкритий або підземний метод видобутку. Обсяг видобутку твердої мінеральної сировини від 10 до 100 млн т або 10 – 100 млрд м ³ ; площа порушених земель від 0,1 до 1000 га	Землі частково або тимчасово вилучені з господарчого користування. Можливе відновлення природних ландшафтів
Незначна	Відкритий або підземний метод видобутку. Обсяг видобутку твердої мінеральної сировини менше 10 млн т або менше 10 млрд м ³ ; площа порушених земель від 0,01 до 0,1 тис. га	Землі частково або тимчасово вилучені з господарчого користування. Ландшафти слабо порушені

Роботи з рекультивациі землі проводяться за проектом, при розробці якого враховуються природні умови місцевості, розташування порушеної ділянки, стан земель на початок рекультивациі, перспективи використання рекультивованих земель.

Загальні вимоги до рекультивациі земель регламентуються ГОСТ 17.5.3.04-83. Найважливішим етапом рекультивациі є ґрунтування – комплекс робіт по зняттю, транспортуванні і нанесення родючого шару ґрунту і потенційно-придатних порід на ділянки що рекультивуються. Якщо знятий ґрунт не можна відразу ж нанести на підготовлені ділянки, які рекультивуються, то її складують в бурти висотою 5-10 м і засівають травосумішами для запобігання водній ерозії та дефляції.

Технологія ґрунтування будується з розрахунку мінімального числа проходів техніки по ділянці з метою недопущення надмірного переущільнення ґрунту. Родючий шар ґрунту для ґрунтування повинен відповідати ГОСТ 17.4.2.02-83, а для рекультивациі сільськогосподарського напрямку - ГОСТ 17.5.1.03-78.

ґрунтування може бути суцільним і вибірковим, звичайним і комбінованим. Звичайне ґрунтування проводиться в один прийом, без перемішування основних і ґрунтів, які наносяться. Комбіноване здійснюють у два етапи: нанесення родючого шару товщиною 10-15 см і перемішування його з

породою; повторне нанесення родючого шару ґрунту до запроектованої норми.

Таблиця 2.2 – Норми зняття родючого шару ґрунтів

Ґрунти	Глибина зняття ґрунту, см
Дерново-підзолисті	20 або на глибину орного шару
Буроземно-підзолисті	20-50
Бурі лісні	20-30
Чорноземи типові	50-120
Лугові	40-50
Сіроземи	40
Жовтоземи	30
Гірничо-лугові	30-80
Торф'яні болотні	на всю глибину торф'яного шару

Рекультивация земель проводиться відповідно до «Основними положеннями про рекультивацию земель, порушених при розробці родовищ корисних копалин і торфу, проведенні геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт».

Для повернення порушених земель в сільське господарство необхідний попередній аналіз хімічного складу порід та їх агрономічна оцінка. Результати аналізу використовують для того, щоб уникнути винесення фітотоксичних порід у верхні шари ґрунтів, які рекультивуються, а захоронення їх на глибині 1-3 м під породами з більш сприятливими властивостями. В даний час розроблена класифікація відвальних порід (з урахуванням їх мінералогічного, гранулометричного і хімічного складу), яка дозволяє розділити ці породи на три категорії за їх придатністю для рекультивации:

- 1) придатні (льосовидні суглинки, льоси);
- 2) придатні після поліпшення (піски, засолені суглинки і глини, крейда);
- 3) непридатні (глини важкі засолені, пірит, марказиту).

Намітилися такі основні види використання порушених земель:

- створення орних угідь; створення на відвалах сінокосів і пасовищ без нанесення гумусового шару;
- окультурення порід за допомогою добрив, сидератів і меліорантів;
- залісення та створення дачних ділянок на відвалах.

Результати випробувань кормових, технічних та зернових культур на порушених землях дозволили їх класифікувати за біологічним розвитком на три групи.

До першої групи належать люцерна гібридна, буркун білий, еспарцет піщаний, які характеризуються добрим розвитком на всіх породах, крім токсичних та девонських відкладень.

У другу групу, із задовільним розвитком і низькою продуктивністю, входять житняк, костриця, тимофіївка, суданська трава, фацелія, гірчиця, конюшина, лядвенець.

До третьої групи відносять овес, пшеницю, ячмінь, просо, гречку, кукурудзу, буряк, картоплю, які схильні пригніченню на всіх породах.

Біологічна рекультивация спрямована на створення на рекультивованій ділянці ґрунтового профілю і підвищення його родючості. У межах, шару ґрунту, що штучно насипається або наливається, повинен бути сформований горизонт, там де знаходиться коріння рослин, потужність якого залежить від призначення ділянки: для зернових культур і багаторічних трав - не менше 80 см, для плодкових культур - 150-200 см.

Лісова рекультивация може здійснюватися на токсичних ґрунтах і в несприятливих умовах рельєфу і тому має набагато більше розповсюдження. Для залісення застосовують тополь, вільху, березу, сосну, дуб, акацію, вербу. Лісова рекультивация виконує ґрунто-, водоохоронну, а також рекреаційну роль.

Чітко розмежувати методи і цілі окремих видів рекультивации неможливо, зазвичай вони поєднуються на одній і тій же території. Так, відкоси відвалів часто відводять під залісення; на розпланованій поверхні внутрішніх відвалів після формування ґрунтового шару відновлюються сільськогосподарські землі, а кар'єри заповнюються водою, що в цілому сприяє збереженню стійкості агроландшафтів.

Контрольні питання.

1. Як відбувається порушення земель?
2. Що викликає порушення земель?
3. Які існують категорії порушення земель?
4. Як при різних категоріях порушення земель відбувається видобуток корисних копалин?
5. Як при різних категоріях порушення земель змінюється стан ландшафту?
6. Що означає рекультивация?
7. Які норми зняття родючого шару ґрунту?
8. Як проводиться рекультивация земель?
9. Що означає біологічна рекультивация земель?
10. Як здійснюється лісова рекультивация?

Тема 3. СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОЗ ДОБРИВ

В практичній роботі «Способи визначення оптимальних доз добрив» потрібно провести розрахунки, та визначити оптимальні дози добрив. Вхідні дані, які потрібні для виконання розрахунків наведені в табл. 3.1 – 3.5. При розрахунку оптимальних доз добрив виходимо з наступних припущень (тобто з аналізу інформації про дію добрив на урожай рослин):

1. В межах оптимальних доз дію кожного виду поживної речовини згідно принципу лімітації можна вважати незалежною.

2. Для підвищення точності визначення доз добрив на плановану урожайність необхідно всі джерела і форми кожного з елементів живлення, які відрізняються по ступеню засвоюваності рослинами, привести до форми, еквівалентної за дією на урожай поживної речовини вживаного мінерального добрива.

Дозу поживної речовини мінерального добрива на плановану урожайність розраховують за формулою (3.1), якщо агрохімічний аналіз ґрунту був проведений в рік отримання урожаю:

$$X_M = C_X Y - m_X X_n - m_{Xcc} X_{cf} - X_{oc}, \quad (3.1)$$

де X_M – доза поживної речовини мінерального добрива (N, P, K), кг/га;

C_X – доза поживної речовини на отримання одиниці урожаю (100 кг сухої речовини загальної біомаси або зерна, коренеплодів, зеленої маси), кг/100 кг;

Y – запланована урожайність, т/га сухої речовини загальної біомаси або зерна, коренеплодів, зеленої маси;

m_X – коефіцієнт еквівалентності рухомої поживної речовини ґрунту (показник, що означає кількість поживної речовини мінерального добрива в кг/га, рівноцінну по впливу на урожай 1 мг/100 г поживної речовини ґрунту в даних умовах), кг/мг;

X_n – вміст поживної речовини у ґрунті, мг/100 г;

m_{Xcc} – коефіцієнт еквівалентності азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, азоту мінерального добрива, кг/кг;

X_{cf} – кількість азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, кг/га (за даними І.С. Шатілова (1978), в період вегетації рослин за рахунок вільної фіксації нагромаджується 16-37 кг/га азоту);

X_{oc} – кількість азоту, який поступає з опадами, кг/га.

При визначенні дози поживної речовини у формі органічних добрив використовують рівняння (3.2):

$$X_{oo} = (C_X Y - m_X X_n - m_{Xcc} X_{cf} - X_{oc}) \div m_{Xoo}, \quad (3.2)$$

де X_{oo} – доза поживної речовини у формі органічного добрива на плановану урожайність, кг/га;

m_{Xoo} – коефіцієнт еквівалентності поживної речовини органічного добрива по дії на урожай поживній речовині вживаного мінерального добрива, кг/кг.

Для перерахунку дози поживної речовини органічного добрива (X_{oo} , кг/га) в дозу органічного добрива (OY , т/га) застосовують таке рівняння

$$OY = X_{oo} \div 10PX, \quad (3.3)$$

де PX – вміст поживної речовини в органічному добриві % (табл. 3.5).

В табл. 3.1 – 3.4 наведені значення C_x , m_x , m_{xoo} , m_{xsc} .

Завдання.

За рівнянням (3.1) визначаємо дозу поживної речовини мінерального добрива окремо для азоту, фосфору і калію. Спочатку визначаємо дозу поживної речовини мінерального добрива для азоту.

Вибираємо культуру – озима пшениця (середньостиглий сорт). В рівняння (3.1) підставляємо C_N значення, яке дорівнює 2,6 кг/ц (табл. 3.1), з табл. 3.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Коефіцієнт еквівалентності азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, азоту мінерального добрива визначаємо з табл. 3.2, для однорічних трав і зернових культур він дорівнює 19 кг/мг = 0,0019 кг/кг. Кількість азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, задаємо середнє значення 26,5 кг/га. Кількість X_{oc} азоту, що надходить з опадами, дорівнює 0.

$$X_N = 2,6 \cdot 36,9 - 0,0019 \cdot 26,5 - 0 = 95,89 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для азоту буде складати 95,89 кг/га.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини мінерального добрива для фосфору. В рівняння (3.1) підставляємо значення $C_p = 2,4$ кг/ц (табл. 3.1), з табл. 3.3 визначаємо заплановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому. Середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо m_p з табл. 3.2 для однорічних трав і зернових культур $m_p = 34$ кг/мг = 0,0034 кг/кг. Вміст поживної речовини у ґрунті, задається X_p залежно від типу ґрунту з табл. 3.4, в нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового дорівнює 117,1 мг/кг = 11,7 мг/100г·30 (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $X_p = 351$ кг/га.

$$X_P = 2,4 \cdot 36,9 - 0,0034 \cdot 351 = 87,4 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для фосфору буде складати 87,4 кг/га.

Тепер робимо аналогічно розрахунок дози поживної речовини мінерального добрива для калію. В рівняння (3.1) підставляємо значення $C_K=2,4$ кг/ц (табл.3.1), з табл. 3.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо m_K з табл. 3.2 для однорічних трав і зернових культур він дорівнює 40 кг/мг = $0,0040$ кг/кг. Вміст поживної речовини в ґрунті, задається X_K залежно від типу ґрунту з табл. 3.4. В нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового він дорівнює $238,3$ мг/кг = $23,83$ мг/100г·30 (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $X_K = 715$ кг/га.

$$X_K = 2,4 \cdot 36,9 - 0,0040 \cdot 715 = 85,8 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для калію буде складати 85,8 кг/га.

При визначенні дози поживної речовини у формі органічних добрив використовуємо рівняння (3.2). Розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив виконуємо окремо для кожного елемента окремо (азоту, фосфору і калію).

