

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 2(90) (квітень), 2021**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 7 від 3 березня 2021 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.** Вміст важких металів у цьоголіток рибних господарств Дніпропетровської області
- 2. Малишевська О. С.** Оцінка ефективності вилучення розчинених у воді нафтопродуктів переробленими відходами полімерної упаковки в середовищі рослинних ПАР
- 3. Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.** Вимірювання вмісту розчиненого у прісній водоймі кисню
- 4. Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.** Моделювання просторово-часової оцінки територіального ризику при аваріях під час транспортування залізницею хімічно небезпечного вантажу

Агрономія

- 5. Крижанівський В. Г.** Пористість ґрунту в період цвітіння гороху, колосіння пшениці озимої та змикання листків у рядку буряку цукрового
- 6. Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.** Агроекологічна стійкість сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації
- 7. Голодна А. В., Голик Л. М.** Оцінка нових перспективних сортів пшениці озимої м'якої селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» за цінними господарськими ознаками
- 8. Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.** Інформаційні технології дистанційної оцінки післядії гербіцидів на посівах ріпаку озимого

Тваринництво. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 9. Кондратюк В. М. Іванюта А. О.** Біологічна ефективність ліпідів м'яса райдужної форелі залежно від рівнів протеїну у комбікормах

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 10. Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.** Аналіз вітчизняного ринку ветеринарних інсектоакарицидних засобів
- 11. Недосєков В. В., Криця Я. П.** Аналіз стану благополуччя коней

Biology, biotechnology, ecology

1. **Korzhenevska P., Sharamok T., Marenkov O.** Content of heavy metals in tsyogorychk fishery of Dnipropetrovsk region
2. **Malyshevska O.** Estimation of efficiency removal of oil products dissolved in water by processed waste of polymer packaging in the medium of vegetable surfactants
3. **Pil'kevych Yu., Rozorinov H., Tkachenko T.** Measuring the content of oxygen dissolved in a freshwater reservoir
4. **Muntian L., Chernov V., Niepieina H.** Modeling of spatial and temporal assessment of territorial risk in case of accidents during transportation of chemically dangerous goods by rail

Agronomy

5. **Kryzhanovskiy V.** Ground porosity during the period flowering, winter wheat wholesale and leaf closure in the row of sugar beet
6. **Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pantsyрева H.** Agroecological sustainability of varieties of regular bean to adverse vegetation conditions
7. **Golodna A., Holyk L.** Evaluation of new promising varieties of soft winter wheat breeding NSC "Institute of agriculture NAAS" for valuable economic traits
8. **Pasichnyk N., Opryshko O., Lysenko V., Komarchuk D.** Information technologies of remote assessment of herbicide consequences on winter rape crops

Animal science. Technology of production and processing of livestock products

9. **Kondratiuk V., Ivaniuta A.** Biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh depending on protein levels in feeds

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

10. **Halchynska O., Yarmolenko Ya.** Analysis of the domestic market of veterinary insectoacaricides
11. **Nedosekov V., Krytsia Y.** Welfare problems of horses

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

УДК 574:[639.3:546.3](477.63)

**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЦЬОГОЛІТОК РИБНИХ
ГОСПОДАРСТВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ****П. О. КОРЖЕНЕВСЬКА**, аспірантка

E-mail: polinka@3g.ua

Т. С. ШАРАМОК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент<https://orcid.org/0000-0003-3523-5283>

E-mail: sharamok@i.ua

О. М. МАРЕНКОВ, кандидат біологічних наук, доцент<https://orcid.org/0000-0002-3456-2496>

E-mail: gidrobions@gmail.com

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.001>

Анотація. Метою дослідження було визначення особливостей накопичення важких металів (Pb, Cd, Mn, Cu, Fe, Zn) у молоді корокових риб в умовах ставових господарств Дніпропетровської області.

Об'єктом досліджень були цьоголітки лускатого коропа та білого товстолобика, що вирощувались у в Таромському та Криничанському рибних господарствах. Вміст важких металів у воді ставів та тушках риб визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрії С115-М1.

Результати дослідження показують, що вміст Pb та Fe у воді ставів обох рибних господарств не перевищував ГДК (СОУ, 2006). Вміст Cd у воді Криничанського рибгоспу перевищував ГДК у 2 рази. У воді Таромського рибгоспу рівень вмісту Mn був у 3 рази вище ГДК. Рівень вмісту Zn в обох рибгоспах перевищував допустимі концентрації майже в 3 рази. Концентрація Cu перевищувала ГДК у воді ставів Таромського рибгоспу в 5 разів, а Криничанського - в 14 разів.

Аналіз вмісту важких металів виявив деякі особливості їх розподілу та накопичення в тканинах молоді корокових риб досліджуваних ставків. Порівняльний аналіз даних виявив, що в тушках одновікових риб найбільша концентрація важких металів належала Fe і Zn, найменша – Cd. Отримані результати можуть сприяти ефективному науковому забезпеченню розвитку аквакультури регіону та можуть бути використані для додаткового оцінювання якості та загального стану рибопосадкового матеріалу корокових риб.

Ключові слова: важкі метали, молодь риб, коропа, білий товстолобик, рибне господарство

Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій. У

сучасних умовах набуває значної актуальності проблема забруднення

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

водойм важкими металами, особливо з огляду на техногенне навантаження на поверхневі води України. Важкі метали належать до найбільш небезпечних консервативних хімічних забруднювачів, що зумовлено їх фізіолого-біохімічними особливостями дії, а також передачею трофічними ланцюгами. Також небезпека важких металів полягає в тому, що вони є біодоступними та надходять у рибогосподарські стави не лише в період водонабору, а й під час внесення добрив на поля або годівлі риби. Риби, які завершують трофічний ланцюг водойми, є кінцевою продукцією рибогосподарської діяльності підприємства й безпосередньо накопичують важкі метали. Водночас, такі важкі метали як Fe, Zn, Mn є есенціальними, тобто вони у фізіологічних концентраціях є життєво необхідними для здійснення регуляторних функцій в організмі риб. Разом з тим, в організмі риб накопичуються важкі метали, які, навіть, у незначних концентраціях негативно впливають на її фізіологічний стан. До таких елементів належать Pb та Cd [3].

Токсикологічне оцінювання цієї вікової групи коропових риб є важливою для отримання якісного рибопосадкового матеріалу не лише для рибних господарств, а і для поповнення біологічних ресурсів водосховищ. На ранніх стадіях розвитку організм риб найбільш

уразливий до дії забруднювачів. Наявність важких металів у воді має, особливо, небезпечні наслідки для молоді риб та може призводити до значного пригнічення росту личинок, зменшення їхнього виживання та порушення харчової поведінки [13,14]. За даними досліджень [4] найбільш чутливими до іонів важких металів є цьоголітки риб.

Отже, накопичення важких металів в організмі риб на ранніх, найбільш чутливих, стадіях розвитку представляє інтерес для прогнозування можливих наслідків забруднення водойм важкими металами та екологічного нормування допустимих рівнів вмісту токсичних речовин у воді. У зв'язку з цим дослідження молоді риби набуває особливої актуальності. Тому **метою дослідження** було визначення особливостей накопичення важких металів в організмі молоді коропових риб в умовах типових ставових господарств Дніпропетровської області.

Матеріали і методи дослідження. Відбір проб для токсикологічних досліджень здійснювали в Таромському та Криничанському повносистемних рибних господарствах Дніпропетровської області восени 2019 р. Об'єктом досліджень були цьоголітки лускатого коропа та білого товстолобика. Під час облову ставів методом рандомізації відбирали по 30–50 екземплярів риб. Збір та

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

обробку матеріалів проводили за загальноприйнятими методиками [8]. Концентрацію важких металів в пробах визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на спектрофотометрі С115-М1 [8]. Цифрові дані піддавали математичній обробці загальними методами варіаційної статистики для малої вибірки і обчислювали за допомогою пакета програм Microsoft Excel-10.

Результати досліджень та їх обговорення.

Результати токсикологічного дослідження води показують, що вміст Pb та Fe в обох рибних господарствах не перевищував гранично допустимих концентрацій [11]. Вміст Cd у воді Криничанського рибгоспу був вище у 2 рази порівняно з ГДК, а Mn у воді ставів Таромського рибгоспу – у 3 рази. Рівень вмісту Zn

в обох рибгоспах перевищував допустимі концентрації майже в 3 рази. Концентрація Cu перевищувала ГДК у Таромському господарстві в 5 разів, а в Криничанському – в 14 разів.

Аналіз вмісту важких металів виявив деякі особливості їхнього розподілу та накопичення в тканинах молоді корокових риб досліджуваних ставків.

Відомо, що плумбум за значного впливу може спричиняти кровотечі у травному тракті риб, анемію, ураження печінки та нирок. Також інтоксикація плумбумом часто супроводжується змінами активності ферментів травної системи та зниженням імунітету риб [2]. Вміст плумбуму в організмі молоді корокових риб рибних господарств Придніпров'я був невисоким (рис. 1).

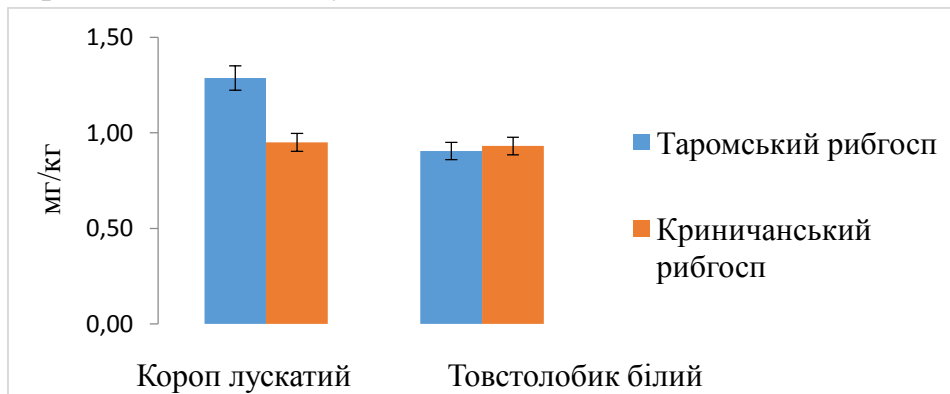


Рис. 1. Вміст плумбуму у тушках корокових риб досліджуваних рибгоспів

У Таромському рибному господарстві максимальний вміст плумбуму виявлено у коропа лускатого, це на 41,7 % більше порівняно з білим товстолобиком ($p < 0,05$). У Криничанському рибгоспі спостерігали подібну тенденцію, але у

коропа вміст цього елементу був вищим лише на 2,2 %. Водночас у коропа лускатого Таромського господарства вміст плумбуму був вищим на 34,4 % порівняно з одновіковими особинами коропа, що вирощувалися в Криничанському

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

рибгоспі. Відомо, що зообентос, який споживає коропа, відіграє роль біоаккумулятора, про що свідчать високі рівні в ньому важких металів. Темпи поглинання важких металів бентосом залежать, головним чином, від вмісту їх у донних відкладах [6]. У донних відкладеннях Таромського господарства вміст плумбуму у 2,1 раз перевищував вміст його у відкладеннях Криничанського рибгоспу.

Як відомо, кадмій характеризується більшою токсичністю, ніж інші важкі метали. Метаболізм кадмію тісно пов'язаний з метаболізмом цинку, тому він здатний замішувати його в багатьох

життєво необхідних і важливих ферментативних реакціях [9]. Хронічна інтоксикація кадмієм зумовлює некротичні зміни в зябрах, нирках та печінці, затримку росту у риб [5]. Саме плумбум та кадмій стимулюють процеси генерації вільних радикалів і одночасно знижують можливість їх нейтралізації антиоксидантною системою [10]. У молоді товстолобика Таромського рибгоспу концентрація кадмію була більшою на 14,3 %, ніж у коропа. У риб Криничанського господарства, навпаки, вміст кадмію був більшим на 14,3 % у коропа лускатого порівняно з товстолобиком ($p > 0,05$) (рис. 2).

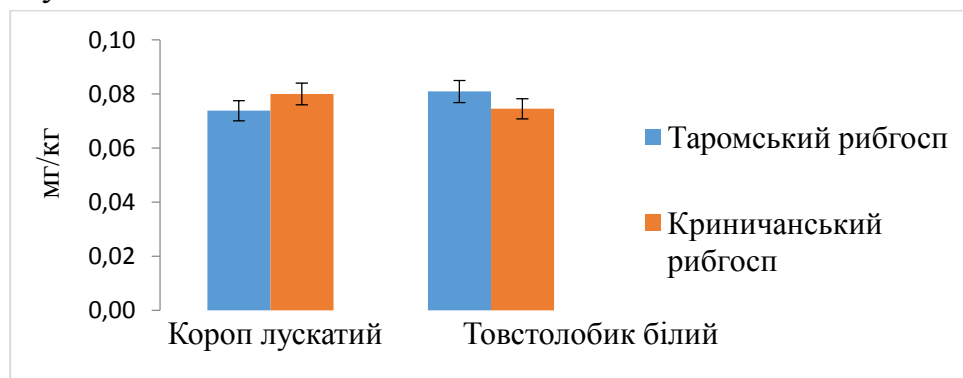


Рис. 2. Вміст кадмію у тушках коропових риб досліджуваних господарств

Біологічна роль мангану в організмі риб реалізується головню через ферменти, які активуються цим елементом. Манган активує обмін білків, жирів та вуглеводів, впливає на фосфорно-кальцієвий обмін. Від вмісту мангану залежить ріст риби, утворення кісток, процеси кровотворення та розмноження [2]. У

Таромському господарстві найбільший вміст мангану спостерігали у товстолобика, концентрація мангану у лускатого коропа була у 2,2 разів менше. У Криничанському рибгоспі, навпаки вміст мангану в коропа лускатого на 35 % менше порівняно з товстолобиком (рис. 3).

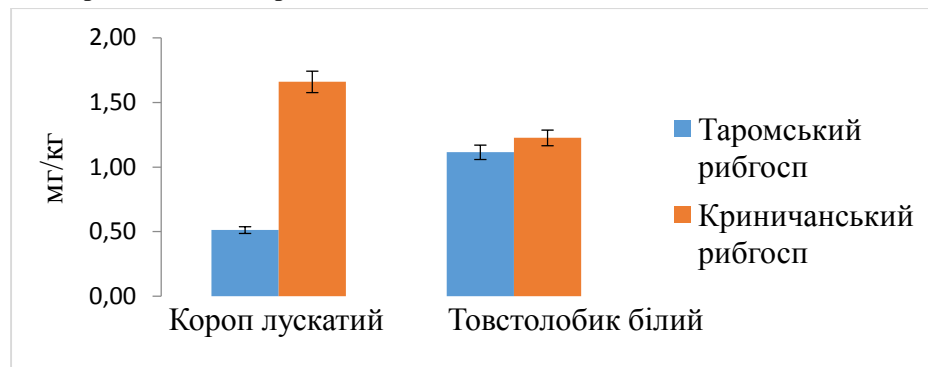


Рис. 3. Вміст мангану у тушках коропових риб досліджуваних господарств

Проаналізувавши дані, можна зазначити, що концентрація мангану у риби Криничанського рибгоспу була вищою порівняно з Таромським в 3,2 та 1,1 разів у коропа та товстолобика відповідно.

Купрум потрібен для синтезу еритроцитів, крім того, вона входить до складу протеїнів печінки та ряду окисних ферментів [7]. У молоді риби обох рибгоспів максимальний вміст

купруму спостерігали у коропа, він перевершував вміст цього металу в товстолобика в 1,3 та 2,1 разів у Таромському та Криничанському господарствах відповідно (рис. 4). Попередні дослідження вчених показують, що купрум має тенденцію до більшого накопичення у м'язах коропів, ніж у м'язах білого товстолобика [5].

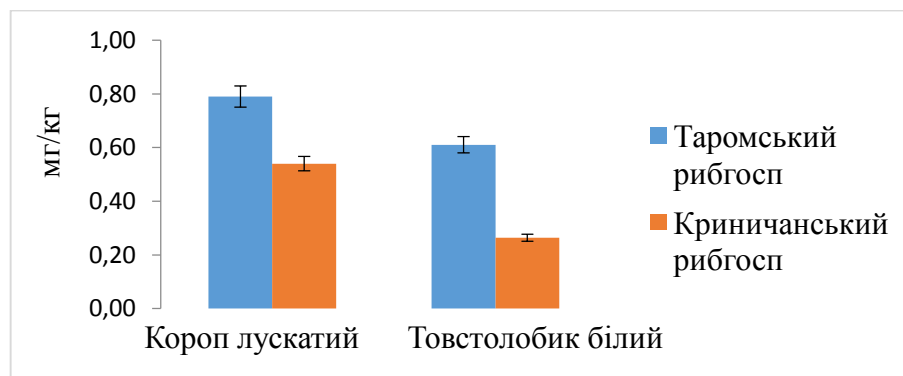


Рис. 4. Вміст купруму у тушках коропових риби досліджуваних господарств

При цьому концентрація купруму у цьоголіток Таромського господарства перевищувала цей показник у риби Криничанського рибгоспу у 1,5 та 2,3 рази для коропа та товстолобика відповідно.

Біологічна роль ферума пов'язана, головним чином, з функцією

залізовмісних білків. Як важливий структурний елемент гемоглобінів, ферум відіграє життєвоважливу роль у процесах транспорту, депонування та обміну кисню, транспорту електронів у дихальних ланцюгах та ін. [1]. У молоді риби Таромського рибного господарства максимальну

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

концентрацію іонів ферума відзначали у товстолобика і вона була на 47,8 % більше порівняно з коропом. У Криничанському рибному господарстві навпаки, більша

кількість ферума концентрувалась в організмі коропа і була вищою в 1,9 разів порівняно з товстолобиком цієї ж водойми (рис. 5).

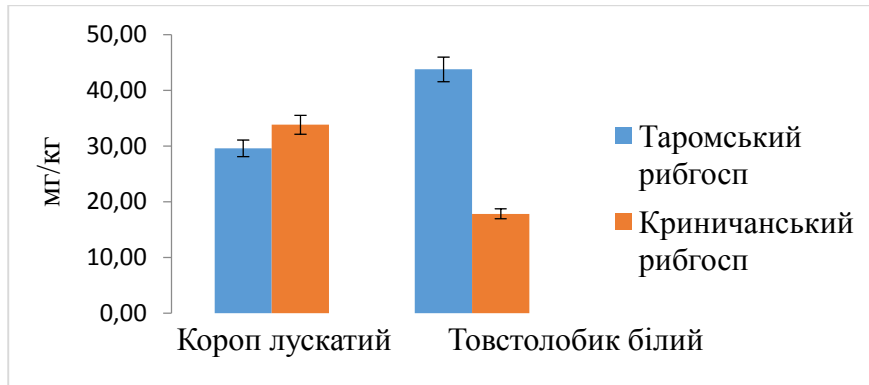


Рис. 5. Вміст ферума в тушках коропових риб досліджуваних господарств

Найбільший рівень ферума поміж одновікових риб обох рибгоспів був виявлений у молоді товстолобика Таромського господарства, який у 2,4 рази перевищував рівень ферума в товстолобика Криничанського рибного господарства. Вміст ферума в молоді лускатого коропа Таромського рибгоспу був на 21,5 % більше в порівнянні з коропом Криничанського господарства.

Значення цинку для організму риб зумовлене його участю в регуляції багатьох ланок обміну речовин у складі цинковмісних ферментів. Найбільша потреба риб у цинку відмічена в період

інтенсивного росту та статевого дозрівання [12]. Оскільки цинк входить до складу багатьох ферментів, його надлишок або нестача призводять до порушення всіх функцій ферментативних систем і пригнічення функціонального стану різних бар'єрних апаратів організму риб [10].

У Таромському рибгоспі найвищий вміст цинку був встановлений у коропа, це у 2,4 рази більше в порівнянні з товстолобиком. У Криничанському рибгоспі найбільша концентрація цинку була виявлена в товстолобика, вона на 18,6 % перевищувала концентрацію цинку в коропа (рис. 7).

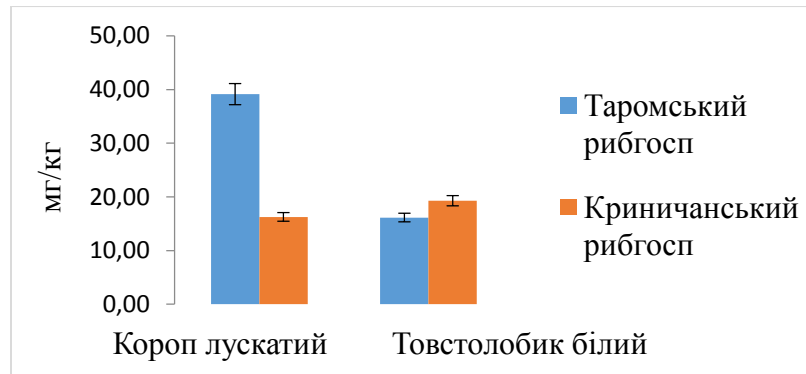


Рис. 6. Вміст цинку у тушках коропових риб досліджуваних господарств

Найбільший рівень вмісту цинку поміж досліджуваних рибгоспів відзначали у лускатого коропа Таромського господарства та був у 2,4 рази більше, ніж у такого ж коропа Криничанського рибгоспу. Вміст цинку в тушці товстолобика Криничанського господарства був більшим на 19,6 % в порівнянні з одновіковими особинами Таромського рибгоспу.

Проаналізувавши отримані дані, можна вибудувати ряд зменшення важких металів за їх концентрацією в організмі молоді риб:

Таромський рибгосп:

Короп лускатий:

$Zn > Fe > Pb > Cu > Mn > Cd$;

Товстолобик білий:

$Fe > Zn > Mn > Pb > Cu > Cd$.

Криничанський рибгосп:

Короп лускатий:

$Fe > Zn > Mn > Pb > Cu > Cd$;

Товстолобик білий:

$Zn > Fe > Mn > Pb > Cu > Cd$.

Висновки і перспективи. Отже, в організмі молоді риб досліджуваних рибгоспів активно накопичувалися такі есенціальні елементи як Fe і Zn, які необхідні для нормального росту й розвитку організму. Мінімальний вміст важких металів був встановлений для Cd. Така картина є нормою для зростаючої риби. Це явище пояснюється інтенсивною акумуляцією в організмах риб елементів, які беруть активну участь у перебігу фізіологічних процесів.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу токсикантів різного походження на морфобіологічні показники коропових риб, що зумовлює доцільність їх продовження з використанням риб різного віку, що вирощуються у Дніпропетровській області. Крім того, отримані результати можуть сприяти ефективному науковому забезпеченню розвитку аквакультури регіону.

Список використаних джерел

1. Антоняк Г. Л., Сологуб Л. І., Снітинський В. В., Бабич Н. О. Залізо в організмі людини і тварин: біохімічні,

імунологічні та екологічні аспекти: монографія. Львів, 2006. 310 с.

2. Врублевська Т., Най А., Бонішко О., Добрянська О. Накопичення важких

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

металів в організмі прісноводних риб водного басейну Добротвірської теплоелектростанції. *Вісник Львівського університету*. 2017. № 58. С. 225–230.

3. Грициняк І., Янович Д., Бех В. Вплив неесенціальних елементів (ртуть, миш'як) на організм лососевих (*Salmonidae*) риб (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2015. № 3. С. 18–33.

4. Коваль В. Вплив йонів міді на морфологічні показники коропа лускатого різного віку. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2013. № 2(55). С. 74–77.

5. Колесник Н. Вплив важких металів на харчову цінність коропа і товстолобика в умовах інтенсивного вирощування. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 1. С. 100–104.

6. Колесник Н. Розподіл важких металів серед компонентів прісноводних екосистем (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 3. С. 35–54.

7. Мельник А., Курганський С., Власова Н., Михайленко Н. Вміст та розподіл важких металів в органах і тканинах промислових видів риб Київського водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 1. С. 93–99.

8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод: колект. моногр. / за наук. ред В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.

9. Мислива Т. Важкі метали і мікроелементи в органах й тканинах представників іхтіофауни малих річок Житомирського Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. № 1(53). С. 22–34.

10. Мурадова Г., Абдуллаев В., Чалаева С., Курбанова С. Сравнительное изучение хронического воздействия ионов кадмия и свинца на динамику активности супероксиддисмутазы в тканях сеголеток карпа. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2016. №6. С. 28–32.

11. СОУ 05.01–37–385:2006. Стандарт організацій України. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. [Чинний від 2007-11-01]. Вид. офіц. Київ, 2006. 14 с.

12. Янович Д., Янович Н. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2014. № 2 (59). С. 345–372.

13. Khayatzaheh J., Abbasi E. The effects of heavy metals on aquatic animals: The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University (Mashad Branch, Iran, 26-28 April 2010.) Mashad Branch, 2010. P. 688–694.

14. Sfakianakis D. G., Renieri E., Kentouri M., Tsatsakis A M. Effect of heavy metals on fish larvae deformities. *Environmental Research*. 2015. Vol. 137. P. 246–255.

15. Underwood, E.J., Suttle, N.F. The Mineral Nutrition of Livestock. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 614 с.

References

1. Antoniuk, H. L., Solohub, L. I., Snitynskyi, V. V., Babych, N. O. (2006). Zalizo v orhanizmi liudyny i tvaryn: biokhimichni, imunolohichni ta ekolohichni aspekty [Iron in humans and animals: biochemical, immunological and environmental aspects]. Lviv, Ukraine: Science, 310.

2. Vrublevska T., Nai A., Bonishko O., Dobrianska O. (2017). Nakopychennia vazhkykh metaliv v orhanizmi prysnovodnykh ryb vodnoho baseinu Dobrotvirskoi teploelektrostantsii [Accumulation of heavy metals in the body of freshwater fish of the water basin of Dobrotvir thermal power plant]. Bulletin of Lviv University, 25, 225–230.

3. Hrytsyniak I., Yanovych D., Bekh V. Vplyv. (2016). Vplyv neesentsialnykh elementiv (rtut, mysh'iak) na orhanizm lososevykh (*Salmonidae*) ryb (ohliad) [Effect of non- essential elements (mercury, arsenic) on salmonids (*Salmonidae*) (review)]. Fishing science of Ukraine, 3, 18–33.

4. Koval V. (2013). Vplyv yoniv midi na morfolohichni pokaznyky koropa luskatoho riznoho viku [The impact of copper ions on morphological parameters of carp in uneven-

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

aged groups]. Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series: Biology, 2(55), 74–77.

5. Kolesnik N. (2012). Vplyv vazhkykh metaliv na kharchovu tsinnist koropa i товстолобика в умовakh intensyvnogo vyroshchuvannya [Effect of heavy metals on food value of the carp and silver carp]. Fishing science of Ukraine, 1, 100–104.

6. Kolesnyk N. (2014). Rozpodil vazhkykh metaliv sered komponentiv prysnovodnykh ekosystem (ohliad) [Distribution of heavy metals among the components of freshwater ecosystems (review)]. Fishing science of Ukraine, 3, 35–54.

7. Melnyk A., Kurhanskyi S., Vlasova N., Mykhailenko N. (2009). Vmist ta rozpodil vazhkykh metaliv v orhanakh i tkanynakh promyslovykh vydiv ryb Kyivskoho vodoshkovyshcha [The contents of heavy metals in fabrics and bodies of fishes of the kiev reserve]. Fishing science of Ukraine, 1, 93–99.

8. Romanenko, V.D. ed. (2006). Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevykh vod [Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevykh vod]. Kyiv: LOHOS, 408.

9. Myslyva T. (2016). Vazhki metaly i mikroelementy v orhanakh y tkanynakh predstavnykiv ikhtiofauny malykh richok Zhytomyrskoho Polissia [Heavy metals and microelements in organs and tissues of representatives of ichthyofauna of small rivers of Zhytomyr Polissia]. Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University, 1(53), 22–34.

10. Muradova G., Abdullayev V., Chalaeva S., Kurbanova S. (2016). Sravnytelnoe yzuchenye khronycheskoho vozdeistviya yonov kadmyia y svyntsa na dynymyku aktyvnosti superoksyddysmutazy v tkaniakh seholetok karpa [Comparative studying the of chronic influence of cadmium and lead ions on superoxide dismutase dynamics activity in tissues of carp fingerlings]. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 6, 28–32.

11. Standard of organizations of Ukraine. Water of fishery enterprises. General requirements and norms, SOY 05.01–37–385:2006 (2006).

12. Yanovych D., Yanovych N. (2014). Rol mikroelementiv u zhyttiedialnosti stavkovykh ryb [Trace elements role in pond fishes vital functions]. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies., 2(59), 345–372.

13. Khayatzadeh J., Abbasi E. (2010). The effects of heavy metals on aquatic animals. Proceeding of 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University. Applied Informatics. Mashad Branch (Iran), 688–694.

14. Sfakianakis D. G., Renieri E., Kentouri M., Tsatsakis A M. (2015) Effect of heavy metals on fish larvae deformities. Environmental Research. (137), 246 –255. doi.org/10.1016/j.envres.2014.12.014

15. Underwood, E.J., Suttle, N.F. (1999). The Mineral Nutrition of Livestock. Wallingford: CABI Publishing, 614.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕГОЛЕТКАХ РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

П. А. Корженевская, Т. С. Шарамок, О. Н. Маренков

Аннотация. Целью исследования было определение особенностей накопления тяжелых металлов (Pb, Cd, Mn, Cu, Fe, Zn) в молоди карповых рыб в условиях прудовых хозяйств Днепропетровской области.

Объектом исследований были сеголетки чешуйчатого карпа и белого толстолобика, которые выращивались в Таромском и Криничанском рыбхозах. Содержание тяжелых металлов в воде прудов и тушках рыб определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на спектрофотометре CI115-M1.

Корженевська П. О., Шарамок Т. С., Маренков О. М.

Результаты исследования показывают, что содержание Pb и Fe в воде прудов обоих рыбных хозяйств не превышало ПДК (СОУ, 2006). Содержание Cd в воде Криничанского рыбхоза превышало ПДК в 2 раза. В воде Таромского рыбхоза уровень содержания Mn был в 3 раза выше ПДК. Уровень содержания Zn в обоих рыбхозах превышал допустимые концентрации почти в 3 раза. Концентрация Cu превышала ПДК в воде прудов Таромском рыбхоза в 5 раз, а Криничанского - в 14 раз.

Анализ содержания тяжелых металлов обнаружил некоторые особенности их распределения и накопления в тканях молоди карповых рыб исследуемых прудов. Сравнительный анализ данных выявил, что в тушках одновозрастных рыб наибольшая концентрация тяжелых металлов принадлежала Fe и Zn, наименьшая - Cd. Полученные результаты могут способствовать эффективному научному обеспечению развития аквакультуры региона и могут быть использованы для дополнительной оценки качества и общего состояния рыбопосадочного материала карповых рыб.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, молодь рыб, карп, белый толстолобик, рыбное хозяйство*

CONTENT OF HEAVY METALS IN TSYOGORYCHK FISHERY OF DNIPROPETROVSK REGION

P. O. Korzhenevskaya, T. S. Sharamok, O. N. Marenkov

Abstract. *The aim of the study was to determine the characteristics of the accumulation of heavy metals (Pb, Cd, Mn, Cu, Fe, Zn) in young carp fish in ponds of Dnipropetrovsk region.*

The object of research was this year's scaly carp and silver carp, which were grown in the Tarom and Krynychany fisheries. The concentration of heavy metals in the samples was determined on an atomic absorption spectrophotometer C115-M1.

The results of toxicological study of water show that the content of Pb and Fe in both fish farms was within the maximum allowable concentrations (SOU, 2006). The content of Cd in the water of the Krynychany fish farm was 2 times higher than the maximum concentration limit, and the level of Cd concentration in the water of the Tarom pond was within the norms. The level of Zn content in both fish farms exceeded the maximum allowable concentrations by almost 3 times. The concentration of Cu exceeded the MPC in the water of both studied farms: in Tarom farm 5 times, in Krynychansky – 14 times. In the water of the Tarom fish farm the level of Mn content was 3 times higher than the MPC.

Comparative analysis of the data revealed that in the carcasses of the same-age fish of the studied farms the highest concentration of heavy metals belonged to Fe and Zn, the lowest – Cd. The obtained results can contribute to the effective scientific support of the development of aquaculture in the region and can be used to further assess the quality and general condition of carp fish stock.

Key words: *heavy metals, juveniles, carp, silver carp, fishery*

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ РОЗЧИНЕНИХ У ВОДІ НАФТОПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ВІДХОДАМИ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ В СЕРЕДОВИЩІ РОСЛИННИХ ПАР

О. С. МАЛИШЕВСЬКА, кандидат технічних наук

Івано-Франківський національний медичний університет

E-mail: o16r02@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.002>

Анотація. *Актуальність.* Вирішено дві екологічно небезпечні проблеми – забруднення води нафтопродуктами та зростання полімерної упаковки в частці побутових відходів.

