

Шифр «Перспектива»

**«ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД АПК
ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТОРФУ»**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	4
1.1. Аналіз екологічного стану стічних вод агропромислового комплексу (АПК) та їх вплив на довкілля.....	4
1.2. Аналіз торфових ресурсів Львівської області.....	8
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	13
2.1. Методики визначення рН середовища досліджуваних зразків торфу.....	13
2.2. Методики визначення вологості торфу	14
2.3. Методика фотометричного визначення йонів амонію у стоках з реактивом Неслера у стічних водах.....	15
2.4. Методика дослідження адсорбційної здатності торфу до йонів амонію із водного середовища.....	15
2.5. Методика досліджень впливу сорбенту з компонентами стічних вод на кінетику росту рослин.....	16
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
3.1. Дослідження сорбційних (до йонів амонію із водного середовища) та інших властивостей торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі до йонів амонію із водного середовища.....	17
3.2. Дослідження фізіологічних показників рослин в залежності від застосування удобрюючого компоненту	20
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	27
ДОДАТОК.....	30

ВСТУП

Збільшення об'ємів скиду промислових та господарчо-побутових стічних вод до водних об'єктів спричинює еколого-токсикологічну небезпеку для навколишнього природного середовища та населення України. Моніторинг якості поверхневих вод свідчить, що за деякими інгредієнтами (азоту амонійному, фосфатах та завислих речовинах) погіршено їх стан, зумовлений скиданням зворотних вод, вміст яких не відповідає встановленим нормативам.

За останні десятиліття на підприємствах країни побудовано велику кількість очисних споруд. Проте використані технології морально застаріли і є малоефективними [1]. Постає нагальна потреба в розробці сучасних вискоелективних технологій виробництва сільськогосподарської та промислової продукції, яка передбачає також організацію комплексної переробки стічних вод шляхом повторного використання очищеної води і продуктів водоочищення.

Враховуючи вище описану проблему можна сказати, що дослідження ефективних методів очищення стічних вод є актуальним питанням сьогодення, а особливо при використанні нетрадиційних сорбентів, що дозволяє екологізувати технології очищення стоків.

Чимало наукових досліджень, що здійснюються в області очищення стічних вод, присвячено застосуванню природних сорбентів для вилучення широкого спектру забруднюючих компонентів [2]. При цьому, є ризик утворення та накопичення певних об'ємів вторинних відходів – «відпрацьованих сорбентів». Важливим аспектом у вирішенні даного питання є комплексний підхід до раціонального використання природних ресурсів, що вимагає екологізації виробництв. Згідно Закону України «Про затвердження загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року», використання мінерально-сировинних ресурсів повинно базуватися на впровадженні новітніх ресурсозберігаючих технологіях [3].

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз екологічного стану стічних вод агропромислового комплексу (АПК) та їх вплив на довкілля

Водні проблеми зумовлені нераціональним використанням води різними галузями діяльності із застосуванням водомістких технологій, скиданням у природні водойми забруднених стічних вод.

На промислових підприємствах чисту воду використовують на побутові та технологічні потреби:

- ✓ промивні процеси (промивка сировини, технологічного обладнання, післяопераційні промивки продукту), мокрі процеси, приготування розчинів хімічних матеріалів;

- ✓ в системі оборотного водопостачання; прибирання виробничих і допоміжних приміщень.

Підприємства харчової промисловості характеризуються:

- ✓ водомісткими технологіями, адже кількість води з виробничих цехів сягає 95 % у вигляді сильно забруднених стоків;

- ✓ нерівномірністю надходження виробничих стічних вод на очисні споруди за витратою, показником рН, температурою і концентраціями забруднюючих речовин;

- ✓ високим вмістом завислих часточок, хімічних речовин як органічного (жирів, білків) так мінерального походження (азоту амонійного, фосфатів) та патогенних мікроорганізмів.

Вміст стічних вод деяких підприємств агропромислового комплексу, а саме: м'ясопереробних підприємств, молокозаводів та молокопереробних підприємств, а також птахопідприємств та гранично допустимі норми вказаних забрудників, представлено у таблиці 1 [4-6].

Екологічна оцінка стічних вод деяких підприємств АПК

№ п/п	Назва забруднюючої речовин	Вміст забрудника у стоках:			ГДК
		Птахо- підприємств	МПП	Молоко- заводів	
1	pH	8,8	8,0	5,3-5,9	6,5-8,5
2	Азот амонійний, мг/дм ³	77,5	31,0	50,0	не>20,0
3	Хлориди, мг/дм ³	2,183,9	165,0	160,0	не>200,0
4	БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	4000,0	140,0	2000,0	150,0
5	Завислі речовини, мг/дм ³	724,0	1060,0	270,0	не>210,0
6	Фосфати, мг/дм ³	75,0	21,3	31-70	7,0
7	Сульфати, мг/дм ³	104,0	122,0	29,2	не>250,0
8	Жири, мг/ дм ³	134,0	830,0	до100	не>50,0
9	ЗЧМ, КУО/см ³	1,7×10 ⁷	5,2×10 ⁶	-	10 ³ -10 ⁴
10	Колі-індекс (E.coli), КУО/дм ³	1,36×10 ⁶	5,0×10 ⁶	3,0×10 ⁶	1,0×10 ²

Як видно із представлених даних, стоки у АПК представляють собою складні багатокomпонентні системи, перевищення ГДК спостерігається за багатьма показниками:

✓ в результаті діяльності м'ясопереробних підприємств: азот амонійний – 1,55 ГДК; завислі речовини – 5,05 ГДК; фосфати – 10,7 ГДК ; жири – 2,68 ГДК; також значне мікробне забруднення;

✓ в результаті діяльності птахопідприємств: азот амонійний – 3,78 ГДК; завислі речовини – 3,45 ГДК; фосфати – 3 ГДК ; жири – 16,6 ГДК; значне мікробне забруднення;

✓ в результаті діяльності молокозаводів та молокопереробних підприємств: азот амонійний – 2,5 ГДК; завислі речовини – 1,29 ГДК; фосфати – 4,3-10 ГДК ; жири – 2,0 ГДК; значне мікробне забруднення.

Отже, у даних стоках спостерігається високий вміст завислих часточок, що спричиняють значну її каламутність, а також хімічних речовин та патогенних мікроорганізмів. Хімічні компоненти при надходженні у водойми із стоками призводять до різкого зменшення розчиненого у ній кисню, внаслідок чого порушується процес самоочищення водойми, зменшується площа водного дзеркала, а це тягне за собою загибель всієї аеробної флори та фауни.