На початку визначаємо дозу поживної речовини у формі органічних добрив для азоту. В рівняння (3.2) підставляємо значення $C_N = 2,6$ кг/ц (табл. 3.1), з табл. 3.4 визначаємо плановану урожайність. Середня урожайність озимої пшениці на південному чорноземі суглинковому складає 36,9 ц/га. Визначаємо з табл. 3.2 $m_N = 19$ кг/мг = $0,0019$ кг/кг. З табл. 3.2, для прикладу візьмемо гній на солом'яній підстилці (напівперепрілий), $m_{Noo} = 0,5$ кг/кг. Кількість X_{oc} азоту, що надходить з опадами, дорівнює 0.

$$X_{Noo} = (2,6 \cdot 36,9 - 0,0019 - 0) \div 0,5 = 192 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для азоту складає 192 кг/га.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив для фосфору. В рівняння (3.2) підставляємо значення $C_p=2,4$ кг/ц (табл. 3.1), з табл. 3.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому. Середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо з табл. 3.2 для однорічних трав і зернових $m_p = 34$ кг/мг = $0,0034$ кг/кг. Вміст поживної речовини у ґрунті, задається X_p залежно від типу ґрунту з табл. 3.4. В нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового він дорівнює $117,1$ мг/кг = $11,7$ мг/100г·30 (коефіцієнт переведення мг/г в кг/га), $X_p = 351$ кг/га. Визначаємо з табл. 3.2 $m_{poo} = 1,1$ кг/кг.

$$X_{P_{oo}} = (2,4 \cdot 36,9 - 0,0034 \cdot 351) \div 1,1 = 79,4 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для фосфору складає 79,4 кг/га.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив для калію. В рівняння (3.2) підставляємо значення $C_K = 2,4$ кг/ц (табл. 3.1), з табл. 3.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо m_K з табл. 3.2 для однорічних трав і зернових він дорівнює $40 \text{ кг/мг} = 0,0040 \text{ кг/кг}$. Вміст поживної речовини в ґрунті X_K задається залежно від типу ґрунту з табл. 3.4, в нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового $X_K = 238,3 \text{ мг/кг} = 23,83 \text{ мг/100г} \cdot 30$ (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $X_K = 715 \text{ кг/га}$. Визначаємо з табл. 3.2 $m_{K_{oo}} = 0,9 \text{ кг/кг}$.

$$X_{K_{oo}} = (2,4 \cdot 36,9 - 0,0040 \cdot 715) \div 0,9 = 95,2 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для калію складає 95,2 кг/га.

Для перерахунку дози поживної речовини органічного добрива (X_{oo} , кг/га) в дозу органічного добрива (ОУ, т/га) застосовується рівняння (3.3). Розрахунок проводиться для кожного елемента окремо (азоту, фосфору і калію).

У рівняння (3.3) підставляємо значення $X_{N_{oo}} = 192 \text{ кг/га}$, ПХ = 5,4 кг/т (табл. 3.5).

$$OU_N = 192 \div 10 \cdot 5,4 = 3,5 \text{ т/га.}$$

Доза органічного добрива для азоту складає 3,5 т/га.

Аналогічно визначаємо дозу органічного добрива для фосфору. В рівняння (3.3) підставляємо значення $X_{P_{oo}} = 79,4 \text{ кг/га}$, ПХ = 2,8 т/га (табл. 3.5).

$$OU_P = 79,4 \div 10 \cdot 2,8 = 2,8 \text{ т/га.}$$

Доза органічного добрива для фосфору складає 2,8 т/га.

Аналогічно визначаємо дозу органічного добрива для калію. В рівняння (3.3) підставляємо значення $X_{K_{oo}} = 95,2 \text{ кг/га}$, ПХ = 6,0 т/га (табл. 3.5).

$$OU_K = 95,2 \div 10 \cdot 6,0 = 1,6 \text{ т/га.}$$

Доза органічного добрива для калію складає 1,6 т/га.

Загальні теоретичні відомості

В даний час в літературі описано більше 40 способів визначення доз добрив. Зупинимося лише на деяких достоїнствах і недоліках основних груп способів, які використовуються в практиці агрохімічного обслуговування сільського господарства.

Спосіб, заснований на прямому використуванні результатів польових дослідів з добривами. Цей спосіб має істотні недоліки в зв'язку з тим, що використані для вивчення доз добрив схеми дослідів не охоплюють весь діапазон зміни доз добрив і внаслідок цього не дозволяють виявити дійсно оптимальні дози і співвідношення добрив на планований урожай; досліді проводяться на одних полях, а результати рекомендуються для безлічі інших полів зони, які по родючості ґрунту істотно відрізняються від дослідної ділянки.

Математико-статистичні методи з виконанням розрахунків на ПЕОМ. Останнім часом в багатьох країнах, для визначення доз добрив з урахуванням впливу показників родючості ґрунту та інших чинників використовують математико-статистичні методи з виконанням розрахунків на ПЕОМ.

Спосіб нормативного балансу. Вживання цього способу дозволяє контролювати і регулювати родючість ґрунту (при необмежених ресурсах добрив). Але є і недоліки, пов'язані з тим, що дані про винесення поживних речовин з урожаєм неточні (по довіднику), а коефіцієнти розподілу, які є похідними від коефіцієнтів використання поживних речовин з добрив, можуть істотно змінюватися.

Спосіб диференційованого балансу. Він враховує біологічні особливості рослин, заплановану урожайність, тип ґрунту, механічний склад, кислотність, вміст рухомих форм поживних речовин, дію і післядію органічних добрив. Проте вміст поживних речовин і кислотність встановлюються у ґрунті неточно (за шкалою), не передбачається рішення задачі отримання максимального ефекту від добрив при обмежених їх ресурсах (в рік внесення).

Спосіб елементарного балансу. Найбільш широко застосовується при програмуванні урожаю, відрізняється логічністю і простотою розрахункової схеми, але має й недоліки. Винесення поживних речовин на одиницю продукції і коефіцієнти використання поживних речовин з добрив і ґрунту сильно варіюють залежно від родючості ґрунту, біологічних особливостей рослин, погодних умов та інших чинників. Значення цих коефіцієнтів не завжди можна встановити з необхідною точністю, тому відхилення розрахункових доз добрив від фактичної потреби рослин в поживних речовинах на плановану урожайність, за даними перевищують 50 %.

Таблиця 3.1 – Показники витрат поживних речовин, кг/100 кг
сухої речовини загальної біомаси

Культура	C'_x (при плануванні економічно доцільного урожаю)			C_x (при плануванні максимального урожаю)		
	C'_N	C'_P	C'_K	C_N	C_P	C_K
Ячмінь (середньостиглі сорти)	2,0	1,8	2,0	2,6	2,5	2,8
Ячмінь(короткостеблові сорти)	2,2	2,0	2,2	2,9	2,8	3,0
Овес (середньостиглі сорти)	2,0	1,8	2,0	2,6	2,5	2,8
Озима пшениця(середньостиглі сорти)	1,8	1,8	1,8	2,6	2,4	2,4
Озиме жито (високорослі сорти)	3,6	2,2	4,0	4,7	3,2	4,6
Горох(середньостиглі сорти)	1,7	2,1	2,5	2,2	2,5	3,5
Ячмінь(75 %) + горох(25 %)	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	3,0
Вика + овес, горох + овес на корм	2,2	2,7	3,8	3,0	3,5	4,5
Кукурудза	1,8	1,6	1,9	2,4	2,3	2,5
Буряк кормовий	2,8	2,1	2,7	3,8	2,8	3,7
Картопля	2,4	2,5	4,3	3,2	3,3	5,7
Рапс яровий	2,0	1,8	1,9	2,6	2,5	2,4
Суданська трава	3,0	2,3	3,0	4,0	3,2	4,0
Соняшник	3,4	3,0	3,7	4,2	3,2	4,6
Багаторічні злакові трави, райграс однорічний	3,8	3,3	3,8	5,1	4,3	5,1
Люцерна строкатогібридна	0,8	3,2	4,0	1,1	4,2	5,1
Конюшина лугова	0,6	3,2	4,0	1,1	4,2	5,3
Конюшина + тимофіївка при вмісті конюшини % за площею живлення:						
20	1,8	3,0	3,5	2,4	3,9	4,6
40	1,5	3,1	3,7	2,1	4,0	4,8
60	1,3	3,2	3,8	1,7	4,1	5,0
80	2,0	2,0	1,9	2,7	2,7	2,5

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнтів еквівалентності поживних речовин ґрунту і органічних добрив до поживних речовин мінеральних добрив

Коефіцієнт еквівалентності	Щільність ґрунту, г/см ³	Значення коефіцієнтів m_{NPK}		
		для багаторічних трав	для однорічних трав і зернових	для просапних культур
Ґрунтові еквіваленти				
m_N , кг/кг	1,25	20-22	19	25
	1,35	17-19	16	21
	1,45	14-16	13	17
m_P , кг/кг	1,35	35	34	35
m_K , кг/кг	1,35	40	40	40
Гній на солом'яній підстилці (напівперепрілий)				
$m_{N_{00}}$, кг/кг	1,35	0,5	0,5	0,6
$m_{P_{00}}$, кг/кг	1,35	1,1	1,1	1,2
$m_{K_{00}}$, кг/кг	1,35	0,9	0,9	1,0
Безпідстильний гній (весняне внесення)				
$m_{N_{00}}$, кг/кг	1,35	0,7	0,7	0,8
$m_{P_{00}}$, кг/кг	1,35	0,8	0,8	0,9
$m_{K_{00}}$, кг/кг	1,35	0,9	0,9	1,0
Азот, фіксований травами бобів				
$m_{N\Phi}$, кг/кг	-	0,6	0,5	0,6

Таблиця 3.3 – Продуктивність основних типів ґрунтів

Ґрунти	Урожайність озимої пшениці, ц/га		
	середня	середня з високих	максимальна
Дерново-підзолисті:			
супіщані	26,2	47,0	64,9
суглинкові	32,3	53,5	68,0
Дерново-підзолисті глеюваті:			
супіщані	25,1	43,3	53,9
суглинкові	32,3	54,0	61,8
Дерново-підзолисті глеєві:			
супіщані	19,9	29,5	31,5
суглинкові	30,4	39,9	46,0
Дернові опідзолені супіщані	24,5	34,3	36,7
Дернові супіщані	32,8	40,7	44,8
Світло-сірі лісові:			
супіщані	26,3	38,1	41,9
суглинкові	30,5	44,5	54,0
Сірі лісові:			
супіщані	33,0	58,3	66,3
суглинкові	38,2	56,9	72,3
глеюваті суглинкові	26,3	37,6	43,9
глеєві суглинкові	34,2	42,7	46,5
Темно-сірі лісові:			
суглинкові	34,6	51,9	65,0
глеюваті суглинкові	28,0	43,3	49,8
Чорноземи опідзолені:			
супіщані	30,6	39,6	43,0
суглинкові	38,8	60,9	76,9
Чорноземи:			
вилуговані суглинкові	35,4	57,1	68,2
реградовані суглинкові	38,5	59,1	72,0
Чорноземи типові:			
супіщані	31,9	44,7	47,2
суглинкові	39,0	61,9	79,8
Чорноземи звичайні:			
глибокі суглинкові	37,3	54,8	66,7
неглибокі суглинкові	37,6	53,4	62,8
глибокі міцелярні карбонатні суглинкові	39,0	45,7	49,5
міцелярно-карбонатні суглинкові	32,8	43,5	50,1
неглибокі міцелярно-карбонатні суглинкові	31,5	42,7	49,6

Продовження таблиці 3.3

Ґрунти	Урожайність озимої пшениці, ц/га		
	середня	середня з високих	максимальна
Чорноземи південні: Суглинкові	36,9	55,6	70,1
Солонцюваті суглинкові	36,0	59,6	69,8
Темно-каштанові слабо солонцюваті суглинкові	38,6	61,6	77,4
Лучні глеюваті суглинкові	56,4	59,2	60,7
Чорноземи передгірні суглинкові	34,2	44,0	49,6

Таблиця 3.4 – Агрохімічні показники та запаси продуктивної вологи, які забезпечують високі урожаї озимої пшениці

