

УДК 631.6:626.8

Солодка Т. М., к.с.-г.н., доцент, Тимчак В., студент 4 курсу
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВЕРИФІКАЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ

В статті викладено результати перевірки методики біологічного моніторингу стану земель. Проведено біологічну оцінку еколого-меліоративного стану осушуваних земель на стаціонарах моніторингового спостереження. Наведено статистичний аналіз результатів практичного застосування запропонованої методики. Визначено практичне застосування запропонованої нами методики.

Ключові слова: моніторинг, біологічні критерії, проективне покриття, елементи живлення, ґрунти.

Нині питаннями індикації доволі широко займаються у всьому світі. Зокрема, під час розробки «Зеленого плану» і моніторингу навколишнього середовища для Канади було запропоновано оцінювання «здоров'я» екосистем за екологічним показником їх стану (Jorgensen et al., 2005). Система екологічних індикаторів, яка в Європі широко визнана, включає понад 50 соціально-економічних індикаторів та індикаторів навколишнього середовища. Йельський і Колумбійський університети запропонували систему із 22 індикаторів для обчислення «Індексу екологічної стійкості». У Центральній Європі для оцінювання умов місцезростань активно використовують шкали Елленберга та методи флористичної класифікації. З їх допомогою проводять комплексні агроіндикативні дослідження, особливо на луках і пасовищах, індикацію едафічних умов, зокрема кислотності, вмісту азоту в ґрунті. Дослідження засолених ґрунтів, їх картографування мають особливе значення для Західної Європи (Christiansen, Magens, Kunick). Значну роль у фітоіндикативних дослідженнях відіграють кількісні методи градієнтного аналізу та ординації, розроблені вісконсінською школою (Curtis, McIntosh, Whittaker). Так, сучасна тенденція застосування індикаторів полягає у відходженні від якісного вираження (назв таксонів, характеристик, ознак) і намаганні їх кількісного вираження з використанням різноманітних шкал та індексів. С.Е. Джоргенсен та співавтори (2005) наводять великий перелік таких індексів, індикаторів і способів їх розрахунків. Сучасні методи індикації дають можливість виявити і оцінити зміни, результати яких до-

бре піддаються математичній обробці. Це дає додаткові можливості обробки даних за допомогою ЄОМ, моделювання та прогнозування їх зміни, розробки відповідних сценаріїв [1; 2, С. 5-23; 3].

Саме тому метою наших досліджень було подальше вивчення запропонованих нами біологічних методів для дослідження і контролю еколого-меліоративного стану осушуваних земель, на прикладі осушуваних земель Рівненської області.

Структура біогеоценозу, залежно від погодно-кліматичних та едафічних умов, у рамках розробленої методики, визначає набір біологічних критеріїв. Тому біологічну оцінку еколого-меліоративного стану осушуваних земель на стаціонарах моніторингового спостереження проводили за наступною схемою:

1. Визначення наявності в складі біогеоценозу видів – індикаторів, згідно з запропонованими індикаційними схемами.

2. Оцінка візуальних індикаційних ознак рослин біогеоценозів осушуваних земель: забарвлення, ступінь росту і розвитку стебел і листків, стан листової пластинки, наявність насіння.

3. Визначення проективного покриття характерних видів рослин (%):

3.1. На дерново-підзолистих піщаних осушуваних ґрунтах: нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella*), хвоц польовий (*Equisetum arvense*), тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), білоус стиснутовусий (*Nordus stricta*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.), мітлиця біла (*Agrostis alba* L.);

3.2. На дерново-підзолистих супіщаних осушуваних ґрунтах: конюшина польова (*Trifolium arvense*), зірочник середній (*Stellaria media*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne* L.), мітлиця біла (*Agrostis alba* L.), тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), лисохвіст лучний (*Alopecurus pratensis*), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.), тимофіївка лучна (*Phleum pratense*);

3.3. На болотних суглинкових ґрунтах: пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), перстач гусячий (*Potentilla anserina*), тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.);

3.4. На торфових: тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), тонконіг болотний (*Poa palustris*), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), лисохвіст лучний (*Alopecurus pratensis*), тимофіївка лучна (*Phleum pratense*), білоус стиснутовусий (*Nordus stricta*).