Жир у стічних водах АПК, особливо у м'ясопереробних підприємств знаходиться у вигляді окремих, порівняно великих твердих частинок, в емульсованому та розчиненому станах. Великі частини якого досить легко спливають при відстоюванні води і збираються на поверхні утворюючи плівку. Емульсований та тим більше розчинений жир, який міститься в незначній кількості (4 мг/л), видалити із води досить важко. Жировмістими стоки, окрім жиру містять також велику кількість завислих частинок, які разом із жиром міцно прилипають до внутрішніх поверхонь каналізаційних труб, до стін колодязів, резервуарів, арматури та обладнання, що зменшує їх пропускну здатність. Окрім того, жир швидко загниває, що приводить до утворення та поширення неприємного запаху [7].

Близько 95% забруднень по біологічному споживанню кисню (БСК₅) стоків цих підприємств складають білкові речовини. Із літературних джерел відомо, що кількість білка у стічних водах сягає 0,9-7 г/л. Тому, при недостатньому очищенні цих стоків від білкових фракцій втрачається цінний продукт харчування та наноситься велика втрата навколишньому середовищу [8]. Відомо, що білкові речовини та жири представляють сприятливе середовище для розвитку різноманітної гнилої мікрофлори. В результаті розкладу органічних азотистих речовин, які входять до складу стоків, утворюється аміак, а органічні білкові компоненти, що містять сірку, у процесі

гниття утворюють сірководень [8]. При аеробному розкладі органічних речовин утворюються окиснені продукти – CO_2 , HNO_3 , HSO_4 та ін. В анаеробних умовах при гнитті білкових речовин утворюються пептони, амінокислоти, аміак, триетиламіни, сірководень, феноли та інші речовини [9].

Забруднення водойм недостатньо очищеними стоками цих підприємств відбувається не лише за рахунок органічних речовин, а й через наявність у них ряду біогенних елементів, в першу чергу азоту та фосфору [10]. Адже, надходження цих елементів у водні об'єкти носить лімітуючий характер для водної рослинності, спричиняючи явище евтрофікації.

Сьогодні відомо, що скид у поверхневі водойми великої кількості стічних вод в недостатньо очищеному або просто неочищеному вигляді призвів до того, що на теперішній час всі поверхневі водні джерела України за рівнем вмісту забруднюючих речовин наблизились до 4-5 класу. Зрештою, це викликає катастрофічну деградацію екосистем цих водойм та перетворює їх на зливові канали. Особливо відчутним є сьогодні антропогенний тиск на невеликих річках, струмках та інших малих водних об'єктах України [11].

Забруднення водних об'єктів стічними водами регламентується законодавством [12], проте виконання екологічних вимог для малих водойм потребує нагального покращення, адже здебільшого вони використовуються лише як транспортні артерії надходження стічних вод у об'єкти з більшою самоочищувальною здатністю.

Особливо тривожним є той факт, що за останні роки зросли не тільки рівні забруднення скидів стічних вод, але й обсяги скидів стічних вод, які взагалі не очищуються (в 1,7-2,1 рази) (рис.1). Питома вага нормативно очищених стічних вод складає лише 35-45% від загального об'єму стоків, що надходять на очисні споруди підприємств, потужність яких ще недостатня щоби перевести весь об'єм стічних вод у категорію екологічно безпечних вод, які б відповідали вимогам чинних державних стандартів. Відповідно до цих норм вода повинна бути безпечною не лише в епідеміологічному відношенні, а й нешкідливою за хімічним складом і фізичними властивостями [13].