Ґрунти	Агрохімічні показники			Запаси продуктивної вологи у шарі, мм	
	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	0-50 см	0-100 см
		мг/кг ґрунту			
Дерново-підзолисті: Супіщані	2,5	69,5	77	74	147
Суглинкові	2,0	122	147,1	98	199
Дерново-підзолисті глеюваті: Супіщані	1,4	150	140	67	119
Суглинкові	2,5	-	87	70	210
Дерново-підзолисті глеєві: Супіщані	1,5	-	-	-	-
Суглинкові	2,4	117	156	110	202
Дернові опідзолені супіщані	2,3	-	-	-	-
Дернові супіщані	2,2	158	140	94	199
Світло-сірі лісові: Супіщані	1,1	-	-	-	-
Суглинкові	1,8	183,3	133	67	140
Сірі лісові: Супіщані	1,1	108	78	73	133
Суглинкові	2,2	127	129,3	73	144
глеюваті суглинкові	2,5	-	116,5	-	-
глеєві суглинкові	2,7	140,4	130,3	-	-

Продовження таблиці 3.4

Ґрунти	Агрохімічні показники			Запаси продуктивної вологи у шарі, мм	
	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	0-50 см	0-100 см
		мг/кг ґрунту			
Темно-сірі лісові:					
Суглинкові	2,5	133,6	97,8	71	142
глеюваті суглинкові	3,0	-	-	-	-
Чорноземи опідзолені:					
Супіщані	3,4	80	65	-	-
Суглинкові	3,1	107,4	117,7	62	125
глеюваті суглинкові	3,6	-	103,7	-	-
Чорноземи:					
вилуговані суглинкові	3,2	101,7	75	80	156
реградовані суглинкові	4,1	109,5	105,2	65	126
Чорноземи типові:					
супіщані	1,8	90	-	-	-
суглинкові	3,7	125,4	115,2	62	122
Чорноземи звичайні:					
глибокі суглинкові	4,5	97,4	105,9	51	103
неглибокі суглинкові	4,2	102	290,1	51	100
глибокі міцелярно-карбонатні суглинкові	3,7	90	140	-	-
міцелярно-карбонатні суглинкові	4,2	99,3	176,7	45	81
неглибокі міцелярно-карбонатні суглинкові	3,1	96	-	37	57
Чорноземи південні:					
суглинкові	3,6	117,1	238,3	48	95
солонцюваті суглинкові	3,5	47	410	52	111
Темно-каштанові слабо солонцюваті суглинкові	2,3	-	210	40	79
Лучні глеюваті суглинкові	2,3	133	48	-	-
Чорноземи передгірні суглинкові	2,3	30	225	-	-

Таблиця 3.5 – Вміст поживних речовин в органічних добривах
(за даними агрохімічних лабораторій)

Вид добрив	Вологість, %	Макроелементів, кг/т				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Підстилковий гній						
Великої рогатої худоби	65	5,4	2,8	6,0	-	-
Свинячий	61	8,4	5,8	6,2	-	-
Кінський	69	5,9	2,6	5,9	-	-
Овечий	49	8,6	4,7	8,8	-	-
В середньому	62	6,2	3,4	6,4	2,0	-
Безпідстилковий гній						
Великої рогатої худоби	88,5	4,0	2,5	5,0	1,0	1,0
Свинячий	89,5	5,0	3,5	2,5	2,0	1,0
Рідкий гній						
Великої рогатої худоби	93	2,2	-	-	-	-
Свинячий	92	4,0	2,5	2,8	-	-
Пташиний послід						
Курячий	72	16	17	9	24	8
Гусячий	82	6	5	11	7	3
Качиний	70	10	15	5	17	4
Зелені добрива						
Люпин	-	5,3	1,2	2,1	-	-
Стічні води (після відстоювання)						
Великої рогатої худоби	99,4	1,4	0,19	1,0	-	-
Свинячі	99,7	1,0	0,19	0,26	-	-

Контрольні питання.

1. Які відомі способи визначення доз добрив?
2. В чому суть способів визначення доз добрив?
3. В чому полягає спосіб елементарного балансу?
4. З яких припущень виходили при розробці способу елементарного балансу?
5. В чому полягає спосіб нормативного балансу?
6. Які недоліки має спосіб, заснований на прямому використуванні результатів польових дослідів з добривами?

7. В чому суть математико-статистичних методів з використанням розрахунків на ПЕОМ?

Тема 4. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

В практичній роботі «Оцінка забруднення агроecosистем важкими металами» потрібно провести розрахунки, та визначити рівень забруднення кадмієм, свинцем, міддю і цинком та визначити концентрацію кадмію, свинцю і цинку залежно від їх вмісту в ґрунті, встановити категорію забруднення ґрунту важкими металами і показники здоров'я людей. Вхідні дані, які потрібні для виконання розрахунків наведені в табл. 4.1 – 4.6.

Завдання.

1. Потрібно встановити рівень забруднення зерна озимої пшениці кадмієм, свинцем, міддю і цинком.

Вихідні дані. Ґрунт - дерново-підзолистий суглинний. Вміст гумусу 1,8 %; обмінних основ $s = 7,8$ мг-екв/100 г; $pH_{\text{сол}} 5,0$, тобто $g = 5$; зміст P_2O_5 (по Кірсанову) - $\Phi = 10$ мг/100 г.

За рівняннями множинної регресії визначаємо концентрацію важких металів у зерні, яка становить: 0,08 мг/кг (кадмій); 0,3 мг/кг (свинець); 4,9 мг/кг (мідь) і 28,4 мг/кг (цинк).

Порівняння розрахункової концентрації з ГДК (табл. 4.3) показує, що за вмістом свинцю, зерно озимої пшениці екологічно небезпечно.

2. Потрібно визначити концентрацію кадмію, свинцю і цинку в коренеплодах буряків залежно від їх вмісту в ґрунті.

Вихідні дані. Ґрунт - чорнозем типовий. Вміст рухомих сполук у ґрунті: кадмію - 1 мг/кг; свинцю - 10 мг/кг; цинку - 30 мг/кг; $pH 6,5$.

За регресійним рівнянням знаходимо, що вміст в коренеплодах кадмію - 0,44 мг/кг; свинцю - 1,2 мг/кг; цинку - 21,2 мг/кг, тобто за всіма елементами перевищує ГДК.

3. Потрібно встановити категорію забруднення лугово-чорноземного ґрунту важкими металами і показники здоров'я людей.

Валовий вміст важких металів у лугово-чорноземному ґрунті наступне (мг/кг): свинець - 206; кадмій - 2,95; нікель - 100; цинк - 81. Фоновий вміст цих металів у лугово-чорноземному ґрунті наведено в табл. 4.6. Розрахуємо за формулою (4.1) з використанням даних табл. 4.6 показник Z_3 , який дорівнює 41,5. За величиною $Z_3 = 41,5$, з використанням табл. 4.5, встановлюємо, що рівень забруднення ґрунту четвертий, тобто високий, що відповідає збільшенню кількості хронічних захворювань і порушення серцево-судинної системи у людей. На розглянутому ґрунті, згідно табл. 4.4, допускається виробництво кормових або технічних культур, стійких до важких металів.

Загальні теоретичні відомості

При вмісті важких металів у шарі ґрунту, там де знаходиться коріння рослин, в кількості, яка значно перевищує межу, яка може бути закріплена за рахунок внутрішніх ресурсів ґрунту, в корені надходить така кількість металів, яку клітинні мембрани утримати вже не можуть. Відзначимо, що надходження важких металів у рослинні організми відбувається не тільки через коріння, а й через листову поверхню. Розчинений пил здатний проникати, як прямо в продихи, так і дифундувати через покривні тканини листової пластинки. Швидкість проникнення елементів в організм залежить від товщини кутикули. Зменшення міграції важких металів по органам рослин відбувається в ряду: коріння-стебла-листя-насіння-плоди-бульби. За швидкістю міграції в рослини метали розподіляються наступним чином: Cd>Pb>Zn>Cu>Mn>Fe.

Надходження важких металів у рослини обумовлено впливом безлічі факторів, найважливіші з яких:

- властивості ґрунтів і динаміка ґрунтових процесів;
- хімічні властивості металів; стан і трансформація їх сполук;
- фізіологічні особливості рослин.

Найбільша стійкість відзначається у родин: Gramineae (злакові), Fabaceae (бобові), Chenopodiaceae (мареві). Стійкість культур до токсичної дії важких металів знижується в ряду: трави-злакові-зернові-картопля-цукровий буряк.

З таблиці. 4.1 видно, що при дозі свинцю 80000 мг/кг довжина коренів паростків гороху в 7 разів менше, ніж на контролі, що обумовлено зростанням змісту мікроскопічних грибів роду *Alternaria*, які продукують речовини, які гнітюче діють на рослину.

Здатність до продукування мікотоксинів, що вражають рослини, тварин і людини, виявлена приблизно у 50 % грибів (родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* та ін), а також у бактерій і актиноміцетів. Ця здатність посилюється при погіршені екологічної обстановки.

Здатність до продукування мікотоксинів, що вражають рослини, тварин і людини, виявлена приблизно у 50 % грибів (родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* та ін), а також у бактерій і актиноміцетів. Ця здатність посилюється при погіршені екологічної обстановки.

За даними багаторічних польових дослідів встановлені залежності змісту металів в зерні озимої пшениці від ряду показників стану дерново-підзолистого ґрунту.

$$\text{Кадмій: } C_p = 0,62 - 0,28s + 0,06\Phi + 0,002\Phi^2 + 0,06s \cdot g - 0,03\Phi \cdot g \quad r = 0,93$$

$$\text{Свинець: } C_p = 1,27 - 0,06s - 0,02\Phi^2 - 0,16g^2 + 0,11\Phi \cdot g \quad r = 0,90$$

Таблиця 4.1 - Вплив доз свинцю на фітотоксичність мікроскопічних грибів роду *Alternaria* (Мосіна Л.В., 2004)

Доза свинцю, мг/кг	Варіант	Середня довжина коріння проростків гороху, мм	Змінення довжини коріння гороху в % к контролю	Токсичність субстрату, %
0(контроль)	Вода	24±2	100	-
«	<i>Alternaria</i>	25±1,5	104	-
80	<i>Alternaria</i>	24±0,8	96	4
800	«	18,5±1,5	78	22
8000	«	8,5±1	34	66
80000	«	3,5±0,5	14	86

НСР₀₅=1,5 мм.

Кадмій: $C_p = 0,62 - 0,28s + 0,06\Phi + 0,002\Phi^2 + 0,06s \cdot g - 0,03\Phi \cdot g$ $r = 0,93$

Свинець: $C_p = 1,27 - 0,06s - 0,02\Phi^2 - 0,16g^2 + 0,11\Phi \cdot g$ $r = 0,90$

Мідь: $C_p = -15,6 - 0,75\Phi + 9,9g + 0,5s^2 + 0,05\Phi^2 - 0,06s \cdot \Phi - 1,34s \cdot g$ $r = 0,95$

Цинк: $C_p = 310 - 113g + 5,3s^2 + 22,9g^2 - 15,4s \cdot g - 0,22\Phi \cdot g$ $r = 0,96$

де C_p - вміст важких металів у зерні, мг/кг сухої речовини;

s - вміст обмінних основ, мг-екв/100г;

Φ - вміст P_2O_5 (по Кірсанову), мг/100 г;

g - рН_{сол};

r - коефіцієнт множинної кореляції $r = 0,93$; $r = 0,90$; $r = 0,95$; $r = 0,96$.

Зміст важких металів у ячмені та віки (табл. 4.2) характеризується регресійними рівняннями:

Залежність змісту важких металів в коренеплодах буряку (C_p) від їх концентрації у ґрунті і рН (мг/кг сухої біомаси) виражається рівняннями:

Кадмій: $C_p = 1,31 + 1,62 C_{Cd} - 0,16g - 0,223 C_{Cd} \cdot g$ $r = 0,83$

Свинець: $C_p = 1,05 + 0,116 C_{Pb} - 0,0158 C_{Pb} \cdot g$ $r = 0,87$

Цинк: $C_p = 18,6 + 1,191 C_{Zn} - 0,17 C_{Zn} \cdot g$ $r = 0,88$

Таблиця 4.2 – Залежність змісту важких металів в рослинах (C_p) від їх наявності в рухомих з'єднаннях ґрунту (C_n), видобутих ацетатно-амонійним буферним розчином с рН 4,8

Елемент	Ґрунти	Ячмінь	Віка
Кадмій	Дерново-підзолисті:		
	слабоокультурені	$C_p = 3,29 + 0,74 C_n$	$C_p = -0,049 + 1,85 C_n$
	середньоокультурені	$C_p = 5,17 + 0,74 C_n$	$C_p = 5,21 + 1,2 C_n$
	чорноземи типічні	$C_p = 3,87 + 1,04 C_n$	$C_p = -0,34 + 1,5 C_n$
Свинець	Дерново-підзолисті:		
	слабоокультурені	$C_p = 5,7 + 0,003 C_n$	$C_p = 3,4 + 0,17 C_n$
	середньоокультурені	$C_p = 2,6 + 0,01 C_n$	$C_p = 2,7 + 0,06 C_n$
	чорноземи типічні	$C_p = 2,2 + 0,01 C_n$	$C_p = -0,3 + 0,06 C_n$

Недолік регресійних рівнянь полягає в тому, що вони можуть використовуватися при розрахунках лише для тих агроекологічних умов, в яких була отримана вихідна інформація.