4. Визначення фітопродуктивності шляхом зважування надземної частини рослин, зрізаних з площі один квадратний метр у повітряно-сухому стані.

5. Визначення глибини поширення кореневої системи жовтецю їдкою (*Ranunculus acris*).

6. Наявність та видова різноманітність членистоногих (буряковий довгоносик (*Bothynoderes punctiventris*), мармурові хрущі (*Polyphylla fullo*), личинки коваликів, саранові (*Acridoidea*), пшеничний комарик (*Stenodiplosis panici*), мокриці (*Ceratopogonidae*), дощові черви) та чисельність комарів роду Аедес (*Aedes*).

7. Відбір ґрунту на предмет визначення забрудненості геопаразитами.

Повторна апробація запропонованої методики моніторингу осушуваних земель на основі біологічних критеріїв проводилась в 2017 році на еталонних системах “Язвинка”, “Головниця”, “Деражне-Постійне” Рівненської області.

Погодні умови даного року відповідали середнім показникам досліджуваного регіону. Отже, погодні умови були характерними для розвитку основних біогеоценозів зон Полісся та Лісостепу.

На першому етапі моніторингу осушуваних земель на основі біологічних критеріїв проводилась польова оцінка складу та стану біоценозу. Другим етапом наших досліджень була камеральна обробка отриманих даних. В основу контролю покладені дані традиційних моніторингових спостережень, отриманих на стаціонарах спостереження трьох еталонних осушувальних систем Рівненської області за вегетаційний період для орного шару ґрунту (табл. 1).

Подальша оцінка стану осушених земель проводилась на основі математичного аналізу. Для цього нами проведено дослідження кількісного складу біогеоценозів на осушувальних системах в результаті польових досліджень встановлено, що на досліджуваних осушених землях переважають злаково-різнотравні угруповання з домінуванням мезофітних видів. Аналіз поширення кореневої системи жовтецю їдкою показує проникність кореневої системи глибше ніж на 0,5 м. Переважання в рослинному угрупованні індикаторів помірно вологих ґрунтів та розподіл кореневої системи дає підставу оцінювати водний режим досліджуваних осушуваних земель як задовільний. Даний факт підтверджує і стан ентомофауни на контрольних стаціонарах.

Таблиця 1

Характеристика ґрунтових показників на дослідних стаціонарах згідно даних еколого-меліоративного моніторингу на основі лабораторних досліджень

№ стаціонару	Характеристика ґрунту	Вологість, %	РГВ, м	pH_{KCl}	NO_3 $млн^{-1}$	NH_4 $млн^{-1}$	PO_4 $млн^{-1}$	Вміст органічної речовини, %
Осушувальна система "Держане-Постійне"								
Ш-44	Піщані	29,0	1,8	4,89	1,3	21,4	98	9,6
Ш-23		34,0	1,4	4,99	1,35	16,7	101	7,22
Ш-20	Супіщані	35,6	1,3	6,87	4,13	21,3	43	6,9
Ш-101	Піщані	38,3	1,0	4,85	1,9	23,8	122	2,45
Осушувальна система "Головниця"								
Ш-1	Суглинкові	36,2	1,3	7,53	8,41	20,8	87,0	6,29
Ш-10		24,5	2,0	6,29	9,58	24,5	39,0	8,8
Ш-7		23,7	1,9	7,07	5,22	30,6	54,9	4,4
Ш-12		24,1	2,4	7,00	6,63	37,7	37,0	8,53
Осушувальна система "Язвинка"								
Ш-73	Супіщані	36,5	1,5	5,12	1,1	21,32	116	9,29
Ш-10	Піщані	28,45	2	5,29	3,37	6,37	98,0	7,17
Ш-30	Супіщані	35,55	1,3	7,08	4,31	18,4	139	10,46
Ш-13	Торфові	42,35	1,9	4,67	4,63	12,1	87,0	-

Так, чисельність фонових комарів Аедес (*Aedes*) становить 15-20 екземплярів, що не перевищує середньообласного показника для даного періоду. Стала чисельність комарів свідчить про незмінність площі відкритого водного дзеркала, що є місцем виплоду комарів.

Окрім оцінки водного режиму, попередні польові спостереження дають можливість додатково визначити механічний склад ґрунтів на дослідних стаціонарах.