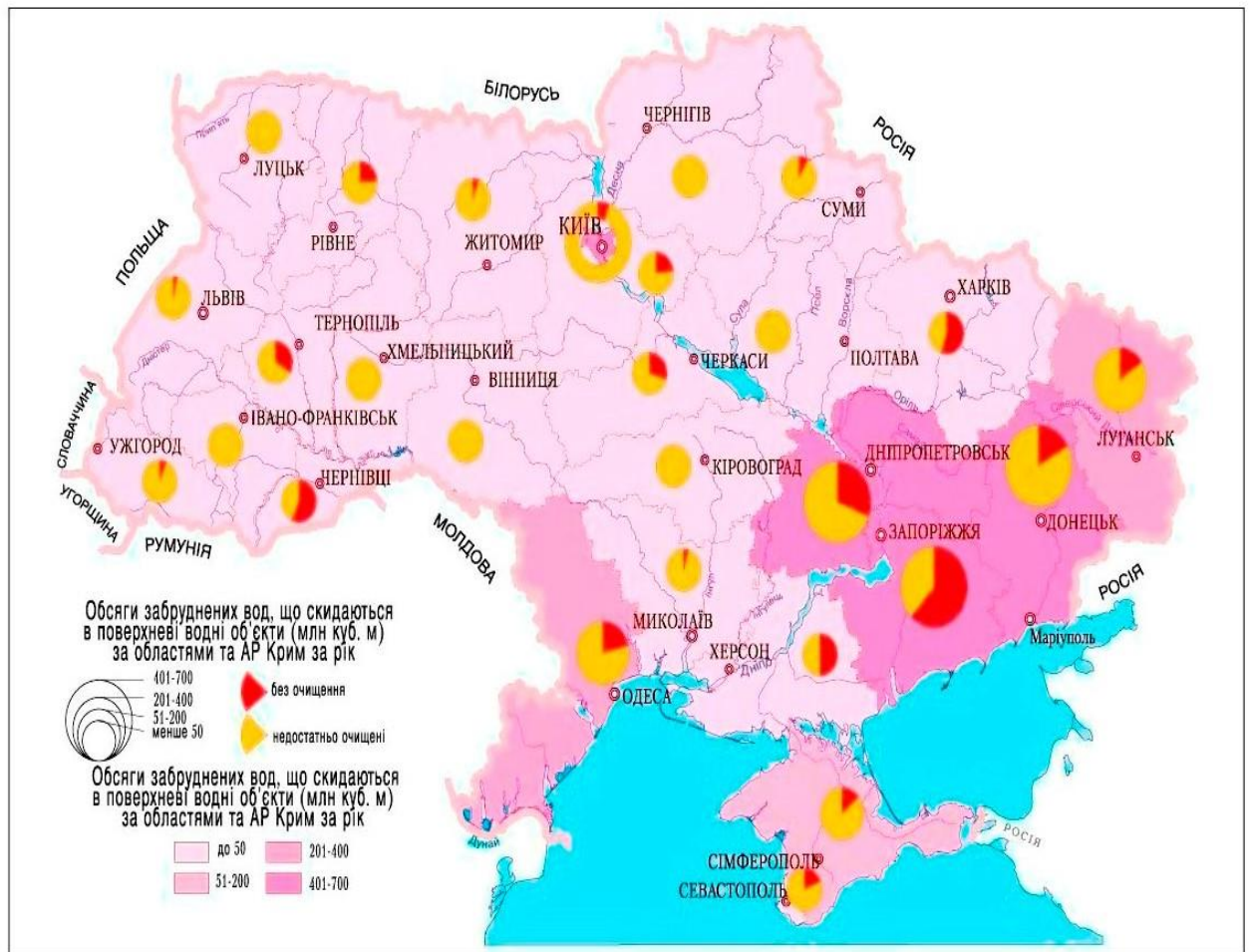


Рис.1. Обсяг скидів неочищених та недостатньо очищених стічних вод

1.2. Аналіз торфових ресурсів Львівської області

Торф це порода рослинного походження, утворена протягом тисяч років із не розкладених рослинних залишків (трав, мохів та деревини), які внаслідок високої волостї та поганого доступу повітря мінералізувалися лише частково.

Вік сучасних торфовищ вимірюється 5-10 тисячами років. Більшість торф'яних покладів (~80%) розташовано у верхніх широтах. Близько 60% усіх заболочених територій у світі мають запаси торфу. За деякими оцінками, світові запаси торфу складають від 250 до 500 мільярдів тон.

Торфове родовище – це заторфована ділянка суходолу площею понад 1 га і потужністю шару торфу понад 0,7 м. У межах Львівської області налічують 168 родовищ торфу, площа промислової глибини яких становить 48 123 га.

Найбільшими торфовищами, площею понад 500 га, є Спасівське, Радехівське, проте чи малі запаси мають торфові родовища Гамаліївка-Грибовичі, Верещиця-Янівське (табл. 2).

Таблиця 2

**Найбільші (>500 га) торфові родовища Львівської області
та їх головні характеристики**

Назва	Загальна площа, га	Глибина, м		Зольність А ^c , %	Ступінь розкладу, R, %	Природна вологість, W, %	Активна кис-ть, рН
		макс.	серед ня				
Спасівське	14742	8,9	3,40	28,0	30	83,0	3,95
Радехівське	1646	6,8	2,73	19,9	36	85,6	6,47
Львівське (Гамаліївка- Грибовичі)	2226	6,4	4,13	14,8	31	84,2	3,36
Яричівське	609	3,2	1,15	23,6	35	82,0	6,26
Верещиця- Янівське	1885	5,2	2,14	26,8	31	85,5	5,58
Поріччя і Черляни	786	4,7	1,40	29,0	36	80,8	5,25
Самбір- Зарайський	580	5,2	1,90	32,4	32	81,2	6,58

Геологічні запаси торфу у межах Львівської області становлять 200067 тис. т., у тому числі балансові – 78408 тис. т., позабалансові – 121659 тис. т. [14,15].

- балансові – це ті запаси, використання яких економічно вигідне сьогодні, які задовольняють промислові вимоги як за якістю сировини, так і за гірничо-технічними умовами експлуатації;

- позабалансові (неконденційні) – це ті запаси, використання яких у сучасних умовах економічно не вигідне через малу потужність пластів, низький вміст цінного компонента, складність умов експлуатації.

Давня назва торфу – «займиста земля», адже торф містить 50-60% вуглецю (теплота згоряння становить 24 МДЖ/кг). Саме тому, у літню пору року, особливо під час посушливих років, торфи часто самозаймаються, що тягне за собою чималі екологічні наслідки (рис. 2).



Рис. 2. Самозаймання торфу на торфових ділянках

Площі горіння торфів у Львівській області представлено у таблиці 3.

Таблиця 3

Площа горіння торфів у Львівській області [15]

Площа горіння торфу, га	Кількість виїздів	Район
0,85	4	с. Рясна-Руська Жовківського р-ну
0,03	1	с. Жорницька Жовківського р-ну
0,03	1	с. Грибовичі Жовківського р-ну
0,05	1	с. Бовдури Жовківського р-ну
0,04	1	с. Лопатин Радехівського р-ну
0,013	1	с. Мшана Городоцького р-ну
0,35	1	с. Тяглів Сокальського р-ну

Ситуація ускладнена ще тим, що сьогодні не проводять інвентаризації та контролю за станом функціонування родовищ торфу. У межах торфовищ часто можна спостерігати несанкціоноване добування торфу. Більшість родовищ

потребує проведення рекультиваційних робіт із зазначенням типу використання.

Торф поділяють на три типи: верховий, перехідний та низинний. Загалом торфи Львівської області представлені головню низинним і, менше, перехідним типом покладу. Відмінності низинного і верхового торфу обумовлені походженням і родовищем болота. Як правило, верховий торф виникає в регіонах з суворими умовами і бідною рослинністю. В болотах на рівній поверхні, де підводних вод практично немає, а живлення відбувається від танення снігів і рідких опадів утворюється торф при розкладанні сфагнуму, пухівки, вересу, сосни, багна.

Низинний ж торф зустрічається в низьких місцях, зокрема в ярах, берегах річок, де можливе живлення від ґрунтових вод. Утворюється торф при розкладанні хвоща, очерету, осок, мохів і деревних порід. До його складу входять і поживні речовини, які, стікаючи, захоплювали ґрунтові води.

Походження торфу позначається і на його хімічному складі. Верховий торф кислий - 3-4 рН, у низинного, в якому органіки 70%, реакція слабокисла або нейтральна – 5,5-7 рН. Солей в останньому міститься багато - 200-700 мг/л, у верхівковому - до 70-180 мг/л.

У своєму складі торф містить:

- ✓ рослинні волокна, що поліпшують водно-повітряний стан ґрунту;
- ✓ гумінові кислоти, які активують ріст рослин;
- ✓ елементи мінерального живлення – азот, калій, фосфор, кальцій, залізо, магній, мікроелементи.