Одні й ті ж важкі метали надають неоднакову дію на види рослин: овес - Ni>Cu>Co>Cr>Zn>Mn; пшениця - Cd>Ni>Cu>Zn; жито - Zn>Cd>Pb>Cu; цукровий буряк - Cd>Cu>Zn>Cr>Ni>Mn; кукурудза - Cd>Ni>Pb або Cd>Pb>Zn; соняшник - Cd>Zn>Ni>Co.

При оцінці рівня забруднення рослин та харчової продукції використовуються граничнодопустимі концентрації - ГДК (табл. 4.3.).

Таблиця 4.3 – ГДК деяких елементів у сировині та продукції, мг/кг (Каплін В.Г., 2007)

Сировина та продукція	Pb	Cd	As	Hg	Cu	Zn
Зерно, борошно, крупи	0,2	0,1	0,2	0,01	10	50
Зернобобові	0,5	0,1	0,3	0,02	10	50
Овочі свіжі та свіжозаморожені	0,5	0,03	0,2	0,02	5	10
Фрукти, ягоди свіжі та свіжозаморожені, соки	0,4	0,02	0,2	0,02	5	10
М'ясо, птиця свіжі та свіжозаморожені	0,5	0,05	0,1	0,03	5	70
Риба свіжа та свіжозаморожена прісноводна	1	0,2	1	0,2	10	40
Молоко та кисломолочні вироби	0,05	0,01	0,05	0,005	1	5
Алкогільні напої	0,3-1	0,05	0,2	-	-	-
Продукти дитячого та дієтичного харчування	0,1	0,01	-	0,005	2	5

Важкі метали порушують нормальний хід біохімічних процесів, впливають на синтез і функції багатьох активних сполук: ферментів, вітамінів, пігментів. Вони знижують надходження заліза, фосфору і кальцію, що призводить до зменшення вмісту цих елементів у рослинах. При цьому важкі метали гальмують синтез фосфорорганічних сполук клітини, змінюють властивості мембран, що призводить до порушення ближнього і далекого транспорту елементів живлення.

Поряд з фізіологічними системами, що обмежують надходження важких металів, рослини виводять ці речовини за допомогою корневих виділень, а також у процесі транспірації і дихання.

Токсичність важких металів у рослинах проявляється по-різному. Так, мідь і ртуть в токсичних концентраціях пригнічують активність ферментів і утворюють з органічними речовинами комплексні сполуки, здатні проникати через клітинні мембрани. Кадмій знижує активність ряду ферментів (карбоангідрази, фосфатази, дегідрогенази), пов'язаних з диханням. Заміщення цинку на кадмій (завдяки їх близькості за хімічними властивостями) в рослинах призводить до цинкової недостатності, їх пригнічення і загибелі.

Надходження важких металів в організм людини відбувається за схемою: ґрунт - рослина - с.-г. тварина - людина. Так, рівень захворювання на лейкоз корелює (коефіцієнт кореляції 0,65) з вмістом в ґрунті кадмію, а

взаємозв'язок концентрації токсикантів у системі ґрунт - корми - м'ясо характеризується коефіцієнтами кореляції: 0,9 - марганець; 0,64 - залізо; 0,88 - хром; 0,75 - свинець. В даний час з 92, які зустрічаються в природі хімічних елементів, 81 виявлений в організмі тварин і людини.

Основним діагностичним показником впливу свинцю на здоров'я людини є рівень її вмісту в крові (концентрація Pb не повинна перевищувати 15 мкг/100 мл у дорослих і 7 мкг/100 мл у дітей). При вмісті 50-60 мкг/100 мл в поведінці людини проявляються ознаки депресії та агресивності. Виділяють такі форми свинцевого отруєння: носій (наявність свинцю в організмі без клінічних проявів), легке отруєння (зміни з боку крові), отруєння середньої тяжкості (недокрів'я, токсичний гепатит), важке отруєння (наростаюче недокрів'я, паралічі, енцефалопатія).

За ступенем токсичності розрізняють: металеву ртуть, неорганічні й органічні сполуки ртуті. Отруєння парами металевої ртуті виражається загальною слабкістю, підвищеною температурою, головним болем, катаральними явищами з боку дихальних шляхів. Неорганічні сполуки ртуті мало летучі, тому небезпека виникає при надходженні всередину організму з їжею і водою. Найбільш небезпечні органічні єднання, так як їх токсичну дію проявляється через кілька тижнів. При цьому характерні емоційні та психічні розлади.

До поразки кадмієм найбільш схильні нирки. ВОЗ вважає гранично допустиме надходження кадмію 1 мкг на 1 кг маси тіла в день.

Надмірне надходження цинку в організм тварин і людини супроводжується падінням вмісту кальцію в крові і кістках, а також порушенням засвоєння фосфору, що призводить до розвитку остеопорозу. Денна норма його надходження в організм - 10-15 мг.

Мідь - життєво необхідний елемент. Однак при високих рівнях змісту іони міді блокують SH - групи білків, особливо ферменти.

Можливе використання ґрунтів, забруднених важкими металами, і зразкові меліоративні заходи на них наведено в табл. 4.4.

Лімітуючий показник шкідливості - це найменше з обґрунтованих рівнів вмісту речовин, що приймається за ГДК і відбиває найбільш вразливий шлях впливу токсиканту. При забрудненні ґрунту кількома елементами оцінка небезпеки забруднення Z_3 здійснюється за формулою:

$$Z_3 = \sum K_C - (n - 1), \quad (4.1)$$

де K_C - коефіцієнт концентрації елемента, який визначається відношенням його вмісту в забрудненому ґрунті до фонового;

n - число хімічних елементів-забруднювачів.

Показник не враховує токсичність (клас безпеки) важких металів, їх можливий антагонізм і синергізм в ґрунтовому та рослинному середовищі. Тому за величиною показника можна провести лише приблизну оцінку ступеня забруднення ґрунту та стану здоров'я населення (табл. 4.5).

Таблиця 4.4 – Забрудненні ґрунти та меліоративні заходи на них

Ступінь забруднення ґрунтів	Характеристика забруднення ґрунтів	Можливе використання	Меліоративні та організаційні заходи
Допустима	Вміст хімічних речовин в ґрунті перевищує фоновий, але менше ГДК	Під всі сільськогосподарські культури	Вапнування, внесення добрив
Низька	Вміст хімічних речовин у ґрунті більше ГДК при лімітуючому загальносанітарному і міграційному водному показниках шкідливості, але нижче ГДК по транслокаційному показнику	Обмежуються культури, високочутливі до накопичення важких металів. Споживання продукції рослинництва не обмежується, за винятком використання для виробництва дієтичного та дитячого харчування	Вапнування, внесення добрив і сорбентів
Середня	Зміст хімічних речовин в ґрунті перевищує ГДК при лімітуючому загальносанітарному, міграційному водному і міграційному повітряному показниках шкідливості, но нижче ГДК по транслокаційному показнику	Можливе вирощування коренеплодів, бульбоплодів, крім буряків. Виключається виробництво зелені (салат, цибуля, шпинат, кріп, петрушка), овочів і ягідних культур. Вводяться обмеження на збір грибів та лікарських рослин	Глибока (30 – 40 см) оранка. Вапнування, внесення добрив і сорбентів. Контроль культур на зміст важких металів
Дуже висока	Зміст хімічних речовин в ґрунті вище ГДК по всім показникам	Вилучення земель з сільськогосподарського обороту	Консервація земель. Моніторинг токсикантів

Примітка: Добрива – органічні та мінеральні (особливо фосфорні). Сорбенти: торф, мохи, глинисті мінерали. Вапняне борошно по ГОСТ Р 50261-92.

Таблиця 4.5 Орієнтовна шкала оцінки небезпечності забруднення ґрунтів

Категорія забруднення ґрунтів	Z_3	Показники здоров'я населення в осередку забруднення	Коефіцієнт ступеню забрудненості ґрунтів C_3
Середня	8,1-32	Збільшення загального рівня захворюваності	0,6
Висока	32,1-64	Збільшення чисельності хворих дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи	1,5
Дуже висока	>64	Збільшення випадків токсикозів вагітних, передчасних пологів, мертвонароджуваності	2

Таблиця 4.6 Фоновий вміст валових форм важких металів та миш'яку (мг/кг) в шарі ґрунту 0-20 см

Ґрунти	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-підзолисті піщані та супіщані	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-підзолисті глинисті та суглинисті	45	0,12	15	0,1	15	10	30	2,2
Сірі лісні	60	0,2	16	0,15	18	12	35	2,6
Чорноземи	68	0,24	20	0,2	25	15	45	5,6
Чорноземи типові та вилужені (на водорозділі)	28,5	0,09	8,9	-	10,5	-	21,6	-
Лугово-чорноземні	35	0,17	10,1	-	12,5	-	22,7	-

Контрольні питання.

1. Впливом яких факторів обумовлено надходження важких металів у рослини?
2. Який вплив доз свинцю на фітотоксичність мікроскопічних грибів роду *Alternaria*?
3. Яка ГДК Pb, Cd, As, Hg, Cu, Zn у сировині та продукції?
4. По якій схемі відбувається потрапляння важких металів в організм людини?
5. Які проводяться меліоративні заходи на забруднених ґрунтах?
6. Що таке лімітуючий показник шкідливості?
7. За якою формулою розраховується оцінка небезпечності забруднення Z_3 ?
8. Як впливає на здоров'я, надмірне надходження цинку в організм людини і тварини?
9. Які симптоми отруєння парами металеві ртуті?
10. Який основний діагностичний показник впливу свинцю на здоров'я людини?
11. Які відомі форми свинцевого отруєння?

Тема 5. ОЦІНКА СТИЧНИХ ВОД І ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

5.1 Головні теоретичні відомості

Згідно з вимогами Основ водного законодавства України, система водозабезпечення підприємств харчової промисловості має бути оборотною, тобто повинна забезпечувати водою як все підприємство, так і функціонувати в якості замкнутих циклів для решти ділянок і цехів. Прямоточна система водозабезпечення допускається тільки при неможливості застосування оборотного водопостачання. Така система водопостачання діє на підприємствах хлібопекарської та макаронної промисловості.

В процесі вироблення продукції утворюються стічні води, які умовно ділять на господарсько-побутові та виробничі. Ступінь забруднення стоків визначається за вмістом сухого залишку і зважених речовин, біологічному споживанню кисню (ВПК) і хімічному споживанню кисню (ХПК), запаху, прозорості та рН. Характеристика стічних вод харчової промисловості приведена в Додатку Б, табл. 1.

Від рН залежить можливість безпосереднього скидання стічних вод у водойми чи необхідність їх попереднього очищення. Повне окислення забруднюючих речовин в стоках протікає довго, тому визначають 5-добову потребу в кисні (БСК5). Окислення протягом 20 діб вважається повним (БПКп). Через тривалість визначення БСК5 частіше користуються ГПК - кількістю кисню в мг, яке необхідно для окислення органічних сполук в 1 л стоків розчином біхромату або перманганату калію.

Відповідно до норм 1980 питома витрата води ($\text{м}^3/\text{т}$) становить при виробництві:

- Цукру-піску - 2,49;
- Хлібобулочних виробів - 4,38 (при потужності заводу 30 т / добу);
- Макаронних виробів - 10,98 (при потужності заводу 105 т / добу);
- Пресованих дріжджів - 195,5;
- Концентрату квасного суслу - 54,85;
- Крохмалю з картоплі - 15,7.