На розміщення контрольних стаціонарів для осушуваних систем "Язвинка" та "Держане-Постійне" на ґрунтах легкого механічного складу вказують наявність в фітоценозах конюшини повзучої *Trifolium repens*, хвощу польового *Equisetum arvense*, нечуйвітра волохатенького *Hieracium pilosella*.

Наявність в складі фітоценозів на стаціонарах спостереження осушувальної системи "Головниця" підбілу звичайного *Tussilago farfara*, подорожника ланцетолістого *Plantago lanceolata* вказує на ґрунти важкого механічного складу, що підтверджується даними лабораторних досліджень.

Визначення вологості ґрунтів на стаціонарах спостереження осушувальної системи “Деражне-Постійне” проводилось на основі аналізу зміни проективного покриття конюшини польової (*Trifolium arvense*) на дернових та болотно-лучних супіщаних ґрунтах та нечуйвітру волохатенького (*Hieracium pilosella*) на дернових та дерново-підзолистих піщаних ґрунтах. Оцінка рівня ґрунтових вод на даній системі проводилась за проективним покриттям зірочника середнього (*Stellaria media*) на дернових та болотно-лучних супіщаних ґрунтах та хвощу польового (*Equisetum arvense*) на дернових та дерново-підзолистих піщаних ґрунтах.

На основі математичної обробки глибини поширення кореневої системи жовтецю їдкою (*Ranunculus acris*) на стаціонарах спостереження нами отримані значення рівня ґрунтових вод на осушувальній системі “Головниця” і осушувальній системі “Язвинка”.

За ідентичною схемою проведена оцінка кислотності ґрунтів на дослідних осушувальних системах. Для визначення кислотності осушеного ґрунту в польових умовах використовували індикативну схему. Встановлено, що в цілому на дослідних стаціонарах переважають нейтральні ґрунти. Наявність на окремих стаціонарах спостереження в складі фітоценозу нечуйвітру волохатенького *Hieracium pilosella*, білоуса *Nardus stricta*, хвоща польового *Equisetum arvense*, щавлю горобинного *Rumex acetosella* індикує кислі ґрунти. Виявлення в ґрунтових пробах дощових черв'яків обмежує значення кислотності ґрунту до 4,5.

Кількісний аналіз проведено на основі статистичних моделей оцінки кислотності ґрунту через зміну проективного покриття рослин. Реальна меліорація земель неможлива без окультурення ґрунтів з метою забезпечення їх високої родючості і насиченості поживними речовинами. Подальші дослідження спрямовані на оцінку поживного режиму осушеного ґрунту. В складі біогеоценозу, в польових умовах, визначена наявність рослин-нітрофілів: грястиця збірна *Dactylis glomerata*, тимофіївка лучна *Phleum pratense*, перстач гусячий *Potentilla anserina*, зірочник середній *Stellaria media*, що свідчить про достатній вміст сполук азоту. На достатнє забезпечення ґрунту поживними речовинами вказує і відсутність візуальних ознак відхилень в рості і розвитку рослин. Розглянувши наявність індикаторів вмісту поживних речовин в ґрунті проводимо кількісну оцінку на основі статистичного аналізу.

Визначення вмісту сполук фосфору в ґрунті дослідних стаціонарів осушувальної системи “Головниця” проводилось на основі математичної обробки значень проективного покриття тонконогу звичайного *Poa trivialis* Вміст нітратних сполук азоту на осушувальній системі “Язвинка” оцінювався за проективним покриттям тимофіївки лу-

чної *Phleum pratense*.

Найбільш оптимальними індикаторами вмісту органічної частини на дерново-підзолистих ґрунтах осушувальної системи “Держане-Постійне”, виявилась зміна проективного покриття конюшини польової *Trifolium arvense* тоді як на болотно-лучних ґрунтах осушувальної системи “Головниця” – проективне покриття грястиці збірної *Dactylis glomerata*.

Оцінка різниці між розрахованими і фактичними показниками проводилась за тест-системою Фішера, відношенням середніх та парним коефіцієнтом кореляції. В даному випадку, перший ряд даних – значення, отримані в результаті хімічного аналізу ґрунтів, відібраних на основі традиційних моніторингових спостережень, а другий ряд – сукупність значень стану ґрунтових режимів, отриманих на основі біологічних критеріїв (табл. 2).