Мета – гігієнічно обґрунтувати можливості застосування сорбентів, які виготовлені з побутових полімерних відходів з одночасним нанесенням на їх поверхню екологічно безпечних рослинних ПАР, для вилучення нафтопродуктів із води. *Завдання:* дослідити можливість використання екологічно безпечних ПАР із рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води; встановити можливість використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти; сконструювати установку для виділення нафти з нафто-водяної суміші.

Методи та методики: гігієнічні, фізико-хімічні, флотаційний метод нафтовилучення розчиненої нафти у воді, фотометричний метод визначення кількості нафти у воді за ГОСТ 17.1.4.01-80.

Результатами досліджень встановлено, що перероблені відходи із полімерної упаковки можна застосовувати для очистки стічних вод від розчинених нафтопродуктів.

Висновки. Найвищий ступінь вилучення розчинених нафтопродуктів у воді отримано для механічно перероблених полімерних відходів упаковки із ПВХ на поверхню яких нанесено рослинну ПАР із Мильнянки лікарської. Флотаційну очистку сорбентами з відходів полімерної упаковки провели з додаванням в очищувану суміш рослинної ПАР. Ступінь очистки досягла для ПВХ 90,1 %.

Ключові слова: очищення води сорбентами, очищення води від нафти, переробка полімерів, нафтові сорбенти, сорбенти з полімерів, нафтовилучення

Актуальність. Скільки існує людство, стільки ж актуальною залишається проблема відходів, які воно продукує. Нами здійснено спробу одночасно вирішити дві екологічно небезпечні проблеми – забруднення води нафтопродуктами та зростання полімерної упаковки в

частці побутових відходів. З одного боку – забруднення довкілля нафтопродуктами є одним із найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на довкілля. У водоймах, забруднених нафтою, залежно від концентрації вуглеводнів у воді, гине доросла риба, ікра,

Малишевська О. С.

личинки й молодь риби на поверхні води й в мілких водоймах. Зоопланктон у забрудненій водоймі гине повністю. Встановлено, що лише 1 г нафти вбиває все живе в 1 м³ води [1].

З іншого – в Україні майже 90 % звалищ побутових відходів вичерпали свій ресурс з приймання відходів, а частка полімерів у побутових відходах у 2020 році сягнула 11,8 % від загальної маси побутових відходів, за об'ємом – 55-65 %. Тобто, це основний вид відходів за об'ємами вивезення на звалища та, водночас, це потужна, практично безкоштовна сировинна база з чіткою динамікою щорічного приросту [2].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Відомо, що полімерні відходи можуть вбирати незначну кількість нафтопродуктів (від 1,4 до 1,6 г/г) залежно від виду полімеру. Для збільшення нафтоємності полімера, крім збільшення його питомої поверхні (наприклад, нарізка на волокна) на поверхню наносять поверхнево-активні речовини (ПАР), які покращують адгезію полімеру до нафтопродукту і, тим самим, збільшують сорбцію полімеру. Механічна обробка поверхні полімеру не має негативного екологічного впливу на довкілля, на відміну від ПАР, які активно переходять із поверхні полімеру у вологий ґрунт і воду та викликають забруднення. Однак, відмова від

нанесення на поверхню полімеру ПАР робить полімерні сорбенти малоефективними, економічно та екологічно недоцільними у зв'язку із необхідністю застосування їх у великих кількостях. Крім того, після їх використання постає нова проблема – високотоксичні відходи, котрі потребують утилізації. На нашу думку, одним із варіантів вирішення цієї проблеми є застосування ПАР із рослинної сировини. На території України, враховуючи масштаби поширення, значним потенціалом рослинних ПАР володіють: уся трав'яниста частина і коріння мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis* L) та плоди кінського каштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*).

Методи вилучення нафтопродуктів із води поділяють на такі види:

1. Механічний, за допомогою пристроїв, оснащених сепараторами і ваннами для відстоювання води, що забруднена нафтою [3-5];

2. Адгезія нафти на поверхні твердих речовин, виготовлених у вигляді ременів або циліндрів, які обертаються [6];

3. Розпилювання на забрудненій поверхні води розплавленого парафіну або розчину полівінілу, у яких після охолодження твердне нафта й суміш видаляється механічним способом [7, 8];

4. Застосуванням синтетичних водо-відштовхуючих пористих

Малишевська О. С.

матеріалів, які здатні сорбувати нафту, наприклад, дерев'яних ошурок, активованого вугілля, торфу, полістиролу [9, 10];

5. Застосування подрібненої поліуретанової піни, котра здатна поглинути в 100 разів більше нафти, ніж її власна маса [11, 12];

6. Використання диспергентів, які переводять нафтову плівку в емульсію, після чого її очищають від нафти біохімічним способом [13, 14];

7. Видалення нафти із поверхні води за допомогою мікроорганізмів родів *Calanus*, *Penicillium*, *Candida* [15, 16];

8. Обробка забрудненої нафтою поверхні води сапропелем із додаванням органічного розчинника, який містить вищі жирні кислоти [13,16].

Кожен із вище наведених методів заслуговує уваги та універсальних поміж них немає. На нашу думку, найбільш перспективним є розробка сорбентів на основі синтетичних біологічно інертних матеріалів, наприклад, полімерних побутових відходів, які здатні сорбувати нафту.

Мета та завдання дослідження.

Проведені дослідження ставили за мету гігієнічно обґрунтувати можливості застосування сорбентів, які виготовлені з побутових полімерних відходів з одночасним нанесенням на їх поверхню екологічно безпечних рослинних ПАР, для вилучення нафтопродуктів із води.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання:

1. Дослідити можливість використання екологічно безпечних ПАР із поширеної в Україні рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води.

2. Встановити можливість використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти.

3. Дослідити можливість збільшення нафтовилучення сорбентами із вторинної полімерної сировини із відходів упаковки за допомогою їх механічної активації та нанесення на поверхню сорбенту рослинних ПАР.

4. Сконструювати установку для виділення нафти з нафто-водяної суміші.

Матеріали і методи дослідження Дослідження проводились із використанням: нафтовий шлами, рослинні ПАР на основі Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis* L), плодів кінського каштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*), відходи ПЕТФ (поліетилентерефталат) упаковки.

Методи досліджень: фотометричний, що реалізовано за допомогою фотоколориметру КФК – 2 за методикою відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [17]. За основу способу інтенсифікації нафтовилучення з води було взято метод флотаційної очистки води від нафти за допомогою ПАР [18],

Малишевська О. С.

за яким у водо-нафтову суміш вводять ПАР і насичують суміш повітрям, за такої умови відбувається спінювання суміші й нафта, «прилипаючи» до поверхні бульбашок ПАР, вимивається із води і переміщується на водну поверхню разом із піною. Після цього отриману піну видаляють із поверхні різними пристроями та способами.

Для дослідження процесу інтенсифікації нафтовилучення з води за допомогою рослинних ПАР відбирали 200 см³ водо-нафтової суміші й за ареометром визначили її густину. За наближеними розрахунками в суміші було 20 % нафти і для простоти подальших розрахунків обчислення кількості нафти почали визначати в об'ємних відсотках.

У якості диспергентів були використані два види природних ПАР: на основі трави та коріння мильнянки лікарської (ПАР 1); на основі плодів кінського каштану (ПАР 2). Для цього подрібнену рослинну сировину (20 г) заливали водою з температурою 70 °С (500 см³) та настоювали упродовж 15 хв., на водяній бані. У результаті одержали по 320 см³ розчину мильнянки та 295 см³ розчину плодів кінського каштану.

Після цього мірним циліндром відміряли 79 см³ дистильованої води, у яку додавали 1 см³ ПАВ, по черзі 1-го

і 2-го типу, та 20 см³ водо-нафтової суміші. З мірного циліндру отриману суміш розчинів виливали у фарфорову чашку і проводили змішування протягом 3 хв. із швидкістю обертання 1500 об/хв. Вимішану суміш наливали в бюретку 1 створеного нами лабораторного пристрою (рис. 1), де за допомогою акваріумного насоса 2, спінювали одержаний розчин упродовж 3 хв. висхідним потоком повітря, що регулювався краном 3. Утворена піна концентрувалася у верхній частині, з якої потім відбирали зразки на аналіз, які досліджували на фотоколориметрі КФК – 2.

Результати досліджень та їх обговорення. Для визначення кількості нафти в розчині використали метод калібрувального графіку, що ґрунтується на зменшенні потоку світла при проходженні через розчин нафти; дослідження проводили на фотоколориметрі КФК – 2. Для цього готували серію водо-нафтових розчинів із відомою концентрацією нафти у них і знаходили висоти полярографічних хвиль (Е). Потім будували графік концентрація – висота полярографічної хвилі. Після побудови калібрувального графіка за величиною висоти полярографічної хвилі, встановленою дослідним шляхом, знаходили концентрацію нафти в суміші.

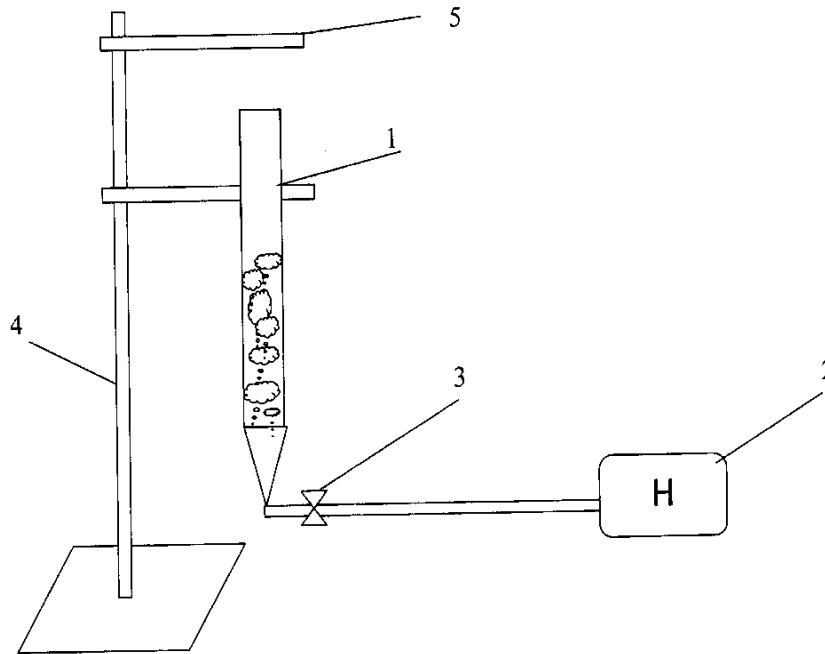


Рис. 1. Схема пристрою для видалення нафти з водо-нафтових сумішей.

1 – бюретка; 2- насос; 3- кран; 4- штатив; 5- штатив, на який підвішувалися зразки адсорбентів.

Було приготовано серію розчинів із різним співвідношенням ПАР у них та нафто-водяній суміші зі шламосховища. Експериментально, у процесі спінювання розчинів, було знайдено оптимальне співвідношення між об'ємом води та розчином ПАР - 8 : 1. Тобто 8 частин води ($71,1 \text{ см}^3$) та 1 частина розчину ПАР ($8,9 \text{ см}^3$) та 20 см^3 нафто-водяної суміші. Вихідна концентрація нафти в досліджуваній суміші складала $3,36 \text{ мг/дм}^3$.

Дослідний розчин в об'ємі $0,03 \text{ см}^3$ переносили мірну колбу об'ємом 100 см^3 , доливали до мітки дистильовану воду і заповнювали кювету для виміру кількості нафти у відібраному зразку. Отриманні середні значення відповідали точкам

на графіку, які визначали значенням концентрації нафти у розчині

Результат виявився значно меншим, ніж передбачалося: концентрація нафти після очистки за допомогою ПАР 1 складала $2,27 \text{ мг/дм}^3$, для ПАР 2 – $2,88 \text{ мг/дм}^3$. Наприклад, у порівнянні з найбільш екологічною ПАР лауретсульфат натрієм ступінь нафтовилучення була меншою у 2,6 рази, тобто самі лише рослинні ПАР погано очищували водо-нафтову суміш від нафти.

На наступному етапі нашого експерименту для покращення вилучення нафти з водо-нафтової суміші ми використали в якості збирача пластинки виготовлені з перероблених відходів упаковок із гладкою і шорсткою поверхнями.

Малишевська О. С.

Розміри пластинок становили 1 см × 10 см.

Додавши рослинні ПАР і провівши флокуляцію упродовж 3 хв., по черзі опускали в отримані розчини по 3 пластинки з гладкою поверхнею, а потім із шорсткою. Поверхню було створено шляхом попередньої активації в механічному ріжучому пристрої з абразивними стінками [17].

Після цього, для порівняння, брали 3 гладких пластинки після змочення їх у ПАР 1 чи ПАР 2 та висушування. Після цього опускали у розчини рослинних ПАР попередніх експериментів. Те ж саме робили з 3 шорсткими пластинками. Отримані результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Зміна концентрації нафти в водо-нафтовій суміші в залежності від виду ПАР і полімеру та поверхні сорбенту

Поверхня сорбенту	Концентрація нафти після нафто вилучення в водо-нафтовій суміші, мг/дм ³							
	ПЕТФ		ПВХ		ПП		ПЕ	
	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2
Гладка (без ПАР на поверхні)	1,063	1,775	0,891	1,512	0,943	1,612	1,0816	1,829
	1,032	1,724	0,882	1,494	0,9196	1,575	1,058	1,789
	1,054	1,732	0,901	1,487	0,939	1,577	1,081	1,791
Шорстка – механічно активована (без ПАР на поверхні)	0,658	1,547	0,562	1,302	0,586	1,399	0,674	1,586
	0,706	1,483	0,503	1,278	0,604	1,352	0,6769	1,536
	0,672	1,581	0,574	1,316	0,599	1,424	0,689	1,613
Гладка (оброблена ПАР)	0,767	1,487	0,656	1,268	0,684	1,351	0,787	1,533
	0,748	1,514	0,649	1,283	0,669	1,372	0,771	1,556
	0,756	1,492	0,646	1,275	0,6736	1,356	0,775	1,539
Шорстка – механічно активована (оброблена ПАР)	0,258	0,684	0,221	0,567	0,230	0,615	0,265	0,697
	0,277	0,653	0,237	0,556	0,247	0,593	0,284	0,673
	0,243	0,672	0,218	0,552	0,229	0,603	0,258	0,683

Для порівняння отриманих результатів із відповідними ГДК розраховано ступінь та відсоток очистки водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинної ПАР і

поверхні полімерного сорбенту (рис. 2, 3).

Результатом застосування механічно перероблених відходів полімерної упаковки під час флотації

Малишевська О. С.

є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в середовищі ПАР 1 із: ПЕТФ в 2,2 рази, ПВХ - в 2,5 рази, ПП - 2,4 рази, ПЕ – 2, 1 рази; в середовищі ПАР 2 із: ПЕТФ в 1,6 рази, ПВХ - в 1,9 рази, ПП – 1,8 рази, ПЕ – 1,6 рази;

Додаткова механічна активація відходів полімерної упаковки

збільшує вилучення нафти, під час флотації, із водо-нафтової суміші в якій присутні рослинні ПАР: для ПЕТФ у 3,4 рази з ПАР 1 і в 1,9 рази з ПАР 2; для ПВХ у 4,3 рази з ПАР 1 і в 2,22 рази з ПАР 2; для ПП у 3,8 рази з ПАР 1 і в 1,6 рази з ПАР 2; для ПЕ в 3,3 рази з ПАР – 1 і в 1,8 рази з ПАР – 2.

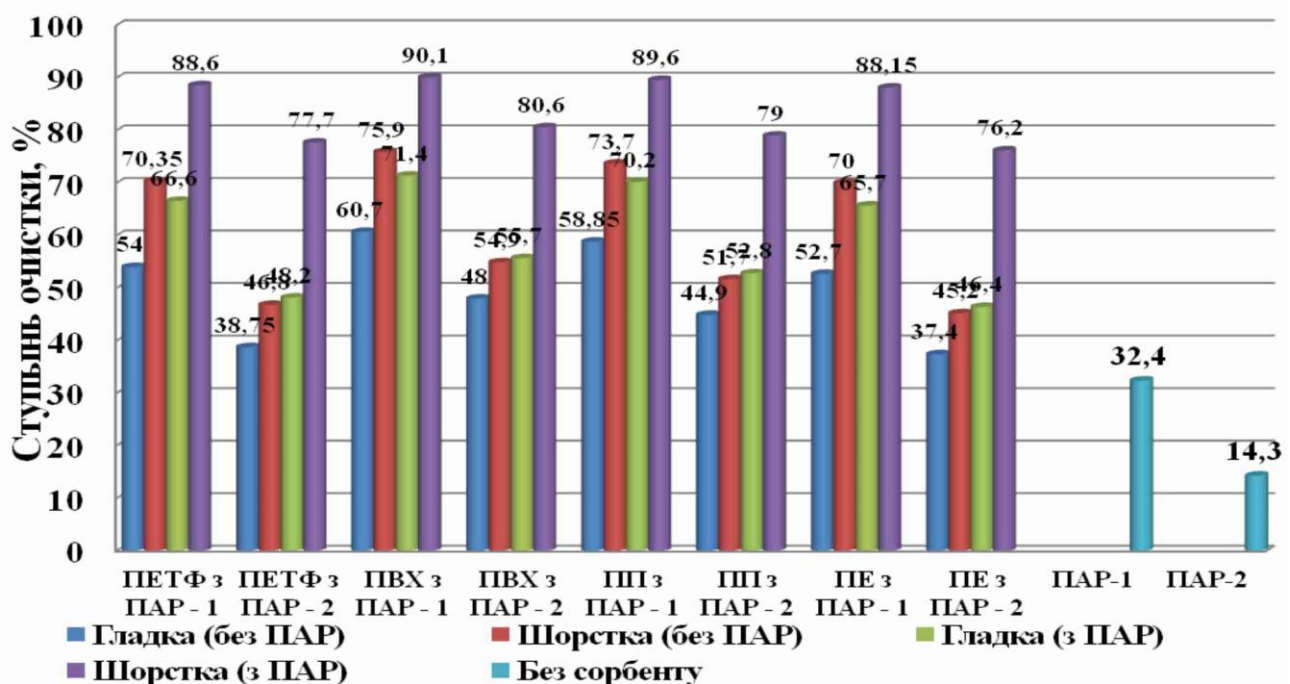


Рис. 2 Відсоток вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

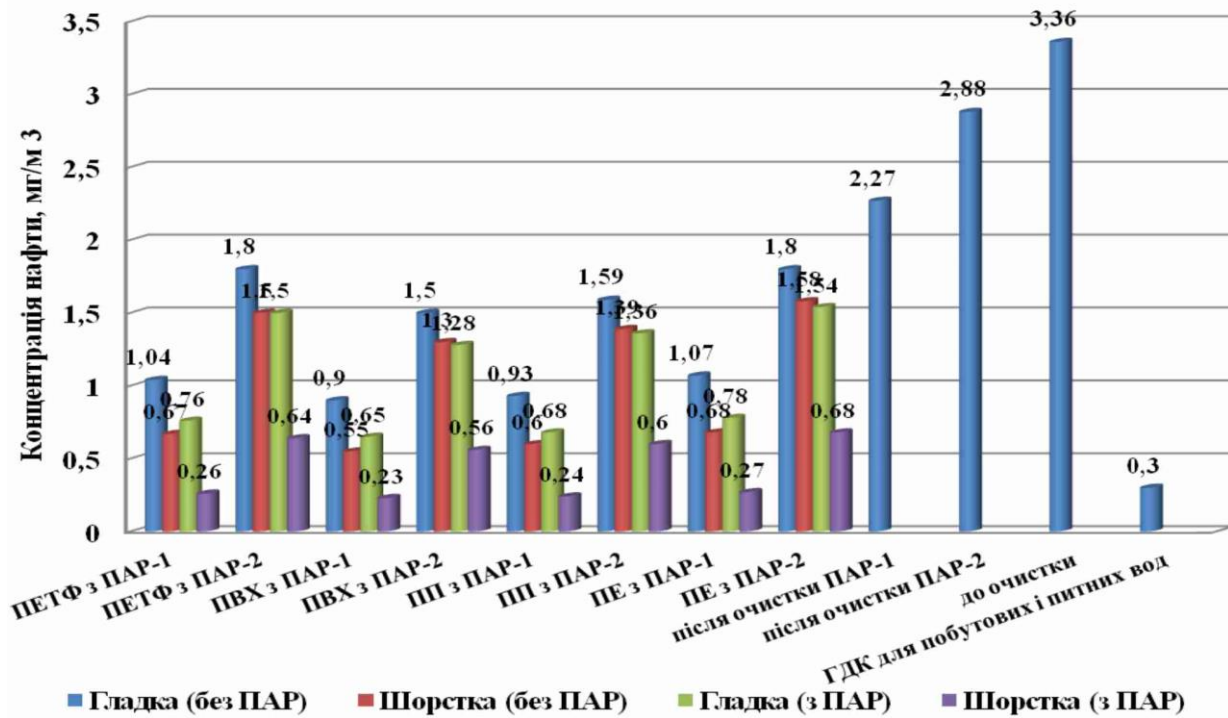


Рис. 3 Ступінь вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

Нанесення на поверхню механічно активованих полімерних відходів розчину ПАР 1 значно збільшує кількість вилученої нафти із водо-нафтових сумішей під час флотації в середовищі ПАР 1: для ПЕТФ у 8,8 раза (на 88,6 %) до 0,243 мг/дм³, що в 1,15 раза нижче гранично допустимої концентрації нафти у воді питного та побутового призначення; для ПВХ відходів в 9,9 раза (на 90,1 %) до 0,218 мг/дм³, що в 1,3 раза нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПП відходів в 9,5 раза (на 89,6 %) до 0,229 мг/дм³, що в 1,25 рази нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПЕ відходів в 8,4 раза (на 88,15 %) до 0,258 мг/дм³, що в 1,1 раза нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Сконструйовано просту лабораторну установку для флотаційного виділення нафти з нафто-водяної суміші за допомогою ПАР. Ефективність очистки водо-нафтових сумішей установкою за допомогою рослинних ПАР із одночасним застосуванням сорбентів із полімерних механічно активованих відходів, поверхня яких вкрита рослинною ПАР, збільшує ступінь очистки водо-нафтових сумішей установкою до 90,1 %

2. Встановлено, що застосування піноутворювача з Мильнянки звичайної під час флотаційного розділення водо-нафтових сумішей, дозволяє вилучити до 32,4 % нафти з сумішей. ПАР з Мильнянки лікарської є екологічно безпечним та

Малишевська О. С.

достатньо ефективним диспергентом, тому її можна рекомендувати для інтенсифікації очищення забрудненої розчиненою нафтою води.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення сорбційних матеріалів на основі переробленої сировини з полімерної побутової упаковки з нанесенням на їх поверхню рослинних ПАВ. Крім

Список використаних джерел

1. James G. Speight. Pollution prevention. *Natural Water Remediation*. Butterworth-Heinemann. 2020. P. 305-336.
2. <http://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/the-future-of-pouch-packaging-to-2021>
3. Feng L., Zhang Z. et al. A superhydrophobic and super oleophilic coating mesh film for the separation of oil and water. *Angew. Chem.* 2004. V. 116. P. 2046–8.
4. Deng D., Prendergast D. P., MacFarlane J. [et al.] Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices *ACS. Appl. Mater. Interfaces*. 2013. V. 5. P. 774–81.
5. Zhang L. Wu, J., Wang B. Li. Mechanical and oildurable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation. *J. Colloid Interface Sci.* 2014. V. 413. P. 112–7.
6. MacDonald I. R., Kammen D. M., Fan M. Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge. *Environ. Res. Lett.* 2014. V.9.1250-06.
7. Мальований М. С. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими сорбентами. *Екологія довкілля та БЖД*. 2007. № 4. С. 61 - 65.
8. Prince R. C. Oil spill dispersants: boon or bane? *Environ. Sci. Technol.* 2015. V. 49. P. 6376–84.
9. Mapelli, F., Scoma, A., Michoud, G., Aulenta, F., Boon, N., Borin, S., Kalogerakis, N., and Daffonchio, D., 2017. Biotechnologies for Marine Oil Spill Cleanup: Indissoluble Ties with Microorganisms. *Trends in Biotechnology*, 35 (9), 860–870.
10. Pin Song, Meiling Wang, Jun Di, Jun Xiong, Sirui Zhao, Zheng Li. Reusable

цього, залучення відходів у якості сировини є економічно та соціально привабливим, як для виробництва, для якого вони є практично невичерпною (враховуючи масштаби утворення та тенденцію до щорічного зростання) та безкоштовною сировиною, так і для суспільства в цілому.

Graphitic Carbon Nitride Nanosheet-Based Aerogels as Sorbents for Oils and Organic Solvents. *ACS Applied Nano Materials*, 2020, 3 (8), 8176-181.

11. Zanini, M., Lavoratti, A., Lazzari, L. K., Galiotto, D., Pagnocelli, M., Baldasso, C., and Zattera, A. J., 2017. Producing aerogels from silanized cellulose nanofiber suspension. *Cellulose*, 24 (2), 769–779.

12. Мареппамов А. М., Азизов А. А., Алосманов Р. М., Керимова Э. С., Буниятзаде И. А. Использование полимеров в качестве сорбентов. *Молодой учёный*. 2015. № 4 (84). С. 23-29.

13. R. Wahi, L. Chuah, T. Choong et al. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: an overview. *Sep. Purif. Technol.* 2013. V. 113. P. 51 – 63.

14. Annunciado, TR., Sydenstricker, TH., Amico, SC. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills *Mar. Pollut. Bull.* 50, 1340–6.

15. Bhushan B. Biomimetics-Bioinspired Hierarchicalstructured Surfaces for Green Science and Technology 2nd edn (Switzerland: Springer). 2016.

16. Yang X., Chen S., Zhang R. Utilization of two invasive free-floating aquatic plants (*Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes*) as sorbents for oil removal. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. V. 21. P. 781–6.

17. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М., Брик М. Т. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник; за заг. ред. А.К. Запольського. Київ: Лібра, 2000. 552 с.

18. ДСТУ ISO 7875-1:2012. Якість води. Визначення поверхнево-активних речовин.

Малишевська О. С.

Частина 1. Метод визначення вмісту аніонних поверхнево-активних речовин вимірюванням індексу метиленового блакитного (МБАР) (ISO 7875-1:1996, IDT + ISO 7875-1:1996/Cor 1:2003, IDT). С. 9/

19. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. Опубл. 10.12.2014. Бюл. №23, 8 с.

References

1. James G. Speight. Pollution prevention. *Natural Water Remediation*. Butterworth-Heinemann. 2020. P. 305-336. doi:10.1016/B978-0-12-803810-9.00009-7.
2. <http://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/the-future-of-pouch-packaging-to-2021>
3. Feng L., Zhang Z., Mai Z. [et al.] A superhydrophobic and super oleophilic coating mesh film for the separation of oil and water. *Angew. Chem.* 2004. V. 116. P. 2046–8. doi: 10.1002/anie.200353381.
4. D. Deng, D. P. Prendergast, J. MacFarlane [et al.] Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices *ACS. Appl. Mater. Interfaces*. 2013. V. 5. P. 774–81. doi: 10.1021/am302338x.
5. Zhang L. Wu, J., Wang B. Li. Mechanical and oil-durable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation. *J. Colloid Interface Sci.* 2014. V. 413. P. 112–7. doi: 10.1016/j.jcis.2013.09.028.
6. MacDonald, IR., Kammen, DM., Fan, M. (2014). Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge *Environ. Res. Lett.* V.9 P.12-9. doi: 10.1088/1748-9326/9/12/125006
7. Malovanyj, MS. (2007). Purification of water from oil products by natural and modified sorbents [Ochyshchennia vody vid naftoproduktiv pryrodnymy ta modyfikovanyymy sorbentamy]. *Ecology of the environment and safety of life.* 4, 61-65.
8. Prince R. C. Oil spill dispersants: boon or bane? *Environ. Sci. Technol.* 2015.V. 49. P. 6376–84/ doi: 10.1021/acs.est.5b00961.
9. Mapelli, F., Scoma, A., Michoud, G., Aulenta, F., Boon, N., Borin, S., Kalogerakis, N., and Daffonchio, D., 2017. Biotechnologies for Marine Oil Spill Cleanup: Indissoluble Ties with Microorganisms. *Trends in Biotechnology*, 35 (9), 860–870. doi: 10.1016/j.tibtech.2017.04.003.
10. Pin Song, Meiling Wang, Jun Di, Jun Xiong, Sirui Zhao, Zheng Li. Reusable Graphitic Carbon Nitride Nanosheet-Based Aerogels as Sorbents for Oils and Organic Solvents. *ACS Applied Nano Materials* 2020, 3 (8), 8176-181. doi.org/10.1021/acsanm.0c01592
11. Zanini, M., Lavoratti, A., Lazzari, L. K., Galiotto, D., Pagnocelli, M., Baldasso, C., and Zattera, A. J., 2017. Producing aerogels from silanized cellulose nanofiber suspension. *Cellulose*, 24 (2), 769–779. Doi/ 10.1007/s10570-016-1142-4
12. Magerramov, AM., Azizov, A.A., Alosmanov, R.M., Kerimova, E.S., Buniyatzade, I.A. (2015). The use of polymers as sorbents [Ispolzovanie polimerov v kachestve sorbentov]. *Young scientist.* 4 (84), 23-29.
13. R. Wahi, L. Chuah, T. Choong [et al.]. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: an overview. *Sep. Purif. Technol.* 2013. V. 113. P. 51 – 63. doi.org/10.1016/j.seppur.2013.04.015
14. Annunciado, TR., Sydenstricker, TH., Amico, SC. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills *Mar. Pollut. Bull.* 50, 1340–6. doi: 10.1016/j.tifs.2005.07.003.
15. Bhushan B. *Biomimetics-Bioinspired Hierarchicalstructured Surfaces for Green Science and Technology 2nd edn* (Switzerland: Springer). 2016. doi.org/10.1063/PT.3.3696
16. Yang X., Chen S., Zhang R. Utilization of two invasive free-floating aquatic plants (*Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes*) as sorbents for oil removal. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. V. 21. P. 781–6. doi: 10.1007/s11356-013-2232-6.
17. Zapolsky AK, Mishkova-Klimenko NA,. Astrelin IM, Brick MT etc. *Physico-chemical bases of sewage treatment technology: [Fizyko-khimichni osnovy tekhnolohiyi ochyshchennya stichnykh vod]*. Textbook; for general ed. A.K. Zapolsky. Kyiv: Libra, 2000. 552 p. (Ukraine).
18. ISO 7875-1:2012. Water quality - Determination of surfactants - Part 1: Methods for determination of anionic surfactants by

Малишевська О. С.

measurement of the methylene blue index (MBAS). P. 9.

19. Malyshevska, O. S., Melnyk, O. D. (2014). Method of processing waste

polyethylene terephthalate (PET) bottles: Patent of Ukraine. B29B 17/00. N 94992; published. 10.12.2014, N 23.

ESTIMATION OF EFFICIENCY REMOVAL OF OIL PRODUCTS DISSOLVED IN WATER BY PROCESSED WASTE OF POLYMER PACKAGING IN THE MEDIUM OF VEGETABLE SURFACTANTS

O. S. Malyshevska

Abstract. Introduction. Two environmentally hazardous problems have been resolved - water pollution by oil products and the growth of polymer packaging as a component of household waste.

The goal is to assess the possibility of using sorbents made from household polymeric packaging waste. To evaluate the efficiency of application of vegetable surfactants to the surface of polymeric waste to extract oil products from water.

Objectives: to study the prospects of using surfactants from plant raw materials to increase the release of oil products from water; to establish the suitability of using secondary polymer raw materials from packaging waste for the sorption of oil products; design a plant for separating oil from a mixture of water and oil.

Methods and methodical: hygienic, physicochemical, flotation method of oil sorption of dissolved oil in water, photometric method for determining the amount of oil in water.

Results. It has been established that recycled waste from polymer packaging can be used to purify wastewater from dissolved petroleum products.

Conclusions.. The best degree of water purification from oil products was achieved for mechanically processed polymeric waste of PVC packaging, on the surface of which a vegetable surfactant from medicinal soap was applied. Flotation cleaning using sorbents from polymer packaging wastes was carried out with the addition of a vegetable surfactant to the mixture to be cleaned. The degree of purification reached 90.1 % for PVC.

Key words: water purification by sorbents, water purification from oil, polymer processing, oil sorbents, sorbents from polymers, oil recovery

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ В ВОДЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТАННЫМИ ОТХОДАМИ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ В СРЕДЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПАВ

О. С. Малышевская

Аннотация. Актуальность. Решены две экологически опасные проблемы - загрязнение воды нефтепродуктами и рост полимерной упаковки как составляющей бытовых отходов.