Для отримання 1000 декалітрів (дал) виноматеріалів марочних вин потрібне: $58,05 \text{ м}^3$ чистої води; горілки - 84 м^3 ; спирту із зерна - 1756 м^3 , в тому числі артезіанської води - 479 м^3 ; солоду - $19,8 \text{ м}^3$; пива - $109,2 \text{ м}^3$; хлібного квасу - $20,3 \text{ м}^3$; безалкогольних напоїв (газованих) - $61,96 \text{ м}^3$. Близько 30% загального споживання води в харчовій промисловості припадає на частку спиртових заводів (Яровенко В. Л. та ін., 2002).

Стічні води спиртових заводів, переробних зерно і картоплю, ділять на три категорії:

➤ 1-я - умовно чисті (при переробці зерна утворюються теплообмінні води - температура $30-60^\circ \text{C}$, рН 7-8, запах 0-3 бали, прозорість - 10-30 см, вміст сухого залишку 0,3-1 г/л, БПКп = 5-15 мг O_2 /л, ХПК = 5-40

мг O₂/л);

➤ 2-я - транспортно-мийні (при переробці картоплі утворюються стічні води з температурою 10-15 °С, рН 6,5-7,5, зважені речовини - 12- 14 г/л, БПК_П = 200-400 мг O₂/л, ХПК = 400-600 мг O₂/л);

➤ 3-тя - виробничо-побутові (при переробці зерна і картоплі сумарні стічні води мають температуру 30 °С, рН 6, концентрацію зважених речовин 0,55 г/л, БПК_П = 500-700 мг O₂ л і ХПК = 700- 1200 мгO₂/л).

З даних видно, що стічні води спиртозаводів, які переробляють зерно і картоплю, забруднені незначно - БПК_П не перевищує 1000 мг O₂/л.

Стічні води меласно-спиртових заводів ділять на чотири категорії:

1- я - умовно-чисті (температура 30-60 °С, рН 7-8, сухий залишок 0,4-0,5 г/л, БПК_П = 5-12 мгO₂/л, ХПК = 5-40 мгO₂/л);

2- я – води від продування котлів та регенерації реакторів хім. водоочищення (температура 20-100 °С, рН 8-12, сухий залишок 0,3-0,6 г/л, БПК_П = 5- 80 мгO₂/л, ХПК = 10-100 мгO₂/л);

3- я - лютерна вода (що містить органічні кислоти), барометричні води і конденсати, отримані при упарюванні барди (температура 80-100 °С, рН 4,4- 6,4, сухий залишок 1,3-2 г/л, БПК_П = 180-3000 мгO₂/л, ХПК = 250-4000 мгO₂/л);

4- я - води після миття обладнання і господарсько-побутові стоки, а також післяспиртова і післямеласна барда (температура 20-90 °С, рН 5,5-6,2, сухий залишок 0,45-10 г/л, БПК_П = 950-4500 мгO₂/л, ХПК = 1000-5500 мгO₂/л).

Стічні води 1-й і 2-й категорії близькі за складом і аналогічні водам спиртових заводів, що переробляють зерно і картоплю. Лише БПК "конденсатів вторинних парів досягає 2500 мгO₂/л. Високим ступенем забруднення відрізняються води 4-ї категорії та меласної барди як післяспиртової, так і післядріжджової. У меласній післяспиртовій барді рН 4,6-5,2, вміст сухого залишку 62-82 г/л, зважені речовини 5,3-7,85 г/л, азот 2,5-3,9 г/л, БПК_П = 44000-59000 мг O₂/л, ХПК = 4900-66900 мг O₂/л, а в післядріжджовій барді рН 4,5-5, сухий залишок 35,2-51,9 г/л, концентрація зважених речовин 0,97-5,6 г/л, БПК_П = 18000-42000 мг O₂/л, ХПК = 20000-48000 мгO₂/л.

У цукровій промисловості вторинні матеріальні ресурси - це буряковий жом (вихід становить 83 % маси переробленого буряка), меласа (вихід 4,5-5 % маси буряка), фільтраційний осад (вихід 10-12 % маси буряка). Транспортно-мийний осад становить 10-12% маси буряків.

Стічні води цукрових заводів діляться на три категорії:

- я - конденсати і вода від охолоджуючих установок;
- я - транспортно-мийні води;

- 3-тя - виробничі води (води сильно забруднені, наприклад, склад жомпресової води: температура 48 °С, концентрація зважених речовин 5 г/л, рН 6,8, БПК_П = 1500-3500 мгО₂/л і ХПК = 2000-5000 мгО₂/л).

Стоки пивоварних заводів: стоки солодових цехів, основного виробництва та стоки цехів розливу мають такі показники - рН 6-7, концентрація зважених речовин 100-400 мг/л, БПК_П = 400-1000 мгО₂/л і ХПК= 600-1200 мг О₂/л.

Стоки хлібозаводів та кондитерських фабрик - середа для мікроорганізмів активного мулу. Стоки хлібозаводів характеризуються наявністю зважених речовин (150 мг/л), рН 6-7, БПК_П = 500-700 мг О₂/л і ХПК = 600-800 мг О₂/л. Стоки кондитерських фабрик містять велику кількість зважених речовин і невелике азотовмісних речовин і жиру.

Загальні стоки заводу безалкогольних напоїв мають склад: рН 6,8; концентрація зважених речовин 200 мг/л, БПК_П = 400 мг О₂/л, ХПК = 600 мг О₂/л.

До складу **стоків дріжджових заводів** входять післядріжджова меласна бражка, мийні води після обробки обладнання: рН 6,5, БПК_П = 1,5-6,5 гО₂/л, ХПК = 0,67-2,3 гО₂/л, концентрація зважених речовин 230-800 мг/л. Осереднений стік з цеху хлібопекарських дріжджів при спиртовому заводі має БПК_П = 11 гО₂/л.

Сумарне скидання стічних вод ($W_{св}$, м³/рік) підприємством може бути визначений за формулою:

$$W_{св} = \left[\sum_{i=1}^n g_1 \cdot N_i + i = \sum_{i=1}^k (g_2 \cdot m_{ci} \cdot \tau_0) / \tau_c \right] \cdot S_c \cdot T_r \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

де g_1 - норма води на виробництві одній людині в зміну на господарсько-побутові потреби, м³ (регламентується СНіП 2.04.01-85);

N_i - кількість працівників у 1-ій зміні;

g_2 - витрата води на одиницю продукції, м³/т;

m_{ci} - продуктивність обладнання (кількість продукції) за і-ую зміну, т;

τ_0 - час роботи обладнання за зміну, год;

τ_c - тривалість зміни, год;

S_c - кількість змін на добу;

T_r - кількість діб роботи підприємства в році;

ε - коефіцієнт стічних вод, що залежить від системи водопостачання:

$\varepsilon = 0,81-1$ (прямоточна), $\varepsilon = 0,51-0,8$ (послідовна), $\varepsilon = 0,3-0,5$ (оборотна);

n - кількість груп працюючих;

k - число груп обладнання.

Скидання і-го забруднюючої речовини зі стічними водами ($M_{сві}$, т/рік) знаходиться за формулою:

$$M_{cvi} = \vartheta \cdot W_{cv} \cdot C_{cvi} \quad (2)$$

де ϑ - параметр, що корегує розмірність показників;
 C_{cvi} - концентрація i -го забруднюючої речовини в стічних водах, г/л.

5.2 Приклад розрахунку

За сезон цукроваріння потрібно визначити: вторинні матеріальні ресурси (відходи); кількість стічних вод та забруднюючих речовин, що потрапляють у навколишнє середовище, а також БПКп і ХПК.

Вихідні дані. Завод з виробництва цукру-піску з цукрових буряків. Система водопостачання - оборотна (коефіцієнт стічних вод $\varepsilon = 0,5$). Для переробки 1 т буряка потрібно $3,5 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = $0,025 \text{ м}^3$. Число працюючих в зміні - 78 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 113 днів у році. Тривалість зміни - 8 год., тривалість роботи обладнання за зміну - 7 год. За зміну переробляється 1108 т цукрових буряків.

Вихід бурякового жому – 80 %, меласи – 5 %, фільтраційного осад – 15 %. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 4,2 г/л.

БПК_п = 1,5 г O₂/л, ХПК = 2 г O₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$.

Рішення. За формулою (1) визначаємо сумарний скид стічних вод за сезон цукроваріння:

$$W = [0,025 \cdot 78 + (3,5 \cdot 1108 \cdot 7) / 8] \cdot 3 \cdot 113 \cdot 0,5 = 575\,486 \text{ м}^3$$

Вихід:

бурякового жому - $375\,612 \cdot 0,8 = 300\,490 \text{ т}$,

меласи - $375\,612 \cdot 0,05 = 18\,781 \text{ т}$,

фільтраційного осаду - $375\,612 \cdot 0,15 = 56\,342 \text{ т}$.

З рівняння (2) знаходимо скидання зважених речовин з виробничо-побутовими стічними водами:

$$M_{cv} = 0,001 \cdot 575\,486 \cdot 4,2 = 2417 \text{ т}$$

За рівняння (2) встановлюємо, що на біологічне окислення органічних речовин у стічних водах буде потрібно 863 т кисню; на хімічне – 1151 т кисню.

Завдання для виконання практичної роботи № 5

Завдання 1. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу.

Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,85$). При виробництві 1 т

хлібобулочних виробів потрібно - $4,38 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м^3 . Число працюючих в зміні - 25 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 10 т хлібобулочних виробів.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л. БСК_П= 500 мгО₂/л, ХСК = 600мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 2. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу. Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,90$). При виробництві 1 т хлібобулочних виробів потрібно - $8,76 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м^3 . Число працюючих в зміні - 50 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 20 т хлібобулочних виробів.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л. БСК_П= 600 мгО₂/л, ХСК = 700мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 3. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу. Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,98$). При виробництві 1 т хлібобулочних виробів потрібно – $13,14 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м^3 . Число працюючих в зміні - 75 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 35 т хлібобулочних виробів.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л. БСК_П= 700 мгО₂/л, ХСК = 800мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 4. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріждживого заводу. Система водопостачання – оборотна ($\varepsilon = 0,5$). При виробництві 1 т дріжджив потрібно - $195,5 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м^3 . Число працюючих в зміні - 75 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,5 год. За зміну виробляється 24 т дріжджив.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 230 мг/л. БСК_П= 1500 мгО₂/л, ХСК = 670 мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 5. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріждживого заводу. Система водопостачання – оборотна ($\varepsilon = 0,4$). При виробництві 1 т дріжджив потрібно - $195,5 \text{ м}^3$ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м^3 .

Число працюючих в зміні - 65 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,5 год. За зміну виробляється 16 т дріжджив.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 520 мг/л. БСК_П= 3200 мгО₂/л, ХСК = 1500 мгО₂/л. Параметр $\rho = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 6. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріждживого заводу. Система водопостачання – оборотна ($\varepsilon = 0,3$). При виробництві 1 т дріжджив потрібно - 195,5 м³ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 50 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7 год. За зміну виробляється 8 т дріжджив.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 800 мг/л. БСК_П= 6500 мгО₂/л, ХСК = 2300 мгО₂/л . Параметр $\rho = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Тема 6. ОЦІНКА СТІЧНИХ ВОД І ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД МОЛОЧНОКОНСЕРВНОГО КОМБІНАТУ

6.1 Головні теоретичні відомості

Молочна промисловість є найбільшим споживачем води. Норми витрати води на переробку 1 т молока наведені в Додатку Г, табл. 1.

Технічна вода на підприємствах молочної промисловості не використовується. Її застосовують в системі оборотного водопостачання на зовнішнє миття машин і полив території. Ці витрати складають до 15 % від витрати свіжої води. З метою зменшення витрати свіжої води рекомендується прямоточна система водопостачання з повторним використанням води та зворотній систему. Витрата оборотної та послідовно використаної води складає в середньому 20-25 м³ на кожен тону сировини, що становить більше 80 % водоспоживання.