Таблиця 2
Результати верифікації між розрахованими і фактичними показниками

Ґрунтові показники	r	BC	F _f	F _t
Вологість	0,94	1,0	1,4	5,1
pH	0,91	0,92	1,55	5,05
РГВ	0,94	0,87	1,2	3,8
Вміст сполук фосфору	0,84	0,72	1,02	9,28
Вміст сполук азоту	0,95	0,94	1,15	6,39
Вміст органічної речовини	0,87	0,98	1,02	3,79

Оцінка отриманих значень характеристики стану осушуваного ґрунту проводилась за аналізом функції бажаності у відносних показниках Y ($Y = \overline{0,1}$). В результаті ми отримали наступні показники водного режиму осушуваних земель (табл. 3).

Таблиця 3
Значення ґрунтових параметрів на стаціонарах еколого-меліоративного моніторингу

Вологість, %		РГВ, м		pH_{KCl}		Вміст азоту, млн ⁻¹		Вміст фосфору, млн ⁻¹		Вміст органічної речовини, %	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
29	30,4	1,8	1,3	6,9	6,5	4,13	5,2	87,0	96,9	9,6	8,9
34,0	34,8	1,4	1,0	7,5	6,2	1,1	1,3	39,0	55,4	7,2	8,4
35,6	34,8	1,3	1,3	6,3	6,0	3,4	3,3	54,9	94,7	6,9	4,2

продовження табл. 3

38,3	38,9	1,0	0,72	7,1	6,9	4,3	4,2	37,0	55,4	2,5	2,6
36,5	35,0	2,0	1,8	7,0	6,5	4,6	4,6			6,3	7,4
35,55	35,0	1,9	1,9	4,7	4,6					8,8	8,6
		2,4	2,2							4,4	4,6
		1,5	1,3							8,5	7,8

Примітка: 1 – значення визначені за лабораторними методами; 2 – значення розраховані за емпіричними залежностями через біологічні показники.