Торф характеризується таким найважливішим показником як зольність, що показує відсоток вмісту мінеральних компонентів і визначається при спалюванні торфу. Чим вище вміст мінеральних компонентів, тим родючіший торф. Як правило, зольність торфу варіюється від 1 (у верхівковому торфі) до 50% (в низинному торфі), і більш високий показник показує на більш родючий ґрунт.

Отже, рівень забезпеченості населення різними видами природних ресурсів є визначальним для розвитку певних видів господарської діяльності. Наявність торфових ресурсів дає змогу розвиватись двом головним напрямкам їхнього використання:

1. Сільськогосподарське використання – використання поверхні торфового родовища як пасовища та сіножаті. У цьому випадку кількісну оцінку ресурсу обчислюють за площею, яку займає торфовище.

2. Промислове використання – добування торфу і використання його як цінної хімічної сировини для промисловості, добрива у сільському господарстві, палива для побутових потреб, лікувального природного ресурсу та ін.

Варто наголосити на тому, що структури переплетіння рослинних залишків, просторові та колоїдні структури торфу поглинають велику кількість води і зумовлюють його адсорбційні властивості. Дослідження у сфері застосування торфу як природного сорбенту значно можуть розширити його використання. Адже, це може бути дешева, ефективна сировина у технологіях очищення стічних вод, особливо харчової промисловості, де міститься високий вміст органічних та біогенних речовин.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика визначення рН середовища досліджених зразків торфу

Для визначення кислотності торфу застосовано потенціометричний метод, який заснований на вимірюванні електрорушуючої сили, що виникає при занурюванні в розчин індикаторного та допоміжного електродів.

Прилади, посуд і реактиви: рН-метр (рис. 3), колба плоскодонна місткістю 50-100 мл, мірний циліндр на 50 мл або мірна колба на 25 та 50 мл, скляний стакан місткістю 50 мл, вода дистильована.



Рис. 3. рН-метр

Робочою частиною індикаторного (скляного) електроду є скляна мембрана. При вимірюванні рН між мембраною і розчином виникає різниця потенціалів, яка залежить від активності іонів водню. За різницею потенціалів на скляному електроді та електроді порівняння визначають рН. Використання скляного електроду дозволяє визначати рН у широкому діапазоні. Причому на результати вимірювань не впливають забарвлення розчинів.

Беремо 20 г сухого торфу, розтираємо і просіюємо крізь сито з діаметром отворів 1 мм, зважуємо на технічних терезах з точністю до 0,1 г і переносимо у

плоскодонну колбу місткістю 100 мл. Мірною колбою наливаємо 50 мл дистильованої води. Колбу закриваємо пробкою і збовтуємо протягом 1 хв і залишають стояти на ніч. Після відстоювання в чистий скляний стаканчик зливаємо прозору частину суспензії і виміряємо рН потенціометричним методом [16].

2.2. Методика визначення вологості торфу

Відомо, що торф як усі види ґрунту може містити в собі воду, причому в різних кількісних співвідношеннях для різних типів.

Для проведення досліду необхідне таке обладнання: сушильна шафа (рис. 4), аналітична вага, ексикатор, алюмінієві бюкси (пронумеровані: 1-8).

Алюмінієві бюкси необхідно попередньо зважити. До кожного із них поміщали наважки торфу: верхового та низинного типів та зважували їх маси.

Родовище Гамаліївка-Грибовичі: зразки низинного торфу на сушіння ~ по 8,5 гр; зразки верхового виду торфу на сушіння ~ по 5 гр (оскільки попередньо було спостережено, що низинний тип торфу має значно вищу вологість ніж верховий).

Відкриті бюкси разом з кришечкою ставили до сушильної шафи і висушували торф до сталої ваги при $t = 60 \pm 3^\circ\text{C}$ (оскільки торфи містять високий вміст вуглецю і при вищій температурі можуть самозайматись). протягом 3 годин. Після висушування бюкси виймали із сушильної шафи ставлячи їх в ексикатор, дотримуючись при цьому правил техніки безпеки, знову зважували, отримуючи значення ваги абсолютно сухого торфу, записували до журналу.

Далі визначали втрату вологості торфу у відсотковій формі, використовуючи співвідношення:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_1} 100 (\%) \quad (2.1)$$

де: m_0 - маса висушеного торфу, г; m_1 - маса вологого торфу, г.

2.3. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах

Вміст йонів амонію у модельних розчинах визначали за допомогою загальноприйнятої методики фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера [17].

Метод ґрунтується на взаємодії іонів амонію з тетраїодомеркуроатом калію у лужному середовищі (реактивом Неслера $K_2HgI_4 + KOH$) з утворенням коричневої, нерозчинної у воді йодистої солі – основи Міллона $[HgN]I \cdot H_2O$, яка переходить у колоїдний стан при малому вмісті іонів амонію та вимірюванні світлопоглинання при $\lambda=425$ нм у кюветах з товщиною шару 1 або 5 см.

У мірну 50 см³ колбу заливають 50 см³ вихідної або освітленої проби, або менший об'єм, доведений до 50 см³ безаміачною водою і додають 0,5-1,0 см³ розчину сегнетової солі або трилону Б, 1 см³ реактиву Неслера, та перемішують. Через 10 хв вимірюють світлопоглинання. Із значення світлопоглинання віднімається світлопоглинання холостої проби.

Градуювальник графік будується в у координатах: *світлопоглинання – вміст іонів амонію, мг*, з урахуванням поправки на холосту пробу.

Вміст іонів амонію (С) в мг/дм³ обчислюється за формулою:

$$C = \frac{C_{гр} \cdot 100}{V}, \quad (2.2)$$

де $C_{гр}$ - вміст іонів амонію, встановлений за градувальник графіком, мг;

V - об'єм проби взятої для аналізу, дм³.

2.4. Методика дослідження адсорбційної здатності торфу до йонів амонію із водного середовища

Для визначення адсорбційної ємності йонів амонію у скляні колби відміряли по 100 мл розчину нітрату амонію приготовленого у дистильованій воді різних початкових концентрацій (Споч 20-70 мг/дм³) і додавали однакові наважки проб торфів (~ 3,5 г - висушених). Колби герметично закривали і залишали при періодичному перемішуванні на дві доби при температурі

$+(20\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$. Сорбент відділяли від розчину та аналізували на вміст йонів амонію на фотоелектроколориметрі за відомою методикою [17].