Цель - обосновать возможность применения сорбентов, изготовленных из бытовых полимерных отходов упаковки с одновременным нанесением на их поверхность экологически безопасных растительных ПАВ, для извлечения

Малишевська О. С.

нефтепродуктов из воды. Задачи: исследовать возможность использования экологически безопасных ПАВ из растительного сырья для увеличения извлечения нефтепродуктов из воды; установить возможность использования вторичного полимерного сырья из отходов упаковки, как сорбентов нефти; сконструировать установку для выделения нефти из нефте-водной смеси.

Методы и методики: гигиенические, физико-химические, флотационный метод нефтеизвлечения растворенной нефти в воде, фотометрический метод определения количества нефти в воде по ГОСТ 17.1.4.01-80.

Результатами исследований установлено, что переработанные отходы из полимерной упаковки можно применять для очистки сточных вод от растворенных нефтепродуктов.

Выводы. Наивысшая степень очистки воды от нефтепродуктов была достигнута для механически переработанных полимерных отходов упаковки из ПВХ на поверхность которых нанесено растительное ПАВ из мыльнянки лекарственной. Флотационную очистку с помощью сорбентов из отходов полимерной упаковки провели с добавлением в очищаемую смесь растительного ПАВ. Степень очистки достигла для ПВХ 90,1 %.

Ключевые слова: *очистка воды сорбентами, очистки воды от нефти, переработка полимеров, нефтяные сорбенты, сорбенты из полимеров, нефтеизвлечение*

**ВИМІРЮВАННЯ ВМІСТУ РОЗЧИНЕНОГО У ПРІСНІЙ ВОДОЙМІ
КИСНЮ****Ю. Г. ПІЛЬКЕВИЧ**, начальник відділу*Київський національний університет будівництва і архітектури*

E-mail: knuba2415452@gmail.com

Г. М. РОЗОРИНОВ, доктор технічних наук, професор*Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"*

E-mail: hnroz@ukr.net

Т. М. ТКАЧЕНКО, доктор технічних наук, професор*Київський національний університет будівництва і архітектури*

E-mail: tkachenkoknuba@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.003>

Анотація. Класичні методи і засоби контролю параметрів біоти прісних водойм мають низку істотних недоліків, до яких належать: несистематичність контролю інформаційно важливих параметрів; низька точність контролю параметрів; великий обсяг ручних операцій; необхідність знання математичних основ методу; погана інтерпретація результатів; необхідність використання допоміжного обслуговуючого персоналу.

Недоліки відомих методів можуть бути усунені під час автоматизованого способу отримання й обробки інформативних параметрів біоти прісних водойм.

Розроблена структурна схема процесу отримання відібраних для аналізу параметрів біоти і переважний алгоритм їх обробки.

Показано, що найбільш зручним для збору масового матеріалу про вміст розчиненого кисню у водоймі являється оптичний метод. Зіставлення синхронних вимірів оптичним і електрохімічним датчиками показало істотне заниження вмісту розчиненого кисню електрохімічним датчиком у порівнянні з оптичним. Оптичний метод виміру вмісту розчиненого у воді кисню ґрунтований на знаходженні часу й інтенсивності флуоресценції чутливої мембрани по емпіричному співвідношенню. Молекули розчиненого кисню зменшують час і інтенсивність флуоресценції мембрани, створеної з ретельно підібраних хімічних елементів. Абсолютна концентрація може бути визначена після лінеаризації і термокомпенсації, що виконується за допомогою вбудованого датчика температури води.

Ключові слова: біота, кисень, оптичний датчик, прісна водойма, екологічний стан

Актуальність. Для життя риб і інших водних тварин особливо велике значення має розчинений у воді кисень. Кисень частково проникає у

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М. воду з атмосфери, частково виділяється в самій водоймі в результаті життєдіяльності рослинних організмів. За допомогою хлорофілу зелені рослини витягають із вуглекислого газу необхідний для побудови живої речовини вуглець, виділяючи в навколишній простір кисень. Цей процес фотосинтезу протікає завдяки енергії сонячних променів тільки у світлий час доби. Проникненню кисню у воду з атмосфери сприяють вітер, течії, атмосферні опади, різкі зміни температури й інші причини, що посилюють перемішування шарів води.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Частина розчиненого у воді кисню витрачається на дихання тварин, але особливо багато цього газу витрачається на окислення органічних речовин, які поступово мінералізуються за участю бактерій [1, 2].

За значного зменшення кількості розчиненого у воді кисню фізіологічний стан риб погіршується. Коли кисню залишається зовсім мало, виникає замор, і риби гинуть від задухи. З числа ставкових риб найбільш чутлива до браку кисню форель. Менш чутливий короп (він іноді переносить навіть повне, але короткочасне зникнення розчиненого кисню). Легко переносить брак кисню карась, що виживає навіть, в таких водоймах, де вміст кисню падає взимку майже до нуля [3].

У водоймах, сильно забруднених органічними речовинами, вода яких до того ж багата солями сірчаної кислоти (сульфатами), може з'явитися, отруйний для риб і інших водних тварин газ – сірководень. Він виникає лише за браком кисню за участю особливих бактерій.

Вуглекислий газ накопичується в результаті дихання водних організмів, а головне – у результаті окислення органічних речовин. Тому надлишок вуглекислого газу свідчить про значне забруднення водойми органічними речовинами.

Кислотність або активну реакцію води зазвичай виражають в умовних одиницях (негативний логарифм концентрації іонів водню), означаючи її латинськими буквами рН. Коли реакція води нейтральна, тоді величина рН дорівнює 7; вода з лужною реакцією має рН більше 7, а з кислою – менше 7. Для цілей рибоводів краще всього використати воду з нейтральною або слаболужною реакцією (рН 7–8), в крайньому випадку – із слабокислою реакцією (рН 6–7).

Кількість органічних речовин зазвичай оцінюється за так званою окислюваністю води, яка показує, скільки міліграм кисню необхідно витратити в строго певних умовах на руйнування органічних речовин, поміщених в 1 л води. Саме по собі підвищення окислюваності води безпечно для риби, а до відомих меж навіть корисно, оскільки водночас

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.
 зазвичай збільшується продуктивність водойм. Органічні речовини, які утворюються в самій водоймі, або заносяться в нього стоками з полів, садиб, або виділяються птахами, тваринами, людиною, містять деякі елементи і з'єднання, необхідні для розвитку усіх живих істот. До числа таких елементів належать насамперед азот і фосфор. Достаток органічних речовин, що містять ці елементи, забезпечує розвиток водних тварин і рослин. Але коли органічних речовин накопичується надто багато, тоді різко погіршується кисневий режим водойми аж до виникнення умов замору.

Метою роботи є аналіз параметрів біоти прісних водойм, у тому числі вимірювання вмісту розчиненого у прісній водоймі кисню та створення умов покращення її екологічного стану.

1. Характеристика видів риб

Види риб		Природна кормова база	Рибопродуктивність, кг/га
	Білий товстолобик	Фітопланктон (рослинний)	300
	Строкатий товстолобик	Зоопланктон (тваринний)	100
	Короп	Бентос (донні організми)	200
	Білий амур	Водна рослинність	100
	Судак	Дрібна риба	100

Методи. У риб за місцем мешкання і відношенню до навколишніх умов виділяють такі екологічні групи: прісноводні прохідні, солоноватоводні й морські. Прісноводні риби (близько 8,3 тис. видів) усе життя проводять у прісній воді. Поміж них виділяють:

– реофільні, що мешкають у текучій воді (форель, харіус, маринка);

– лімнофільні, що віддають перевагу стоячим водоймам (карась, лин, червонопірка);

– загальнопрісноводні, такі, що мешкають, як в стоячій, так і в текучій воді (осетер, щука, окунь, плітка, густера, синець).

У внутрішніх водоймах формування поголів'я вирощуваної риби в основному складається з таких видів, як білий і строкатий товстолобик, короп, білий амур, судак (табл. 1, 2).

2. Характеристика карпа

Карп – основний об'єкт ставкового рибництва		
	Лускатий	Теплолюбна риба, добре росте за температури 22–29°C. Харчується донними організмами і штучними кормами. Розмножується за температури 16–20°C. Дозріває у віці 4–5 років. Плодючість 450–900 тис. ікринок. Максимальна довжина тіла 100 см, маса 20 кг (до 45 кг). Карп мінливий за формою тіла, забарвленням, характером лускатого покриву. Порівняно зі звичайним типом (лускатий) можуть бути розкиданими, лінійними і голими.
	Розкиданий	
	Лінійний	
	Голий	

Кисень у водоймах утворюється за рахунок фотосинтезу мікроводоростей у денний час, а вночі усі живі організми його інтенсивно поглинають. У ставковому господарстві і у басейнах, де містяться риби, бажано застосовувати штучну аерацію води. Вміст розчиненого у воді кисню залежить від її температури. Так, за температури 1°C рівноважні концентрації кисню у воді складають 14,3 мг/л, за 5°C – 12,8; за 10°C – 11,3; за 15°C – 10,0; за 20°C – 9,0; за 25°C – 8,2 і за 30°C – 7,4 мг/л. За температури води, близької до замерзання, рівень насиченості киснем у два рази вище, ніж за 30°C. В умовах дефіциту кисню знижується виживаність і швидкість зростання молоді риб.

Водна маса у водоймі не однорідна по глибинах і по площах, застійні зони можуть сильно відрізнятися від областей з високою проточністю. Як показує статистика,

близько 90 % усіх випадків загибелі риби в рибгоспах викликано порушеннями кисневого режиму, 5 % є наслідком токсикозу, і 5 % викликане захворюваннями. Концентрація кисню в природних водоймах зазвичай коливається протягом доби. Найнижчий вміст – рано вранці, коли рослини у водоймі ще не почали виробляти кисень, а запаси його за ніч скоротилися.

Найбільш чутливі до кисню холодноводні риби: лососеві, сигові, осетрові, а також окунь, судак, інші хижі риби. Найменш вимогливі – карась, лин, короп. Зона фізіологічного комфорту для більшості видів риб – від 70 % до 100 % від нормального насичення. Якщо вміст кисню нижчий, риба гірше росте, менш продуктивно використовує корми, знижується її фізіологічна активність.

Усі риби також чутливі до змін температури. Температура води

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М. сприймається рибами за допомогою терморецепторів (вільних нервових закінчень), розташованих у поверхневих шарах шкіри. Невеликі відхилення в температурі води можуть змінити шляхи міграцій і терміни нересту риб. Кісткові риби здатні розрізняти перепади температур у $0,4^{\circ}\text{C}$. У більшості риб температура тіла близька до температури довкілля і на $0,5 - 1^{\circ}\text{C}$ вище за температуру води.

Класичні методи і засоби контролю параметрів біоти прісних водойм мають низку істотних недоліків [4]:

- несистематичністю контролю інформаційно важливих параметрів;
- низькою точністю контролю параметрів;

- великим об'ємом ручних операцій;
- необхідністю знання математичних основ методу;
- поганою інтерпретуємістю результатів;
- необхідністю використання допоміжного обслуговуючого персоналу.

Результати. Недоліки відомих методів можуть бути усунені при автоматизованому способі отримання і обробки інформативних параметрів біоти прісних водойм [5, 6].

На рис. 1 показана структурна схема процесу отримання відібраних для аналізу параметрів біоти і переважний алгоритм їх обробки.

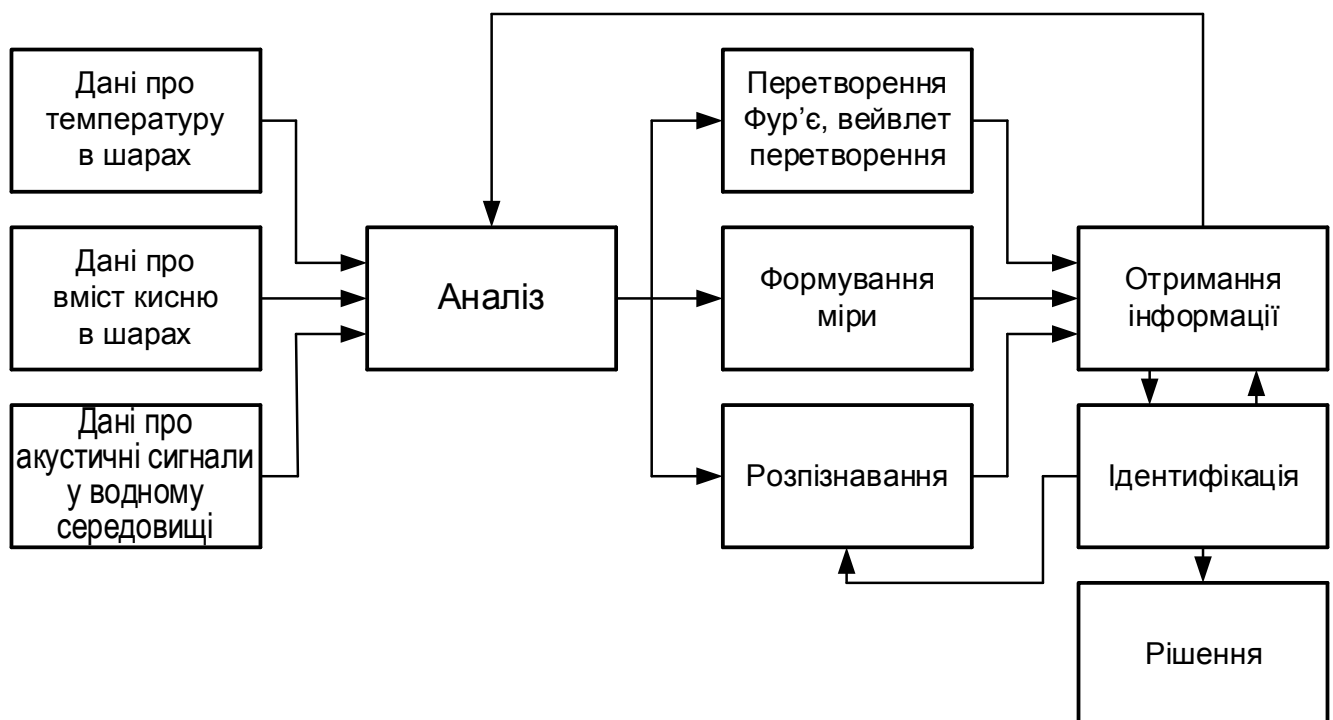


Рис. 1. Загальна схема моніторингу стану біоти водойми

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.

У процесі моніторингу виділяють завдання обробки даних, власне завдання отримання інформації і завдання управління процесом виміру і видачі рекомендацій на управління біотою водойми.

Найбільш зручним для збору масового матеріалу щодо вмісту розчиненого кисню у водоймі являється оптичний метод. Зіставлення синхронних вимірів оптичним і електрохімічним датчиками показало істотне заниження вмісту розчиненого кисню електрохімічним датчиком у порівнянні з оптичним [7]. Водночас кращою збіжністю з методом Винклера характеризувалися результати вимірів саме оптичним датчиком.

Оптичний метод виміру вмісту розчиненого у воді кисню

грунтований на знаходженні часу і інтенсивності флуоресценції чутливої мембрани по емпіричному співвідношенню. Молекули розчиненого кисню зменшують час і інтенсивність флуоресценції мембрани, створеної з ретельно підібраних хімічних елементів. Якщо у пробі води немає молекул кисню, то час і інтенсивність флуоресценції максимальні. Якщо розчинений кисень є присутнім поблизу чутливого елементу, то час і інтенсивність флуоресценції стає менше. Тобто параметри флуоресценції обернено пропорційні концентрації розчиненого кисню. Співвідношення між парціальним тиском розчиненого кисню зовні датчика й часом або інтенсивністю флуоресценції чутливого шару визначається рівнянням Штерна-Фольмера [8]:

$$\frac{I_0}{I} = 1 + k_q \tau_0 [Q] = 1 + K_{\text{дин}} [Q], [Q],$$

де I_0, I – інтенсивність флуоресценції у відсутність і у присутності молекул O_2 , k_q – коефіцієнт "гасіння", τ_0 – час флуоресценції чутливого шару, $[Q]$ – концентрація "гасителя", $K_{\text{дин}} [Q]$ – константа "гасіння".

Проте, рівняння Штерна-Фольмера не строго лінійно за високих значеннях концентрації кисню, тому коригується в сучасних приладах. Погрішність методу складає 1% в діапазоні від 0 до 200% насичення води киснем.

Разом з тим відсутні відомості про розподіл концентрації кисню у водних шарах по глибині водойми, що не дає змогу охарактеризувати його кисневий режим. Завдання ускладнюється у зв'язку з впливом безлічі чинників, а також характером водообміну, у тому числі наявністю ґрунтових, джерельних вод, вітру, тощо.

Для побудови підсистеми кисневого режиму з урахуванням експертних оцінок фахівців досить контролювати розчинений кисень в

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М. трьох місцях: по площі водойми і в двох точках по глибині, а саме: на відстані 20...25 см від поверхні і 50...100 см від дна водойми. Водночас також можна поставити вимоги до точності датчика температури. Абсолютна похибка має бути не більше 0,1°C.



Як датчик розчиненого кисню раціонально обрати високоточний датчик типу 3830 (рис. 2). Базуючись на оптичних принципах, датчик дає змогу забезпечити тривалі безперервні вимірювання з високою стабільністю й точністю на глибинах до 6000 м.



Рис. 2. Загальний вигляд датчика розчиненого кисню 3830

Датчик дає змогу контролювати вміст кисню у водоймах, де насиченість киснем має відповідати таким вимогам:

- у мілководних прибережних районах зі значною наявністю водоростей;
- у затоках або інших районах з обмеженим обміном водних мас;
- у водоймах рибоводів;
- у районах демпінгу промислових відходів або породи в результаті днопоглиблювальних робіт.

Оптичний датчик розчиненого кисню 3830 базується на здатності

деяких речовин до динамічного гасіння флуоресценції. Флуоресцентним індикатором є спеціальна платиново–порфірин система, вмонтована в газопроникну мембрану, на яку впливає водна маса. Ця чутлива мембрана прикріплена до сапфірового віконця, що забезпечує оптичний доступ ззовні до системи вимірювань всередині водонепроникного титанового корпусу. Реєстрована в червоній області спектра інтенсивність випромінювання мембрани, що збуджується під впливом модульованого синього світла,

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.
залежить від кількості розчиненого
кисню (рис. 3).

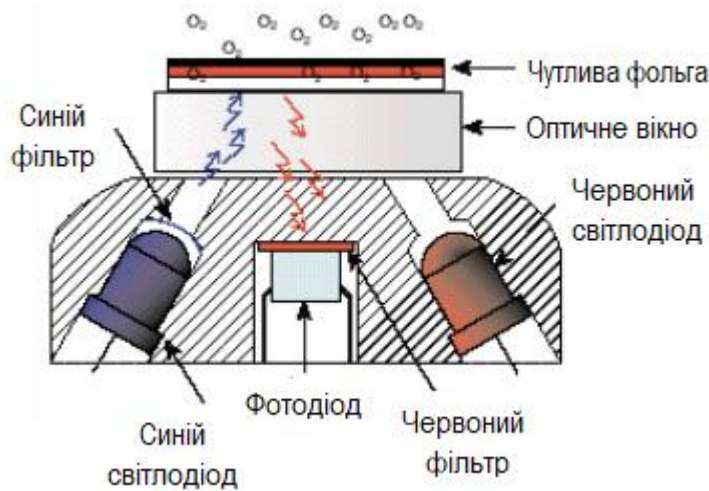


Рис. 3. Вимірювальна схема датчика розчиненого кисню 3830

Абсолютна концентрація може бути визначена після лінеаризації й термокомпенсації, що виконується за допомогою вбудованого датчика температури води.

Висновки:

1. Наведені екологічні групи риб за місцем мешкання і відношенню до навколишніх умов.

Список використаних джерел

1. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации: монографія. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

2. Водяницький О.М., Потрохов О.С., Зінковський О.Г. Репродуктивні властивості краснопірки за дії екологічних чинників. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія "Біологія"*. 2015. Вип. 3/4 (64). С. 96–99.

3. Водяницький О.М., Прімачов М.Т., Гриневич Н.Є. Вплив температурного та кисневого режимів водного середовища на виживаність та розвиток коропових риб. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Біологія, біотехнологія, екологія*. 2016. Вип. 234. С. 70–78.

4. Хижняк М.І., Євтушенко М.Ю. Методологія вивчення угруповань водних

2. Розроблена структурна схема процесу отримання відібраних для аналізу параметрів біоти й переважний алгоритм їх обробки.

3. Обґрунтований вибір датчиків кисню для прісних водойм, що забезпечує тривалі безперервні вимірювання з високою стабільністю й точністю.

організмів: навчальний посібник. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2014. 269 с.

5. Соломичев Р.И. Разработка математической модели измерителя. *Известия Южного федерального ун-та. Технические науки*. 2013. №5 (142). С. 75 – 96.

6. Ларин В.Ю., Ларина Е.Ю., Савицкая Я.А., Розоринов Г.Н., Федоров Е.Е., Чичикало Н.И. Концепции профессионального проектирования приборов и систем: учебник: в 2-х книгах. Книга 1. Киев: Кафедра, 2016. 468 с.

7. Эдельштейн К.К. Гидрология озер и водохранилищ: монографія. Москва: Перо, 2014. 399 с.

8. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. Пер. с англ. Москва: Мир, 1986. 496 с.

References

Пилькевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.

1. Shitikov, V.K., Rozenberg, G.S., Zinchenko, T.D. (2003). Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii [Quantitative hydroecology: methods of system identification]. Toliyatti, Russia: IEVB RAS, 463.

2. Vodyanitskiy, O.M., Potrokhov, O.S., Zin'kovskiy, O.H. (2015). Reproduktyvni vlastyivosti krasnopirky za diyi ekologichnykh chynnykiv [Reproductive properties of redeye for the actions of ecological factors]. The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: biology, 3/4 (64), 96–99.

3. Vodyanitskiy, O.M., Primachov, M.T., Hrynevych, N.E. (2016). Vplyv temperaturnogo ta kysneвого rezhymiv vodnogo seredovyshcha na vyzyhanist' ta rozvytok koropovykh ryb [Influence of temperature and oxygen conditions of water environment on survivability and development of carp fishes]. Scientific bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine . Series: Biology, biotechnology, ecology, 234, 70–78.

4. Khyzhnyak, M.I., Yevtushenko, M.Yu. (2014). Metodologiya vyvchennya ugrupovan' vodnykh organizmiv [Methodology of study of groupments of water organisms]. Kyiv, Ukraine: Ukrainian phytosociological center, 269.

5. Solomichiev R.I. (2013). Razrabotka matematicheskoy modeli izmeritelya [Development of mathematical model of measuring device]. Izvestiya SFedU. Engineering Sciences, 5 (142), 75–96.

6. Larin V.Yu., Larina E.Yu., Savitskaya Ya.A., Rozorinov H.N., Fedorov E.E., Chichikalo N.I. (2016). Kontseptsii professional'nogo proektirovaniya priborov i sistem [Conceptions of the professional planning of devices and systems]. Book 1. Kyiv, Ukraine: Kafedra, 468.

7. Edel'shteyn K.K. (2014). Hidrologiya ozyer i vodokhranilishch [Hydrology of lakes and storage pools]. Moscow, Russia: Pero, 399.

8. Lakowicz J.R. (1986). Основы флуоресцентной спектроскопии [Principles of Fluorescence Spectroscopy]. Moscow, Russia: World, 496.

ИЗМЕРЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО В ПРЕСНОМ ВОДОЕМЕ КИСЛОРОДА

Ю. Г. Пилькевич, Г. Н. Розорінов, Т. М. Ткаченко

Аннотация. Классические методы и средства контроля параметров биоты пресных водоемов имеют ряд существенных недостатков, к которым относятся: несистематичность контроля информационно важных параметров; низкая точность контроля параметров; большой объем ручных операций; необходимость знания математических основ метода; плохая интерпретация результатов; необходимость использования вспомогательного обслуживающего персонала.

Недостатки известных методов могут быть устранены при автоматизированном способе получения и обработки информативных параметров биоты пресных водоемов.

Разработана структурная схема процесса получения отобранных для анализа параметров биоты и преимущественный алгоритм их обработки.

Показано, что наиболее удобным для сбора массового материала о содержании растворенного кислорода в водоеме является оптический метод. Сопоставление синхронных измерений оптическим и электрохимическим датчиками показало существенное занижение содержания растворенного кислорода электрохимическим датчиком по сравнению с оптическим. Оптический метод измерения содержания растворенного в воде кислорода

Пількевич Ю. Г., Розорінов Г. М., Ткаченко Т. М.

основан на нахождении времени и интенсивности флуоресценции чувствительной мембраны по эмпирическому соотношению. Молекулы растворенного кислорода уменьшают время и интенсивность флуоресценции мембраны, созданной из тщательным образом подобранных химических элементов. Абсолютная концентрация может быть определена после линеаризации и термокомпенсации, которая выполняется с помощью встроенного датчика температуры воды.

Ключевые слова: биота, кислород, оптический датчик, пресный водоем, экологическое состояние.

MEASURING THE CONTENT OF OXYGEN DISSOLVED IN A FRESHWATER RESERVOIR

Yu. H. Pil'kevych, H. M. Rozorinov, T. M. Tkachenko

Abstract. Classic methods and controls of biota parameters of fresh reservoirs have a row of substantial defects to that belong: systematic uncharacter of control of informatively important parameters; subzero exactness of parameters control; large volume of hand operations; necessity of knowledge of mathematical bases of method; bad interpretation of results; need to use support staff.

The shortcomings of known methods can be corrected with an automated way of obtaining and processing the informative parameters of fresh water biota.

A structural scheme of the process of obtaining the selected parameters of the biota and the preferential algorithm of their processing have been developed.

It is shown that the most convenient for collecting mass material about the content of dissolved oxygen in the reservoir is the optical method. Comparison of synchronous measurements by optical and electrochemical sensors showed a significant underestimation of the dissolved oxygen content by an electrochemical sensor compared to the optical one. The optical method of measuring the content of oxygen dissolved in water is based on finding the time and intensity of fluorescence of the sensitive membrane by empirical ratio. Molecules of dissolved oxygen reduce the time and the intensity of membrane fluorescence, created from carefully selected chemical elements. An absolute concentration can be determined after linearization and thermocompensation, which is performed with the help of a built-in water temperature sensor.

Keywords: biota, oxygen, optical sensor, fresh reservoir, ecological state

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ОЦІНКИ
ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РИЗИКУ ПРИ АВАРІЯХ ПІД ЧАС
ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЦЕЮ
ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНОГО ВАНТАЖУ**

Л. Я. МУНТЯН, кандидат технічних наук, доцент кафедри гігієни,
соціальної медицини, громадського здоров'я та
медичної інформатики Медичного інституту
E-mail: lili.muntyan@gmail.com

В. С. ЧЕРНО, доктор медичних наук, професор кафедри анатомії,
клінічної анатомії, оперативної хірургії, патоморфології
та судової медицини Медичного інституту
E-mail: cherno1965@gmail.com

Г. В. НЄПЄІНА, завідувач навчальної лабораторії неорганічної (медичної)
хімії кафедри фармації, фармакології, медичної, біоорганічної
та біологічної хімії Медичного інституту
E-mail: annanep.dan@gmail.com

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.004>

Анотація. Дана наукова стаття присвячена проблемі моделювання оцінки територіального ризику за аварій під час транспортування залізницею хімічно небезпечного вантажу. Моделювання здійснювалося методом просторово-часової оцінки територіального ризику в разі емісії шкідливих або хімічно небезпечних речовин під час експлуатації рухомого складу залізничного транспорту. Цей метод враховує ряд показників: рух джерела емісії, траєкторію руху складу, швидкість і напрямок вітру, режим викиду забруднювача з рухомого джерела емісії. Слід зазначити, що розроблені під час проведення дослідження моделі, мають широкий робочий діапазон. У статті також розглянуто питання оцінки ризику в разі емісії шкідливих і небезпечних речовин під час експлуатації рухомого складу залізничного транспорту. Отже, наведений у статті метод просторово-часової оцінки територіального ризику в разі емісії хімічно небезпечних речовин під час експлуатації залізничного транспорту базується на чисельному інтегруванні три- або двовимірних рівнянь масопереносу небезпечної речовини в атмосфері та використанні інформації про ймовірність реалізації тих чи інших метеоумов. Він дозволяє оцінювати територіальний ризик з урахуванням швидкості руху потяга, маршруту транспортування, інтенсивності емісії, хімічних перетворень домішки в атмосфері; отримати інформацію щодо динаміки зміни з часом територіального ризику в будь-якій точці розрахункової області.

Ключові слова: забруднення атмосфери, метеоумови, просторово-часова оцінка, територіальний ризик, аварійні викиди

Актуальність. У Національній доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2013 р. вказано, що основною метою розвитку транспортного сектора на найближчий період є модернізація транспортної інфраструктури й рухомого складу для забезпечення екологічності та енергоефективності транспортних процесів та безпеки перевезень на тлі конкурентоспроможності.

Під час функціонування залізничного транспорту відбувається емісія різних забруднюючих речовин в атмосферу [9, с. 52; 11, с. 119; с. 13, с. 21–23]. Джерела емісії забруднюючих речовин на залізничному транспорті розділяють на 2 основні класи – джерела, що рухаються, і стаціонарні джерела. Якщо розглядати емісію забруднюючих речовин від джерел, що рухаються, на залізничному транспорті, то з позиції оцінки рівня екологічної безпеки й охорони довкілля необхідно виділити два основні типи емісії [4, с. 16–18; 14, с. 26–28; 13, с. 31–32; 7, с. 35–37]: організована емісія (наприклад, викид продуктів горіння палива під час експлуатації тепловоза) та неорганізована емісія у разі надзвичайних ситуацій на етапі транспортування небезпечного вантажу (наприклад, розгерметизація цистерни), його завантаження, розвантаження.

У статті розглядається проблема саме неорганізованих викидів хімічно небезпечних речовин в атмосферу під час експлуатації рухомого складу залізничного транспорту. Перевезення залізничним транспортом небезпечних вантажів уже створює потенційну загрозу масштабного забруднення довкілля в разі надзвичайних ситуацій. На залізницях України аварії трапляються досить часто. Так, у 2014 р. в Україні сталося близько 50-ти аварій під час транспортування небезпечних вантажів. В «Аналітичному огляді стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік» [1, с. 16] вказано, що у 2017 р. на залізничному транспорті України сталося 686 транспортних подій, у яких 104 особи загинули та 80 отримали травми. Аналіз літературних даних показав, що головними причинами надзвичайних ситуацій під час транспортування залізничним транспортом хімічно небезпечних вантажів є: механічні пошкодження ємнісного устаткування; корозійна, теплова дія на ємнісне устаткування; розгерметизація запірної арматури, зварних з'єднань; потрапляння в ємнісне устаткування сторонніх речовин; втомні явища в металі, зварних елементах; дефекти устаткування; помилки під час проектування, виготовлення, монтажу, ремонту устаткування; відсутність оптимізації маршрутів

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

доставки хімічно небезпечних вантажів споживачеві; зіткнення потяга з автотранспортом на переїздах. До того ж особливістю останнього часу став ризик диверсій на об'єктах залізничного транспорту (наприклад, підривання колій).

Зазначимо, що в разі надзвичайних ситуацій під час транспортування залізничним транспортом хімічно небезпечних вантажів формуються великі зони забруднення, що поширюються далеко вглиб регіонів, прилеглих до залізниці. Можна виділити такі уражуючі чинники при надзвичайних ситуаціях під час транспортування хімічно небезпечних вантажів: хмара (шлейф) токсичних речовин; виникнення вогняної кулі; ударна хвиля.

Викиди вихлопних газів під час експлуатації низки засобів залізничного транспорту (магістральних і маневрових тепловозів) та у випадках надзвичайних ситуацій під час транспортування хімічно небезпечних вантажів є однією з головних причин перевищення допустимих концентрацій токсичних речовин і канцерогенів в атмосфері на примігстральній території [2, с. 211–214; 9, с. 51–55].

У разі емісії шкідливих і хімічно небезпечних речовин на транспорті необхідно вирішити такі завдання: оцінка масштабу забруднення; оцінка потенційного територіального ризику

(у разі потреби – індивідуального, колективного, соціального, екологічного ризиків); розробка заходів із захисту довкілля від забруднення [2, с. 211–214; 9, с. 51–55].

Для вирішення цих завдань, спираючись на сучасні підходи, необхідно розробляти математичні моделі, що максимально враховують особливості викиду шкідливих і небезпечних речовин на об'єктах залізничного транспорту, оскільки отримати рішення перерахованих завдань методом фізичного моделювання неможливо.