Для зменшення витрати води рекомендується ширше практикувати «суху» прибирання приміщень та повторне водопостачання. Основним джерелом умовно чистої води, придатної для повторного використання, є вода, що виходить із секцій охолодження справних пластинчастих теплообмінних установок. Цю воду дозволено використовувати повторно після підігріву не нижче 80 °С для миття обладнання, ємностей, ванн, цистерн, молочних фляг, прибирання приміщень, прання спецодягу. Значні обсяги умовно чистої води для повторного використання отримують при зборі конденсату вторинних парів молока.

Концентрація органічних речовин у стічних водах обумовлена втратами сировини і молочної продукції в технологічному процесі. Після мийки

обладнання та приміщення вони містять значну кількість органічних забруднювачів (Додаток Г, табл. 2) і відносяться до виробничих стічних вод, які повинні піддаватися очищенню. При скиданні 1 м^3 неочищеної стічної води забруднюється $40\text{-}60\text{ м}^3$ природної води.

Ополоскі, одержувані після мийки технологічного обладнання (перші змивні води), являють собою один з видів відходів, які в даний час не використовуються і обмежено використовуються. За даними ВНКМІ, ополоскі - це водомолочна суміш, яка містить 1-4 % сухих речовин в тому числі до 1 % жиру і білка. Збір та утилізація ополосків економічно вигідна. Найважливіший результат - запобігання скидання залишків молока і молочних продуктів в стічні води, що дозволяє знизити витрати на їх очищення. За кордоном згущують ополоскі в вакуум-випарних апаратах (до 50% сухих речовин) і направляють на кормові цілі. Очищення стоків від білків і жиру має велике значення, так як після відповідної обробки їх можна використовувати в якості добавок у корма, при виробництві мила, технічних мастильних матеріалів. Ополоскі обробляють коагуляцією в коагуляторі при рН 4,5 і температурі $323\text{ }^\circ\text{K}$ і центрифугують. Осад, триманий після первинної обробки стічних вод, застосовують як добавки до кормів.

Величини втрат сировини зі стічними водами наведені в Додатку Г, табл. 3.

Обсяг стічних вод (W_{cv} , $\text{м}^3/\text{рік}$), що утворюються в процесі виробництва молочних продуктів, визначається за формулою (1), а маса забруднюючих речовин (M_{cvi} , т/рік), що скидаються із стічними водами, за формулою (2).

6.2 Приклад розрахунку

Потрібно визначити обсяг стічних вод і масу забруднюючих речовин, що утворюються в процесі переробки молока.

Вихідні дані. Завод сухих молочних продуктів. Система водопостачання - послідовна ($\varepsilon = 0,7$). Середньорічний витрата води на 1 т перероблюваної молока - 5 м^3 . Завод працює по однозмінний графіком 330 днів на рік і переробляє 76 т молока за зміну. Тривалість зміни - 8 год.; тривалість роботи обладнання в зміну - 7 год. Число працівників у зміні - 85 осіб. Норма води одній людині в зміну на господарсько-побутові потреби - 25 л. У стічних водах міститься; зважених речовин - 350 мг/л; азоту загального - 45 мг/л; фосфору - 6 мг/л; жиру - 78 мг/л; хлоридів - 120.

Рішення. Визначаємо за формулою (1) об'єм стічних вод:

$$W = [0,025 \cdot 85 + (5 \cdot 76 \cdot 7) / 8] \cdot 1 \cdot 330 \cdot 0,7 = 77\,298\text{ м}^3/\text{год.}$$

За формулою (2) знаходимо масу забруднюючих речовин, що скидаються із стічними водами:

$$\text{зважені речовини} - 10^{-6} \cdot 77\,298 \cdot 350 = 27\text{ т/рік};$$

азот загальний – $10^{-6} \cdot 77298 \cdot 45 = 3,48$ т/рік;
фосфор - $10^{-6} \cdot 77298 \cdot 6 = 0,46$ т/рік;
жири – $10^{-6} \cdot 77298 \cdot 78 = 6,03$ т/рік;
хлориди – $10^{-6} \cdot 77298 \cdot 120 = 9,28$ т/рік.

Тема 7. ОЦІНКА СТІЧНИХ ВОД І ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ПІДПРИЄМСТВ М'ЯСНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

7.1 Головні теоретичні відомості

Враховуючи високий вміст органічних і мінеральних речовин у виробничих стоках м'ясопереробних підприємств і зокрема в стоках цеху з переробки нехарчових відходів, їх очистка є серйозним завданням. Вона здійснюється на локальних очисних спорудах з метою зниження всіх показників до рівня вимог, встановлених до стічних вод, що скидаються в каналізацію.

- Локальна очистка стоків передбачає: грубу очистку за допомогою решіток, сит, перфорованих самоочіщуючих жолобів; відстоювання в пісколовках і жироловках;
 - поділ у відцентровому полі із застосуванням центрифуг, сепараторів, гідроциклонів;
 - електрофлокоагуляцію, пінну сепарацію;
 - іонообмінну фільтрацію;
 - очистку за допомогою коагулянтів і флокулянтів (поліакриламід, кремнієва кислота);
 - імпульсуючу і напірну флотацію (процес флотації полягає в утворенні в товщі води газових бульбашок, прилипанні частинок до поверхні розділу газової і рідкої фаз і спливання шкідливих компонентів на поверхню).

В результаті тривалої теплової обробки при високих температурах відбуваються суттєві зміни складових частин сировини, що призводять до утворення аміаку, сірководню, оксидів вуглецю і сірки.

Стічні води м'ясних виробництв поділяються на зажирені (цех забою худоби, субпродуктові, варильні, ковбасні, консервні відділення), не зажирені (інші цехи), умовно-чисті (холодильно-компресорні установки, котельня, конденсатори) і побутові (Крисанов А. Ф. та ін., 2000; Курочкін А. А. та ін., 2006).

Цех забою худоби і оброблення туш. М'ясокомбінат керується наступними нормативами при забої худоби: годування худоби припиняється за 3 години до зважування перед відправкою на забій; без годування до забою ВРХ повинен перебувати не більше 12 годин, свині - не більше 8 годин; припинення напування худоби за 3 години до забою; худоба повинна

бути перероблена не пізніше наступного дня після приймання на м'ясокомбінат.

На лінії забою технологічні витрати води складаються з витрат на операції звільнення від вмісту шлунків, шпаркі рубців, мийки і зачистки туш, промивки язиків і обрізків. Характеристика водоспоживання та забруднюючих речовин в стоках приведена Додаток В, табл. 1

Кишковий цех. На промислову переробку надходять комплекси кишок, що містять всі частини травного тракту, що мають промислове використання. У цеху здійснюють розчленовування комплексу, звільнення від вмісту, видалення жиру, слизової, серозної, м'язової оболонки, охолодження, поділ за якістю та розмірами, зв'язування в товарні пучки, консервування, пакування в тару та маркування сировини. Концентрація забруднюючих речовин в стічних водах при обробці одного комплексу кишок приведена в Додаток В, табл. 2.

Цех обробки шкур. Обробка шкур включає видалення навалу, промивку, мездрення та їх консервування, яке виробляється за участю води. Стічні води містять бруд, гній, обривки тканини, кров, волосся і велика кількість мікроорганізмів. Консервування шкур здійснюється сухим способом (посолочної суміші) і тузлукованієм (в розчинах, що містять посолочну суміш).

При обробці шкур тузлукованієм витрати води становлять (л/голову) для:

- ВРХ - 100-120,
- свиней - 15-30, МРС - 8-12.
- Стічні води містять в середньому:
- зважених речовин - 3219 мг/л,
- жиру - 566 мг/л,
- азоту загального - 637 мг/л,
- ХПК - 9211 мг O₂/л.

Субпродуктовий цех. Обробка субпродуктів полягає в промиванні сировини від забруднень, звільнення від вовняного покриву і слизової оболонки. Характеристика забруднюючих речовин, що утворюються при цих операціях, приведена в Додатку В, табл. 3

Жирової цех. Промивна вода, змиви обладнання та статі, змиви з котлів та відстійників формують стічні води з високим вмістом жиру (Додаток В, табл. 4), а конденсати з котлів надають стокам неприємний запах.

М'ясопереробний цех. При виробленні продукції (ковбас, копченостей, напівфабрикатів, кулінарних виробів) використовується вода забруднюється як тканинними рідинами, фрагментами, екстрактами тканин тварини, але і матеріалами та сполуками, уживаними у виробництві: молоком, крохмалем, сіллю, цукром, нітритами, фосфатами, глютаматом натрія, аскорбіновою кислотою, спеціями, ковбасними оболонками. На 1 т продукції витрачається води (м³):

- при виробництві напівфабрикатів (на 1000 порцій),
- копченостей, сардельок - 16;
- пельменів -9;
- котлет (1000 шт.) - 8;
- фаршированих ковбасок - 17;
- консервів (1000 шт.) - 6,1;
- при охолодженні м'яса - 0,016 на одну тушу.

Найбільш концентровані стічні води утворюються при зливі бульйонів після варіння субпродуктів і окороків, від сепарування кісткового жиру і знежирення бульйонів (Додаток В, табл. 5)

Цех технічних фабрикатів. Основна продукція цеху - кормова мука і технічний жир. Сировиною для виробництва є забраковані м'ясопродукти (конфіскати) і нехарчові відходи (канига, щетина, волос, роги, копита, жиромаса з жироловок, ембріони). Вода витрачається при митті конфіскацій, очищенню жиру, конденсації сокових парів, шпарці рогокопитної сировини, варінні кісток. Специфікою стічних вод цеху є можлива присутність хвороботворних мікроорганізмів. Характеристика виробничого водовідведення та стічних вод цеху приведена в Додатку В, табл. 6.

Для цехів забою тварин, кишкового, обробки шкур, субпродуктового, жирового, м'ясопродуктового і технічних фабрикатів маса забруднюючих речовин (M_m , т/рік) знаходиться за формулою:

$$M_m = \mathcal{G} \left[\sum_{i=1}^n g_1 N_i + \sum_{i=1}^k (g_{2i} n_0 \tau_0) / \tau_c \right] \zeta_c T_r \varepsilon C_{mi}, \quad (3)$$

де \mathcal{G} - параметр, коригуючий розмірність показників;

g_1 - норма води на виробництві одній людині в зміні на господарсько-побутові потреби, м³;

N_1 - число працюючих у 1-ій зміні;

g_{2i} - витрата води на 1-ю технологічну операцію, л/голову;

n_0 - продуктивність обладнання (число тварин, що переробляються за зміну);

τ_0 - час роботи обладнання за зміну, год;

τ_c - тривалість зміни, год;

ζ_c - число змін на добу;

T_r - кількість робочих днів у році;

ε - коефіцієнт стічних вод, що залежить від системи водопостачання:

$\varepsilon = 0,81-1$ (прямоточна), $\varepsilon = 0,51-0,8$ (послідовна), $\varepsilon = 0,3-0,5$ (оборотна);

C_m - концентрація i -ої забруднюючої речовини в стоках, мг/л;

n - число груп працюючих;

k - число груп обладнання.

Отримані за формулою (3) дані підсумуються по однойменним речовинам.

7.2 Приклад розрахунку

Потрібно розрахувати масу забруднюючих речовин, що утворюються на м'ясокомбінаті при переробці 9300 голів великої рогатої худоби на рік.

Вихідні дані. М'ясокомбінат працює в одну зміну 300 днів у році. Число працюючих в зміні - 93 людини, в тому числі по цехам: забою худоби і оброблення туш - 25 осіб, кишковий - 20, субпродуктового - 13, обробітку шкур - 7, жирової - 10, м'ясопродуктового - 11, технічних фабрикатів - 19 осіб. У зміну переробляється 31 тварина. Тривалість зміни - 8 год.; тривалість роботи обладнання в зміну - 7 год. Норма води одній людині в зміну на господарсько-побутові потреби - 25 л. Витрата води на технологічні операції і концентрація забруднюючих речовин у стічних водах по цехам наведені в Додатку В, табл. 1-6. Система водопостачання - прямоточна ($\varepsilon = 0,9$). Параметр $\vartheta = 10^{-9}$.