2.5. Методика досліджень впливу сорбенту з компонентами стічних вод на кінетику росту рослин

Для дослідження впливу добрив на кінетику росту рослин ставили п'ять паралельних дослідів: ♦-пісок без удобрення (контроль); ♦-пісок + верхова проба торфу; ♦-пісок + низинна проба торфу; ♦-пісок відпрацьований верховий торф та ♦-пісок + відпрацьований низинний торф.

В горщечки висівали крес-салат, який являється тестовою культурою (по 150 зернят). Протягом вегетаційного періоду проводився догляд та спостереження за рослинами (спушування піску, полив (500 мл)). Рослини фотографували (рис. 6-8) та порівнювали їх ступінь розвитку.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження сорбційних (до йонів амонію із водного середовища) та інших властивостей торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі

Структури переплетіння рослинних залишків, просторові та колоїдні структури торфу поглинають велику кількість води і зумовлюють його адсорбційні властивості. В результаті висушування досліджуваних зразків торфу спостерігається значна втрата вологи (табл. 4).

Походження торфу позначається і на його хімічному складі. Як показали власні дослідження, верховий торф більш кисліший, а низинний, в якому органіки 70%, має слабо-кислу або нейтральну реакцію (табл. 4). Солей в останньому міститься багато – 200-700 мг/л, у верхівковому – до 70-180 мг/л.

Таблиця 4

Вологість та рН досліджених проб торфу

Назва родовища	Вид торфу	Вологість торфу, %	рН проби торфу
Гамаліївка-Грибовичі	верховий	55-62	6,02
	низинний	20-27	6,35

Статична активність сорбенту характеризується максимальною кількістю речовини, яка поглинається одиницею об'єму або маси сорбенту до моменту досягнення рівноваги за сталих температури рідини і початкової концентрації речовини [19]. Між кількістю речовини, адсорбованої сорбентом і залишеної в розчині, в розбавлених розчинах настає рівновага, яка підпорядковується закону розподілу.

До основних технологічних характеристик адсорбційного процесу належить насамперед питома витрата адсорбенту на очищення одиниці стоку [20]. Для визначення цього показника потрібно знати, як використовується

ємність адсорбенту (його адсорбційна здатність), чи залежить процес сорбції від рН середовища і яким має бути його оптимальне значення.

Адсорбційну ємність сорбенту визначали за наступною формулою [21]:

$$A = \frac{C_{\text{поч}} - C_{\text{кін}}}{n} V, \quad (3.1)$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація забрудника в розчині, г/дм³; $C_{\text{кін}}$ – кінцева концентрація забрудника в розчині, г/дм³; n – наважка сорбенту, г; V – об'єм розчину взятого для дослідження, дм³.

Визначення сорбційної здатності торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі:

верхового:

$$A_1 = \frac{(23-7) \times 0,1}{4,37} = 0,366 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_2 = \frac{(28-14) \times 0,1}{3,16} = 0,43 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_3 = \frac{(46-28) \times 0,1}{3,12} = 0,58 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_4 = \frac{(72-48) \times 0,1}{3,12} = 0,77 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

низинного:

$$A_1 = \frac{(23-8) \times 0,1}{3,61} = 0,42 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_2 = \frac{(28-10) \times 0,1}{3,69} = 0,49 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_3 = \frac{(46-21) \times 0,1}{3,78} = 0,66 \frac{\text{мг}}{\text{л}};$$

$$A_4 = \frac{(72-35) \times 0,1}{3,73} = 0,99 \frac{\text{мг}}{\text{л}}.$$

Ізотерми сорбції йонів амонію на верховому і низинному зразках торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі, представлено на рис. 5.

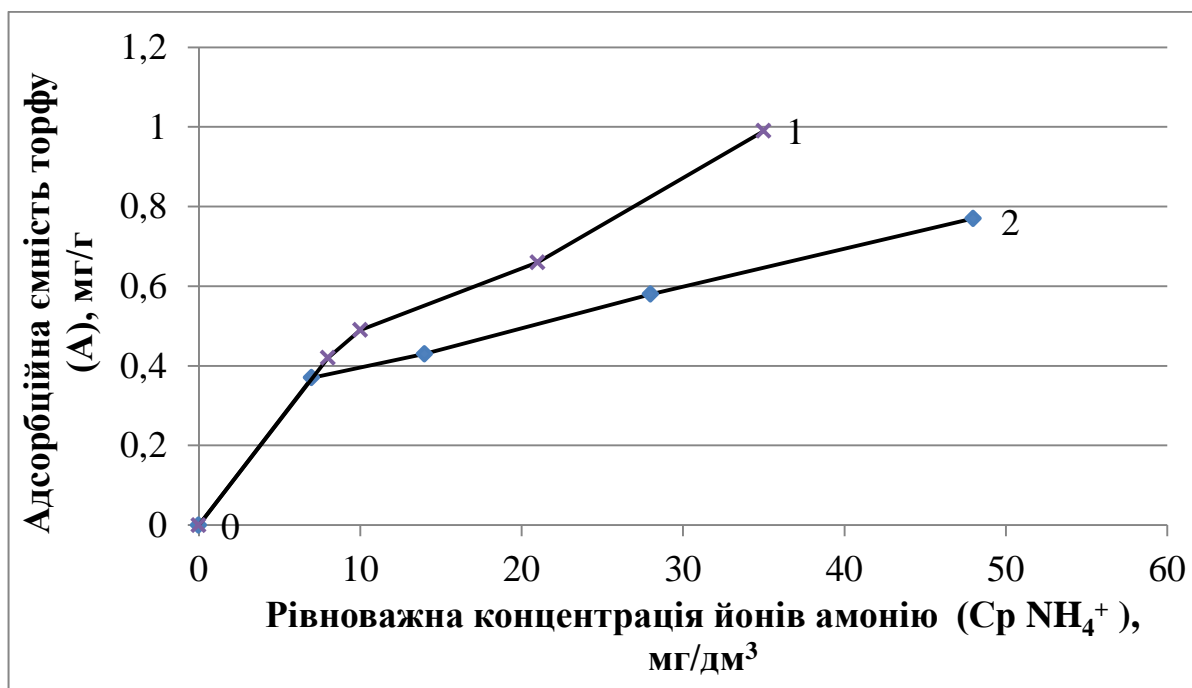


Рис.5. Ізотерма сорбції йонів амонію на зразках торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі: 1 – низинна проба; 2 – верхова проба