Очевидно, що в разі перевезення хімічно небезпечних речовин залізничним транспортом з'являється вкрай важливий аспект у галузі безпеки – відстань між коліями, районами станції й житловими або виробничими будівлями. Він пов'язаний з вимогою захисту, перш за все, населення, а також території від можливих небезпечних чинників, що виникають під час надзвичайних ситуацій. Саме тому тема даної статті є надзвичайно актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Емісія шкідливих і небезпечних речовин під час експлуатації засобів залізничного транспорту потребує створення й впровадження ефективних методів захисту довкілля. Проблемою розробки методів захисту атмосфери від забруднення займалися: Котляревський В. А., Забегаєва А. В.,

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

Беляєв Н. Н., Заказнов В. Ф.,
Купаєв В. І., Плахотник В.Н.,
Бойченко А. Н., Яришкіна Л. А.,
Берлов О. В., Захматов В. Д.,
Зеленько Ю. В., Машихіна П. Б.,
Соботович Е. В., Філімонова Г. П. та
інші вчені.

У разі організованих або неорганізованих викидів небезпечних речовин з'являється уражуючий чинник – концентрація забруднюючої речовини. Якщо концентрація перевищує ГДК, то виникає загроза здоров'ю людей – як персоналу, так і населенню. Під дією вітру й атмосферної дифузії відбувається перенесення забруднюючої речовини на примігстральну територію й поява цього уражуючого чинника вже на значній відстані від джерела емісії.

Виходячи із сучасних вимог, для прогнозу рівня забруднення атмосфери необхідно знати: розміри, інтенсивність зони забруднення (тобто поле концентрації шкідливої або хімічно небезпечної речовини); як змінюються розміри й інтенсивність зони забруднення з часом.

В Україні виконується дослідна робота з оцінки ризиків, зокрема в разі надзвичайних ситуацій різного характеру. На основі обробки статистичних матеріалів видається «Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні», у якій наводяться дані прогнозу виникнення надзвичайних ситуацій у країні на конкретний рік. Підходи до оцінки ризику в разі емісії

шкідливих і хімічно небезпечних речовин розробляли такі вчені: Алімов В. Т., Тарасова Н. П., Букі О. О., Квітковський Ю. В., Гринін А. С., Новіков В. Н., Ємельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А., Запорожець О. І., Машихіна П. Б., Меньшиков В. В., Швириєв А. А., Беляєв Н. Н., Гунько Е. Ю., Кириченко П. С., Мунтян Л. Я., Хміль Г. А., Швириєв А. А., Меньшиков В. В., Nasstrom J. S., Schutz M., Cohen M., Whalen T., Taylor T., Werner K. Graber, Fritz Gassmann.

Слід зазначити, що основним методом вирішення проблеми оцінки рівня екологічної безпеки в разі емісії шкідливих і хімічно небезпечних речовин є метод математичного моделювання. Однак в Україні існує дефіцит моделей, здатних відстежити динаміку формування зон забруднення атмосфери й поверхні землі з урахуванням особливостей викидів від залізничного транспорту. Дану проблематику розробляли Машихіна П. Б., Антошкіна Л. І., Беляєв Н. Н., Гунько Е. Ю., Берлов О. В., Філімонова Г. П., Басманов А. Е., Берлянд М. Е., Бруяцкий Е. В., Голинько В. І., Дранішніков Л. В., Стоєцький В. Ф., Заказнов В. Ф., Куршева Л. А., Пшинько А. Н., Машихіна П. Б., Рудаков Д. В., Светлічна С. Д., Несвижский Ф. А., Потанін А. П., Евенчик Н. С., Полянин А. Д., Вязмін А. В., Журов А. И.,

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

Зберовський А. В., Казенін Д. А., Степаненко С. Н., Волошин В. Г., Типцов С. В., Уорк К., Уорнер С., Шаталов А. А., Лисанов М. В., Швириєв А. А., Меньшиков В. В., а також зарубіжні вчені – Wanyu R. Chan, William W. Nazaroff, Phillip N. Price, Ashok J. Gadgil, Hanna S., Maria de Lurdes Dinis, Antonia Fluza та інші вчені. За кордоном активно розробляються чисельні моделі й CFD моделі (Computational Fluid Dynamics models – моделі обчислювальної гідродинаміки) для оцінки рівня екологічної безпеки: Julie Pulen, Jay P. Boris, Theodore Young, Gopal Patnaik, John Iselin, Y. Qu, M. Millez, L. Musson-Genon, B. Carrissimo, Gopal Patnaik, Michal Kisa, Ludovit Jelemensky, Jan Stopka, Nakayama H., Jurcakova K., Nagai H., Werner K. Graber, Fritz Gassmann та інші [6, с. 1–4; 10, с. 126–131; 12, с. 307].

У нормативній методиці з оцінки ризиків, прийнятій в Україні в 2002 р., у Розділі 6: «Визначення масштабів наслідків аварій», вказується, що необхідно моделювати аварії для оцінки можливих їх наслідків і оцінки ризику. Однак аналіз літературних джерел показав, що метод моделювання застосовується досить рідко, оскільки потребує побудови багатопараметричних, динамічних моделей впливу, розв'язання яких базується на застосуванні чисельних методів.

Мета. Метою даної наукової статті є висвітлення проблеми прогнозування зон ризику для мешканців прилеглої до місця аварії з хімічно небезпечними речовинами на залізничній колії території, визначення швидкості забруднення повітря на даній території та надання рекомендацій щодо евакуації цивільного населення.

Методи. Методи досліджень включають у себе аналітичні та експериментальні дослідження із використанням методів чисельного моделювання. Для програмної реалізації запропонованих чисельних моделей використовувалася мова FORTRAN.

При оцінці територіального ризику в разі аварійних ситуацій на залізничному транспорті, що супроводжуються емісією небезпечних речовин в атмосферу, було використано метод просторово-часової оцінки. Цей метод враховує такі чинники: ймовірне значення швидкості й напрямку вітру; інтенсивність емісії; час початку й кінця емісії; стан атмосфери; рух джерела емісії. Припускається, що ймовірність ініціувальної події (викид) $P=1$. Емісія небезпечних речовин в атмосферу за такої події породжує уражуючий чинник – концентрацію, різну на різній відстані від джерела викиду і за різної метеоситуації. Ще однією особливістю емісії забруднюючих речовин під час експлуатації

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

залізничного транспорту є те, що величина уражуючого чинника змінюється також і з часом, що зумовлено рухом джерела емісії. Різні значення цього уражуючого чинника зумовлює різну величину

небезпеки для людей на території, прилеглої до місця емісії.

Схематично порядок оцінки територіального ризику показано на рис. 1.

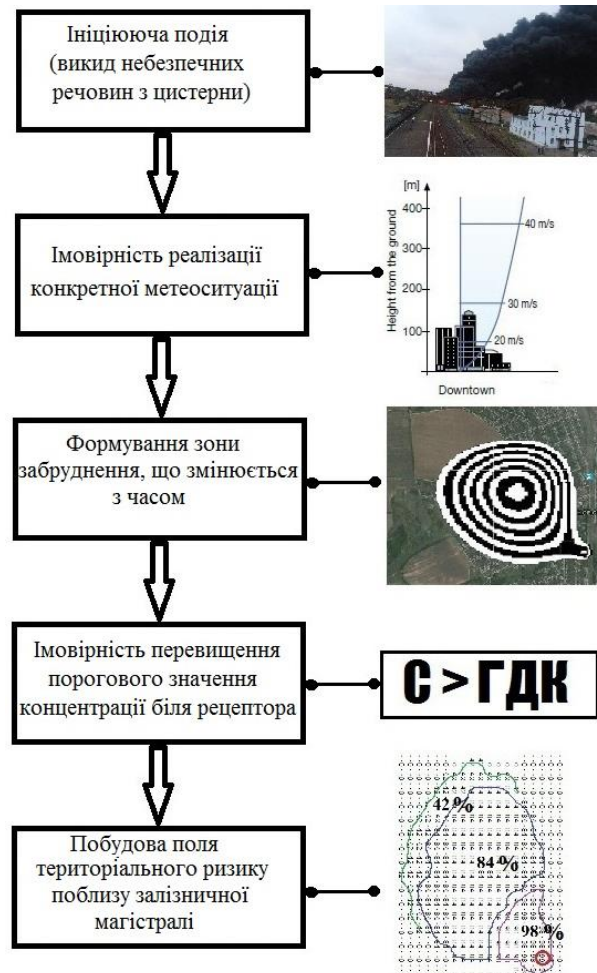


Рис. 1. Етапи оцінки територіального ризику методом моделювання

Результати. Розглянемо застосування методу просторово-часової оцінки територіального ризику для розв'язання конкретних ситуацій, пов'язаних з аварійним викидом хімічно небезпечних речовин під час транспортування залізницею (припускається, що ймовірність ініціувальної події (аварійний викид) $P=1$).

Задля прогнозу територіального ризику необхідно знати: потужність емісії небезпечної речовини; місце можливої аварії; сценарій метеорологічних ситуацій; концентраційне поле небезпечної речовини, яке формується для конкретної метеоситуації.

Отже розглянемо результати розв'язання конкретних ситуацій.

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

Оцінка територіального ризику була проведена на базі 3-D generic model «RISK».

Для моделювання був обраний регіон біля умовної залізничної станції (рис. 2), розміром 10 км×10 км. Припускається, що в разі надзвичайної ситуації впродовж

10 хв. на цій станції може статися витік аміаку інтенсивністю 25 кг/с. Через вказаний проміжок часу витік припиняється – наявний напівбезперервний викид. Припустимо, що склад рухається із швидкістю 4 км/год. протягом 5 хв., а потім зупиняється.



Рис. 2. Вигляд умовної розрахункової області (Google image)

Припустимо, що на станції в часовий період з 24⁰⁰ (07 грудня) по 18⁰⁰ (08 грудня) за даними метеопрогнозу впродовж 42 годин очікується південно-східний вітер зі швидкістю:

- у період з 24⁰⁰ по 18⁰⁰ (ніч – день) – 5 м/с;
- у період з 18⁰⁰ по 12⁰⁰ (вечір – ранок) – 6 м/с;
- у період з 12⁰⁰ по 18⁰⁰ (день) – 1 м/с.

Слід зазначити, що кожному погодному стану $P(W_i)$ відповідає конкретна зона забруднення, яка характеризується розмірами та концентрацією небезпечної речовини. Ймовірність реалізації конкретного погодного стану визначається за залежністю [8, с. 65–68; 10, с. 126–131]:

$$P(W_i) = N_{II} / T, \quad (1)$$

де N_{II} – кількість днів (годин), що відповідають відповідній метеоситуації; T – період спостережень (прогноз метеоситуації). Під певною метеоситуацією розуміється конкретне значення швидкості й напрямку вітру. Ця інформація може бути отримана виходячи з наявної бази спостережень за погодними умовами в конкретному регіоні або на основі прогнозів метеостанцій.

Таким чином, протягом 42 годин ймовірність реалізації кожної метеоситуації складає:

$$P(W_1) = \frac{18}{42} \cdot 100 = 42,85 \%;$$

$$P(W_2) = \frac{18}{42} \cdot 100 = 42,85 \%;$$

$$P(W_3) = \frac{6}{42} \cdot 100 = 14,3 \%.$$

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

Для оцінки потенційного територіального ризику необхідно оцінити ймовірність для кожної точки досліджуваного регіону, прилеглого до залізниці, опинитися під дією шлейфу (хмари) небезпечної

речовини. На рис. 3 схематично показана ситуація потрапляння реципієнтів А, В, С на примігистральній території під дію джерела емісії небезпечної речовини (наприклад, викид з цистерни).

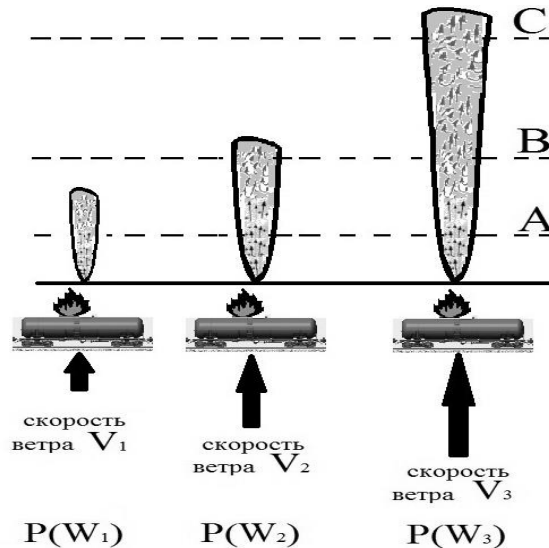


Рис. 3. Ймовірність появи зон ураження для різних метеоумов

Із рисунку 3 видно, що реципієнт, який розташований у точці А, потрапляє під вплив шлейфа небезпечної речовини за будь-якої метеоситуації. Реципієнт, який розташований у точці В, потрапляє під вплив шлейфа небезпечної речовини за метеоситуації $P(W_2)$, $P(W_3)$. Реципієнт, який перебуває в точці С, потрапляє під вплив шлейфа небезпечної речовини тільки при метеоситуації $P(W_3)$. Таким чином, реципієнт, розташований у точці С, перебуває на найбезпечнішій відстані. Виходячи з цих міркувань, можемо стверджувати, що ймовірність потрапляння якого-небудь реципієнта під дію шлейфа

небезпечної речовини можна визначити за залежністю:

$$P(W)_{\Sigma} = \sum_{i=0}^n P(W_i),$$

(2)

де $P(W)_{\Sigma}$ – сумарна

ймовірність усіх погодних станів, що відповідають цьому напрямку вітру, при якому реципієнт потрапив у зону впливу джерела емісії.

Таким чином, для розрахунку ймовірності опинитися в зоні ураження (тобто для оцінки величини територіального ризику) необхідно виконати розрахунки для конкретного реципієнта за формулою (2). Для розв'язання поставленої

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

задачі потрібно знати концентрацію небезпечної речовини в точці розташування конкретного реципієнта й наскільки ця величина перевищує деякий пороговий рівень (наприклад, ГДК або будь-яку іншу величину).

Отже, ми маємо оцінити територіальний ризик для цієї ситуації аварійного витоку небезпечної речовини на залізничній станції. Зазначимо, що розв'язання поставленої задачі здійснюється за двома етапами:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} + kC + \sigma C = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum q_i(t) \delta(x - x_i(t)) \delta(y - y_i(t)) \delta(z - z_i), \end{aligned} \quad (3)$$

де C – концентрація забруднювача в атмосфері; u, v, w – компоненти вектору швидкості руху повітряного середовища; w_s – швидкість гравітаційного осідання забруднювача; μ_x, μ_y, μ_z – коефіцієнти атмосферної турбулентної дифузії; k – коефіцієнт, що враховує вимивання домішки опадами; σ – коефіцієнт, що враховує хімічне розкладання домішки в атмосфері; $x_i(t), y_i(t), z_i$ – Декартові координати положення джерела емісії забруднювача; зауважимо, що тут

I етап – проводиться розрахунок концентраційного поля небезпечної речовини для конкретної метеоситуації $P(W_i)$;

II етап – проводиться розрахунок величини територіального ризику за залежністю (1) для кожної точки регіону з урахуванням заданого порогу концентрації.

Моделюючим рівнянням для розрахунку зон забруднення тут є рівняння масопереносу (3) [3, с. 20; 5, с. 45; 16, с. 42–47; 17, с. 14]:

врахований рух джерела емісії – його координати залежать від часу; $q_i(t)$ – інтенсивність емісії забруднювача, що залежить від часу; $\delta(x - x_i(t)) \delta(y - y_i(t)) \delta(z - z_i)$ – позначення дельта-функції Дірака.

На рис. 4 показана зона забруднення атмосфери на момент часу 10 хв. для метеоситуації, коли швидкість вітру дорівнює 1 м/с. На рисунку видно, що поблизу джерела емісії формується зона забруднення, яка охоплює житлові забудови, прилеглі до станції (I етап).

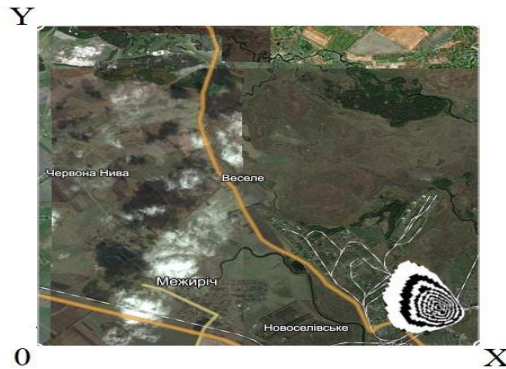


Рис. 4. Зона забруднення (рівень 10 м, час 10 хв.)

На II-му етапі виконується розрахунок територіального ризику для обраного регіону й для сценаріїв метеоситуацій, що розглядаються.

Задля оцінки територіального ризику приймалося, що при концентрації, яка дорівнює або

більша ніж $0,2 \text{ мг/м}^3$, реципієнт потрапляє в зону ризику. На рис. 5 зображено матрицю потенційного територіального ризику в цьому регіоні для конкретних сценаріїв реалізації можливих метеоситуацій.

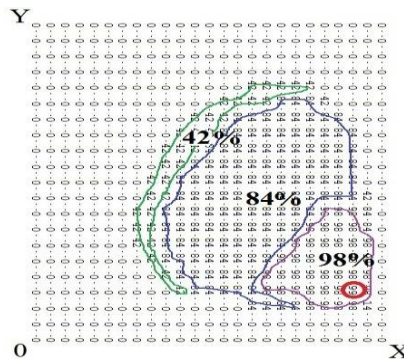


Рис. 5. Матриця територіального ризику (рівень 10 м, час 10 хв.)

Як видно з рис. 5, у разі такого сценарію значному ризику (84–98 %) підлягає велика частина регіону, що ставить на передній план завдання мінімізації наслідків такого виду аварій на залізничному транспорті.

Слід зазначити, що цей метод дозволяє також оцінювати величину територіального ризику в динаміці для ситуацій, які наявні в разі аварійних емісій, характерних під час експлуатації залізничного транспорту.

Висновки і перспективи. Отже, проведений аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених проблемі охорони довкілля на залізничному транспорті, показав, що на сьогодні в Україні відсутні науково обґрунтовані методи оцінки територіального ризику в разі емісії небезпечних речовин.

Для оцінки рівня екологічної безпеки у разі емісії забруднюючих речовин з урахуванням їх хімічних трансформацій було використане 3-D

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

рівняння масопереносу, що виражає закон збереження маси для домішки. Для подальшого розрахунку ймовірності опинитися в зоні ураження (тобто для оцінки величини територіального ризику) необхідно виконати розрахунки для конкретного реципієнта за наведеними у роботі формулами.

Математична модель методу просторово-часової оцінки територіального ризику в разі емісії небезпечних речовин на залізничному транспорті враховує вплив різних метеоситуацій, потужність емісії, рух джерела емісії, траєкторію руху складу тощо та показує швидкість (час) розповсюдження шлейфу (хмари) небезпечної речовини, що дає змогу відповідним службам здійснити необхідні евакуаційні заходи.

Список використаних джерел

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. Київ, 2017. 346 с. URL: <https://sm.dsns.gov.ua/ua/Analitichniy-oglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v-Ukrayini-za-2017-rik.html> (дата звернення: 07.04.2021).

2. Букі О. О., Квітковський Ю. В. Захист населення і територій від екологічної небезпеки в залежності від розташування джерел хімічних надзвичайних ситуацій. // Науковий вісн. будівництва : зб. наук. пр. Харків : Харк. нац. ун-т буд-ва та архітектури, 2014. № 3(77). С. 211–214.

3. Гаврилюк В. І., Мелешко В. В. Моделювання розповсюдження гармонічних завад від електрорухомого складу у несиметричній рейковій лінії. Електромагнітна сумісність та безпека на

Використання означеної математичної моделі та програм на її базі дозволяє науково обґрунтовано визначити концентрацію домішки на різній відстані від джерела емісії та зміну цієї концентрації з часом. Особливістю моделі є можливість розраховувати територіальний ризик при емісії шкідливих речовин в атмосферу.

Запропоновану математичну модель методу просторово-часової оцінки територіального ризику в разі емісії небезпечних речовин на залізничному транспорті рекомендується використовувати в Головному управлінні ДСНС у Миколаївській області для оцінки наслідків екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах регіону та транспорті.

залізничному транспорті. 2018. №. 15. С. 15–26.

4. Зеленько Ю. В. Мямлін С. В., Недужа Л. О. Параметрична екологія на залізничному транспорті: принципи, оцінка, контроль, безпека: монографія. Дніпропетровськ : Вид-во «Літограф», 2014. 240 с.

5. Мелешко В. В. Диференційний струм гармонічних завад в рейковій лінії від електрорухомого складу при нормативних значеннях коефіцієнта асиметрії. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. 2019. №. 17. С. 42–47.

6. Пляцук Л. Д., Бойко В. В. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері. Вісник КНУ ім. Михайла Остроградського. 2010. Вип. 6. С. 1–4.

7. Правила безпеки та порядок ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непсіна Г. В.

залізничним транспортом. Міністерство транспорту України. Київ, 2001. 670 с.

8. Антошкина Л. И., Беляев Н. Н., Гунько Е. Ю. Оценка экологического риска при авариях с химически опасными веществами. Днепропетровск : Наука и образование, 2008. 136 с.

9. Беляев Н. Н., Мунтян Л. Я. Защита атмосферы от загрязнения при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте. Сб. научн. трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». Днепропетровск : ГВУЗ «Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры». 2015. Вып. 84. С. 51–55.

10. Беляев Н. Н., Машихина П. Б., Мунтян Л. Я. Моделирование процесса загрязнения атмосферы от подвижного состава. Збірник наукових праць НГУ. Д. : Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 № 47. С. 126–131.

11. Голинько В. И., Дранишников Л. В., Стоецкий В. Ф. Оценка риска при авариях техногенного характера. Науковий вісн. Нац. гірнич. ун-ту. 2014. № 3. С. 117–123.

12. Зберовский А. В. Математическое моделирование загрязнения атмосферы при аварийном выбросе химически опасного вещества. Збірник наукових праць Національного гірничого університету № 37. Дніпропетровськ. 2012. С. 305–310.

13. Беляев Н. Н., Гунько Е. Ю., Кириченко П. С., Мунтян Л. Я. Оценка техногенного риска при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте : монография. Кривой Рог : Изд. Р. А. Козлов, 2017. 126 с.

14. Плахотник В. Н., Ярышкина Л. А., Сизиков В. И. Природоохранная деятельность на железнодорожном транспорте Украины: проблемы и решения. Київ : Транспорт Украины, 2001. 244 с.

15. Плахотник В. Н., Бойченко А. Н., Ярышкина Л. А. Экологические аспекты перевозок сжиженного аммиака и его водных растворов железнодорожным транспортом. Залізничний трансп. України. 2000. № 3. С. 26–28.

16. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения

загрязнения в окружающей среде. Київ : Наук. думка, 1997. 368 с.

17. Havryliuk V. I., Melchshko V. V. Comparative analysis of experimental and calculation methods for determination of the traction current harmonics distribution in rails. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. 2018. №. 16. С. 11–16.

References

1. Analitychnyi ohliad stanu tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini za 2017 rik (2017). Derzhavna sluzhba Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii. Ukrainskyi naukovo-doslidnyi instytut tsyvilnoho zakhystu. Kyiv, 346.

2. Buki, O. O., Kvitkovskiy, Yu. V. (2014). Zakhyst naselennia i terytorii vid ekolohichnoi nebezpeky v zalezhnosti vid roztashuvannia dzherel khimichnykh nadzvychainykh sytuatsii. Naukovyi visn. budivnytstva : zb. nauk. pr., 3(77), 211–214.

3. Havryliuk, V. I., Meleshko, V. V. (2018). Modeliuvannia rozpovsiudzhennia harmonichnykh zavvad vid elektrorukhomoho skladu u nesymetrychnii reikovii linii. Elektromahnitna sumisnist ta bezpeka na zaliznychnomu transporti, 15, 15–26.

4. Zelenko, Yu. V., Miamlin, S. V., Neduzha, L. O. (2014). Parametrychna ekolohiia na zaliznychnomu transporti: pryntsyipy, otsinka, kontrol, bezpeka: monohrafiia. Dnipropetrovsk : Vyd-vo «Litohraf», 240.

5. Meleshko, V. V. (2019). Dyferentsiinyi strum harmonichnykh zavvad v reikovii linii vid elektrorukhomoho skladu pry normatyvnykh znachenniakh koefitsiienta asymetrii. Elektromahnitna sumisnist ta bezpeka na zaliznychnomu transporti, 17, 42–47.

6. Pliatsuk, L. D., Boiko, V. V. (2010). Analiz metodiv matematychnoho modeliuvannia rozpovsiudzhennia zabrudniuiuchykh rehovyn v atmosferi. Visnyk KNU im. Mykhaila Ostrohradskoho, 6, 1–4.

7. Pravyla bezpeky ta poriadok likvidatsii naslidkiv avariinykh sytuatsii z nebezpechnymy vantazhamy pry perevezenni yikh zaliznychnym transportom. (2001). Ministerstvo transportu Ukrainy. Kyiv, 670.

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непеіна Г. В.

8. Antoshkina, L. I., Belyaev, N. N., Gunko, E. Yu. (2008). Otsenka ekologicheskogo riska pri avariayah s himicheskimi opasnymi veshchestvami. Dnepropetrovsk : Nauka i obrazovanie, 136.

9. Belyaev, N. N., Muntyan, L. Ya. (2015). Zashchita atmosferyi ot zagryazneniya pri emissii opasnykh veshchestv na zheleznodorozhnom transporte. Sb. nauchn. trudov «Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie», 84, 51–55.

10. Belyaev, N. N., Mashihina, P. B., Muntyan, L. Ya. (2015). Modelirovanie protsessa zagryazneniya atmosferyi ot podvizhnogo sostava. Zbİrnik nauchnykh prats NGU, 47, 126–131.

11. Golinko, V. I., Dranishnikov, L. V., Stoetskiy, V. F. (2014). Otsenka riska pri avariayah tehnogennogo haraktera. Nauchnyy visn. Nats. gİrnic. un-tu, 3, 117–123.

12. Zberovskiy, A. V. (2012). Matematicheskoe modelirovanie zagryazneniya atmosferyi pri avariynom vyibrose himicheskogo opasnogo veshchestva. Zbİrnik nauchnykh prats Natsionalnogo gİrnicnogo universitetu, 37, 305–310.

13. Belyaev, N. N., Gunko, E. Yu., Kirichenko, P. S., Muntyan, L. Ya. (2017).

Otsenka tehnogennogo riska pri emissii opasnykh veshchestv na zheleznodorozhnom transporte : monografiya. Krivoy Rog : Izd. R. A. Kozlov, 126.

14. Plahotnik, V. N., Yaryishkina, L. A., Sizikov, V. I. (2001). Prirodoohrannaya deyatel'nost na zheleznodorozhnom transporte Ukrainyi: problemy i resheniya. Kiyiv : Transport Ukrainyi, 244.

15. Plahotnik, V. N., Boychenko, A. N., Yaryishkina, L. A. (2000). Ekologicheskie aspekty perevozok szhizhennogo ammiaka i ego vodnykh rastvorov zheleznodorozhnyim transportom. Zaliznichnyy transp. Ukrayini, 3, 26–28.

16. Zgurovskiy, M. Z., Skopetskiy, V. V., Hrusch, V. K., Belyaev, N. N. (1997). Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede. Kiyiv : Nauk. dumka, 368.

17. Havryliuk V. I., Mclcshko V. V. (2018). Comparative analysis of experimental and calculation methods for determination of the traction current harmonics distribution in rails. Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. №. 16. С. 11–16.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РИСКА ПРИ АВАРИЯХ ВО ВРЕМЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГОЙ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ГРУЗА

Л. Я. Мунтян, В. С. Черно, А. В. Непеіна

Аннотация. Данная научная статья посвящена проблеме моделирования оценки территориального риска при авариях во время транспортировки по железной дороге химически опасного груза. Моделирование осуществлялось методом пространственно-временной оценки территориального риска в случае эмиссии вредных или химически опасных веществ при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта. Этот метод учитывает ряд показателей: движение источника эмиссии, траекторию движения состава, скорость и направление ветра, режим выброса загрязнителя с движущегося источника эмиссии. Следует отметить, что разработанные во время проведения исследования модели, имеют широкий рабочий диапазон. В статье также рассмотрены вопросы оценки риска в случае эмиссии вредных и опасных веществ при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта. Итак, приведенный в статье метод пространственно-временной

Мунтян Л. Я., Черно В. С., Непєіна Г. В.

оценки территориального риска в случае эмиссии химически опасных веществ при эксплуатации железнодорожного транспорта базируется на численном интегрировании трех- или двумерных уравнений массопереноса опасного вещества в атмосфере и использовании информации о вероятности реализации тех или иных метеоусловий. Он позволяет оценивать территориальный риск с учетом скорости движения поезда, маршрута транспортировки, интенсивности эмиссии, химических превращений примеси в атмосфере; получить информацию о динамике изменения со временем территориального риска в любой точке расчетной области.

Ключевые слова: *загрязнение атмосферы, метеоусловия, пространственно-временная оценка, территориальный риск, аварийные выбросы*

**MODELING OF SPATIAL AND TEMPORAL ASSESSMENT OF
TERRITORIAL RISK IN CASE OF ACCIDENTS DURING
TRANSPORTATION OF CHEMICALLY DANGEROUS GOODS BY RAIL
L. Y. Muntian, V. S. Chernov, H. V. Niepieina**

Abstract. *This scientific article is devoted to the problem of modeling the assessment of territorial risk in accidents during transportation of chemically hazardous goods by rail. Modeling was carried out by the method of spatial-temporal assessment of territorial risk in the event of the emission of harmful or chemically hazardous substances during the operation of the rolling stock of railway transport. This method takes into account a number of indicators: the movement of the emission source, the trajectory of the train, the speed and direction of the wind, the mode of emission of the pollutant from the moving emission source. It should be noted that the models developed during the study have a wide operating range. The article also discusses the issues of risk assessment in case of emission of harmful or chemically hazardous substances during the operation of mobile railway transport. So, the method of spatial-temporal assessment of territorial risk in the case of the emission of chemically hazardous substances during the operation of railway transport, presented in the article, is based on the numerical integration of three- or two-dimensional equations of mass transfer of hazardous substances in the atmosphere and the use of information on the probability of realization of certain meteorological conditions. It allows you to assess the territorial risk taking into account the speed of the train, the route of transportation, the intensity of emissions, chemical transformations of impurities in the atmosphere; to obtain information on the dynamics of changes over time of the territorial risk at any point in the computational area.*

Keywords: *air pollution, meteorological conditions, space-time assessment, territorial risk, emergency emissions*

**ПОРИСТІСТЬ ҐРУНТУ В ПЕРІОД ЦВІТІННЯ ГОРОХУ,
КОЛОСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЗМИКАННЯ ЛИСТКІВ У
РЯДКУ БУРЯКУ ЦУКРОВОГО**

В. Г. КРИЖАНІВСЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології

Уманський національний університет садівництва

E-mail: vitaliy.kryzhanovskiy.82@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.005>

Анотація. *Встановити ефективність різних систем основного обробітку чорнозему опідзоленого важкосуглинкового в ланці сівозміни горох–пшениця озима–буряк цукровий у Правобережному Лісостепу України. У процесі проведення досліджень використовували загальнонаукові та спеціальні методи: польовий, який доповнювався лабораторним, для встановлення взаємозв'язку об'єкта досліджень із заходами впливу на нього; математично-статистичний – для визначення достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для аналізу економічної та енергетичної ефективності агротехнологічних заходів. Питання впливу різних заходів основного обробітку ґрунту на пористість ґрунту перед сівбою гороху, пшениці озимої та буряку цукрового вивчали на дослідному полі кафедри загального землеробства Уманського НУС упродовж 2015–2017 років у стаціонарному польовому досліді з різними заходами основного обробітку ґрунту в п'ятипільній сівозміні з таким чергуванням культур: 1 – горох, 2 – пшениця озима, 3 – буряк цукровий, 4 – ячмінь ярий, 5 – кукурудза на зерно. Наші обліки показали, що загальна пористість у 30–сантиметровому шарі ґрунту на фоні оранки становила 56,8 %, а за заміни оранки культивуванням цей показник був істотно меншим і становив 55,3 та 54,5 %, а у варіанті без проведення основного обробітку ґрунту цей показник був найнижчим і складав 53,8 %, але різниця була істотною.*

Пористість орного шару ґрунту за різних варіантів його обробітку знаходиться у межах оптимальних параметрів під час сходів гороху, пшениці озимої та буряку цукрового. У середині вегетації на пористість складення орного шару різні заходи основного обробітку впливають в меншій мірі, однак треба відмітити, що більшою вона є за посушливих умов на фоні культивування та варіанту без основного обробітку, а за більш зволжених – за оранки.

Ключові слова: *горох, пшениця озима, буряк цукровий, культивування, основний обробіток, пористість ґрунту*

Актуальність теми. Основою високорентабельного виробництва продукції сільськогосподарських культур є підвищення врожайності та зменшення витрат на їх вирощування. Останнє можливе завдяки впровадження мінімалізації основного обробітку ґрунту заміною трудоемної полицевої оранки менш енергоємними заходами обробітку, або ж завдяки зменшенню глибини його проведення.