Завдання для виконання практичної роботи №7

Варіант	Вид худоби	Кількість голів перероблюється		Кількість змін	Число працюючих в зміні	Система водопостачання	Продукція м'ясопродуктового цеху
		За рік	За зміну				
1	ВРХ	10000	40	1	100	прямоточна	консерви
2	"	"	"	"	"	"	фаршировані ковбаски
3	"	"	"	"	"	"	котлети
4	"	"	"	"	"	"	пельмені
5	"	"	"	"	"	"	копченості
6	Свині	5000	20	1	50	прямоточна	консерви
7	"	"	"	"	"	"	фаршировані ковбаски
8	"	"	"	"	"	"	котлети
9	"	"	"	"	"	"	пельмені
10	"	"	"	"	"	"	копченості
11	ДРХ	3000	15	1	30	прямоточна	консерви
12	"	"	"	"	"	"	фаршировані ковбаски
13	"	"	"	"	"	"	котлети
14	"	"	"	"	"	"	пельмені
15	"	"	"	"	"	"	копченості

Рішення. Для цехів забою і оброблення туш, кишкового, субпродуктового, обробки шкур, жирового, м'ясопродуктового, технічних

фабрикатів розрахунок маси забруднюючих речовин проводиться за формулою (3).

Цех забою і оброблення туш: зважені речовини - 3,25 т/рік; жири - 4,89 т/рік; загальний азот-1,35 т/рік.

Кишковий цех: зважені речовини - 1,09 т/рік; жири - 2,61 т/рік; загальний азот - 0,68 т/рік.

Субпродуктовий цех: зважені речовини-0,77 т/рік; жири-0,13 т/рік; загальний азот - 0,15 т/рік.

Цех обробки шкур: зважені речовини - 2,98 т/рік; жири - 0,52 т/рік; загальний азот - 0,59 т/рік.

Жирової цех: зважені речовини-98,4 т/рік; жири-91,2 т/рік; загальний азот-25,7 т/рік.

М'ясопродуктового цех (охолодження м'яса): завислі речовини - 0,34 т/рік; жири - 0,11 т/рік; загальний азот - 0,15 т/рік.

Цех технічних фабрикатів: зважені речовини - 0,92 т/рік; жири - 1,95 т/рік; загальний азот - 0,17 т / рік.

Тема 8. ОЦІНКА ВІДХОДІВ ЗЕРНОПЕРЕРОБЛЮЮЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

8.1 Головні теоретичні відомості

У процесі вироблення борошна і крупи з зерна утворюються вторинні продукти та відходи, які є потенційними джерелами забруднення довкілля. Хлібопекарське борошно виробляють із зерна пшениці і рису. Крупу в асортименті отримують з восьми круп'яних культур: рису, гречки, проса, ячменю, вівса, гороху, кукурудзи, пшениці. Залежно від змісту основного зерна, розрізняють побічні продукти і відходи 1-й (зерна 10-50 %), 2-й (зерна 2-10 %) і 3-й (зерна менше 2 %) категорій. Відходи зерноочистки з низьким вмістом зерна, що не представляють кормової цінності (мінеральна, металомангітна, груба домішка), можуть стати джерелами механічного забруднення навколишнього середовища (Єгоров Г. А. та ін., 1984; Личко Н. М. та ін., 2000).

У зерні, що надійшов на переробку, міститься від 1 до 4 % смітцевої і 2 до 6 % зернової домішки, яку витягують до певних нормативів у зерноочисному відділенні. Номенклатура вторинних сировинних ресурсів (відходів) зернопереробної промисловості включає 8 найменувань: кормової зернопродукт, зернові відходи, дрібне зерно, висівки, кормову дробленку, лузгу, мучку і зародок (Додаток Д, табл. 1-8).

Кормової зернопродукт містить від 2 до 85 % зерна, в тому числі 2-20 % основного зерна (пшениця, жито). У круп'яному виробництві цього продукту відповідають відходи 1-й і 2-ї категорії (містять 2-50 % зерна і

зернова суміш, що містить 50-85 % основного зерна), які повністю використовують на корм.

Зернові відходи - це відходи очищення зерна, великі домішки і підсівши, що містять не більше 2 % зерна, лузги жорсткої (гречаної, просяний, рисової), соломистого частинок і пилу, використовують на корм. Дрібне зерно - зерно основної культури в кількості до 5 %, що не відповідає вимогам технології по крупності, використовують на корм. Висівки - відходи помелу пшениці та жита, що складаються з частинок оболонки і алейронового шару з домішкою частинок зародка і ендосперму. Використовують на корм і як харчовий продукт - «дієтичні висівки». Кормова подрібнена - відходи переробки гороху, проса, вівса в крупу, що складаються з ненавмисно подрібнених частинок ядра крупніше 1,5 мм. Йде на кормові цілі.

Лушпиння - продукт лушення плівчастих культур, що складається з квіткових плівок (рис, просо, овес, ячмінь) і плодкових оболонки (гречка) з високим вмістом клітковини і мінеральних речовин. Використовується в якості комбікорму, кормових дріжджів, штучного ґрунту, сировини для ряду медикаментів.

Борошно кормове утворюється в процесі шліфування і складається з тонко подрібнених частинок всіх анатомічних частин зернівки, що проходять через отвір діаметром 1,5 мм. Технічні галузі виробляють 23 види мучки. Основний напрямок використання мучки - це кормові суміші і комбікорми. Крім того, вона застосовується в парфумерії та фармацевтичній промисловості.

Зародок - відходи борошномельного виробництва (пшеничний зародок) і виробництва кукурудзяної крупи (кукурудзяний зародок), одержувані сепаруванням подрібненого зерна по щільності і складаються з цілого і дробленого зародка зерна з домішкою частинок оболонки і ендосперму. Йде на виробництво «зародкових пластівців», використовується для екстракції вітамінів і масла харчового призначення.

Відходи борошномельно-круп'яної промисловості становлять по масі 1/3 вихідного зерна. Підприємства зі зберігання і переробки продукції рослинництва забруднюють атмосферне повітря, в основному, пилом, яка відноситься до IV класу токсичності (Додаток Д, табл. 9), а також інгредієнтами в результаті згорання палива (газу, мазуту, вугілля).

Вміст мікроелементів в зерні с.-г. культур наведено в Додатку Д, табл. 10.

8.2 Приклад розрахунку

Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при виробництві гречаної крупи без гідротермічної обробки.

Вихідні дані. Борошномельний комбінат. Паливо - газ. При спалюванні газу в повітря надходить вуглецю оксид ($12,9 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3$) та

азоту діоксид ($2,15 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3$). Обсяг переробки гречки 23500 т/рік. Концентрація максимально разова борошняного пилу в повітрі - $0,4 \text{ мг}/\text{м}^3$; углерода оксид- $1,5 \text{ мг}/\text{м}^3$ (ПДК_{мр} = $5 \text{ мг}/\text{м}^3$), азоту діоксид- $0,019 \text{ мг}/\text{м}^3$ (ПДК_{мр} = $0,085 \text{ мг}/\text{м}^3$).

Рішення. Відповідно до даних Додатку Д, табл. 2, де зазначено вид відходів у відсотках, встановлюємо, що при переробці 23500 т/рік гречки, вихід мучки кормової - 1410 т/рік; лузги і відходів 3-й категорії з механічними втратами - 4700 т/рік; відходів 1-й і 2-ї категорії - 1645 т/рік; усушка - 235 т/рік. Разом відходів - 7990 т/рік, тобто 34 % від переробленої сировини.

За формулою (3.3) з використанням даних Додатку Д, табл. 9 визначаємо ступінь забрудненості повітря на підприємстві: $(0,4/0,5) + (1,5/5) + (0,019/0,085) = 1,32$. Так як сума приватних від ділення перевищує одиницю, то забруднення повітря присутнє.

Завдання для виконання практичної роботи № 8

Завдання 1. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при виробництві просяної крупи.

Завдання 2. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при виробництві гречаної крупи з гідротермічною обробкою.

Завдання 3. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці ячменю для отримання перлової крупи.

Завдання 4. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці ячменю для отримання ячної крупи.

Завдання 5. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці гороху.

Завдання 6. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці пшениці.

Завдання 7. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці кукурудзи для отримання недробленої і плющеної крупи.

Завдання 8. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці кукурудзи для отримання недробленої і плющеної крупи та пластівців.

Завдання 9. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці кукурудзи для отримання недробленої крупи та пластівців.

Завдання 10. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці кукурудзи для отримання пластівців з крупи.

Завдання 11. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці рису для отримання шліфованого рису.

Завдання 12. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці рису для отримання полірованого рису.

Завдання 13. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці вівса для отримання недробленої крупи.

Завдання 14. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці вівса для отримання недробленої крупи з пластивцями.

Завдання 15. Потрібно визначити вихід відходів і забрудненість повітря при переробці вівса для отримання толокна.

Література основна

1. Савицький В.М., Хільчевський В.К., Чунар'ов О.В., Яцюк М.В. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: Навчальний посібник / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – 152 с.
2. Герасименко В.П. Практикум по агроекології. Учебное пособие – СПб.: издательство «Лань», 2009. – 432с.
3. www.library-odeku.16mb.com/
4. Сметанин В И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. М.: Колос, 2000.- 232 с.
5. Черп О.М., Виниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. - М.: Эколайн, 1996. - 48 с.
6. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. – М.: Колос, 1977.
7. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. – К.: Вид-во «Урожай», 1994.
8. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, 3-тє видання, стереотипне. – Львів: «Новий Світ-2000», 2006. – 248 с.

Література додаткова

1. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. Посібник. - К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с.
2. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека та охорона довкілля. Монографія. – К.: Основа, 2012. -514 с.
3. Зеркалов Д.В., Ткачук К.Н., Ткачук К.К. Інженерна екологія: проблеми, моніторинг, управління. Монографія. – К.: Національний технічний університет України. «КПУ». – Основа, 2011. – 580 с.
4. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии. – М.: Агропромиздат, 1990.

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агрометеорології та агроекології

ПРОТОКОЛ №
з дисципліни « Збалансоване природокористування та
поводження з відходами в галузі »

Тема практичної роботи

Виконав(ла) студент(ка) гр.

..... _____
(Прізвище І.Б.)

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

Одеса – 2018р.

Таблиця 1 – Середньорічна кількість стічних вод (м³) на одиницю продукції

Підприємство	Одиниця продукції	Система водопостачання	Кількість стічних вод, що випускаються у водойми на одиницю продукції, м ³		
			підлягають очистці		всього
			виробничі	побутові	
Хлібозавод продуктивністю (т/добу):	1 т хлібо-булочних виробів	прямоточна			
136			0,83	0,3	1,13
30			1,89	0,98	2,87
Хлібозавод з кондитерським цехом продуктивністю (т/добу)	те саме	те саме			
65			1,7	0,79	2,49
40			1,93	1,21	3,14
Макаронна фабрика продуктивністю (т/добу)	1 т макарон	те саме			
70			1,73	0,38	2,11
105			4,66	0,67	5,33
Дріжджовий завод	1 т пресованих дріжджів	оборотна, прямоточна з поступовим використанням води	45	0,5	170,5

Продовження табл.1

Підприємство	Одиниця продукції	Система водопостачання	Кількість стічних вод, що випускаються у водойми на одиницю продукції, м ³		
			підлягають очистці		всього
			виробничі	побутові	
Консервний завод, що виробляє цільноконсервовані: томати	1000 банок	прямоточна з поверненням конденсату	2,79	0,58	3,37
огірки	те саме	те саме	3,97	0,8	4,77
Завод з виробництва цукру-піску	1 т буряку	Оборотна	1,62	0,08	1,7
Цукрово-рафінадний завод	1 т цукру рафінаду	то же	1,05	0,15	1,2
Завод первинного виноробства	1 т винограду	прямоточна та оборотна	0,17	0,03	0,2
Завод вторинного виноробства: ординарні вина	1000 дал вина	те саме	10,58	1,5	12,08
марочні вина	то же	Прямоточна	28,15	—	28,15
Завод шампанських вин (резервуарний спосіб)	1000 пляшок	прямоточна та оборотна	6,42	0,3	6,72
Меласно-спиртовий завод з цехом хлібопекарських дріжджів	1000 дал спирту вищої очистки	прямоточна з наступним використанням води	146	5	830
Спиртовий завод, що працює на: зерні	100 дал спирту	те саме	137	3	1304
картоплі	те саме	те саме	861,9	3	2040,9
картоплі	те саме	Оборотна	200,9	—	203,9
Солодовий завод	1 т солоду	прямоточна та оборотна	16,05	1,55	17,6
Пивоварний завод	1000 дал	те саме	45,2	27,9	76,4
Крохмальний завод	1 т картоплі	те саме	14,14	0,05	14,19

Примітка: Прямоточна вода вживається у виробничому процесі одноразово, після чого скидається у водойму або каналізацію. Послідовно використовується вода застосовується на декількох технологічних процесах. Оборотна вода вживається багаторазово з періодичним або безперервним її очищенням.