Як уже згадувалось, що практично кожен сорбент виступає і у ролі йонообмінника. Дані властивості торфу, зумовлені наявністю високодисперсної фракції – колоїдних речовин, представлених переважно гуміновими речовинами, що містять значну кількість карбоксильних $-\text{COOH}$ та фенольних $-\text{OH}$ груп. Більше 50 % йонного обміну припадає на карбоксильні групи, оскільки фенольні гідроксили при слабо-кислому середовищі практично не дисоційовані і вступають у йонний обмін лише при $\text{pH} = 9-10$. Макромолекули гумінових речовин за рахунок водневих зв'язків та полівалентних йонів можуть «зшиватися» з утворенням просторових структур, які здатні поглинати та утримувати велику кількість води з розчиненими в ній речовинами, що пояснює їх адсорбційні властивості [22]. Нами спостережено значну втрату вологи, в результаті сушіння проб торфу ($T = 60 \pm 3^\circ\text{C}$): 55-62% та 20-27% - у низинному та верховому зразках відповідно, що підтверджує дане твердження.

Отже, представлені результати досліджень вказують на ефективність застосування торфу для вилучення йонів амонію із водного середовища, що значно розширює сферу його застосування. Адже, даний компонент являється забруднювачем води, а у сільському господарстві – «покращувачем» врожайності, оскільки азот є важливим елементом живлення рослин.

Раціональне використання природних ресурсів включає в себе комплексний підхід до їх застосування. Сорбований азот амонійний торфом, а також сам торф є підживою угідь, тому застосування відпрацьованого торфового комплексу у сільському господарстві дозволяє вирішувати не лише проблеми удобрення, а й досягнути екологізації у технологіях очищення стічних вод.

3.2. Дослідження фізіологічних показників рослин в залежності від застосування удобрюючого компоненту

Для встановлення можливості екологізації технології очищення стічних вод, особливо агропромислового комплексу, було проведено вегетаційні дослідження, що відтворювали реальні умови вирощування сільськогосподарських культур, при різних удобреннях субстрату.

Для дослідження впливу добрив на кінетику росту рослин ставили п'ять паралельних дослідів, як можна побачити з рисунку 6:

- ◆-пісок без удобрення (контроль); ◆-пісок + 10 г торфу низинного;
- ◆-пісок + 10 г торфу верхового; ◆-пісок + 20 г відпрацьованого торфу низинного; ◆-пісок + 20 г відпрацьованого торфу верхового.

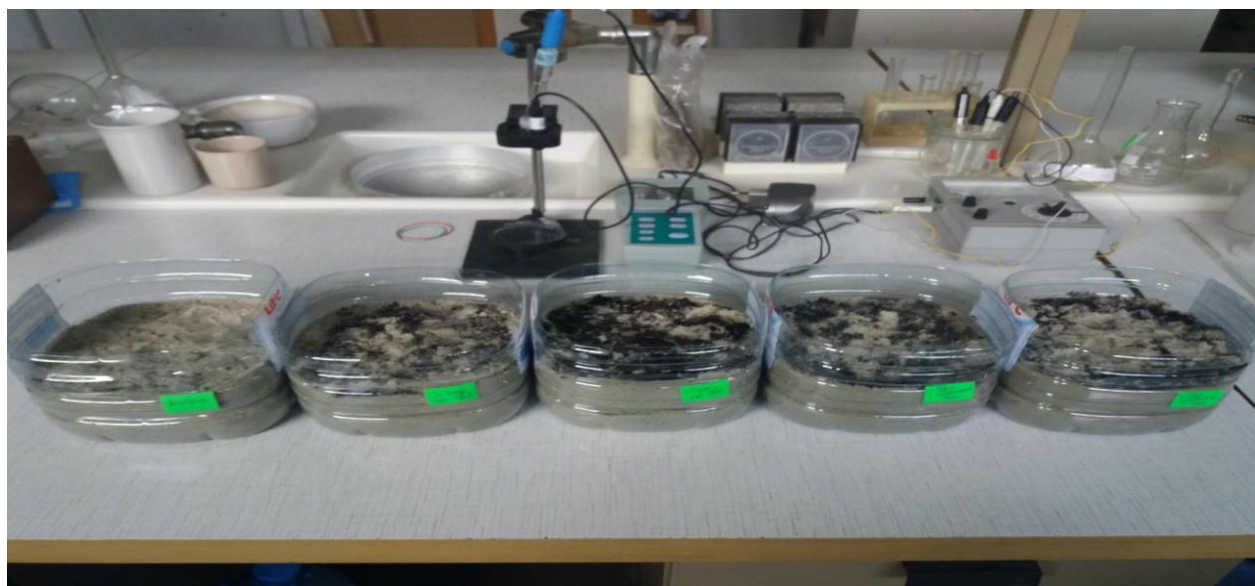


Рис.6. День посадки крес-салату

При дослідженні процесу сорбції йонів амонію на верховій та низинній пробах торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі із водного середовища нами було встановлено їх сорбційні ємності до даного компоненту. Сорбційна здатність низинної проби торфу до йонів амонію є вищою від сорбційної здатності верхової проби торфу в 1,26 рази і становить відповідно: 0,98 мг/г та 0,78 мг/г.

Азот амонійний є одним із біогенних елементів, які потрапляючи в об'єкти довкілля із стічними водами, особливо при значному перевищенні

допустимих значень (у стоках м'ясопереробних підприємств, птахофабрик та молокозаводів перевищення норми відповідно: 1,3-3 ГДК; 3,8 ГДК та 2,5 ГДК), спричинюють ряд екологічних проблем. Проте, у сільському господарстві, даний досліджуваний компонент є важливим елементом живлення рослин, адже азот входить до складу рослинних білків, амінокислот, нуклеїнових кислот та інших життєво важливих сполук. Рослини засвоюють лише мінеральний азот у формі йонів амонію (NH_4^+) та нітрат-йонів (NO_3^-). За нестачі азоту спостерігається гальмування росту рослин, послаблюється утворення бокових пагонів і коренів, спостерігається дрібнолисточковість, тощо. Основною зовнішньою ознакою дефіциту азоту є блідо-зелене забарвлення листків, поява некрозів, висихань і відмирань тканин [22].