Вплив різних заходів основного обробітку ґрунту на його агрофізичні та біологічні показники родючості достатньо досліджені в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України (М. Я. Бомба, В. О. Єщенко, А. М. Малієнко, І. Д. Примаєв), але різні напрями мінімалізації основного обробітку ґрунту вивчено недостатньо, а в Правобережному Лісостепу такі дослідження не проводилися, що свідчить за їх актуальність.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Важливим агрофізичним показником родючості ґрунту під час вирощування сільськогосподарських культур є його пористість, яка знаходиться в оберненій залежності від щільності орного шару. Від розміру пор залежить переміщення води у ґрунті, водопроникність і водопіднімальна здатність, мобільність води [1].

За результатами проведених досліджень Ю. М. Сливка та О. Ф. Антошка (2009) стверджують, що загальна пористість у шарі ґрунту

0–30 см після проведення дискування була на рівні 50,9 %, що нижче на 1,6 % порівняно до контролю (оранки на 30–32 см) [2]. Аналогічні результати були одержані у дослідках О. М. Поляка (2020), де загальна пористість орного шару ґрунту була також більшою на фоні оранки [3].

Гаврилюк В. В. (2017) встановив, що зі збільшенням глибини оранки на чорноземі глибокому з 12–14 см до 20–22 і 30–32 см некапілярна пористість зростала відповідно на 1,2 і 2,8 %, а капілярна – зменшувалась відповідно лише на 0,7 і 1,3 % [4].

Славич О. І. (2008) у дослідках з обробітком ґрунту на чорноземі звичайному виявив деяке збільшення загальної пористості орного шару ґрунту на фоні оранки (56,7 %) порівняно з мілким обробітком (53,3 %). Пористість аерації на фоні оранки збільшувалась з 31,2 до 35,3 % [5]. Подібні результати отримали й інші вчені [6–9].

У дослідках В. А. Грабчука (2018) заміна глибокої оранки поверхневим обробітком практично не позначалась на об'ємі пор у ґрунтовому середовищі [10].

Мета дослідження – встановити ефективність різних систем основного обробітку чорнозему опідзоленого важкосуглинкового в ланці сівозміни горох–пшениця озима–буряк цукровий в Правобережному Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Питання впливу різних заходів основного обробітку ґрунту на пористість ґрунту перед сівбою гороху, пшениці озимої та буряку цукрового вивчали на дослідному полі кафедри загального землеробства Уманського НУС упродовж 2015–2017 років у стаціонарному польовому досліді з різними заходами основного обробітку ґрунту в п'ятипільній сівозміні з таким чергуванням культур: 1 – горох, 2 – пшениця озима, 3 – буряк цукровий, 4 – ячмінь ярий, 5 – кукурудза на зерно.

Схема досліду включала такі варіанти: 1 – оранка під усі культури: під горох, пшеницю озиму та ячмінь ярий – на 20–22 см; під буряк цукровий – на 30–32 см; під кукурудзу – на 25–27 см; 2 – культивування КПЕ~3,8 під усі культури на 6–8 см; 3 – культивування КПЕ~3,8 під більшість культур, а під буряк цукровий – оранка на 30–32 см; 4 – без проведення основного обробітку під більшість культур, а під буряк цукровий – оранка на 30–32 см.

Полицеву оранку здійснювали плугом ПЛН-4–35. Варіанти у досліді розміщували методом рендомізованих повторень. Повторність – разова, посівна площа ділянки складала 576 м². Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Пористість ґрунту визначали – на середину вегетації культур,

відповідно методом насичення ґрунту водою в циліндрі і методом сухого просіювання за методикою Савінова.

Результати досліджень. Наші обліки показали (табл. 1), що загальна пористість у 30–сантиметровому шарі ґрунту на фоні оранки становила 56,8 %, а за заміни оранки культивацією цей показник був істотно меншим і становив 55,3 та 54,5 %, а у варіанті без проведення основного обробітку ґрунту цей показник був найнижчим і складав 53,8 %, але різниця була істотною. Крім загальної пористості серед фізичних показників, що характеризують будову ґрунту, важливе значення має капілярна і некапілярна пористість. Відомо, що оптимальна будова чорноземних ґрунтів характеризується співвідношенням капілярної до некапілярної пористості як 2:1 [2].

У наших дослідженнях капілярна пористість у орному шарі ґрунту під час цвітіння гороху на фоні оранки становила 43,5 % від загального об'єму ґрунту, а у варіантах з культивацією та без проведення основного обробітку вона була меншою відповідно на 1,5–2,3 та 3,0 %.

Некапілярна пористість у 30–сантиметровому шарі ґрунту під час цвітіння гороху на фоні оранки становила 13,5 % від загального об'єму ґрунту, а у варіантах із культивацією та без проведення основного обробітку вона була

Крижанівський В. Г.

нижчою відповідно на 1,2–1,5 та 1,9 %. Загалом в орному шарі загальна пористість ґрунту у всіх шарах була більшою за оранки, а при

заміні її на культивуацію та без основного обробітку вона істотно зменшувалась.

1. Пористість 0–30 сантиметрового шару ґрунту в період цвітіння гороху на фоні різних заходів основного обробітку ґрунту, (2015–2017 роки)

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Види пористості		
		загальна	капілярна	некапілярна
		від загального об'єму ґрунту, %		
Оранка (контроль)	0–30	56,8	43,8	13,5
Культивуація		55,3	42,5	12,3
Культивуація з оранкою під буряк цукровий		54,5	41,7	12,0
Без основного обробітку, а під буряк цукровий – оранка		53,8	41,2	11,6
НІР _{0,95}		0,6	0,3	0,2

У період колосіння пшениці озимої (табл. 2), загальна пористість ґрунту за заміни оранки культивуацією та варіантом без основного обробітку

зменшувалася й у середньому в 30-сантиметровому шарі була меншою на 1,2; 1,6; 2,0 %.

2. Пористість 0–30 сантиметрового шару ґрунту в період колосіння пшениці озимої на фоні різних заходів обробітку ґрунту, (2015–2017 роки)

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Види пористості		
		загальна	капілярна	некапілярна
		від загального об'єму ґрунту, %		
Оранка	0–30	54,1	41,8	12,3
Культивуація (контроль)		52,9	41,7	12,1
Культивуація з оранкою під буряк цукровий		52,5	41,5	11,8
Без основного обробітку, а під буряк цукровий – оранка		52,1	41,2	11,7
НІР _{0,95}		0,8	0,3	0,2

Капілярна пористість на фоні оранки і варіантів культивуації та без основного обробітку в шарі ґрунту 0–30 см певної залежності від заходу основного обробітку ґрунту також не встановлено й цей показник по названих варіантах становив

відповідно в межах 41,8–41,7 і 41,5–41,2 %.

Значної різниці між вмістом некапілярних пор у 30-сантиметровому шарі ґрунту за різних заходів обробітку нами не відмічено, хоч дещо більше їх було на фоні

Крижанівський В. Г.

оранки – 12,3 %, а за її заміни культивуацією та варіантом без основного обробітку їх було менше на 0,2–0,5 та 0,6 %. Аналогічна тенденція спостерігається і у нижчих шарах.

На період змикання листків у рядку буряку цукрового (табл. 3), загальна пористість у шарі 0–30 см була більшою за оранки, а за заміни її культивуацією вона зменшувалась і

була нижчою відповідно на 0,7; 0,5; 0,4 %, ніж на фоні оранки. Аналогічна тенденція спостерігалася і за капілярною та некапілярною пористістю. У шарі 0–30 см різниця між показниками загальної пористості за різних заходів обробітку була незначною і вміст пор змінювався від 53,4 до 53,1 %.

3. Пористість 0–30 сантиметрового шару ґрунту в період змикання листків в рядку буряку цукрового на фоні різних заходів основного обробітку ґрунту, (2015–2017 роки)

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Види пористості		
		загальна	капілярна	некапілярна
		% від загального об'єму ґрунту, %		
Оранка (контроль)	0–30	53,2	41,9	11,3
Культивуація		52,7	41,7	11,0
Оранка, а під інші культури культивуація		53,4	42,0	11,4
Оранка, а під інші культури без основного обробітку		53,1	41,8	11,3
НІР _{0,95}		0,5	0,2	0,3

Отже, пористість ґрунту за умов посушливої і жаркої погоди 2017 року була дещо більшою на фоні культивуації та без проведення основного обробітку, а за сприятливіших погодних умов 2015–2016 років із погляду волого забезпечення – за оранки. Величина пористості в різних ґрунтах і їх горизонтах одного й того ж ґрунту коливається у досить широких межах — приблизно від 25 до 80 % в мінеральних ґрунтах. У верхніх гумусових горизонтах мінеральних ґрунтів величина пористості буває

здебільшого підвищеною (50–60 %) за рахунок добре вираженої структури, наявності ходів коренів, ріючих тварин, комах тощо. Донизу пористість зменшується, наближаючись до 40–45 % у глинистих і суглиннистих ґрунтах. Розмір пор та їх величина визначають поведінку води у ґрунті, що дуже важливо з агрономічної точки зору. за відношенням до води пори розділяють на капілярну (діаметр < 0,1 мм) й некапілярну пористість (діаметр > 0,1 мм).

Висновки та перспективи.

Пористість орного шару ґрунту за різних варіантів його обробітку знаходиться в межах оптимальних параметрів під час сходів гороху, пшениці озимої та буряку цукрового. У середині вегетації на пористість складення орного шару різні заходи основного обробітку впливають в меншій мірі, однак слід відмітити, що більшою вона є за посушливих умов на фоні культивації та варіанту без основного обробітку, а за більш зволжених – за оранки. Капілярні

пори утримують і переміщують воду за допомогою меніскових сил, а некапілярні (пори аерації) здебільшого зайняті повітрям і служать каналами транзитного току води у глибину ґрунту. За правильного обробітку ґрунту та оптимального зволоження утворюються міцні агрегати з порами, характерними для природних умов, водночас покращується аерація ґрунту та зменшуються втрати вологи на фізичне випаровування.

Список використаних джерел

1. Флорін А. В. Обробіток ґрунту під горох. Пропозиція. 2008. № 2. С. 68–72.
2. Сливко Ю. М., Антошко О. Ф. Пористість ґрунту під час змикання листків у рядку буряку цукрового. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. №2. С. 20–27.
3. Поляк О.М. Основний обробіток ґрунту під бобові культури. Пропозиція. 2020. № 2. С. 128–136.
4. Гаврилук В. В. Урожайність і якість насіння пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту, строку та способу сівби в умовах Лісостепу України. Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету. 2017. Вип. 1(43). С. 31–36. (Серія: Сільськогосподарська екологія. Агрономічні науки).
5. Славич О. І. Будова ґрунту під час цвітіння гороху. Агрозahід. 2008. № 8. С. 18–20.
6. Ролінський А. О. Польова схожість насіння пшениці озимої залежно від строків сівби й норм висіву насіння. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України» (м. Дніпропетровськ, 25–26 трав. 2016 р.). Дніпропетровськ. 2016. С. 75–76.

7. Русич А. О. Урожайність гороху залежно від строків, способів сівби й норм висіву насіння. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (с. Оброшино, 16 листоп. 2016 р.). Львів-Оброшино : [Б. в.]. 2016. С. 49–50.

8. Сенченко Ю. М. Залежність урожайності і обробітку ґрунту під буряк цукровий та технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2019. № 2. С. 20–27.

9. Лящ Ю. О., Блашук А. М., Шпак Л. В. Пористість ґрунту та економічна ефективність вирощування сортів гороху озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2016. Вип. 96. С. 79–86.

10. Грабчук В. А. Вплив обробітку ґрунту на перезимівлю пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 74–77.

References

1. Florin A.V. (2008). Tillage for peas. Offer. Vol. 2. P. 68–72.
2. Slivko Y.M., Antoshko O.F. (2019). Soil porosity during leaf closure in a row of sugar beets. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. №2. P. 20–27.
3. Polyk O.M. (2020). The main tillage for legumes. 2020. Vol. 2. P. 128–136.

Крижанівський В. Г.

4. Gavrilyuk V.V. (2017). Yield and quality of winter wheat seeds depending on tillage, timing and method of sowing in the Forest-Steppe of Ukraine. Bulletin of the Dnieper State Agrarian and Economic University. 2017. Vip. 1 (43). P. 31–36.

5. Slavych O.I. (2008). The structure of the soil during flowering peas. Agrowest. 2008. Vol. 8. P. 18–20.

6. Rolinsky A.A. (2016). Field germination of winter wheat seeds depending on sowing dates and seeding rates. All-Ukrainian scientific-practical conf. young scientists and specialists "The role of research in ensuring the processes of innovative development of agricultural production in Ukraine" (Dnepropetrovsk, May 25-26, 2016). Dnipropetrovsk. P. 75–76.

7. Rusich A. A. (2016). Yield of peas depending on the timing, methods of sowing

and seeding rates. Materials All-Ukrainian scientific-practical conf. young scientists "Actual problems of agro-industrial production of Ukraine" (Obroshino, November 16, 2016). Lviv-Obroshino: [B. v.]. P. 49–50.

8. Senchenko Y. M. (2019). Dependence of yield and tillage of sugar beet and cultivation technology in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. PDAA Bulletin. Vol. 2. P. 20–27.

9. Bream Y. O., Blaschuk A. M., Shpak L. V. (2016). Soil porosity and economic efficiency of growing winter pea varieties depending on sowing dates and sowing rates in the South of Ukraine. Taurian Scientific Bulletin. Agricultural sciences. Vip. 96. P. 79–86.

10. Grabchuk V. A. (2018). Influence of tillage on wintering of winter wheat. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. Vol. 1. P. 74–77.

ПОРИСТОСТЬ ПОЧВЫ В ПЕРИОД ЦВЕТЕНИЯ ГОРОХА, КОЛОШЕНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ И СМЫКАНИЯ ЛИСТЬЕВ В СТРОКЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В. Г. Крыжановский

Аннотация. Для украинских черноземов актуальным вопросом остаются проявления агрофизические деградации, в первую очередь, переуплотнения почвы и потеря структуры. По повышенного антропогенного давления на грунты эти процессы только распространяются и поэтому очень важным является поиск систем обработки и технологий, которые бы уменьшили негативное влияние на почвы. Основными направлениями, которые обеспечивают снижение интенсивности деградационных процессов в почвах стали минимизация обработки почвы и биологизации земледелия. Интенсивный обработку почв обусловил ускоренную минерализацию органического вещества и как следствие уменьшение ее содержания расход почвой структурированности, а следовательно ухудшение его водного, воздушного, теплового и микробиологического режимов. Причинами ухудшения физических свойств почвы является применение сельскохозяйственной техники, интенсивная полевая обработка, существенное уменьшение мелиорантов, особенно органических удобрений, значительная доля в севооборотах пропашных культур и почти полное отсутствие многолетних трав. Вместе с тем, поддержание физических свойств в оптимальном интервале значений является необходимым условием получения запланированной отдачи от удобрений, мелиорантов и воды, стоимость которых на сегодня очень высока. В системе агротехнических мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур, большое

Крижанівський В. Г.

значение имеет рациональный механический обработку почвы, с помощью которого регулируют агрофизические, биологические и агрохимические процессы, происходящие в почве, интенсивность разложения и накопления органического вещества, содержание почвенной влаги в корнеобитаемом слое и эффективное использование растениями внесенных удобрений. Исследованиями установлено улучшение параметров физических свойств почв по минимизации их обработки. Очевидно, что для успешного применения минимальных технологий возделывания почва должна иметь физические свойства, близкие к оптимальным для большинства сельскохозяйственных культур. Именно поэтому исследования влияния почвозащитной агротехники на пористость и другие показатели физических свойств актуален для конкретных почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: *горох, пшеница озимая, свекла сахарная, культивация, основная обработка, пористость почвы*

GROUND POROSITY DURING THE PERIOD FLOWERING, WINTER WHEAT WHOLESALE AND LEAF CLOSURE IN THE ROW OF SUGAR BEET

V. G. Kryzhanivskiy

Abstract. *Manifestations of agrophysical degradation, first of all, soil compaction and loss of structure, remain an urgent issue for Ukrainian chernozems. With increased anthropogenic pressure on soils, these processes only spread and therefore it is very important to find tillage systems and technologies that would reduce the negative impact on soils. The main areas that reduce the intensity of degradation processes in soils are the minimization of tillage and biologization of agriculture. Intensive tillage has led to accelerated mineralization of organic matter and as a consequence of reducing its content consumption of soil structure, and hence the deterioration of its water, air, heat and microbiological regimes. The reasons for the deterioration of the physical properties of the soil are the use of agricultural machinery, intensive tillage, a significant reduction in land reclamation, especially organic fertilizers, a significant share in crop rotations of row crops and almost complete absence of perennial grasses. At the same time, maintaining physical properties in the optimal range of values is a necessary condition for obtaining the planned return from fertilizers, ameliorants and water, the cost of which is currently very high. In the system of agrotechnical measures aimed at increasing soil fertility and crop productivity, rational mechanical tillage is of great importance, which regulates agrophysical, biological and agrochemical processes occurring in the soil, the intensity of decomposition and accumulation of organic matter, content root-containing layer and effective use of fertilizers applied by plants. Studies have shown the improvement of the parameters of physical properties of soils while minimizing their cultivation. Obviously, for the successful application of minimum tillage technologies, the soil must have physical properties that are close to optimal for most crops. That is why the study of the impact of soil-protective agricultural techniques on porosity and other indicators of physical properties is relevant for specific soil and climatic conditions.*

Крижанівський В. Г.

Key words: *peas, winter wheat, sugar beets, kultyvatsyya, basic treatment, soil porosity*

АГРОЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ СОРТІВ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ

В. А. МАЗУР, кандидат сільськогосподарських наук, професор

І. М. ДІДУР, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

О. П. ТКАЧУК, доктор сільськогосподарських наук, доцент

Г. В. ПАНЦИРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: tkachukop@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.006>

Анотація. Незначна посівна площа та низька урожайність насіння квасолі звичайної не задовольняє споживчі потреби у її продукції в Україні. Одним із важливих чинників збільшення посівних площ та підвищення урожайності квасолі є правильний підбір її сортів з урахуванням їх агроекологічної стійкості до впливу хвороб, шкідників, посухи та потенційної продуктивності. Дослідження проводили на основі опрацювання матеріалів Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік.

Серед сортів квасолі зернової найвищою потенційною урожайністю насіння відзначаються: Еурека, Іголомська, Рось, Мавка, Ясочка, Ната, Щедра, Ассоль, Славія, Вавельська. Найстійкішими до посухи є сорти Вавельська, Іголомська, Загадка; до хвороб – Готика. Серед сортів квасолі овочевої найбільшою потенційною урожайністю насіння відзначаються: Джина, Фестівал, Конза та Дельфіна; зелених бобів – Фестівал, Файза та Фестін. Найстійкішим до хвороб виявився сорт Нагано; до впливу шкідників – Фестівал і Файза; найбільш посухостійкими є сорти Дельфіна, Нагано, Шахія, Крокет та Фестін.

Потенційна урожайність насіння сортів квасолі була на 37,2 %, вища, порівняно із овочевою. Стійкість до хвороб у сортів квасолі зернової та овочевої є однаковою – по 6,8 балів, а стійкість до шкідників у квасолі овочевої на 12,5 % вища, ніж у квасолі зернової. Посухостійкість сортів квасолі овочевої на 6,9 % більша, ніж квасолі зернової.

Ключові слова: сорт, стійкість, вегетація, несприятливі чинники, продуктивність

Актуальність. Серед зернобобових культур у світовому землеробстві квасоля за валовим збором займає друге місце після сої та користується великим попитом, як продукт харчування. Незважаючи на значну посівну площу квасолі у світі,

яка становить близько 26 млн. га, в Україні на 2019 рік її посіви значно поступалися традиційним для нашої країни зернобобовим культурам – сої та гороху і становили лише 42,0 тис. га, що складало близько 7 % у структурі зернобобових культур.

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

Незначні посівні площі квасолі в Україні поєднуються із низькою урожайністю її насіння – 1,6 т/га [1].

Лісостеп є найсприятливішою зоною для вирощування квасолі в Україні, що створює перспективні передумови для збільшення посівних площ цієї культури. Проте вирощують квасолі переважно на невеликих присадибних ділянках приватного сектору з переважанням ручної праці. Стримують вирощування квасолі у виробничих умовах її низька продуктивність, використання «дідівських» сортів, непристосованих до механізованого вирощування та збирання, уразливих до несприятливих чинників навколишнього середовища, недосконалість елементів технології вирощування, неповне використання можливостей біологічної азотфіксації, несприятливі фактори організаційно-економічного характеру [2].

Така ситуація не задовольняє існуючого попиту у обсягах продукції квасолі та не дозволяє контролювати її якість. Тому актуальним завданням є розширення посівних площ під квасолею у сільськогосподарських підприємствах з використанням сучасних інтенсивних технологій її вирощування [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Як зазначає М. І. Бахмат, одним із визначальних чинників інтенсифікації технології вирощування квасолі є підбір її

сортів. Квасоля володіє високою потенційною урожайністю насіння – до 3,0 – 4,5 т/га, якої можна досягти за оптимального підбору сортів з урахуванням агроекологічних чинників та дотримання агротехнічних вимог її вирощування [4].

Агроекологічними чинниками при підборі сортів квасолі є поєднання у них високої урожайності з якістю продукції, стійкістю проти ураження хворобами та пошкодження шкідниками. На думку О. В. Овчарука, екстремальність погодних умов останніми роками потребує від сортів квасолі посухостійкості, холодостійкості, ранньостиглості [5]. Дослідження С. І. Силенка, О. Т. Дупляка та О. О. Ганіної показали, що технологічними показниками сортів квасолі мають бути придатність до механізованого вирощування і збирання, детермінантність та прямостоячість рослин за особливостями росту, стійкість до розтріскування бобів, одночасність дозрівання насіння, високе прикріплення нижніх бобів до стебла [6 – 8].

Мета. Тому метою наших досліджень було проаналізувати наявний сортимент квасолі за показниками продуктивності та стійкості до несприятливих чинників навколишнього середовища.

Методи. Дослідження щодо оцінки агроекологічної стійкості

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації проводилися на основі опрацювання Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік [9], Офіційних описів сортів рослин та показників господарської придатності, поданих в офіційних бюлетенях «Охорона прав на сорти рослин», висвітлених в Інформаційно-довідковій системі «Сорт» [10 – 12], а також за матеріалами наукових досліджень О. М. Безуглої, О. В. Овчарука, О. В. Мазура, В. Д. Паламарчука, А. І. Клиша, О. О. Кулініч, З. В. Корж, С. Є. Оліфіровича, де представлені показники продуктивності сортів квасолі звичайної [13 – 17]. Проводили аналіз матеріалів за сортами квасолі звичайної (зернової) та квасолі звичайної (овочевої).

В якості несприятливих умов вегетації розглядали стійкість сортів рослин квасолі звичайної до впливу шкідників, хвороб та посухи. Відносна стійкість сортів рослин до несприятливих чинників встановлюється за дев'ятибальною шкалою (1 – 9 балів), у якій 9 балів відповідає найвищій стійкості, а 1 бал – найнижчій стійкості. Використовувалася наступна градація сортів за балами: 9 балів – сорт відмінний; 7 балів – сорт добрий; 5 балів – сорт задовільний; 3 бали – сорт поганий; 1 бал – сорт дуже поганий [18].

Також аналізували потенційні рівні урожайності насіння квасолі зернової та зелених бобів квасолі овочевої. Проводили порівняння між собою досліджуваних показників із використанням математично-статистичного кореляційно-регресійного аналізу.

Досліджувані показники квасолі звичайної були встановлені на основі Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Досліди проводилися на ділянках розміром 10–25 м² при чотириразовій повторності [18].

Визначення основних хвороб квасолі звичайної, відповідно до вимог методики [18] проводилося наступним чином: антракноз – перед збиранням урожаю за відсотком ураженої поверхні стебла, листків, бобів і насіння; вірусна мозаїка – у фазу повного цвітіння за відсотком ураженої поверхні рослини; кутаства бактеріальна плямистість – під час наливу основної маси бобів та перед збиранням урожаю за відсотком ураженої поверхні стебла, листків, бобів і насіння; звичайна плямистість – під час наливу основної маси бобів та перед збиранням за відсотком ураження поверхні рослини.

Пошкодження квасолі зернівкою визначається через місяць після збирання урожаю за відсотком пошкоджених зерен. Оцінку опірності

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

сортів квасолі звичайної до посухи здійснюють відповідно до загальних вказівок із візуальною оцінкою рослин протягом вегетаційного періоду. Урожайність рослин визначають комбайновим їх збиранням роздільним або прямим способом [18].

Результати. Вид квасоля звичайна *Phaseolus vulgaris* L. об'єднує за господарським використання дві групи сортів: квасоля звичайна (зернова) і квасоля звичайна (овочева). Квасоля зернова належить до луцильної, яку вирощують для одержання стиглого насіння. Така квасоля є типовою зернобобовою культурою. Овочеву квасоллю називають ще цукровою або спаржевою. У неї господарське використання мають недоспілі плоди – боби (лопатки) з недоспілим насінням, які споживають у відвареному чи тушкованому виді. Виділяють ще напівцукрову квасоллю, що займає проміжне положення між луцильною та цукровою.

Основними несприятливими чинниками під час вегетації квасолі є вплив її хвороб, шкідників, а також посухи. Найнебезпечнішими хворобами квасолі є антракноз, вірусна мозаїка, кута́ста бактеріальна плямистість та звичайна плямистість. Найпоширенішим шкідником квасолі є квасолева зернівка.

Квасоля звичайна (зернова) у Державному реєстрі сортів рослин Україна на 2021 рік представлена 30

сортами. За рівнем потенційної урожайності насіння, відповідно до даних Державного реєстру сортів рослин України, серед сортів зернової квасолі переважають Еурека, Іголомська – по 3,0 т/га, Рось, Мавка – по 2,80 т/га, Ясочка – 2,78 т/га, Ната – 2,75 т/га, Щедра, Ассоль, Славія, Вавельська – по 2,70 т/га. Найнижча задекларована урожайність насіння у сортів квасолі зернової Фресано, Первомайська, Докучаєвська – по 1,50 т/га, Гайдарська, Двадцятиця – по 1,70 т/га. У Державному реєстрі відсутня інформація щодо урожайності сортів квасолі зернової Загадка та Журавка (табл. 1).

Відносна стійкість більшості сортів квасолі звичайної до комплексу хвороб визначається балом 7 за дев'ятибальною шкалою. Лише сорт Готика відзначався найвищою стійкістю до комплексу хвороб – 9 балів, сорт Отрада мав бал стійкості 6, Докучаєвська – 5, Первомайська – 4 бали.

Інформація щодо стійкості сортів квасолі зернової до шкідників у Державному реєстрі сортів виписана лише частково. Згідно цього документу сорти Гайдарська, Готика, Онікс, Перлина, Мавка та Надія мають бал стійкості по 7. Інформація щодо стійкості до шкідників решти сортів квасолі зернової у документі відсутня.

Найвищою посухостійкістю, за даними Державного реєстру сортів, володіє квасоля зернова сорту

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

Вавельська – 9 балів, Іголомська, Загадка, Двадцятиця – по 8 балів. Найменш посухостійкими визнані сорти Первомайська – 4 бали,

Веселка, Яринка, Докучаєвська – по 5 балів. Більшість сортів квасолі зернової характеризуються середнім балом посухостійкості – 7.

1. Показники агроекологічної стійкості та потенційної урожайності сортів квасолі звичайної зернової за даними Державного реєстру сортів рослин України

Сорт	Стійкість до хвороб, балів	Посухостійкість, балів	Урожайність насіння, т/га
Рось	7	7	2,80
Білосніжка	7	7	2,10
Гайдарська	7	7	1,70
Еурека	7	7	3,00
Веселка	7	5	2,55
Панна	7	7	2,60
Загадка	7	8	дані відсутні
Несподіванка	7	7	2,50
Щедра	7	7	2,70
Ассоль	7	7	2,70
Готика	9	7	2,10
Славія	7	7	2,70
Ясочка	7	7	2,78
Двадцятиця	7	8	1,70
Онїкс	7	7	2,50
Отрада	6	7	2,67
Ната	7	7	2,75
Фресано	7	7	1,50
Галактика	7	7	2,45
Яринка	7	5	2,20
Первомайська	4	4	1,50
Перлина	7	5	2,60
Мавка	7	6	2,80
Докучаєвська	5	5	1,50
Подольська	7	7	2,65
Буковинка	7	7	2,63
Надія	7	6	2,30
Журавка	7	7	дані відсутні
Вавельська	7	9	2,70
Іголомська	7	8	3,00

Встановлені кореляційно-регресійні залежності середнього прямого зв'язку між: потенційною урожайністю насіння сортів квасолі зернової та балом їх стійкості до хвороб ($r = 0,374$); між потенційною

урожайністю насіння сортів квасолі зернової та балом їх посухостійкості ($r = 0,350$).

У Державному реєстрі сортів рослин Україна на 2021 рік представлено 34 сорти квасолі

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

овочевої. Оскільки цю квасолу збирають зеленими бобами у фазу лопатки, то облікувати її урожайність досить складно, адже у Державному реєстрі для одних сортів представлена потенційна урожайність у зелених бобах, а для інших – у насінні. Найвищою потенційною

урожайністю насіння, за даними Державного реєстру сортів рослин України, відзначаються сорти квасолі овочевої Джина, Фестівал – по 2,20 т/га, Конза – 2,10 т/га та Дельфіна – 2,00 т/га. Найменша урожайність насіння характерна для сортів Крокет – 0,65 т/га та Пайк – 0,70 т/га (табл. 2).

2. Показники агроекологічної стійкості та потенційної урожайності сортів квасолі звичайної овочевої за даними Державного реєстру сортів рослин України

Сорт	Стійкість до хвороб, балів	Посухостійкість, балів	Урожайність насіння, т/га
Зіронька	7	7	1,20
Лаура	7	7	1,50
Златко	7	7	1,90
Пантера	7	7	1,50
Голубка	7	7	1,50
Богема	7	7	1,50
Царівна	7	7	1,20
Палаті	7	7	1,70
Беронія	7	7	1,50
Конза	7	7	2,10
Дельфіна	7	8	2,00
Нагано	8	8	дані відсутні
Палома	7	7	дані відсутні
Поп Топ	7	7	1,20
Шахиня	7	8	дані відсутні
Капріка	7	7	дані відсутні
Кларк	7	7	дані відсутні
Фруідор	7	7	1,50
Джина	7	7	2,20
Пауліста	7	7	1,30
Унідор	7	7	дані відсутні
Беронія	7	7	1,50
Фестівал	5	7	2,20
Крокет	7	8	0,65
Дар	7	7	1,40
Пайк	7	7	0,70
Серегнеті	7	7	дані відсутні
Оутлав	7	7	дані відсутні
Файза	5	6	1,83
Вердігон	7	7	1,20
Фестін	5	8	дані відсутні
Ольга	6	5	1,00
Страйк	7	7	1,80
Терома	7	5	1,50

Потенційна урожайність зелених бобів у Державному реєстрі сортів рослин зазначена лише у восьми сортів квасолі овочевої. Відповідно до наявної інформації, найвищою потенційною урожайністю зелених бобів відзначаються сорти Фестівал – 37,7 т/га, Файза – 35,7 т/га та Фестін – 34,6 т/га. Найменша урожайність зелених бобів відмічена у сорту Богема – 8,0 т/га.

Аналогічно до квасолі зернової, більшість сортів квасолі овочевої мають бал стійкості до хвороб 7. Лише сорт Нагано відзначається балом 8, Ольга – 6, Фестівал, Файза, Фестін – по 5 балів.

Підвищеною стійкістю до шкідників відзначаються сорти квасолі овочевої Фестівал і Файза, що мають бал по 8. За рештою сортів інформація щодо їх стійкості до шкідників відсутня.

Найвищу посухостійкість мають сорти квасолі овочевої Дельфіна, Нагано, Шахия, Крокет та Фестін – по 8 балів. Найменш посухостійкими є Терома – 5 балів та Файза – 6 балів.

Кореляційно-регресійними розрахунками встановлено середній зворотній зв'язок ($r = -0,376$) між потенційною урожайністю насіння сортів квасолі овочевої та балом їх стійкості до хвороб.

Порівняння потенційної урожайності насіння сортів квасолі

Список використаних джерел

1. Глявин А.В. Характеристика гібридів квасолі F1. *Корми і*

зернової та овочевої виявило перевищення середньої урожайності сортів квасолі зернової на 37,2%, порівняно із овочевою. Стійкість до хвороб у сортів квасолі зернової та овочевої є однаковою – по 6,8 балів, а стійкість до шкідників у квасолі овочевої на 12,5 % вища, ніж у квасолі зернової. Посухостійкість сортів квасолі овочевої на 6,9 % більша, ніж квасолі зернової.