Таблиця 1 – Витрати води та концентрація забруднюючих речовин в стоках цеху забою худоби і оброблення туш

Тварини	Витрати води, л/голову	Концентрація забруднюючих речовин, мг/л			
		зважені речовини	жири	загальний азот	ХСК, мг O ₂ /л
ВРХ	416	1010	1520	420	10500
Свині	202	737	290	246	2570
ДРХ	45	1070	545	220	3720

Примітка: Маса ВРХ - 390 кг; свині - 100 кг; ДРХ (дрібна рогата худоба) - 40 кг.

Таблиця 2 – Витрати води та концентрація забруднюючих речовин в стоках кишкового цеху

Технологічна операція	Витрати води, л/голову	Концентрація забруднюючих речовин, г/л			
		завислі речовини	жири	загальний азот	ХСК, мгO ₂ /л
Обробіток черев ВРХ на лінії ФОК-В	158	843	2021	523	4563
Обробіток черев свиней на лінії ФОК-С	29	2625	1288	684	5576
Обробіток черев баранів на лінії ФОК-Б	56	947	305	589	4686

Таблиця 3 – Витрати води та концентрація забруднюючих речовин в стоках субпродуктового цеху

Технологічна операція	Витрати води, л/голову	Концентрація забруднюючих речовин,			
		завислі речовини	жири	загальний азот	ХДК, мгO ₂ /л
Обробка вовняних субпродуктів КРХ	36	2193	383	425	5542
Обробка вовняних субпродуктів свиней	21	2232	1546	417	3691

Таблиця 4 – Витрати води та концентрація забруднюючих речовин в стоках жирового цеху

Сировина	Витрати води, л/голову	Концентрація забруднюючих речовин, мг/л			
		завислі речовини	жири	загальний азот	ХДК, мгО ₂ /л
Яловича	8800	1526	1414	398	9050
Свиняча при переробці зі шпаркою	9000	19619	23414	347	29922
Бараняча	-	1573	895	251	5622
Кістки	1000	-			

Таблиця 5 – Концентрація забруднюючих речовин в стоках м'ясопродуктового цеху

Технологічна операція	Концентрація забруднюючих речовин,			
	завислі речовини	жири	загальний азот	ХДК, мг О ₂ /л
Зачистка і мийка яловичих туш	1756	591	799	5247
Зачистка і мийка свинячих туш	1593	1086	729	3480
Злив з котла для варіння: окороків	4358	4047	827	130667
субпродуктів	29943	4672	7441	73500

Таблиця 6 – Характеристика стічних вод цеху технічних фабрикатів

Показники	Одиниці виміру	Значення показників
Витрати води: ВРХ	л/год	371
Свині	те саме	114
ДРХ	те саме	94
рН	-	7,1-8
завислі речовини	мг/л	1111-7300
Загальний вміст домішків	мг/л	3440-4561
ХСК	мг О ₂ /л	4007-5029
Загальний азот	мг/л	202-220
Хлориди	мг/л	536-898
Жири	мг/л	2355-5440
СО ₂ вільний	мг/л	844
Р ₂ О ₅	мг/л	0,66-420

Таблиця 1 – Норми водоспоживання та кількість стічних вод на 1 т сировини, що переробляється (Куручкін А. А. та ін., 2006)

Підприємство	Середньорічні витративоди, м ³ /год		Середньорічна кількість стічних вод, м ³ /год.
	оборотної, повторно використуваної	свіжої питної	
Молокоприймальні пункти і сепараторні відділення	0	2,3	2
молочні заводи до 50	30	7	5,6
51-200	30,5	6,5	5,2
201-400	31	6	4,8
401 та більше	32	4,5	4,6
завод згущених молочних продуктів	25	5,5	4,4
Завод сухих молочних маслоробні заводи до 300	20	5,5	4
301 та більше	20,5	4,5	3,5
Молочно-консервні дитячих продуктів	20	3,5	3
Маслоробні заводи до 50	21	2,6	2,4
51-200	21,5	2,5	2,1
201 та більше	22	2	1,7
Маслосировозаводи до 50	20	5	4,3
51-200	20,5	4,5	3,8
201 и болем	21	4	3,4
Сировозаводи до 50	19,1	7	6
51-200	19,5	6	5
201 и более	20	5	4,8

Таблиця 2 – Характеристика стічних вод

Показники	Значення показників	Показники	Значення показників
Завислі речовини, мг/л	350	Хлориди, мг/л	150
Азот загальний, мг/л	50	БПКп. мг/л	1000
Фосфор, мг/л	7	Кислотність, рН	6,8-7,4
Жири, мг/л	до 100	-	-

Таблиця 3 – Втрати сировини зі стічними водами

Технологічні процеси	Втрати сировини, БПК ₅ кгО ₂ /м ³
Приймання молока, мийка фляг, обладнання приймального відділення	0,26
Охолодження сирого молока, зберігання, мийка молокохранільних ємностей і трубопровідних ліній	0,19
Мийка автомолцистерн	0,25
Сепарування молока, зберігання знежиреного молока, вершків, пастеризація вершків	0,86
Пастеризація та зберігання молока	0,29
Випарювання молока і розпилювальна сушка	0,74
Сушка молока на барабанних (вальцевих) сушарках	0,53
Згущення свіжої сироватки (до низького вмісту сухих	0,25
Конденсат	0,25
Мийка обладнання	0,75

Таблиця 1 – Відходи продукції при переробці проса, %

Продукти	Шліфування в		Продукти	Шліфування в	
	Вальцевих	Машинах А1-ЗШН		Вальцевих станках	Машинах А1-ЗШН- 3
Крупа	5	5	Лузга, відходи 3-ї категорії	15	15
1 гатунок	58	56			
2 гатунок	2	2	Відходи 1-ї та 2-ї категорії	7	7
Всього крупи	65	63			
Дроблена кормова	4	5	Зсихання	0,5	0,5
Мука кормова	8,5	9,5			

Таблиця 2 – Вихід продукції при переробці гречки, %

Продукти	Вихід при виробництві крупи	
	з ГТО	без ГТО
Крупа – ядриця: 1 гатунок	59	52
2-й гатунок	3	4
Крупа – проділ	5	10
Всього крупи	67	66
Мука кормова	3	6
Лузга, відходи 3-ї категорії, механічні втрати	21,5	20
Відходи 1-ї та 2-ї категорії	7	7
Зсихання	1,5	1

Таблиця 3 – Вихід продукції при переробці ячменю, %

	Вихід крупи	
	перлової	ячної
Крупа перлова: № 1-2	28	-
№3-4	10	-
№ 5	2	-
Всього крупи	40	-
Крупа ячнева: № 1	-	15
№ 2	-	42
№ 3	-	5
Всього крупи		62

Таблиця 4 – Вихід продукції при переробці пшениці, %

Продукти	Вихід	Продукти	Вихід
Крупа		Мука кормова	30
№ 1 и 2	8	Відходи 1-ї та 2-ї категорії	5,3
№ 3 и 4	43	Відходи 3-ї категорії та механічні втрати	0,7
Крупа «Артек»	12		
Всього крупи	63	Зсихання	1

Таблиця 5 – Вихід продукції при переробці гороху, %

Продукти	Вихід	Продукти	Вихід
Горох цілий шелушений, полірований:	35	Відходи 3-ї категорії та механічні втрати	0,5
Горох колотий шелушений, полірований:	38	Відходи 1-ї та 2-ї категорії	1
Всього крупи	73	Мілкий горох Зсихання	5
Січка мука	10,5		4
Лузга	6		

Таблиця 6 – Вихід продукції при переробці кукурудзи, %

Продукти	Виробництво			
	недробленої і плющеної крупи	недробленої крупи, плющеної та пластівців	недробленої крупи та пластівців	пластівців з крупи
Крупа недроблена: вищого гатунку	10	10	10	
першого гатунку	19,5	19	20,5	-
Крупа плющена: вищого гатунку	5,5			
першого гатунку	10	10	-	-
Пластівці	-	5	14,5	95,5
Всього	45	44	45	95,5
Дроблена кормова	4,5	4	4,5	2,5
Мука	11,5	11,5	11,5	1,5
Лузга, відходи 3-ї категорії, механічні	27,7	26,7	27,7	0,1
Відходи 1-ї та 2-ї категорії	7,8	8,3	7,8	-
Зсихання	3,5	5,5	3,5	0,4

Таблиця 7 – Вихід продукції при переробці рису, %

Продукти	Вихід при виробництві шліфованого рису	Вихід при виробництві полірованого рису
Крупа: вищого гатунку	5	10
першого гатунку	45	43
другого гатунку	5	1,5
Дроблена	10	10,5
Всього крупи	65	65
Мука кормова	13,2	13,2
Лузга некормова, відходи 3-ї категорії, механічні втрати	19,1	19,1
Відходи 1-ї та 2-ї категорії	2	2
Зсихання	0,7	0,7

Таблиця 8 – Вихід продукції при переробці вівса,%

Продукти	Недроблена крупа	Недроблена крупа з пластівцями	Толокно
Крупа	45	39,5	-
Пластівці	-	5,5	-
Толокно	-	-	52
Всього	45	45	52
Мука та дробленка кормова	16	16	9,5
Лузга	27	27	26
Відходи 1-ї та 2-ї категорії	2,8	2,8	1,3
Відходи 3-ї категорії, механічні втрати	0,7	0,7	0,7
Мілкий овес	5	5	5
Зсихання	3,5	3,5	5,5

Таблиця 9 – ГДК забруднюючих речовин, мг/м³

Речовина	Клас токсичності	ПДК _{мр} (максимальна разова)	ПДК _{сс} (середньодобова)
Пил:			
мучна	IV	0,5	0,15
сахарна	»	»	»
крохмальна	»	»	»
жомова	»	»	0,05
вапнякова	»	»	0,15
какаофелова	»	»	»

Примітка: ПДК пилу для повітря робочої зони 2-4 мг/м³

Таблиця 10 – Зміст деяких мікроелементів у зерні різноманітних культур (мг/кг) (Саєт Ю. Е. и др., 1990)

Культура	Мікроелементи					
	кобальт	мідь	марганець	цинк	молібден	залізо
Пшениця	0,05-0,07	3-5	40-60	20-40	0,5-1,5	100-300
Ячмінь	0,05-0,07	3-5	20-30	20-40	0,5-1,5	100-200
Овес	0,03-0,08	2-5	40-80	20-40	0,5-2	50-150
Просо	0,05-0,08	4-5	10-20	20-30	0,3-0,7	100-150
Гречка	0,07-0,09	2-3	20-40	30-40	0,7-1	50-150
Горох	0,13	7,5	17,5	31,8	0,84	94
Кукурудза	0,05	2,9	10,9	17,3	0,28	37

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт з дисципліни „ЗБАЛАНСОВАНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В
ГАЛУЗІ”

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Агроекологія»

Укладач: к. геогр. наук, доц. Свидерська С.М.

Підп. до друку Формат 60x84/16 Папір офс.
Умовн. друк. арк. Тираж Зам. №
Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