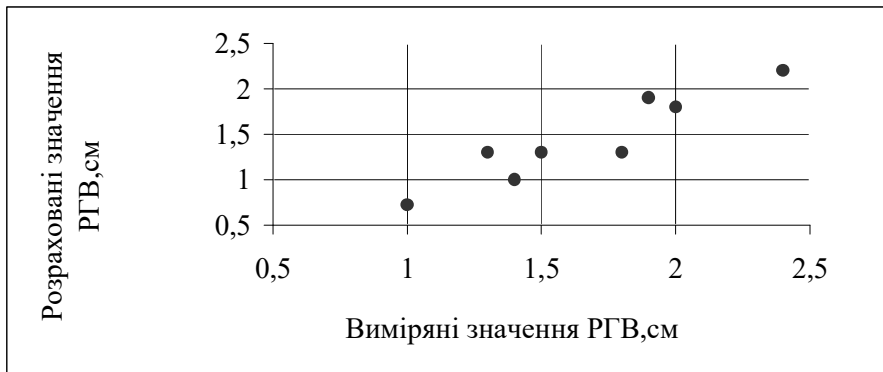


Рис. 1. Залежність між розрахованими та виміряними значеннями РГВ

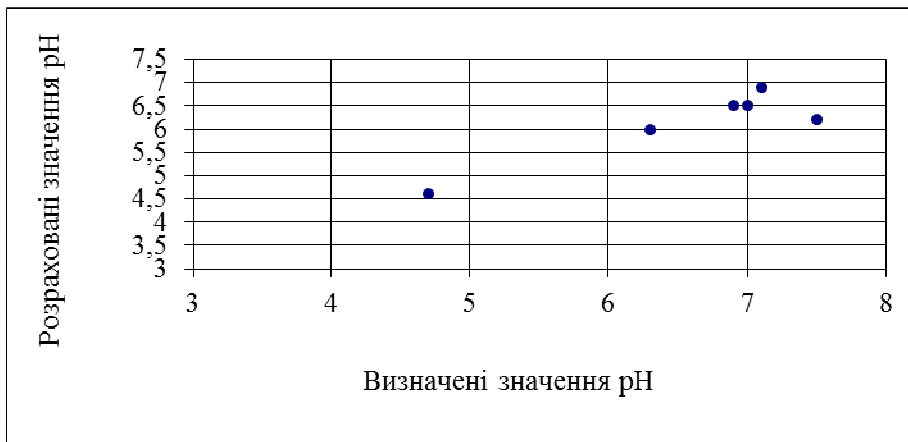


Рис. 2. Залежність між розрахованими та виміряними значеннями рН

Отже, статистичний аналіз результатів практичного застосування запропонованої методики показав, що достовірність отриманих результатів оцінки вологості осушуваних земель на 5%-му рівні значимості за методом Фішера складає 1,4, при теоретичному значенні 5,1; парний коефіцієнт кореляції – 0,94; BC – 1,0. При оцінці РГВ значимість за методом Фішера складає 1,2, при теоретичному значенні 3,8; парний коефіцієнт кореляції – 0,94; BC – 0,87. При оцінці

кислотності значимість за методом Фішера складає 1,6, при теоретичному значенні 5,1; парний коефіцієнт кореляції – 0,91; *BC* – 0,91. При оцінці вмісту сполук фосфору в ґрунті значимість за методом Фішера складає 1,02, при теоретичному значенні 9,28; парний коефіцієнт кореляції – 0,84; *BC* – 0,72. При оцінці вмісту сполук азоту в ґрунті значимість за методом Фішера складає 1,15, при теоретичному значенні 6,39; парний коефіцієнт кореляції – 0,95; *BC* – 0,94. При оцінці вмісту органічної речовини в ґрунті значимість за методом Фішера складає 1,02, при теоретичному значенні 3,79; парний коефіцієнт кореляції – 0,87; *BC* – 0,98. Це свідчить про достатню надійність виявлених залежностей і методики в цілому.

Практичне застосування запропонованої нами методики показало, що система біологічних досліджень, не замінюючи, а доповнюючи традиційні методики в структурі еколого-меліоративного моніторингу, є необхідною ланкою моніторингу осушуваних земель і має важливе значення для достовірної оцінки еколого-меліоративної обстановки та аналізу особливостей меліоративного, сільськогосподарського та природоохоронного використання меліорованих земель.

1. Капустяник В. Б. Прикладна спектроскопія : навч. посібн. / В. Б. Капустяник, В. І. Мокрий. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – 302 с.
2. Мошинський В. С. Оценка эколого-мелиоративного состояния осушенных земель (на примере Ровенской области Украины) : дис... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / В. С. Мошинський. – К., 1994. – 190 с.
3. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. П. І. Коваленка. – К. : Аграрна наука, 2001. – С. 140–209.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУВГП)

Solodka T. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Tymchak V., Senior Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

VERIFICATION OF BIOLOGICAL METHODS OF THE SOIL CONDITION MONITORING

The article outlines the results of testing the method of biological monitoring of the state of land. A biological assessment of the ecological-reclamation state of drained lands in the monitoring stations is carried out. The statistical analysis of the results of the

practical application of the proposed method is given. The practical application of the proposed method is determined.

We have studied, that modern methods of indication give an opportunity to reveal and estimate changes, the results of which are well exposed to mathematical processing. This enables faster and better processing of the results. Biological evaluation of the ecological and reclamation state of drained lands was carried out according to the developed scheme, which consists of two stages. After research, it was determined that the system of biological research, not replacing, but complementing traditional methods in the structure of ecological and land reclamation monitoring, is an indispensable link in monitoring the drainage of land and is essential for a reliable assessment of the ecological and reclamation situation and the analysis of the peculiarities of land reclamation, agriculture and environmental use of reclaimed land.

Keywords: monitoring, biological evaluation biological criteria, projective coating, nutrients, soils.

Солодка Т. М., к.с.-х.н., доцент, Тимчак В., студент

(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ВЕРИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

В статье изложены результаты проверки методики биологического мониторинга состояния земель. Проведена биологическая оценка эколого-мелиоративного состояния осушаемых земель на стационарах мониторингового наблюдения. Приведен статистический анализ результатов практического применения предложенной методики. Определено практическое применение предложенной нами методики.

Ключевые слова: мониторинг, биологические критерии, проективное покрытие, элементы питания, почвы.