Висновки. Серед сортів квасолі зернової за даними Державного реєстру сортів рослин України на 2021 рік найвищою потенційною урожайністю насіння відзначаються: Еурека, Іголомська, Рось, Мавка, Ясочка, Ната, Щедра, Ассоль, Славія, Вавельська. Найстійкішими до посухи є сорти Вавельська, Іголомська, Загадка; до хвороб – Готика. Серед сортів квасолі овочевої найбільшою потенційною урожайністю насіння відзначаються: Джина, Фестівал, Конза та Дельфіна; зелених бобів – Фестівал, Файза та Фестін. Найстійкішим до хвороб виявився сорт Нагано; до впливу шкідників – Фестівал і Файза; найбільш посухостійкими, за даними Державного реєстру сортів рослин України на 2021 рік, зазначено сорти Дельфіна, Нагано, Шахия, Крокет та Фестін.

кормовиробництво. 2011. Вип. 68. С. 12 – 17.

2. Голодна В.Ф., Акуленко В.В., Столяр О.О. Формування продуктивності

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1-2. С. 120 – 124.

3. Семенюшко А.А. Селекція квасолі в діяльності спеціалізованих дослідних установ України: методичні підходи та основні результати. *Історія науки і біографістика*. 2013. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2013_3_14. (дата звернення 21.01.2021).

4. Овчарук О.В., Бахмат М.І. Стан та перспективи розвитку вирощування квасолі в Україні. *Наукові пошуки молоді у III тисячолітті: Новітні технології в рослинництві*. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів та докторантів. 2014. С. 8 – 9.

5. Овчарук О.В. Теоретичне обґрунтування і агротехнічні основи продукційного процесу квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 / Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т. Кам'янець-Подільський, 2016. 36 с.

6. Силенко С.І. Аналіз сортозразків квасолі звичайної за придатністю до механізованого збирання урожаю. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. С. 68 – 71.

7. Овчарук О.В. Продуктивність сортів квасолі в умовах Західного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_3_10. (дата звернення 21.01.2021).

8. Дупляк О.Т., Ганіна О.О. Особливості прояву господарсько-цінних ознак квасолі звичайної в умовах північного Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 113 – 118.

9. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. 537 с.

10. Офіційні описи сортів рослин та показники господарської придатності. *Охорона прав на сорти рослин*. Бюлетень, 2018. Вип. 1. С. 389. URL: <https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/rosl>

[yynytsstvo/reestr-roslyn/bulleten_202018.pdf](https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/rosl) (дата звернення 21.01.2021).

11. Офіційні описи сортів рослин та показники господарської придатності. *Охорона прав на сорти рослин*. Бюлетень, 2019. Вип. 2. С. 201. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava%20na%20sorty/bull_2019/byuleten-vipusk-2-2019.pdf (дата звернення 21.01.2021).

12. Офіційні описи сортів рослин та показники господарської придатності. *Охорона прав на сорти рослин*. Бюлетень, 2020. Вип. 2. С. 209. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava2-2020.pdf (дата звернення 21.01.2021).

13. Безугла О.М. Вирішення проблеми виробництва квасолі через використання сортів Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 20 С. 91 – 96.

14. Овчарук О.В. Сортові особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 88. С. 152 – 158.

15. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за господарсько-цінними ознаками. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. том 1. С. 116 – 124.

16. Клиша А.І., Кулініч О.О., Корж З.В. Селекція зернобобових: результати і перспективи. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 27 – 32.

17. Оліфірович С.Є, Оліфірович В.О. Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68(1). С. 162 – 175.

18. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 81 с. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (дата звернення 21.01.2021).

References

1. Hlyavyn A.V. (2011). Characteristics of F1 bean hybrids. Feed and feed production. Vol. 68. S. 12 – 17.

2. Golodna V.F., Akulenko V.V., Stolyar O.O. (2013). Formation of productivity of common beans depending on the elements of cultivation technology in the northern part of the Forest-Steppe. Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture of NAAS". Vol. 1-2. S. 120 – 124.
3. Semenyushko A.A. (2013). Bean selection in the activities of specialized research institutions of Ukraine: methodological approaches and main results. History of science and biography. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2013_3_14. (appeal date 21.01.2021).
4. Ovcharuk O.V., Bakhmat M.I. (2014). Status and prospects of bean cultivation development in Ukraine. Scientific research of young people in the third millennium: The latest technologies in crop production. Abstracts of the International Scientific and Practical Conference of Scientists, Postgraduates and Doctoral Students. S. 8 – 9.
5. Ovcharuk O.V. (2016). Theoretical substantiation and agrotechnical bases of production process of beans in the conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: author's ref. dis. ... Dr. s.-g. Sciences: 06.01.09 / Division. state agrarian-technical un-t. Kamianets-Podilskyi. 36 p.
6. Silenko S.I. (2010). Analysis of varieties of common beans for suitability for mechanized harvesting. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. S. 68 – 71.
7. Ovcharuk O.V. (2014). Productivity of bean varieties in the Western Forest-Steppe. Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_3_10. (appeal date 21.01.2021).
8. Duplyak O.T., Ganina O.O. (2009). Peculiarities of manifestation of economically valuable features of common beans in the conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine. Breeding and seed production. Vol. 97. S. 113 – 118.
9. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2021. Kyiv. (2021). 537 p.
10. Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability. Protection of plant variety rights. Bulletin. (2018). Issue. 1. S. 389. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/roslynnytstvo/reestr-roslyn/bulleten_202018.pdf (appeal date 21.01.2021).
11. Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability. Protection of plant variety rights. Bulletin. (2019). Issue. 2. S. 201. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava%20na%20sorty/bulleten_2019/byuleten-vipusk-2-2019.pdf (appeal date 21.01.2021).
12. Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability. Protection of plant variety rights. Bulletin. (2020). Issue. 2. S. 209. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava2-2020.pdf (appeal date 21.01.2021).
13. Bezugla O.M. (2016). Solving the problem of bean production through the use of varieties of the Institute of Plant Breeding. V.Ya. Yuriev NAAS. Bulletin of the Central Executive Committee of the APV of Kharkiv region. Vol. 20 S. 91 – 96.
14. Ovcharuk O.V. (2014). Varietal features of common beans in the Forest-Steppe of Ukraine. Taurian Scientific Bulletin. № 88. S. 152 – 158.
15. Mazur O.V., Palamarchuk V.D., Mazur O.V. (2017). Comparative evaluation of common bean varieties on economically valuable grounds. Agriculture and forestry. № 6. Vol. 1. S. 116 – 124.
16. Klisha A.I., Kulinich O.O., Korzh Z.V. (2015). Selection of legumes: results and prospects. Bulletin of the Institute of Steppe Zone Agriculture of NAAS of Ukraine. № 8. P. 27 – 32.
17. Olifirovich S.E., Olifirovich V.O. (2020). Yield of domestic varieties of common (grain) beans in the southern part of the Western Forest-Steppe. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Vol. 68 (1). S. 162 – 175.
18. Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine. Kyiv. (2016). 81 p. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (appeal date 21.01.2021).

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ ВЕГЕТАЦИИ

В. А. Мазур, И. Н. Дидур, А. П. Ткачук, А. В. Панцырева

Аннотация. Незначительная посевная площадь и низкая урожайность семян фасоли обыкновенной не удовлетворяет потребительские нужды в ее продукции в Украине. Одним из важных факторов увеличения посевных площадей и повышения урожайности фасоли является правильный подбор ее сортов с учетом их агроэкологической устойчивости к воздействию болезней, вредителей, засухи и потенциальной производительности. Исследования проводились на основе обработки материалов Государственного реестра сортов растений, пригодных для распространения в Украине на 2021 год.

Среди сортов фасоли зерновой высшей потенциальной урожайностью семян отмечаются: Эурека, Иголомская, Рось, Мавка, Ясочка, Ната, Щедрая, Ассоль, Славия, Вавельская. Устойчивыми к засухе есть сорта Вавельская, Иголомская, Загадка; к болезням – Готика. Среди сортов фасоли овощной самой высокой потенциальной урожайностью семян отличаются: Джина, Фестивал, Конге и Дельфина; зеленых бобов – Фестивал, Файзи и Фестин. Стойким к болезням оказался сорт Нагано; к воздействию вредителей – Фестивал и Файзи; наиболее засухоустойчивыми есть сорта Дельфина, Нагано, Шахиня, Крокет и Фестин.

Потенциальная урожайность семян сортов фасоли была на 37,2%, выше по сравнению с овощной. Устойчивость к болезням у сортов фасоли зерновой и овощной одинакова – по 6,8 баллов, а устойчивость к вредителям в фасоли овощной на 12,5% выше, чем в фасоли зерновой. Засухоустойчивость сортов фасоли овощной на 6,9% больше, чем фасоли зерновой.

Ключевые слова: сорт, устойчивость, вегетация, неблагоприятные факторы, производительность.

AGROECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF VARIETIES OF REGULAR BEAN TO ADVERSE VEGETATION CONDITIONS

V. A. Mazur, I. M. Didur, O. P. Tkachuk, H. V. Pantsyрева

Annotation. The insignificant sown area and low yield of common beans seeds do not satisfy the consumer needs for its products in Ukraine. One of the important factors in increasing acreage and increasing yields of beans is the correct selection of its varieties, taking into account their agroecological resistance to the effects of diseases, pests, drought and potential productivity. The studies were carried out on the basis of processing materials from the State Register of Plant Varieties suitable for distribution in Ukraine for 2021.

Among the varieties of grain beans, the highest potential seed yield is noted: Eureka, Igolomskaya, Ros, Mavka, Yasochka, Nata, Schedra, Assol, Slavia, Vawel. Drought-resistant varieties are Wawel, Igolomskaya, Zagadka; to disease - Gothic. Among the varieties of vegetable beans, the highest potential seed yield is distinguished

Мазур В. А., Дідур І. М., Ткачук О. П., Панцирева Г. В.

by: Gina, Festival, Konge and Dolphin; green beans - Festival, Faizi and Festin. The Nagano variety turned out to be resistant to diseases; to the impact of pests - Festival and Faizi; the most drought-resistant varieties are Dolphin, Nagano, Shahinya, Croquet and Festin.

The potential yield of seeds of bean varieties was 37.2 % higher than that of vegetables. The resistance to diseases in the varieties of grain and vegetable beans is the same - 6.8 points each, and resistance to pests in vegetable beans is 12.5 % higher than in beans. The drought resistance of vegetable beans is 6.9 % higher than that of grain beans.

Key words: *variety, resistance, vegetation, unfavorable factors, productivity*

ОЦІНКА НОВИХ ПЕРСПЕКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН» ЗА ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ

А. В. ГОЛОДНА, доктор сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

E-mail: ant.golodna@gmail.com

Л. М. ГОЛИК, кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

E-mail: holykselektioner@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovid2021.02.007>

Анотація. Метою досліджень була оцінка нових перспективних сортів пшениці озимої м'якої селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» за врожайністю зерна, зимостійкістю, стійкістю до хвороб та якістю зерна. Експериментальні дослідження проводили у 2016-2020 роках в ННЦ «Інститут землеробства НААН». Площа ділянки становила 20,0 м², повторність чотириразова. Під час проведення досліджень застосовували польові, вимірювально-вагові, лабораторні та математико-статистичні методи. У 2018-2020 рр. до Українського інституту експертизи сортів рослин передано для проходження кваліфікаційної експертизи нові сорти пшениці м'якої озимої Красуня Поліська, Мокоша, Пирятинка, Фортеця Поліська, Ефектна та Землероб, які створені у ННЦ «Інститут землеробства НААН» методом гібридизації із використанням у якості батьківських компонентів сортів і ліній вітчизняної і зарубіжної селекції. Всі сорти відрізняються посухостійкістю, стійкістю до вилягання, проростання на пні, осипання зерна. Найвищу врожайність зерна отримано у сорту Фортеця Поліська – 7,31 т/га. Також за високою врожайністю виділені сорти Пирятинка і Землероб із показниками 7,10 і 7,06 т/га, відповідно. За підвищеною зимостійкістю виділені сорти Пирятинка, Красуня Поліська, Мокоша і Ефектна із оцінкою 8,0-8,2 балів. Найбільшою стійкістю проти борошнистої роси відрізняються сорти Ефектна, Лісова пісня, Пирятинка і Фортеця Поліська (ураження – 1,7-11,6 %). За стійкістю проти бурої іржі всі сорти показали високу стійкість, ураження не перевищувало 8,0 %. Найбільша стійкість проти септоріозу листків визначена у сорту Землероб. Найвищий вміст протеїну визначено у зерні сортів Ефектна, Мокоша і Красуня Поліська (до 11,67 %). За підвищеним вмістом клейковини виділені сорти Красуня Поліська, Лісова пісня, Мокоша (19,22-19,66 %). За найвищими показниками седиментації треба відмітити сорти Красуня Поліська, Пирятинка і Мокоша (34,50-34,84 %).

Ключові слова: врожайність зерна, стійкість проти хвороб, зимостійкість, вміст протеїну, крохмалю, клейковини

Актуальність. За останні роки набір негативних природних умов, які впливають на ріст і розвиток рослин, значно збільшується. Селекціонер, створюючи сорти пшениці озимої має враховувати проблеми сніжних і безсніжних зим, весняні приморозки, різного роду посухи, хвороби та прагнути створити сорти, які б були адаптовані до різних погодних умов [1-4]. У ННЦ «Інститут землеробства НААН» створено низку високоврожайних сортів пшениці озимої, такі як Краєвид, Кесарія Поліська, Миролубна, Водограй, Осяйна та інші, які за 2013-2018 роки були занесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні» [5, 6]. Крім того, створено вихідний матеріал для селекції нових сортів, який різниться за біологічними і цінними господарськими ознаками: тривалістю періоду вегетації, пластичністю та реакцією на несприятливі умови довкілля. Проте актуальним залишається завдання створення нових високоврожайних, із високою якістю зерна, стійких проти комплексу хвороб та інших негативних чинників сортів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження зі створення сортів пшениці озимої, що є однією із найважливіших сільськогосподарських культур, займаються у багатьох наукових установах різних країн світу. Нові сорти відповідно напрямам

використання мають відповідати постійно зростаючим вимогам виробництва. Зусилля селекціонерів спрямовані насамперед на створення сортів із високою врожайністю зерна [7-9]. Також велика увага приділяється селекції сортів, стійких до основних шкідників і хвороб [10, 11]. Значні результати отримані зі створення сортів із підвищеною якістю зерна, високими хлібопекарськими якостями. Проводяться дослідження з удосконалення методів створення і оцінювання нових сортів пшениці із заданим комплексом ознак [12, 13].

Мета дослідження. Провести порівняльну оцінку нових сортів пшениці озимої м'якої за врожайністю зерна, зимостійкістю, стійкістю до хвороб та якістю зерна.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження з оцінки нових сортів пшениці озимої м'якої проводили в ННЦ «Інститут землеробства НААН» у 2016-2020 роках. Поля селекційної сівозміни розташовані у Фастівському районі Київської області. Погодні умови восени 2015 року були несприятливими для сівби й розвитку рослин пшениці озимої. Припинення активної вегетації відбулося з 24 листопада, що на 3 тижні пізніше звичайних строків. Відновлення вегетації розпочалося 29 березня. Стан посівів загалом за весняно-літній період оцінювався як добрий та задовільний. У більшості

Голодна А. В., Голик Л. М.

днів липня утримувалася жарка з незначною кількістю опадів погода, що значно прискорило розвиток зернових і скоротило період вегетації.

Осіною 2016 року спостерігали дефіцит опадів і тривалу ґрунтову посуху. У жовтні внаслідок холодної погоди зміни у фазовому розвитку майже не відбувалися й рослини залишалися переважно у фазі утворення сходів. У березні 2017 відмічалася дуже тепла погода, запаси продуктивної вологи у ґрунті були достатніми. Пшениця озима відновило вегетацію у першій декаді березня. Візуальний стан посівів оцінювався як добрий. Проте впродовж червня й липня метеорологічні умови у зв'язку із ґрунтовою посухою і підвищеною температурою повітря були малосприятливими для формування урожаю.

Дефіцит опадів і тривала посуха осінню 2017 року призвели до затримання сівби пшениці озимої і проведення її в пізні строки. Посіви пшениці у 2018 році були зрідженими, причинами чого була «крижана кірка» у зимові місяці та змиви води з підвищень в низини у весняно-літній період, що призвело до пошкодження рослин. Під час збирання врожаю спостерігалися значні опади з сильним вітром, які спричинили вилягання зернових і не дали можливість проведення своєчасного збирання врожаю, наслідком чого були перестої рослин

на пні, почорніння рослин та висипання зерна з колоса.

Сівба у 2018 році відбувалася в умовах достатнього забезпечення вологою. Посіви пшениці озимої у осінній період знаходились у хорошому стані. Проте тепла погода в зимові місяці, випадання снігу на не промерзлий ґрунт призвели до появи і поширення снігової плісняви. Весна 2019 року відрізнялася холодною і посушливою погодою. Червень і липень загалом були теплими, із недостатньою кількістю опадів. Проте посилення вітру під час опадів перед збиранням врожаю призвело до вилягання зернових культур.

Вересень 2019 року відрізнявся дуже посушливою погодою, тому сівбу почали у перших числах жовтня. Тепла сонячна погода в осені сприяла швидкій появі сходів та росту й розвитку рослин. Зима 2020 року була теплою і безсніжною. Холодна весна та дощове літо сприяли сильному поширенню грибкових та вірусних хвороб. Такі різні погодні умови за роками досліджень сприяли кращій і усесторонній оцінці сортів за комплексом цінних господарських ознак.

Під час проведення польових дослідів застосовували загальноприйняту технологію вирощування пшениці озимої. Попередниками під посіви були зернобобові культури. Система удобрення включала внесення під передпосівну культиву

Голодна А. В., Голик Л. М.

нітроамофоски ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та ранньовесняне підживлення (N_{30}). Для захисту від бур'янів вносили гербіцид Гранстар. Площа ділянки конкурсного сортовипробування становила 20,0 м², повторність чотириразова. Під час проведення досліджень застосовували польові, вимірювально-вагові, лабораторні та математико-статистичні методи [14, 15].

Результати досліджень. У 2018 р. до Українського інституту експертизи сортів рослин було передано для проходження кваліфікаційної експертизи нові сорти пшениці м'якої озимої Красуня Поліська, Мокоша, Пирятинка, Фортеця Поліська, Ефектна та у 2020 р. сорт Землероб селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН». Сорт пшениці озимої м'якої Красуня Поліська створений шляхом індивідуального добору з гібридної популяції від схрещування сортів Миронівська 30 / Ятрань 60. Різновидність лютесценс. Сорт характеризується високою посухостійкістю. Стійкий до вилягання, проростання на пні, осипання зерна. Вегетаційний період 260-283 дні. Маса 1000 зерен – 42,6-48,1 г.

Сорт пшениці озимої м'якої Мокоша створений шляхом індивідуального добору з гібридної популяції від схрещування сортів Бенефіс / Добруля. Різновидність лютесценс. Сорт має високу

посухостійкість. Стійкий до вилягання, проростання на пні та осипання зерна. Вегетаційний період 272-283 дні. Маса 1000 зерен – 42,0-49,0 г.

Сорт пшениці озимої м'якої Пирятинка створено методом індивідуального добору з пшениці ярої мексиканського походження VEE 5 / CBRD // ВУУ /4/ TNU MU / TUI за сівби під зиму. Різновидність лютесценс. Посухостійкість – висока. Стійкий до вилягання, проростання на пні, осипання. Вегетаційний період 260-283 дні. Маса 1000 зерен – 43,1-47,8 г.

Сорт пшениці озимої м'якої Фортеця Поліська створено методом індивідуального добору з гібридної популяції від схрещування сортів OR 2070011 / Волгоградская 60. Різновидність альборубрум. Сорт характеризується високою посухостійкістю. Стійкий до вилягання, до проростання на пні та осипання зерна. Вегетаційний період 260-283 дні. Маса 1000 зерен – 41,9-43,7 г.

Сорт пшениці озимої м'якої Ефектна створено методом індивідуального добору з гібридної популяції від схрещування сортів Поліська 92 / Карлик 2. Різновидність еритроспермум. Сорт низькорослий висота рослин 64-80 см, характеризується високою посухостійкістю. Стійкий до вилягання, проростання на пні, осипання. Вегетаційний період 280-

Голодна А. В., Голик Л. М.

305 днів. Маса 1000 зерен – 43,6-48,7 г.

Сорт пшениці озимої м'якої Землероб створено методом індивідуального добору з гібридної популяції від схрещування сорту пшениці м'якої ярої британського походження TW 21311 / М 64-192. Різновидність лютесценс. Сорт відрізняється високою

посухостійкістю. Стійкий до вилягання, проростання на пні, осипання. Вегетаційний період 280-285 днів. Маса 1000 зерен – 42,8-43,0 г.

Результати оцінки нових перспективних сортів пшениці озимої м'якої за врожайністю зерна, зимостійкістю і стійкістю до хвороб наведені у таблиці 1.

1. Оцінка нових сортів пшениці озимої м'якої за цінними господарськими ознаками, 2016-2020 рр.

Сорт	Урожайність зерна		Ураженість хворобами, %			Зимо- стійкість, бал
	т/га	+ до St	борошніста роса	бура іржа	септоріоз листіків	
Лісова пісня, St	5,97	-	9,4	8,0	29,3	7,6
Красуня Поліська	6,95	0,98	18,0	7,5	32,7	8,0
Мокоша	6,27	0,30	25,5	5,7	28,9	8,0
Пирятинка	7,10	1,13	11,0	6,8	39,3	8,2
Фортеця Поліська	7,31	1,34	11,6	7,1	29,1	7,8
Ефектна	6,36	0,39	1,7	0,3	32,5	8,0
Землероб	7,06	1,09	14,6	5,0	19,0	7,9
Середнє	6,72	-	13,1	5,8	30,1	7,9
Max	7,31		25,5	8,0	39,3	8,2
Min	5,97		1,7	0,3	19,0	7,6
S	0,47		6,9	2,4	6,1	0,2
V, %	7,02		41,7	32,4	20,7	2,4

Головною вимогою до нових сортів пшениці озимої є висока зернова продуктивність. Найвищу врожайність зерна у середньому за роки випробування отримано у сорту Фортеця Поліська – 7,31 т/га. Також за високою врожайністю виділені сорти Пирятинка і Землероб із показниками 7,10 і 7,06 т/га, відповідно. У сортів Мокоша, Ефектна і Красуня Поліська врожайність становила від 6,27 до 6,95 т/га. Всі досліджувані сорти перевищували сорт стандарт Лісова

пісня на 0,30-1,34 т/га. Варіювання сортів за врожайністю насіння була незначним (V, % - 7,02). За підвищеною зимостійкістю, як кращі, можна виділити сорти Пирятинка, Красуня Поліська, Макоша й Ефектна із оцінкою 8,0-8,2 балів. У сортів Фортеця Поліська й Землероб оцінка за зимостійкістю становила 7,8-7,9 балів.

Сильне ураження посівів зернових культур хворобами, може призвести до значних втрат, як кількості, так і якості врожаю. Тому

Голодна А. В., Голик Л. М.

нові сорти мають мати високу стійкість до найбільш поширених і шкодочинних хвороб. Оцінка за ураженістю борошнистою росою показала, що максимальний відсоток ураження у середньому за роки досліджень виявлений у сорту Мокоша (25,5 %). Як найбільш стійкі виділені сорти Ефектна, Лісова пісня, Пирятинка і Фортеця Поліська (1,7-11,6 %). За стійкістю проти бурої іржи всі сорти показали високу стійкість, ураження не перевищувало 8,0 %. Найстійкішим виявився сорт Ефектна (0,3 %). Найбільше ураження сортів

пшениці озимої виявлено за септоріозом листків, яке становило від 19,0 до 39,3 %. Найбільша стійкість до цього захворювання визначена у сорту Землероб.

Нові сорти пшениці також мають характеризуватися високими показниками вмісту протеїну, клейковини та іншими цінними ознаками, що забезпечують якість зерна. Результати оцінки нових сортів пшениці озимої селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» за якісними показниками зерна наведені у таблиці 2.

2. Оцінка нових сортів пшениці озимої м'якої за показниками якості зерна, 2016-2020 рр.

Сорт	Вміст у зерні, %			Седиментація за Зелені, %
	протеїну	клейковини	крохмалю	
Лісова пісня, St	11,28	19,34	70,20	33,38
Красуня Поліська	11,54	19,66	69,98	34,84
Мокоша	11,62	19,22	70,90	34,50
Пирятинка	11,38	18,60	69,62	34,64
Фортеця Поліська	9,90	16,52	72,18	29,70
Ефектна	11,67	18,83	67,47	34,47
Землероб	10,68	17,44	70,26	29,64
Середнє	11,15	18,52	70,09	33,02
Max	11,67	19,66	72,18	34,84
Min	9,90	16,52	67,47	29,64
S	0,62	1,05	1,35	2,18
V, %	5,51	5,68	1,93	6,59

Найвищий вміст протеїну визначено у зерні сортів Ефектна (11,67 %), Мокоша (11,62 %) і Красуня Поліська (11,54 %). За підвищеним вмістом клейковини виділені сорти Красуня Поліська, Лісова пісня, Мокоша (19,22-19,66 %). За найвищими показниками седиментації слід відмітити сорти Красуня Поліська, Пирятинка і

Мокоша (34,50-34,84), ці сорти є також кращими за комплексною оцінкою якості зерна.

Висновки і перспективи. Нові сорти пшениці м'якої озимої Красуня Поліська, Мокоша, Пирятинка, Фортеця Поліська, Ефектна і Землероб селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» характеризуються високою

Голодна А. В., Голик Л. М.

врожайністю зерна (до 7,31 т/га), підвищеною зимостійкістю і стійкістю до хвороб, а також хорошими показниками якості зерна: вміст протеїну – до 11,67 %;

Список використаних джерел

1. Фоменко М. А., Грабовец А. И. Роль новых сортов озимой пшеницы в стабилизации производства зерна в условиях меняющегося климата. *Земледелие*. 2009. № 4. С. 36–38.

2. Уліч О. Л. Зимостійкість сучасних сортів озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 4. С. 86–90.

3. Нові сорти озимої м'якої пшениці селекції Селекційно-генетичного інституту в аномально посушливих умовах 2007 року. *Пропозиція*. 2007. № 8. С. 56–57.

4. Уліч Л. І., Уліч О. Л. Ефективність післяреєстраційного сортовивчення пшениці озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 5. С. 23–34.

5. Голик Л. М., Коберник Н. І., Заїка Є. В., Левченко О. С. Нові сорти та використання молекулярних маркерів у селекції пшениці м'якої озимої. *Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки*: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю від дня народження академіка-селекціонера Василя Миколайовича Ремесла (с. Центральне, 20 жовтня 2017). с. Центральне, 2017. С. 20–21.

6. Голик Л. Н., Стариченко В. Н., Штакал Н. И., Коберник Н. И., Лытус Н. В. Результаты селекции и зимостойкость новых сортов и линий пшеницы мягкой озимой. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 3. С. 88–92.

7. Lozada D.N., Ward B.P., Carter A.H. (2020) Gains through selection for grain yield in a winter wheat breeding program. *PLoS ONE*. 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221603>

8. Ferrie A.M.R., Polowick P.L. Acceleration of the Breeding Program for Winter Wheat. *Accelerated Plant Breeding*, 2020. Volume 1. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41866-3_8

клейковини – до 19,66 %. Впровадження цих сортів у виробництво дозволить отримувати високі врожаї якісного зерна

9. Правдзіва, І. В., Демидов, О. А., Гудзенко, В. М., Дергачов, О. Л. Оцінювання врожайності та стабільності генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від попередників та строків сівби. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. 16(3). С. 291–302. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923>

10. Zetzsche, H., Friedt, W. & Ordon, F. Breeding progress for pathogen resistance is a second major driver for yield increase in German winter wheat at contrasting N levels. *Sci Rep*. 2020. 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77200-0>

11. Miedaner, T., Juroszek, P. Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theor Appl Genet*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03807-0>

12. Kocourková Z., Bradová J., Kohutová Z., Slámová L., Vojt P., Horčíčka P. Wheat breeding for the improved bread-making quality using PCR based markers of glutenins. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 2020. № 44. P. 105-113.

13. Rakszegi M., Mikó P., Löschnerberger F., Hiltbrunner J., Vida G. Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*. 2016. Volume 69. P. 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.04.006>

14. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск перший. Загальна частина. Київ: 2000. 100 с.

15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 423 с.

References

1. Fomenko M. A., Grabovec A. I. (2009). Rol' novykh sortov ozimoy pshenicy v stabilizatsii proizvodstva zerna v usloviyakh menjajushhegosja klimata. *Zemledelie*. № 4. P 36–38. 2.

2. Ulich O. L. (2005). Zymostiikist suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi. *Visnyk ahrarnoi nauky*. № 4. P 86–90.
3. Novi sorty ozymoi miakoi pshenytsi selektsii Seleksiino-henetychnoho instytutu v anomalno posushlyvykh umovakh 2007 roku. *Propozytsiia*, 2007. № 8. P 56–57.
4. Ulich L. I., Ulich O. L. (2007). Efektyvnist pislariestratsiinoho sortovyvchennia pshenytsi ozymoi. *Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslyn*. № 5. P 23–34.
5. Holyk L. M., Kobernyk N. I., Zaika Ye. V., Levchenko O. S. (2017). Novi sorty ta vykorystannia molekuliarnykh markeriv u selektsii pshenytsi miakoi ozymoi. *Realizatsiia potentsialu sortiv zernovykh kultur – shliakh vyrishennia prodovolchoi bezpeky: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 110-richchiu vid dnia narodzhennia akademika-selektsionera Vasylia Mykolaiovycha Remesla (s. Tsentralne, 20 zhovtnia 2017)*. P 20–21.
6. Golik L. N., Starichenko V. N., Shtakal N. I., Kobernik N. I., Lytus N. V. (2018). Rezul'taty selektsii i zimostojkost' novykh sortov i liniy pshenicy mjagkoj ozimoj. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. № 3. P 88–92.
7. Lozada D.N., Ward B.P., Carter A.H. (2020). Gains through selection for grain yield in a winter wheat breeding program. *PLoS ONE* 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221603>
8. Ferrie A.M.R., Polowick P.L. (2020). *Acceleration of the Breeding Program for Winter Wheat. Accelerated Plant Breeding, Volume 1.* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41866-3_8
9. Pravdziva I, Demydov O., Derhachov O. (2020). Evaluation of yield and stability of bread winter wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) depending on predecessors and sowing dates. *Plant Varieties Studying and Protectio*. 16(3). 291–302. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923>
10. Zetsche, H., Friedt, W. & Ordon, F. (2020). Breeding progress for pathogen resistance is a second major driver for yield increase in German winter wheat at contrasting N levels. *Sci Rep*, 10, 20374 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77200-0>
11. Miedaner, T., Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theor Appl Genet.* <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03807-0>
12. Kocourková Z., Bradová J., Kohutová Z., Slámová L., Vejrl P., Horčíčka P. (2008). Wheat breeding for the improved bread-making quality using PCR based markers of glutenins. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 44: 105-113.
13. Rakszegi M., Mikó P., Löschnerberger F., Hiltbrunner J., Vida. G. (2016). Comparison of quality parameters of wheat varieties with different breeding origin under organic and low-input conventional conditions. *Journal of Cereal Science*. Volume 69. Pages 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.04.006>
14. Metodyka derzhavnoho sortovyvrobuvannia silskohospodarskykh kultur. (2000). *Vypusk pershyi. Zahalna chastyna*. 100 p.
15. Dosphehov B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. 423 p.

EVALUATION OF NEW PROMISING VARIETIES OF SOFT WINTER WHEAT BREEDING NSC "INSTITUTE OF AGRICULTURE NAAS" FOR VALUABLE ECONOMIC TRAITS

A. Golodna, L. Holyk

Abstract. *The aim of the research was to evaluate new promising varieties of soft winter wheat breeding of NSC "Institute of Agriculture of NAAS" for grain yield, winter hardiness, disease resistance and grain quality. Experimental studies were conducted in 2016-2020 at the NSC "Institute of Agriculture NAAS". The plot area was 20.0 m², repeated four times. Field, measuring and weighing, laboratory and mathematical and*

statistical methods were used during the research. In 2018-2020, new varieties of soft winter wheat Krasunia Poliska, Mokosha, Pyriatynka, Fortetsia Poliska, Efektna and Zemlerob were transferred to the Ukrainian Institute of Plant Variety Examination for qualification examination. use as parent components of varieties and lines of local and foreign breeding. All varieties are drought-resistant, resistant to lodging, germination on the stump, shedding of grain. The highest grain yield was obtained in the variety Fortetsia Poliska - 7.31 t / ha. Pyriatynka and Zemlerob varieties with indicators of 7.10 and 7.06 t / ha, respectively, were distinguished by high yields. By increased winter hardiness can be distinguished varieties Pyriatynka, Krasunia Poliska, Mokosha and Efektna with a mark of 8.0-8.2 points. As the most resistant to powdery mildew are selected varieties Efektna, Lisova Pisia, Pyriatynka and Fortetsia Poliska (lesions - 1.7-11.6%). In terms of resistance to brown rust, all varieties showed high resistance, the damage did not exceed 8.0%. The greatest resistance to septoria of leaves is defined in a grade the Farmer. The highest protein content was determined in the grain of Efektna, Mokosha and Krasunia Poliska varieties (up to 11.67%). According to the increased content of gluten, the varieties Krasunia Poliska, Lisova pisnia, Mokosha (19.22-19.66%) were distinguished. According to the highest sedimentation rates, the varieties Krasunia Poliska, Pyriatynka and Mokosha should be noted (34.50-34.84 %).