Норма внесення аміачних добрив на 1 га ріллі під овочеві культури становить 220 кг, тому дана дослідна ділянка, приготовлена для досліджень, ($0,03 \text{ м}^2$) потребує $\sim 0,67$ гр даного елемента живлення. Враховуючи сорбційну здатність торфу до йонів амонію, а також природний вміст азоту, у складі торфу (на 1 т торфу ~ 20 кг азоту, 3 % із якого засвоюється рослинами), то на дослідну площу внесено \sim по 40 мг висушених проб торфу (втрата вологи при сушінні ($T - 60 \pm 3^\circ\text{C}$) низинного та верхового торфу становить відповідно: 55-62% та 20-27% та у таких же кількостях їх відпрацьованих форм [23].

В горщечки висівали крес-салат, який являється тестовою культурою (по 50 зернят у кожен). Протягом вегетаційного періоду проводився догляд та спостереження за рослинами (спушуння піску, полив (500 мл)). Рослини фотографували та порівнювали їх ступінь розвитку. Зібрані рослини висушували до постійної втрати вологи та визначали масу зібраного врожаю.

Біоіндикаційні дослідження ефективності відпрацьованого торфогового комплексу здійснено за показниками фізіологічного стану рослин крес-салату та порівнюючи їх ступінь розвитку без удобрення субстрату (контроль), та при вирощенні даної тестової культури із внесенням до субстрату природної форми торфу, представлено за допомогою рисунків 7,8.



Рис. 7. Порівняння сходження та росту рослин в залежності від агротехніки на 5 день вегетації



Рис. 8. Порівняння росту рослин в залежності від агротехніки на 13 день вегетації

Дані експериментальні дослідження проводились у весняний період року, тому, такі фактори як тривалість світлового дня, температура повітря були досить сприятливими для вирощування даної культури. Період вегетації тривав 14 днів. Важливо підкреслити, що субстратом для вирощування рослин обрано пісок (як фон), який не містить необхідних елементів живлення для їх росту, що дає можливість оцінити та порівняти саме вплив досліджуваних удобрюючих компонентів на ріст та розвиток культури.

Аналізуючи фізіологічні показники рослин на 5 день вегетаційного періоду (рис. 7), спостерігається відставання у сходженні та рості рослин, які вирощувались на контрольній ділянці та із додаванням відпрацьованої форми верхового торфу. Сходження рослин, що вирощувались без удобрення становило 64% та станом на цю добу їх ріст був у межах 2-2,5 см. Рослини підживлені низинним видом торфу сягали 2,5-3,5 см, їх сходженість на даній ділянці досягнула 82%. Відпрацьована форма низинного торфу покращила показник сходу рослин до 94% та їх висоти до 3-4 см. Найкращою появою виділялись рослини, які росли при додаванні до піску верхового торфу – 99%, їх висота становила – 3-3,5 см. Проте, на ділянці із додаванням відпрацьованого верхового торфу рослини відставали у рості – 2-3 см, їх кількість була 86%.

На 13 день досліджень (рис. 8) бачимо, що ~ 20% рослин на контрольній ділянці зів'януло, це вказує на нестачу необхідних елементів для їх живлення. Також, стебла цих рослин є досить тонкими, максимальна їх висота перед збором урожаю – 3-4,5 см. Природні види торфу забезпечують належний ріст та розвиток крес-салату, проте висота рослин при підживленні верховим торфом була дещо кращою ніж при вирощуванні їх із низинною пробою торфу: 4,5-6 см та 4-5,5 см відповідно. Спостережено також неоднаковий вплив відпрацьованих форм сорбентів на розвиток досліджуваних культур: відпрацьований низинний торф, у порівнянні із його природною формою, покращує ефективність росту рослини ~ у 1,5 рази (висота рослин досягнула 6-7,5 см). Відпрацьований верховий торф дещо пригнітив ріст крес-салату, висота його пагонів на 13 день вегетативного періоду становила 3-4,5 см, що у ~ 1,5 рази нижче ефективності

росту рослин при вирощуванні їх природнім верховим торфом.

Досить важливим параметром, який відображає ефективність та доцільність застосування відпрацьованих форм сорбентів для підживлення рослин є маса вирощеного урожаю. Тому, на завершальному етапі вегетативних досліджень рослини були зібрані (рис. 9) та висушені до їх постійної ваги. Порівняння одержаних мас рослин, які вирощувались при різних удобреннях субстрату, відображено у таблиці 5.



Рис. 9. Завершальний етап вегетативних досліджень

Таблиця 5

**Порівняння одержаних мас рослин, що вирощувались при різних
удобреннях дослідних ділянок**

№ п/п	Назва удобрюючого компоненту	Маса рослин, гр
1	Контроль: без підживлення	0,16
2	Низинна проба торфу	0,41
3	Відпрацьований низинний торф	0,69
4	Верхова проба торфу	0,69
5	Відпрацьований верховий торф	0,44

Аналізуючи дані таблиці 5, бачимо, що маса рослин підживлених верховим видом торфу у 1,6 рази вища ніж тих, що вирощувались із низинним видом торфу. Проте, відпрацьована низинна форма торфу забезпечила кращу ефективність зібраного врожаю ніж відпрацьована верхова форма торф у 1,57 рази.

ВИСНОВКИ:

1. За результатами аналізу екологічної оцінки стічних вод м'ясопереробних підприємств, птахофабрик та молокозаводів, встановлено перевищення допустимих норм за вмістом азоту амонійного: 1,5 ГДК; 3,8 ГДК та 2,5 ГДК відповідно.
2. Визначено параметри досліджуваних проб торфу: втрата вологи низинного та верхового торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі: 55-62%, 20-27% відповідно; рН низинного торфу – 6,35, верхового торфу – 6,02.
3. З метою вилучення йонів амонію із стоків застосовано адсорбцію із використанням торфу родовища Гамаліївка-Грибовичі. Сорбційна здатність низинної проби торфу до йонів амонію є вищою від сорбційної здатності верхової проби торфу в 1,26 рази і становить відповідно: 0,98 мг/г та 0,78 мг/г.
4. Досліджено фізіологічні показники рослин із додаванням природних проб торфу та їх відпрацьованих форм з метою екологізації процесу очищення стоків.
5. Відпрацьована форма низинного виду торфу дає кращу ефективність врожайності рослин при їх підживленні ніж відпрацьована верхова проба торфу у 1,57 рази.
6. У порівнянні із контролем (пісок), використання для удобрення природного низинного торфу покращує усі досліджувані фізіологічні показники вирощеної культури, приріст маси становить 2,56 рази, а при додаванні відпрацьованої форми даного виду сорбенту покращується врожайність у 4,31 рази відносно контролю та 1,68 раз у порівнянні із застосування його природної форми.
7. Природний верховий торф покращує масу зібраних рослин відносно контролю у 4,31 рази, а відпрацьована його форма лише у 2,75 рази. Проте, відпрацьований сорбент верхового виду торфу знижує масу вирощених культур відносно його природної форми у 1,57 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буравльов Є.П. Моніторинг сучасного водокористування / Є.П. Буравльов, О.Б. Копаниця // Проблеми природокористування і охорони навколишнього середовища. – 2006. – № 13. – ст. 91-97.
2. Петрушка І.М. Рациональне використання природних ресурсів у технології очищення стічних вод / І.М. Петрушка, О.І. Мороз, К.І. Петрушка // Економіка і суспільство. – 2018. – Вип. 15. – с. 585-589.
3. «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» / Закон України від 21 квітня 2011 року // [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3268-17>
4. Савченко И.Л. Охрана среды от загрязнения отходами животноводства / И.Л. Савченко, В.Н. Благодатный // – К.:Урожай, 1986. – 128 с.
5. Параняк Р.П. Екологічна оцінка стічних вод м'ясопереробних підприємств та фізико-хімічні методи їх очищення / Р.П. Параняк, О.В. Мацуська // Сільський господар. – 2008. - №1 – 2. – С.38-42
6. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.
7. Очистка сточных вод мясной и молочной промышленности / [С.М. Шифрин, Г.В. Иванова, Б.Г. Микулов, Ю.А. Феофанов]. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 272 с.
8. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки сточных вод / Ю.И. Тарасевич. – Киев: Наукова думка, 1981. – 208 с.
9. Мироненко М.А. Санитарная охрана внешней среды в районах промышленно-животноводческих комплексов / М.А. Мироненко, И.Ф. Ярмолик, А.В.Коваленко // Гигиенические основы охраны окружающей среды. – М.: Медицина. – 1978. – 160 с.

10. Мацуська О.В. Статика та кінетика сорбції фосфатів на природному цеоліті у періодичних умовах / О.В. Мацуська, Р.П. Параняк, Я.М. Гумницький // Водне господарство України. – 2011. – №2. – С.25-29.
11. Яковенко Ю.П. Залежність якісних показників поверхневих водних джерел України від впливу техногенних забруднень / Ю.П. Яковенко, П.Д. Хорунжий, Т.П. Хомуцька [та ін.] // Тези доповідей Міжнародної наук. – практ. конф. [«Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних та стічних вод»], (Миргород, 23 – 27 квітня 2007 р.) – К.: Знання, 2007. – С. 24 – 28.
12. Водний Кодекс України від 06.06.95 / Відомості Верховної Ради (ВВР), 1995. – № 24. – С. 189.
13. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4–171–10 (ДСанПіН 2.2.4–400–10). – [Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010; введено в дію 16.07.2010]. – Оф. вид. – К.: Офіційний вісник України від 16.07.2010 – 2010 р., № 51. – С. 99. – (Державні санітарні норми та правила України).
14. Блажко Н. Торфові ресурси Львівської області / Н. Блажко, Ф. Кіпчач // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2013. – Вип. 46. – С. 47-54.
15. Блажко Н. Аналіз стану використання торфових ресурсів Львівської області / Н. Блажко, Ф. Кіпчач // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2012. – Вип. 40. – С. 107-113.
16. Городій М.М. Агрохімічний аналіз / М.М. Городій, А.П. Лісовал, А.В. Бикін. – К: Арістей, 2005. – 486 с.
17. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах: КНД 211.1.4.030-95. – [Введ. 25 квітня 1995]. – К., 1995. – 11 с. – (Нормативний документ України).
18. Гладюк М.М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві / М.М. Гладюк. – К. – Ірпінь: Перун. – 2003. – 288 с.

19. Ціжовська М.В. Запаси торфових ресурсів Львівської області та перспективи щодо їх використання / Ціжовська М.В., Кішак Д.М., Мацуська О.В. // Матер. конф. "Дні студентської науки у ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького" ВГЕП. – Львів, 2017. – С.79.
20. Петрус Р. Застосування природних сорбентів у природоохоронних цілях / Р. Петрус, М. Мальований, Г. Сакалова, В. Бунько // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2012. – Вип. 171(1). – С. 139–144.
21. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник для студ. вищих навч. заклад. / За заг. редакцією А.К. Запольського. – К.: Лібра. – 2000. – 988 с.
22. Мацуська О.В. Порівняльний аналіз використання природних сорбентів у процесах очищення стоків підприємств АПК / Мацуська О.В., Калин Б.М., Павлюк І.О. // Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. – Львів, 2017. – Т.19 – № 79. – С. 159-162.
23. Ціжовська М. Запаси торфових ресурсів Львівської області та перспективи щодо їх використання / М. Ціжовська, Д. Кішак, О.В. Мацуська // Матер. конф. «Дні студентської науки у ЛУВМБ імені С.З. Гжицького» ВГЕП. – Львів, 2017. – С. 79.

ПРИНЦИП ДІЇ ТА ФОТО ФОТОЕЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРА

Фотоелектроколориметр (ФЕК) – прилад для вимірювання концентрації розчинів, визначення коефіцієнта пропускання та вимірювання екстинкції забарвлених розчинів.

Прилад має дві складові частини: стабілізатор напруги та колориметр.

Колориметр складається із: Оптичної системи; Освітлювача; Вузла нейтральних клинів; Гальванометра та лупи; К'юветотримача; Вимірної діафрагми з барабанами; Селенових елементів; Вузла зеленого, нейтрального, синього та червоного світлофільтрів.



Фото фотоелектроколориметра КФК -2

Принцип роботи ФЕКу: Прилад в робочому стані після під'єднання його до електромережі. При попаданні світлової енергії на базову частину приладу фотоелемент – збуджується електричний струм. Величина фотоструму прямо пропорційна інтенсивності падаючого світла. Досліджуваний забарвлений розчин поміщають між фотоелементом і джерелом світла, що буде змінювати силу фотоструму. Концентрацію розчину визначають за інтенсивністю забарвлення.