Key words: grain yield, disease resistance, winter hardiness, protein, starch, gluten content

ОЦЕНКА НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ СЕЛЕКЦИИ ННЦ «ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НААН» ПО ЦЕННЫМ ХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

А. В. Голодна, Л. Н. Голик

Аннотация. Целью исследований была оценка новых перспективных сортов пшеницы озимой мягкой селекции ННЦ «Институт земледелия НААН» по урожайности зерна, зимостойкости, устойчивости к болезням и качеству зерна. Экспериментальные исследования проводили в 2016-2020 годах в ННЦ «Институт земледелия НААН». Площадь делянки составляла 20,0 м², повторность четырехкратная. При проведении исследований использовали полевые, измерительно-весовые, лабораторные и математико-статистические методы. В 2018-2020 гг. в Украинский институт экспертизы сортов растений передано для прохождения квалификационной экспертизы новые сорта пшеницы мягкой озимой Красуня Поліська, Мокоша, Пырятынка, Фортэця Поліська, Ефектна и Землероб, созданные в ННЦ «Институт земледелия НААН» методом гибридизации с использованием в качестве родительских компонентов сортов и линий отечественной и зарубежной селекции. Все сорта отличаются засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, прорастанию на корню, осыпанию зерна. Наивысшая урожайность зерна получена у сорта Фортэця Поліська - 7,31 т/га. Также по высокой урожайностью выделены сорта Пырятынка и Зэмлэроб с показателями 7,10 и 7,06 т/га, соответственно. По повышенной зимостойкости можно выделить

Голодна А. В., Голик Л. М.

сорта Пырятынка, Красуня Поліська, Мокоша и Эффектна с оценкой 8,0-8,2 баллов. Как наиболее устойчивые к мучнистой росе выделены сорта Эффектна, Лисова писня, Пырятынка и Фортэця Поліська (поражение - 1,7-11,6 %). По устойчивости против бурой ржавчины все сорта показали высокую устойчивость, поражение не превышало 8,0 %. Наибольшая устойчивость против септориоза листьев определена у сорта Зэмлэрб. Высокое содержание протеина определено в зерне сортов Эффектна, Мокоша и Красуня Поліська (до 11,67 %). По повышенному содержанию клейковины выделены сорта Красуня Поліська, Лисова писня, Мокоша (19,22-19,66 %). По высоким показателям седиментации следует отметить сорта Красуня Поліська, Пырятынка и Мокоша (34,50-34,84 %).

Ключевые слова: урожайность зерна, устойчивость к болезням, зимостойкость, содержание протеина, крахмала, клейковины

INFORMATION TECHNOLOGIES OF REMOTE ASSESSMENT OF HERBICIDE CONSEQUENCES ON WINTER RAPE CROPS

N. A. PASICHNYK, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-2120-1552>

O. O. OPRYSHKO, Candidate of Technical Science, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0001-6433-3566>

V. P. LYSENKO, Doctor of Technical Science, Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-5659-6806>

D. S. KOMARCHUK, Candidate of Technical Science, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0003-3811-6183>

The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: N.Pasichnyk@nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.008>

Abstract. *A separate group of substances with potential phytotoxicity are herbicides. These chemicals contain potent biologically active substances designed to destroy certain types of vegetation. Residues of some of these substances can be stored in the soil for several years, showing interaction with other substances and, undesirably, a negative effect on cultivated plants. With increasing use and range of herbicides, the risk of aftereffects increases significantly. A clear description of the drugs, the mechanism of their action is indicated in the regulations of their use. However, in production, as a rule, there are subjective and objective factors, as well as a number of random factors that can lead to the manifestation of adverse effects or after-effects of drugs. In order to determine the possibility of using spectral monitoring from the platform of an unmanned aerial vehicle (UAV), research was carried out at the industrial fields and experimental experimental field of NUBiP of Ukraine, in the optical range, using the RGB camera and the Slantrange complex. The image processing was carried out using firmware (software), as well as the standard and stress indexes provided by the developer. Data obtained from the FC200 optical camera in RGB format was computed in the mathematical package MathCAD.*

It was found out that in winter crop rape, in the vegetative phase of 5-7 leaves, as a result of the action of the herbicide occurs anomalous coloring of the two lower leaves of the plant. To identify this feature in the optical range, the most informative are red and green channels. With the use of Slantrange 3 complex among the embedded stress indexes,

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

SlantView software is the most informative of Veg. Fraction and Yield potential. It is shown that in order to increase the reliability of the data obtained, it is advisable to carry out additional research on the parameters of debugging the given system.

Keywords: remote monitoring, winter oilseed rape, digital camera, Slantrange, phytotoxic effect of herbicides

Introduction. Diagnosis of the state of winter crop sowing in relation to the manifestation of the effects of chemical agents in field crop rotations and the presence of affected areas due to phytotoxic effects of herbicides introduced in previous crops in real time is extremely important for obtaining the planned harvest. Characteristically, modern crop rotation is due to compulsory technological measures and contractual obligations with the use of highly effective broad herbicides, which often causes damage to plants of subsequent crops by residues in the soil of metabolites of a complex of drugs. Thus, Diana Alberto et al (2016) [1] shows that the usual assessment of the seasonal dynamics of the effect of herbicides on a crop plant is generally not inaccurate, and toxicity is relatively difficult to determine. In the articles of E. Dumas et al (2017) [2] and Ehab Azab et al (2018) [3], on the effectiveness of the action of the newest herbicides is noted the possibility of unpredictable behavior of herbicides under different agroecological conditions, which is appropriate to consider both during the test and the use of modern drugs. Recognized herbicides, such as glyphosate, have not been sufficiently

studied in terms of exposure to non-target objects and the environment. Thus, in the papers M. Milan et al (2018) [4] and E. Dumas et al (2017) [5] the toxic effect of micro-residues of certain groups of herbicides even on reproduction of marine microorganisms is shown. However, plants have a certain immunity to toxic effects, but, as noted by M. D'Alessio et al (2019) [6], they can be weakened by the action of a number of substances which get on the field with organic fertilizers.

It has been established that besides technological stresses, such as micro-residues of herbicides on crops of individual cultures, other factors also make influence, like temperature, humidity of air and soil, correlation and deficiency of nutrition elements, and others. Studies on the influence of climatic factors on the effectiveness of modern plant growing have become relevant in recent decades and reliably manifested climate change. Thus, the effect of temperature and humidity on the state of wheat crops, which is most often used in crop rotation along with rape, is given in the works of F. de Mol et al (2018) [7], Muhammad Arshad et al (2018) [8] and Xiangying Xu et al (2018) highlighted changes in the organogenesis of plants

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

with intensive technologies [9]. Similar studies directly on rape were conducted by B. Sharif et al (2018) [10], E. Poisson et al (2018) [11].

The feature of the use of mineral nutrient maps for the diagnosis of stress states is reflected in M. Cherni et al (2019) [12] and Yufeng Li et al (2019) [13].

According to the results of observations described by J. Doltra et al (2019) [14] and Sara Minoli et al (2019) [15], certain stressful conditions of field crops can be leveled to some extent by the implementation of appropriate technological measures. The control of which is determined by the results of the remote monitoring of the reasons that caused the impression of plants. At the same time, major factors for successful resuscitation measures are a timely determination of the degree and intensity of the initial defeat of vegetative plants. Laboratory analysis for detecting micro-residues of the active substance of herbicides in soil or in a plant are relatively expensive and prolonged, which complicates the decision-making efficiency. The most promising field for monitoring industrial scale is the leaf diagnosis.

The purpose of the work is to test such hypotheses:

- the presence of characteristic phytotoxic signs especially for leaf

diagnosis, which testifies to the effect of aftereffects of herbicides;

- suitability of leaflet diagnostic criteria for assessing the effects of herbicide aftereffects on winter rape crops for industrial remote monitoring using UAV.

Materials and methods of research.

At this stage, leaf diagnosis based on the use of digital technologies, including machine vision devices, an overview of which is presented in the work of T. Würschum (2019) [16]. Leaf diagnosis has a certain universality and to determine the effect of chemicals on the growth and development of new crops in crop rotations. Thus, in the work of D. Bečka et al (2016) [17] is described an experience of leaf diagnostics to monitor certain infectious diseases of rape, which can be used on mobile equipment. Determination of the nitrogen nutrition state by spectral indices is given in the work of Lantao Li et al (2016) [18], where it is stated that infrared spectrum ranges are informative, besides the standard optical one. According to Yi Peng et al (2019) [19], an additional parameter for spectral analysis is the dimensions of plants determined by the index of the leaf surface of the LAI, but it's determination is usually carried out when recalculation of the spectral indices is made. Analysis of the leaves spectrum itself remove the effects of soil analysis possible for each pixel of the image that has been shown in the work of J.

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

Senthilnath et al (2017) [20], which were identified by filtering rows of plants. However, the identification of the dimensions for continuous cropping is complicated by more complex identification methods, such as M. Han et al (2018) [21] has received positive results with regard to the use of neural networks, which requires significant computing power. It means the proposed solutions, based on spectral monitoring, require further research, for their use in identifying stresses as a result of the aftereffect of micro-residues of herbicides.

In modern conditions, mobile work with appropriate spectral sensory equipment is used to monitor agroecosystems. Creation of robots, in particular for monitoring, is considered in the works of G. Ponomareva et al (2018) [22] and I. Nevliudov et al (2018) [23]. When choosing the sensor equipment for the unification of equipment and cost savings, directly used as standard optical sensors, and specialized systems with filters, the method of calibration of which is presented in the works of I. Korobichuk et al (2018) [24], V. Lysenko et al (2018) [25], D. Komarchuk et al (2019) [26]. However, along with the relatively low cost of spectrum equipment (action room) and low requirements for UAV to create an orthophoto map, it is appropriate to use cloud computing services, which requires a powerful internet channel and significant volumes of operating time. J. Enciso et al

(2019) [27] shows the experience with the use of the specialized Slantrange sensor system, which is capable of creating stress-based maps directly in the field for several hours, which is essential for the evaluation of the effectiveness and effects of technological operations. However, the Slantrange complex, as compared to similar developments of the MicaSense RedEdge type, calibrated in the work of Sen Cao et al (2019) [28], does not have a measuring channel for the blue component of color. Accordingly, it is advisable to determine how the absence of such a channel will affect the reliability of the measurement results.

Experimental methodology.

Experimental area. Experimental researches were carried out on manufacturing fields in the Kyiv region (GPS coordinates: 50°15'32"N, 30°20'58"E) and on the experimental fields of the VN NUBiP of Ukraine "Agronomic research station" (GPS coordinates: 50°4'28"N, 30°13'20"E). According to production technological maps, in 2017 on individual crops was added a double dose of herbicide with the active substance methyl thifensulfuron. NUBiP in-patient station examined crops of winter rape in areas where herbicides have not been used for several years. To ensure an assessment of the stress condition due to lack of nutrients, fertilizers on the experimental site were not introduced. Before the start of the

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

flight, crops in the experimental field were visually inspected for the absence of foreign plants (weeds) and contamination with plant residues from the previous culture. Separate areas of soil without plants were studied.

Sensory equipment and shooting modes. The following sensory equipment was used for monitoring:

- Standard RGB camera PHANTOM VISION FC200, which is the standard equipment for DGI Phantom 3+ UAV.

- Specialized equipment - complex Slanrange 3.

The research was carried out for uniform illumination and weather

conditions. For PHANTOM VISION FC200, the camera was calibrated using the built-in exnometer according to the method described in the work of S. Shvorov et al (2018) [29] (setup for PHANTOM VISION FC200 Light Source in manual mode - Fine Weather). Illumination changes for the Slanrange complex were taken into account using built-in algorithms for the development of equipment using a standard anti-aircraft sensor. The adjustment of the exposure duration was carried out by a measuring complex for each channel separately (Fig. 1), which was later used for calibration when creating stress indices.

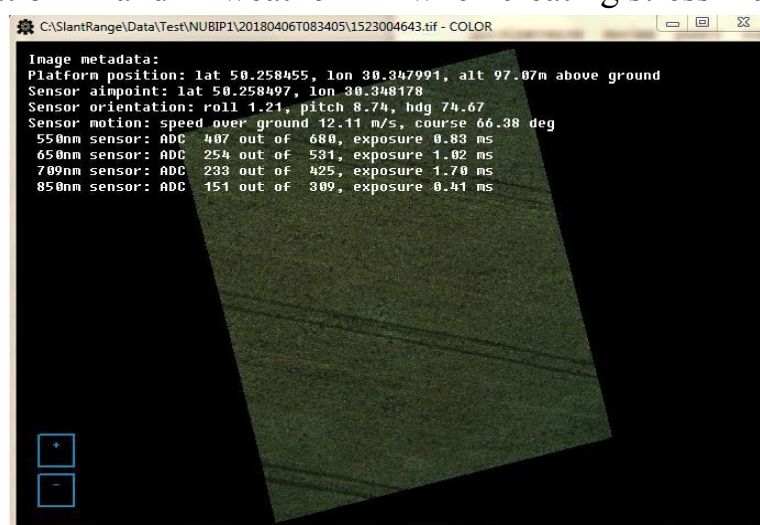


Fig. 1. SlantView image window with metadata

The UAV flight altitude during the monitoring of the experimental area in the experimental field and the field was 100 meters.

Processing of experimental data.

For the processing of RGB graphic data obtained from the use of the FC200 camera, the MathCad software

environment suitable for processing JPEG image data was used. The use of this mathematical software for the processing and interpretation of digital graphic data has been shown in the works of J. Agrisuelas et al (2017) [30] and in J. Agrisuelas et al (2018) [31]. The pixel analysis for the selected section of the

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

photo, (calculating the number of pixels with the corresponding intensity of RGB for each color component) was performed using the developed algorithm and the software product created in the MathCAD environment.

Sensory system Slantrange saved the results of shooting in graphic data in the format tiff, which was used by the firmware software developer SlantView, which converted the data for correction for illumination and created maps for distributing changes in stress indices. Along with commonly accepted stress indices, such as various variants of NDVI,

the company-developer also offers its own indexes of Stress, Yield potential, etc., whose calculation is based on dependencies that are their intellectual property. To facilitate the perception of area placement for the user, stress index cards are imposed as a separate layer on a satellite imagery from the Google Earth service.

On a map of stress indexes, user can get the index value for a particular field with geolocation, based on the results of the use of the graphical interface. If the values of the stress index are close to 0, there is no color of such area (Fig. 2).

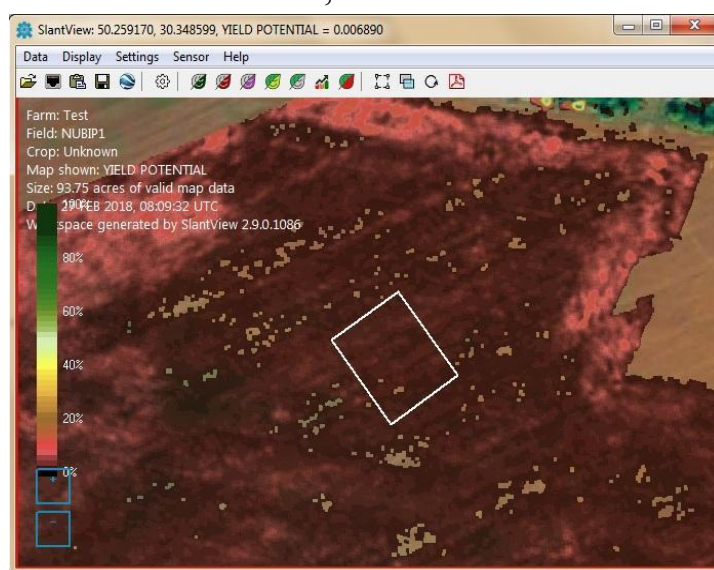


Fig. 2. SlantView map window (Yield potential)

Obtained results and discussion.

The main examination of winter rape crops was made on April 20, 2018, because during this period the soil became suitable for use of ground equipment. At this time, farms should determine the feasibility of reanimation measures for

damaged crops or the use of fields for sowing another culture. The fig. 3 shows photographs of rape crops in the optical range for areas with a recommended dose of herbicide and a doubling of the amount of reagent.



Fig. 3. Images of winter rape crops obtained by the RGB camera FC200, where: 1-double the dose of herbicides under the previous culture; 2-the recommended dosage of the drug. SlantView map window (Yield potential)

Similar images of areas from the Slanrange 3p complex are presented in

Figure 4 in pseudo-colors, as there is no blue channel in the systems.

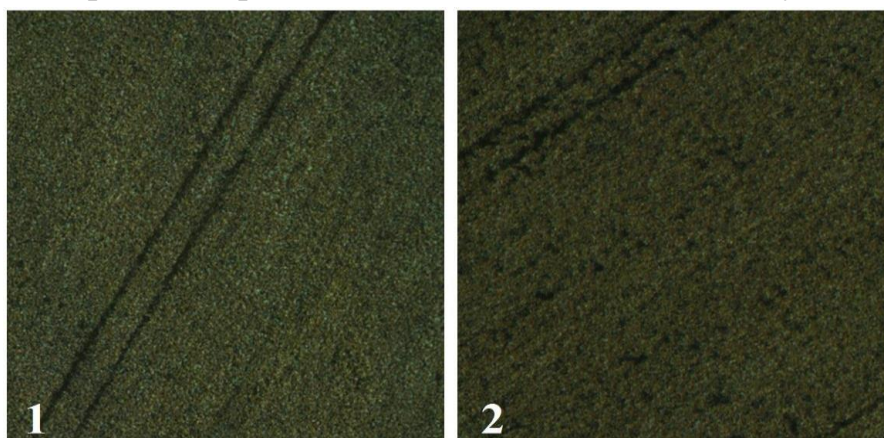


Fig. 4. Images of winter crop sown from SlantView software, where: 1-twice the dose of herbicides under the previous culture; 2.-the recommended dosage of the drug.

In the visual examination, it was found out that in the area of winter rape, where the double dose of the reagent was added, the state of plants in general is slightly worse than in areas with the recommended dose of herbicide. A special difference between the crops in these areas was the widespread change in the color of the two lower leaves of rape in plants that

suffer from the effects of the herbicide. Unlike green leaves of healthy plants, in the affected areas, the two lower leaves had a milky white color. At the same time, the dimensions of these leaves were sufficient for their fixation by the presented cameras (Figs 3(1) and 4(1)).

The results of calculating the stress indexes by means of SlantView are presented in the table.

1. Stress indices of sites with different application of herbicides in the previous culture are calculated Slantview software.

№	Index	Range	Herbicide × 2	Herbicide × 1
1	Green NDVI	0 .. 1	0.61±0.03	0.64±0.03
2	Red NDVI	0 .. 1	0.60±0.02	0.64±0.03
3	Red edge NDVI	0 .. 1	0.42±0.05	0.42±0.04
4	Stress	0 .. 0,5	0.33±0.03	0.28±0.04
5	Veg. fraction	0 .. 100%	0.024±0.009	0.12±0.05
6	Yield potential	0 .. 100%	0.001±0.0008	0.09±0.02
7	Chlorophyll	0 .. 10	2.4±0.2	2.6±0.1

As can be seen from the information provided, the standard stress indices constructed on the NDVI algorithm did not provide sufficient selectivity for interpreting data on the determination of the nature of stress. The best results were obtained for the stress indices presented by the developers of the Slantrange complex (Veg. Fraction and Yield potential), where the results of the measurements for the areas had a difference several times. However, part of the plants in the area affected by the effects of herbicides, the SlantView software was identified as lost (Fig. 2), although in subsequent observations, the plants were not killed. The developers of

the system provide the possibility of custom setup regarding data filtering and, accordingly, there is an opportunity to increase the selectivity and reliability of the monitoring results.

An additional way to improve the quality of the results is to take into account the dimensions of the plants, which can be recorded using laser radar and the technology described by J. Willers et al (2012) [32].

When analyzing the data obtained in the optical range, the results were compared with both the production areas and the experimental field. The results for the red channel are shown in Figure 5.

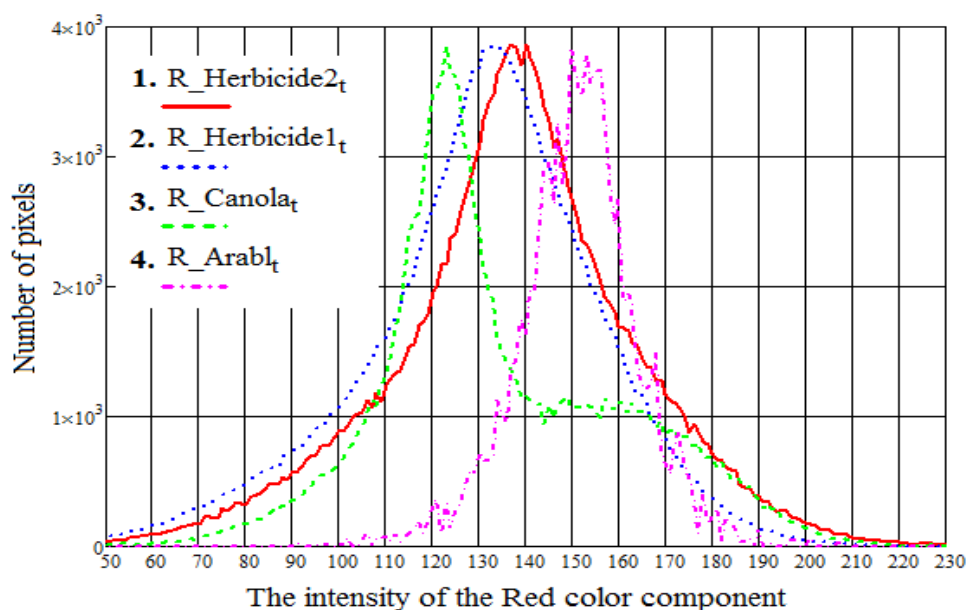


Fig. 5. Dependence of the number of pixels on the intensity of the red component of color for areas where: 1 - doubled dose of herbicides, 2 - recommended dose of herbicides, 3 - rape area with deficiency of nutrition elements, 4 - arable land

The dependence of the number of pixels on the intensity value of the color component for the experimental sites is described by the normal distribution. The difference, which is fixed for the area of crops with a lack of power, is due to the

fixation of the ground in the frame due to the relatively small dimensions of the winter rape. The monitoring results for the green and blue components are presented in Figures 6 and 7, respectively. Numbers of sites are similar to Figure 5.

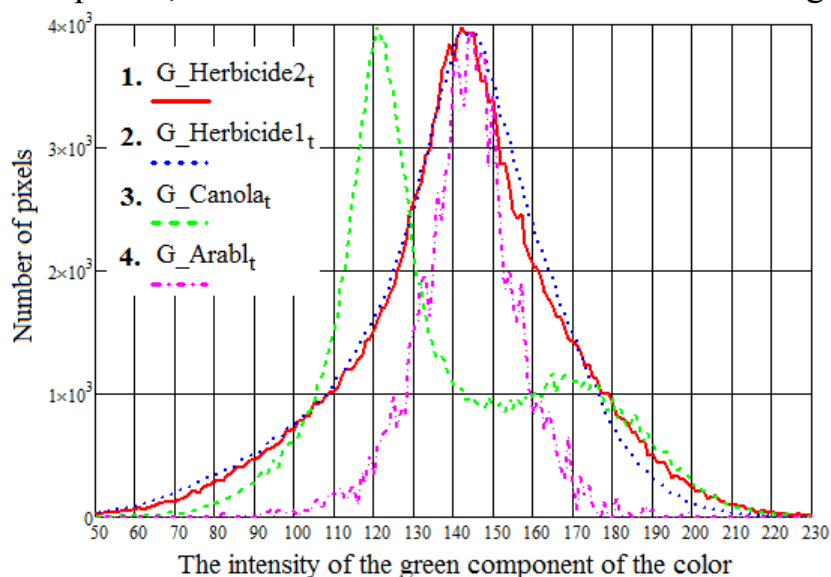


Fig. 6. Dependence of the number of pixels on the intensity of the green component of color

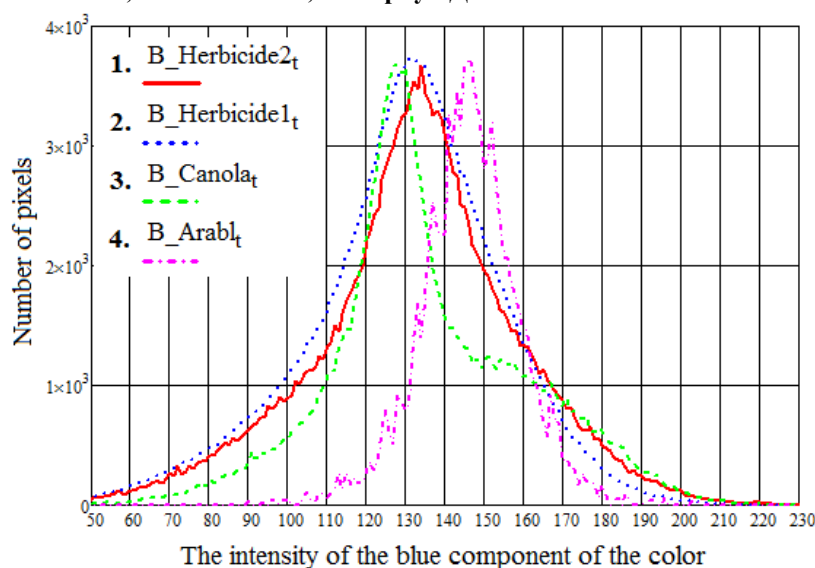


Fig. 7. Dependence of the number of pixels on the intensity of the blue component of color

Based on the data presented, the green channel of the optical range can be useful for monitoring rape crops, in particular for determining the state of mineral nutrition, but to recognize the abnormal color of a part of the leaves was ineffective.

The blue channel did not provide data selectivity and had the worst performance for soil recognition than red.

Direction of further research

The presence of a specific leaf color indicates the effect of the aftereffects of the herbicide, but for more confident fixation of this phenomenon it is necessary either to increase the resolution of the measuring equipment, or to reduce the flight height of the UAV. Such approaches will increase the amount of data and, accordingly, increase the duration of the research, which is undesirable. Since the herbicide was introduced by technical means with the observance of

technological tracks, the possible identification of the stresses caused by the effects of herbicides is the analysis of the distribution of stress areas along the field with the determination of the connection with the routes of movement of ground equipment.

Conclusions

For the diagnosis of the effects of herbicides on winter crop rations, we can use the technology of leafy diagnostics: in the vegetative phase of 5-7 leaves an abnormal coloring of the two lower laminae of milk and white color appears.

In the optical range, the most informative are red and green channels, so the use of the Slantrange system where the blue channel is not used is justified.

The most informative of the embedded stress indexes of the SlantView software are the indexes of Veg Fraction and Yield potential, however, in order to increase the reliability of the data

obtained, it is advisable to carry out additional research on the parameters of the adjustment of the specified system.

Confirmation and thanks.

Preliminary results of the study were presented in the form of abstracts “Information Technology for Remote Evaluation of after Effects of Residues of Herbicides on Winter Crop Rape” at International scientific conference “3rd

International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT 2019)” DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847850.

The authors express their gratitude to the specialists of the National university of life and environmental sciences of Ukraine: Dolia M., Miroshnyk V., Lendiel T., Martsyfei A. for joint participation in the Conference.

References

1. Alberto D., Serra A-A., Sulmon C., Gouesbet G., Couée I. (2016) Herbicide-related signaling in plants reveals novel insights for herbicide use strategies, environmental risk assessment and global change assessment challenges. *Science of The Total Environment*. Vol. 569–570, 1 November 2016, pp. 1618-1628.
2. Dumas E., Giraudo M., Goujon E., Halma M., Knhili E., Stauffert M., Batisson I., Besse-Hoggan P., Bohatier J., Bouchard P., Celle-Jeanton H., Costa Gomes M., Delbac F., Forano C., Goupil P., Guix N., Husson P., Ledoigt G., Mallet C., Mousty C., Prévot V., Richard C. et al. (2017). Fate and ecotoxicological impact of new generation herbicides from the triketone family: An overview to assess the environmental risks *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. Vol. 100, pp. 65-81.
3. Azab E., Kebeish R., Hegazy A.K. (2018) Expression of the human gene CYP1A2 enhances tolerance and detoxification of the phenylurea herbicide linuron in *Arabidopsis thaliana* plants and *Escherichia coli*. *Environmental Pollution*. Vol.238, pp. 281-290.
4. Milan M. Dalla Rovere G., Smits M., Ferraresso S., Pastore P., Marin M.G., Bogialli S., Patarnello T., Bargelloni L., Matozzo V. (2018) Ecotoxicological effects of the herbicide glyphosate in non-target aquatic species: Transcriptional responses in the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Environmental Pollution*. Vol.237, pp. 442-451.
5. Dumas E., Giraudo M., Goujon E., Halma M., Knhili E., Stauffert M., Batisson I., Besse-Hoggan P., Bohatier J., Bouchard P., Celle-Jeanton H., Costa Gomes M., Delbac F., Forano C., Goupil P., Guix N., Husson P., Ledoigt G., Mallet C., Mousty C., Prévot V., Richard C. et al. (2017). Fate and ecotoxicological impact of new generation herbicides from the triketone family: An overview to assess the environmental risks. *Journal of Hazardous Materials*. Vol.325, pp. 136-156;
6. D'Alessio M., Durso L. M., Miller D. N., Woodbury B., Ray C., Snow D. D. (2019) Environmental fate and microbial effects of monensin, lincomycin, and sulfamethazine residues in soil. *Environmental Pollution*. Vol. 246, pp. 60-68;
7. de Mol F., Winter M., Gerowitt B. (2018) Weather determines the occurrence of wheat stem base diseases in biogas cropping systems. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 325, pp. 136-156;
8. Arshad M., Amjath-Babu T.S., Aravindakshan S., Krupnik T. J., Toussaint V., Kächele H., Müller K. (2018) Climatic variability and thermal stress in Pakistan's rice and wheat systems: A stochastic frontier and quantile regression analysis of economic efficiency. *Ecological Indicators*. Vol.89, pp. 496-506;
9. Xiangying X. Ping G., Xinkai Z., Wenshan G., Jinfeng D., Chunyan L., Min Z., Xuanwei W. (2019) Design of an integrated climatic assessment indicator (ICAI) for wheat production: A case study in Jiangsu Province,

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

China Ecological Indicators. Vol.101, pp. 943-953;

10. Sharif B., Makowski D., Plauborg F., Olesen J. E. (2017) Comparison of regression techniques to predict response of oilseed rape yield to variation in climatic conditions in Denmark. *European Journal of Agronomy*. Vol.82, Part A, pp. 11-20;

11. Poisson E., Mollier A., Trouverie J., Avise J.-C., Brunel-Muguet S. (2018) SuMoToRI model simulations for optimizing sulphur fertilization in oilseed rape in the context of increased spring temperatures. *European Journal of Agronomy*. Vol.97, pp. 28-37;

12. Cherni M., Ferjani R., Mapelli F., Boudabous A., Borin S., Ouzari H.-I. (2019) Soil parameters drive the diversity of *Citrus sinensis* rhizosphere microbiota which exhibits a potential in plant drought stress alleviation. *Applied Soil Ecology*. Vol.135, pp. 182-193;

13. Yufeng L. Alan W., Hongyu L., Juan W., Gang W., Yuqing W., Lingjun D. (2019) Land use pattern, irrigation, and fertilization effects of rice-wheat rotation on water quality of ponds by using self-organizing map in agricultural watersheds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol.272, pp. 155-164

14. Doltra J., Gallejones P., Olesen J.E., Hansen S., Frøseth R.B., Krauss M., Stalenga J., Jończyk K., Martínez-Fernández A., Pacini G.C. (2019) Simulating soil fertility management effects on crop yield and soil nitrogen dynamics in field trials under organic farming in Europe. *Field Crops Research*. Vol.233, pp. 1-11;

15. Minoli S., Egli D. B., Rolinski S., Müller C. (2019) Modelling cropping periods of grain crops at the global scale. *Global and Planetary Change*. Vol.174, pp. 35-46;

16. Würschum T. (2019) Chapter 11 Modern Field Phenotyping Opens New Avenues for Selection. *Applications of Genetic and Genomic Research in Cereals*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 233-250;

17. Bečka D., Prokinová E., Šimka J., Cihlár P., Bečková L., Bokor P., Vašák J. (2016) Use of petal test in early-flowering varieties of oilseed rape (*Brassica napus* L.) for predicting the infection pressure of *Sclerotinia sclerotiorum*

(Lib.) de Bary. *Crop Protection*. Vol.80, pp. 127-131;

18. Lantao L. Jianwei L., Shanqin W. Yi M., Quanquan W., Xiaokun L., Rihuan C., Tao R. (2016) Methods for estimating leaf nitrogen concentration of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) using in situ leaf spectroscopy. *Industrial Crops and Products*. Vol.91, pp. 194-204;

19. Peng Y., Zhu T., Li Y., Dai C., Fang S., Gong Y., Wu X., Zhu R., Liu K. (2019) Remote prediction of yield based on LAI estimation in oilseed rape under different planting methods and nitrogen fertilizer applications. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol.271, pp. 116-125;

20. Senthilnath J., Kandukuri M., Dokania A., Ramesh K.N. (2017) Application of UAV imaging platform for vegetation analysis based on spectral-spatial methods. *Computers and Electronics in Agriculture* Vol.140, pp.8-24;

21. Mengxin H., Runmin C., Xinyu L., Huazhu F., Jianjun L. (2018) Joint spatial-spectral hyperspectral image classification based on convolutional neural network. *Pattern Recognition Letters*. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.10.003>

22. Ponomaryova G., Nevlydov I., Filipenko O., Volkova M. (2018) Mems-based inertial sensor signal and machine learning methods for classifying robot motion. *IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP 2018)*, pp.13-16;

23. Nevliudov I., Ponomaryova G., Bortnikova V., Maksymova S., Kolesnyk K. (2018) MEMS Accelerometer in Hexapod Intellectual Control. *14th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, MEMSTECH*, pp. 146-15;

24. Korobiichuk I., Lysenko V., Opryshko O., Komarchuk D., Pasichnyk N., Juś A. (2018) Crop monitoring for nitrogen nutrition level by digital camera. *Automation 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol 743. Springer, Cham pp. 595-603

25. Lysenko V., Opryshko O., Komarchuk D., Pasichnyk N., Zaets N. (2018) Information Support Of The Remote Nitrogen

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

Monitoring System In Agricultural Crops. International Journal of Computing, Vol 17(1) pp.47-54;

26. Komarchuk D., Lysenko V., Opryshko O., Pasichnyk N. (2019) Monitoring the condition of mineral nutrition of crops using UAV for rational use of fertilizers. Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development. A volume in the Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT), pp. 293-319;

27. Enciso J., Avila C. A., Jung J., Elsayed-Farag S., Chang A., Yeom J., Landivar J., Maeda M., Chavez J. C. (2019) Validation of agronomic UAV and field measurements for tomato varieties. Computers and Electronics in Agriculture. Vol.158, pp. 278-283;

28. Cao S., Danielson B., Clare S., Koenig S., Campos-Vargas C., Sanchez-Azofeifa A. (2019) Radiometric calibration assessments for UAS-borne multispectral cameras: Laboratory and field protocols. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol.149, pp. 132-145;

29. Shvorov S. A., Komarchuk D. S., Pasichnyk N. A., Opryshko O. A., Gunchenko Y. A., Kuznichenko S. D. (2018) UAV Navigation and Management System Based on the Spectral Portrait of Terrain. IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control, MSNMC 2018 – Proceedings pp.68-71;

30. Agrisuelas J., García-Jareño J.J., Perianes E., Vicente F. (2017) Use of RGB digital video analysis to study electrochemical processes involving color changes. Electrochemistry Communications. Vol.78, pp. 38–42;

31. Agrisuelas J., García-Jareño J. J., Vicente F. (2018) Quantification of electrochromic kinetics by analysis of RGB digital video images. Electrochemistry Communications. Vol.93, pp. 86-90;

32. Willers J. L., Wu J., O'Hara C., Jenkins J.N. (2012). A categorical, improper probability method for combining NDVI and LiDAR elevation information for potential cotton precision agricultural applications. Computers and Electronics in Agriculture. Vol.82, pp.15–22.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОЦІНКИ ПІСЛЯДІЇ ГЕРБИЦИДІВ НА ПОСІВАХ РІПАКУ ОЗИМОГО

Н. А. Пасічник, О. О. Опришко, В. П. Лисенко, Д. С. Комарчук

***Анотація.** Окрему групу речовин із потенційною фітотоксичністю складають гербициди. Ці хімічні речовини містять сильнодіючі біологічно активні речовини, призначені для знищення окремих видів рослинності. Залишки окремих із таких речовин можуть зберігатися в ґрунті протягом кількох років, проявляючи взаємодію з іншими речовинами і, що небажано, негативну дію на культурні рослини. Зі збільшенням обсягів застосування і асортименту гербицидів ризик післядії значно зростає. Чітка характеристика препаратів, механізм їх дії зазначається у регламентах їх застосування. Проте у виробництві, як правило, накладаються суб'єктивні й об'єктивні чинники, а також низка випадкових факторів, що можуть призводити до прояву негативної дії чи післядії препаратів. Для того щоб визначити доцільність використання спектрального моніторингу з платформи БПЛА було ініційоване дослідження на виробничих полях та дослідному стаціонарі НУБіП України. Дослідження здійснювались в оптичному діапазоні з використанням RGB камери та спеціалізованого комплексу Slantrange 3. Для комплексу Slantrange 3 із використанням фірмового програмного забезпечення*

Пасічник Н. А., Опришко О. О., Лисенко В. П., Комарчук Д. С.

досліджувались стандартні та надані розробником стресові індекси. Дані отримані від оптичної камери FC200 в форматі RGB обчислювались в математичному пакеті MathCAD.

Було встановлено, що на посівах ріпаку озимого в фазі вегетації 5-7 листків в наслідок дії гербіциду відбувається аномальне забарвлення двох нижніх листків рослини. Для ідентифікації цього в оптичному діапазоні найбільш інформативними є червоний та зелений канали. При використанні комплексу Slantrange 3 найбільш інформативними із вбудованих стресових індексів ПЗ SlantView є індекси Veg. Fraction та Yield potential. Показано, що для підвищення достовірності отриманих даних доцільно провести додаткові дослідження щодо параметрів налагодження вказаної системи.

Ключові слова: дистанційний моніторинг, ріпак озимий, цифрова камера, Slantrange, фітотоксична дія гербіцидів

BIOLOGICAL EFFICIENCY OF LIPIDS IN RAINBOW TROUT FLESH DEPENDING ON PROTEIN LEVELS IN FEEDS

V. M. KONDRATIUK, PhD in Agricultural sciences, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0002-4246-2639>

E-mail: vadkondratyk@ukr.net

A. O. IVANIUTA, PhD in Technical Sciences, Assistant,

<https://orcid.org/0000-0002-1770-5774>,

E-mail: ivanyta07@gmail.com

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.009>

Abstract. *The article considers the effect of using complete feeds with different protein levels on the biological efficiency of rainbow trout flesh lipids. The purpose of the experiment was to determine the effect of different levels of commercial rainbow trout's protein nutrition on the fatty acid composition of flesh lipids and their biological effectiveness. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 210 days and was divided into two periods: equalization (10 days) and basic (200 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of protein in experimental feeds for different experimental groups of trout ranged from 44 to 52% per 1 kg.*

Rainbow trouts were fed 4–6 times a day during the experimental period, at regular intervals during the day. The required amount of feed was calculated according to the indices of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding. Commercial second-summer trouts were reared in ponds with an area of 100 m² at the fish-holding density of 50 specimens/m² and the water level of 1 m. The total number of trout in the experimental studies was 25 thousand specimens.

It has been established that the consumption of compound feed with different levels of crude protein by second-year rainbow trout significantly affects the changes in the fatty acid composition of their flesh. As a result of the study it was found that the dominant fatty acids are oleic (C18: 1) - 14.44–18.92 % and palmitoleic (C16: 1) - 5.19–11.09 %. The increase in the level of crude protein in the feed of commercial rainbow trout to 52 % contributed to an increase in the content of saturated fatty acids in flesh by 7.9 % compared to the control. It has also been found that the use of compound feeds with a high level of protein nutrition lead to a decrease in the content of stearic acid in flesh. The results of experimental studies showed that among the polyunsaturated fatty acids in the lipids of rainbow trout's flesh, the highest content belonged to linoleic fatty acid (C18: 2) – 1.76–2.2 %.

Key words: *rainbow trout, fish feeding, compound feeds, protein, flesh, lipids, fatty acid composition*

Background. Fat content is one of the main indices by which one can characterize the value of a particular species of fish. The content of many fatty

Кондратюк В. М., Іванюта А. О.

acids in fish lipids varies considerably, which, according to researchers, depends on the species of fish, food composition and temperature for their existence.

Rainbow trout flesh contains 5 to 23.5 % of fat. An important feature is that the lipids of rainbow trout contain a great content of highly unsaturated fatty acids (linoleic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic), which is due to the peculiarities of their nutrition. Eicosapentaenoic acid and ω -3 unsaturated fatty acids formed by it are first synthesized by algae and then moved down the food chain into fish flesh. This, in turn, permits rainbow trout flesh to be characterized as a dietary food. Accordingly, an important factor that purposefully affects the biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh is the completeness of protein nutrition.

In the research works of Faritov T.A., Egorov B.V., Figurskaya L.V., Sherman I.M., Khan K., Shcherbin M.A. and others, the issue of biological value of lipids of rainbow trout flesh depending on various factors is considered [1-5]. However, there are no studies on the fatty acid composition of rainbow trout flesh lipids and their biological efficiency depending on protein levels in feeds.

Thus, the study of different commercial rainbow trout's protein nutrition impact on the biological efficiency of its flesh in modern industrial conditions of cold-water fish farms of

Ukraine is necessary and possesses great economic importance.

Materials and methods.

Experimental studies on two-year-old rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) were performed in the "Shipot" farm, Perechyn district of the Transcarpathian region.

The purpose of the scientific and economic experiment was to establish the effect of different levels of commercial rainbow trout's protein nutrition on the biological efficiency of flesh lipids and their fatty acid composition.

For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues (table 1). During the equalization period of the experiment, which lasted 10 days, the experimental fish consumed the feed of the control group. In the main period of the experiment (200 days) the level of protein in the feed of the experimental groups trout was regulated by changing the individual components of the feed (using combined mathematical methods to optimize the calculation using the Agro Soft Win Opti software).

The nutritional value of experimental production feeds is shown in table 2.

Rainbow trout were fed 4–6 times a day during the experimental period, at regular intervals during the day. The required amount of feed was calculated according to the indices of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding.

1. Design of scientific and economic experiment

Group of fish	Fish-holding density at the beginning of the experiment, specim./m ²	Mean weight at the beginning of the experiment, g	Experimental periods	
			equalization (10 days)	main (200 days)
			protein content in 1 kg of feed, %	
1- control	50	55.3±2.48	48	48
2- experimental	50	56.1±2.13		44
3- experimental	50	54.8±2.37		46
4- experimental	50	55.1±3.13		50
5- experimental	50	54.5±2.99		52

Weighing of experimental trout was performed once every 10 days by means of electronic scales in a calibrated container with water, with an accuracy up to 0.1 g. The total number of trout in

the experimental studies was 25 thousand specimens. Conditions for keeping experimental fish met the regulatory requirements in salmon farming [6-7].

2. Content in 1 kg of compound feed, %

Index	Groups				
	1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Metabolizable energy, MJ	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Crude protein	48,00	44,00	46,00	50,00	52,00
Crude fat	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Crude fiber	2,40	2,45	2,71	2,91	2,77
Calcium	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Total phosphorus	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Lysin	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Methionine	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Vitamin A, thousand IU	10	10	10	10	10
Vitamin D ₃ , thousand IU	3	3	3	3	3
Vitamin E, mg	200	200	200	200	200

The mass fraction of lipids was determined by the Soxhlet method according to DSTU 8717: 2017, that says the fat is weighed after its extraction with a solvent from a dry sample in the Soxhlet extraction apparatus, based on determining the change in sample weight after solvent extraction of fat [8].

The content of fatty acids was determined by chromatographic method on the “Kupol 55” chromatograph. Identification of peaks in the

chromatogram was performed by the method of “carbon numbers” calculation, as well as by using chemically pure, standard solutions, methyl esters of fatty acids. The individual fatty acids content calculation based on the results of gas chromatographic analysis – chromatograms – was performed according to a formula that included correction factors for each of them. The correction factors were found as the ratio

of the peak areas (including peak heights) of heptadecanoic (internal standard) and test acid at a concentration of 1:1 and the isothermal mode of operation of the gas-liquid chromatograph.

Mass fraction of polyunsaturated fatty acids (PUFA) – By chromatographic method with the HRGC 5300 chromatograph [9]; lipid extraction - by the methods of Folch and Blay-Dyer [10]; lipid efficiency coefficient - by the calculation method [11]; the lipids biological value factor (BVF) was calculated as the ratio of the sum of PUFA eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids to the mass fraction of fat in the product [12]. The

study results were processed by the method of variation statistics using the STATISTICA 7.0. software and MS Excel using built-in statistical functions [13].

Results of the study and their discussion. The nutritional value of lipids is determined by the presence of lipid nature substances, such as phospholipids, fat-soluble vitamins, sterols and fatty acid composition of lipids. The fatty acid composition of rainbow trout is characterized by a relatively large amount of monounsaturated fatty acids. Dominant fatty acids are oleic (C18: 1) – 14.44–18.92 % and palmitoleic (C16: 1) – 5.19–11.09 % (table 3).

3. Fatty acid lipid composition of rainbow trout flesh, n = 5, M ± m

Fatty acids	FA Code	Groups				
		1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Saturated (SFA)		45.85	43.14	42.35	45.03	45.71
myristic acid	14:0	2.69±0.09	2.12±0.04***	2.19±0.06**	2.98±0.10	3.02±0.12
palmitic acid	16:0	21.05±1.46	18.14±1.28	18.08±1.22	21.48±1.72	21.54±1.69
stearic acid	18:0	3.19±0.16	3.21±0.17	3.03±0.12	3.44±0.22	3.11±0.11
arachic acid	20:0	0.82±0.02	0.63±0.01***	0.74±0.01**	1.03±0.03***	1.12±0.03***
neodecanoic acid	19:0	18.10±1.98	19.04±1.79	18.31±1.69	16.13±1.14	16.92±1.14
Monounsaturated (MUFA)		45.36	40.99	34.81	46.63	47.69
palmitoleic acid	16:1	10.15±0.52	9.44±0.36	5.19±0.21***	10.62±0.44	11.09±0.36
ω ₉ oleic acid	18:1	18.31±1.79	16.31±1.32	14.44±1.16	18.62±1.62	18.92±1.71
ω ₉ elaidic acid	18:1	1.78±0.05	1.49±0.07**	1.14±0.06***	2.05±0.10*	2.44±0.14**
gadoleic acid	20:1	15.12±1.94	13.75±2.01	14.04±1.69	15.34±1.21	15.24±1.14
Polyunsaturated (PUFA)		3.6	3.35	3.15	3.73	4.18
ω ₃ linoleic acid	18:2	1.92±0.09	1.88±0.05	1.76±0.06	2.00±0.08	2.20±0.07*
ω ₆ linolenic acid	18:3	0.83±0.02	0.81±0.02	0.75±0.02*	0.82±0.03	0.94±0.04*
eicosadienoic acid	20:2	0.85±0.02	0.66±0.01***	0.64±0.01***	0.91±0.01*	1.04±0.04**
Unidentified		5.19	12.52	19.69	2.58	2.42

*p< 0.05; **p< 0.01 – compared to group 1

Studies have shown that feeding second-summer rainbow trouts with compound feeds containing different levels of crude protein significantly

affects the changes in the fatty acid composition of their flesh.

Thus, the increase in the level of crude protein in the feed of commercial

Кондратюк В. М., Іванюта А. О.

rainbow trout in all experimental groups, compared to the control, contributed to a slight decrease in the content of saturated fatty acids in flesh. The established difference is statistically significant in the flesh of fish in experimental group 3 ($p < 0.05$).

Among saturated fatty acids, the total share of which in the flesh of second-summer trout is 42.35–45.85 %, in the lipids of rainbow trout the highest content of palmitic acid was found (C16: 0) – 18.08–21.54 %.

A similar pattern is established in the amount of such saturated fatty acids as palmitic. In particular, with an increase of protein content in the diets of rainbow trout by 4 %, their flesh contained by 44.6 % more palmitic acid than analogues in experimental group 3 ($p < 0.01$) and by 2.3 % compared to the control.

It was also found that the use of compound feed with a high level of protein nutrition for feeding fish leads to a decrease in the content of stearic acid in flesh. Thus, its amount in the flesh of rainbow trout in group 5 was by 2.6–10.6 % less than in fish of other experimental groups.

It is characteristic that feeding young trout in experimental groups 3 and 4 during all age periods of rearing complete feed with low protein levels, contributes to positive changes in the fatty acid composition of their flesh. Thus, in terms of the saturated fatty acids amount in flesh, fish of groups 3 and 4 outperformed the analogues of the control group by 8.3 % and 6.3 %, respectively.

At the same time, an increase in the content of palmitic and neodecanoic acids compared to the control was detected.

The proportion of trout polyunsaturated fatty acids in trout flesh lipids is relatively high. Predominant are linoleic (C18: 2) – 1.76–2.2 % and linolenic acids (C18: 3) – 0.75–0.94 %.

Thus, the studied fish raw material has a high content of essential fatty acids, which indicates its high value.

High molecular weight fatty acids that contain at least two double bonds (linoleic, linolenic, arachic acids) cannot be synthesized in the human body and are therefore essential. The absence of these acids leads to a lack of vitamins in the body. Essential fatty acids help reduce blood cholesterol. Consumption of 30 g of fish oil reduces the amount of cholesterol contained in human blood by 7%.

By fractions from the amount of fatty acids MUFA makes to 34.81–47.69 %, UFA – 42.35–45.71%, PUFA – 3.15–4.18 %. The lipids of second-summer rainbow trout, regardless of the factor under study, are dominated by fatty acids with 16 and 18 carbon atoms. The highest content was observed for oleic, palmitic, palmitoleic and linoleic fatty acids. Fatty acids with 20–22 carbon atoms in the molecule and with 5–6 double bonds are the most active.

It was found that among PUFAs in the lipids of rainbow trout flesh the highest content belongs to linoleic fatty acid (C18: 2) – 1.76–2.2%. Polyunsaturated fatty acids – linoleic, linolenic and arachic acid, are part of

Кондратюк В. М., Іванюта А. О.

vitamin F and are vital, physiologically obligatory, essential fatty acids. These acids provide a number of extremely important functions of the animal body: normal growth, development and formation of skin cells, its nutrition, favorable course of pregnancy and

lactation; normal cholesterol transfer (reduction of its level), normal pressure in the subcutaneous blood vessels, stability and normal vascular elasticity.

Indices of the biological efficiency of lipids in second-summer rainbow trout's flesh are shown in table 4.

Table 4

Indices of lipid biological efficiency in second-summer trout's flesh, n = 5

Group	Ratio of FA types			
	UFA:MUFA:PUFA	PUFA:UFA	C18:2:C:18:1	ω_6 : ω_3
Ideal lipid	1:1:1	0.2:0.4	>0.25	10:1
1-st	1:0.99:0.08	0.08:1	1:9.53	1:2.31
2-nd	1:0.95:0.08	0.08:1	1:8.68	1:2.32
3-rd	1:0.82:0.07	0.07:1	1:8.20	1:2.35
4-th	1:1.04:0.08	0.08:1	1:9.31	1:2.44
5-th	1:1.04:0.08	0.08:1	1:8.60	1:2.34

The ratio of individual lipid classes in the muscle tissue of rainbow trout meets the standards proposed by nutritionists, in particular the ratio of fatty acids ω_6 : ω_3 in the experimental samples of rainbow trout is within the range of 1: 2.31–1: 2.44.

Conclusions

1. As a result of the studies performed the influence of different levels of protein nutrition fed to marketable rainbow trout on the fatty acid composition of flesh lipids and their biological efficiency was revealed.

2. It is established that feeding young trout in experimental groups 2 and 3 with complete feed with low protein levels, during all age periods of rearing, contributes to changes in the fatty acid composition of their flesh. Thus, fish of groups 2 and 3 outperformed the analogues of the control group in the

amount of saturated fatty acids in flesh by 8.3 % and 6.3 %, respectively.

3. Results of the study confirm the presence of a relatively large amount of monounsaturated fatty acids in the lipid composition of rainbow trout flesh: oleic (C18: 1) – 14.44–18.92 %; palmitoleic (C16: 1) – 5.19–11.09 %. Among saturated fatty acids, palmitic acid (C16: 0) – 18.08–21.54 % is dominant.

4. Analysis of the obtained results showed that the fractions from the amount of fatty acids MUFA makes to 34.81–47.69 %, UFA– 42.35–45.71 %, PUFA – 3.15–4.18 %.

5. It has been clarified that fatty acids with 16 and 18 carbon atoms are predominant in the flesh lipids of rainbow trout, regardless of the studied factor. The content is dominated by oleic, palmitic, palmitoleic and linoleic fatty acids.

Список використаних джерел

1. Фаритов Т. А. Кормление рыб / за ред. Данеленко В.Г. Учебное пособие. Лань. 2016. С. 352.

2. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Порівняльний аналіз поживної цінності комбікормів для форелі. Зернові продукти і комбікорми. №3 (43). 2011. С. 38-43.

3. Шерман І. М., Гринжевський М. В., Желтов Ю. О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риби: учебное пособие. Вища освіта, 2002. С. 128.

4. Khan K., Rodrigues A., Cleber M. et al. Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. Latin American Journal of Aquatic Research. 2019. № 47(2). P. 232-239.

5. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО, 2006. 360 с.

6. Соврачев К. Ф. Основы биохимии и питания рыб. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 247 с.

7. Канидьев А. Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва:ВНИИПРХ, 1985. 59 с.

8. ДСТУ 8717:2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру.

9. Байдалинова Л. С., Кривич В. С., Бахолдина Л. П. Методические рекомендации и указания по газовой хроматографии жирных кислот. Калининград, 1977. 33 с.

10. Blight E. G. и Dyer W. J., A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 1959. 37, 911-917.

11. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Химия пищи. М. : КолосС, 2007. 853 с.

12. Байдалинова Л. С., Лысова А. С., Мезенова О. Я., Сергеева Н. Т. и др. Биотехнология морепродуктов. Учебник с грифом ФАР. М.: Мир, 2006. 560 с.

13. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 246 с.

References

1. Yehorov B. V., Fihurska L. V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnytstva u

rybovodnykh hospodarstvakh Ukrainy [Status and prospects of trout farming development in fish farms of Ukraine]. Zernovi produkty i kombikormy. 2; 37-39.

2. Faritov T.A. (2016.) Kormlenie ryb [Fish feeding]. Danelenko V.G., redaktor: Uchebnoe posobie . Lan'. 352 p.

3. Sherman I.M., Hrynzhhevskiy M.V., Zheltov Yu.O. (2002). Naukove obhruntuvannia ratsionalnoi hodivli ryb: uchebnoe posobie. [Scientific substantiation of rational feeding of fishes: the textbook. Manual] Vyshcha osvita. p. 128.

4. Khan K., A. Rodrigues, M. Cleber. (2019). Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. Latin American Journal of Aquatic Research. 47(2):232-239.

5. Shcherbina M. A., Hamyhyn E. A. (2006.) Kormlenye ryb v presnovodnoi akvakulture. [Fish feeding in freshwater aquaculture] Moskva: VNIRO. 360 p.

6. Sovrachev K.F. (1982). Fundamentals of biochemistry and fish nutrition. Moscow: Light and food industry, 247 p.

7. Kanidiev A.N. Gamygin E.A. (1987). Progressivnye metody kormleniya raduzhnoj foreli [Advanced methods for feeding rainbow trout]. Tr. VNIRO, Sadkovoe vyrashchivanie foreli [Cage farming of trout], 1977; 76: 109-116.

8. DSTU 8717:2017 Ryba ta rybni produkty. Metody vyznachennia zhyru. [Fish and fish products. Methods for determining fat] (2017).

9. Baidalynova L.S. Kryvych V.S., Bakholdyna L.P. (1977) Metodicheskiye rekomendatsyy y ukazanyia po hazovoi khromatohrafiy zhyrnykh kyslot [Guidelines and instructions for gas chromatography of fatty acids]. Kaliningrad, 33 p.

10. Blight EG и Dyer WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911-917.

11. Rogov, I.A., Antipova, N.I., Dunchenko, N.I. (2007). Khimia pishchi [Chemistry of food]. Moscow: Kolos C. 853 p.

12. Baidalynova L.S., Lysova A.S., Mezenova O.Ia, Serheeva N.T. i dr. (2006). Byotekhnolohiya moreproduktov. Uchebnyk s hryfom FAR [Seafood Biotechnology. Manual]. M.: Mir, 560 p.

13. Plokhynskyi N. A. (1969). [Biometrics guide for livestock technicians]. М.: Rukovodstvo po byometryy dlia zootekhnykov Kolos. 246 p.

БІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІПІДІВ М'ЯСА РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ ПРОТЕЇНУ У КОМБІКОРМАХ

В. М. Кондратюк, А. О. Іванюта

Анотація. Вміст жиру – один із основних показників, за яким можна характеризувати цінність того чи іншого виду риби. Вміст багатьох жирних кислот у ліпідах риб коливається в значних межах, що залежить, на думку науковців, від виду риб, складу їжі і температури, їхнього існування.

М'ясо райдужної форелі містить від 5 до 23,5 % жиру. Важливою особливістю є те, що ліпіди райдужної форелі містять великий вміст високоненасичених жирних кислот (лінолевої, ейкозопентаєнової і докозогексаєнової), що пояснюється особливостями їх живлення. Ейкозопентаєнова кислота і створювані за її рахунок ненасичені жирні кислоти ω -3 ряду спочатку синтезуються водоростями, а потім переміщуються за харчовим ланцюгом у м'ясо риб. Це, в свою чергу, дозволяє характеризувати м'ясо райдужної форелі як дієтичний продукт харчування. Відповідно, важливим чинником, що цілеспрямовано впливає на біологічну ефективність ліпідів м'яса райдужної форелі є повноцінність протеїнового живлення.

Експериментальні дослідження на дволітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Метою науково-господарського дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів протеїнового живлення товарної райдужної форелі на показники біологічної ефективності ліпідів м'яса та їх жирнокислотний склад.

Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп У зрівняльний період дослідження, який тривав 10 діб піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період дослідження (200 діб) рівень протеїну в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми Agro Soft Win Opti).

Годівлю райдужної форелі в період досліджень проводили 4–6 раз на добу, в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси риб та температури середовища на момент годівлі.

Зважування піддослідної форелі проводили раз на 10 діб на електронних терезах у відтарованій ємкості з водою, з точністю до 0,1 г. Вирощування товарних дволітків проводили в ставах площею 100 м² за щільності посадки 50 екз./м², та рівня води в них 1 м. Загальна кількість особин форелі в експериментальних дослідженнях становила 25 тис. екз. Умови утримання піддослідних риб відповідали нормативним вимогам у лососівництві [6-7].

Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 7.0. і MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій [13].

Харчова цінність ліпідів визначається наявністю речовин ліпідної природи, таких як фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни, стерини та жирнокислотним складом ліпідів.

Жирнокислотний склад райдужної форелі характеризується відносно великою кількістю мононенасичених жирних кислот. Домінуючими жирними кислотами є олеїнова ($C_{18:1}$) – 14,44-18,92 % і пальмітоолеїнова ($C_{16:1}$) – 5,19-11,09 %.

Проведеними дослідження виявлено, що під впливом споживання дволітками райдужної форелі комбікормів з різним рівнем сирого протеїну помітно впливає на зміни у жирнокислотному складі їхнього м'яса.

Так, підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної райдужної форелі у всіх дослідних групах, порівняно з контролем, сприяло незначному зниженню вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот.

Серед насичених жирних кислот, загальна частка яких у м'ясі дволітків складає 42,35-45,85 %, у ліпідах райдужної форелі виявлено найбільший вміст пальмітинової кислоти ($C_{16:0}$) – 18,08–21,54 %.

Аналогічна закономірність виявлена і за кількістю такої насиченої жирної кислоти, як пальмітинова. Зокрема, за підвищення вмісту протеїну в раціонах райдужної форелі на 4 %, у їхньому м'ясі містилося пальмітинової кислоти на 44,6 % більше, ніж у аналогів 3-ї дослідної групи ($P < 0,01$) та 2,3% порівняно з контролем.

Встановлено також, що використання для годівлі риб 5-ї групи комбікормів з підвищеним рівнем протеїнового живлення призводить до зниження вмісту у м'ясі стеаринової кислоти. Так, її кількість у м'ясі райдужної форелі 5-ї групи була на 2,6-10,6 % меншою, порівняно з аналогічними показниками у риб дослідних груп.

Характерно, що згодовування молоді форелі 3-ї та 4-ї дослідних груп упродовж усіх вікових періодів вирощування повнораціонних комбікормів із зниженим рівнем протеїну, сприяє позитивним змінам жирнокислотного складу їхнього м'яса. Так, за кількістю насичених жирних кислот у м'ясі, риби 3-ї та 4-ї груп переважали аналогів контрольної групи відповідно на 8,3 % та 6,3 %. Одночасно виявлено вірогідне зростання вмісту пальмітинової та нанодеканової кислот порівняно з контролем.

У ліпідах м'яса форелі відносно високою є частка поліненасичених жирних кислот. Переважаючими виступають ліолева ($C_{18:2}$) – 1,76-2,2 % та ліноленова ($C_{18:3}$) – 0,75-0,94 %.

Таким чином, досліджувана рибна сировина відрізняється високим вмістом есенціальних жирних кислот, що свідчить про її високу цінність.

За фракціями від суми жирних кислот МНЖК належить 34,81-47,69 %, НЖК – 42,35-45,71 %, ПНЖК – 3,15-4,18 %. В ліпідах м'яса дволітків райдужної форелі, незалежно від досліджуваного фактора, переважають жирні кислоти з 16 та 18 атомами вуглецю. Найбільший вміст відмічений для олеїнової, пальмітинової,

Кондратюк В. М., Іванюта А. О.

пальмітоолеїнової та лінолевої жирних кислот. Жирні кислоти з 20-22 атомами вуглецю в молекулі та з 5-6 подвійними зв'язками є найбільш активними.

Виявлено, що серед ПНЖК у ліпідах м'яса райдужної форелі найбільший вміст належить лінолевій жирній кислоті ($C_{18:2}$) – 1,76-2,2 %. Поліненасичені жирні кислоти - ліолева, ліоленова і арахідонова, входять до складу вітаміну F і відносяться до життєво важливих, фізіологічно необхідних, есенційних жирних кислот. Ці кислоти забезпечують ряд у край важливих функцій тваринного організму: нормальний ріст, розвиток і утворення клітин шкіри, її живлення, сприятливе протікання вагітності і лактації; нормальне перенесення холестерину (зниження його рівня), нормальний тиск в підшкірних кровоносних судинах, стійкість і нормальну еластичність судин.

Співвідношення окремих класів ліпідів у м'язовій тканині райдужної форелі відповідає запропонованим фахівцями з нутриціології нормам, зокрема співвідношення жирних кислот ω_6 : ω_3 перебуває у піддослідних зразках райдужної форелі в межах 1:2,31–1:2,44.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риби, комбікорми, білки, м'якоть, ліпіди, склад жирних кислот

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ ВЕТЕРИНАРНИХ ІНСЕКТОАКАРИЦИДНИХ ЗАСОБІВ

О. К. ГАЛЬЧИНСЬКА, кандидат ветеринарних наук, доцент

E-mail: gok228@gmail.com

Я. В. ЯРМОЛЕНКО, студент магістратури

E-mail: moyalozka@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.010>

Анотація. *Наведено результати аналізу вітчизняного фармацевтичного ринку ветеринарних інсектоакарицидних засобів.*

Боротьба зі шкідливими комахами набуває важливого значення в умовах інтенсивного ведення тваринництва, коли на великих фермах і комплексах концентрується велике поголів'я. Водночас зростає небезпека розмноження і швидкого поширення багатьох комах, що паразитують на сільськогосподарських тваринах і є переносниками інфекційних та інвазійних захворювань і завдають економічних збитків через зниження продуктивності тварин та якості сировини [1].

Захист тварин від екто- і ендопаразитів вимагає розроблення і створення високоефективних протипаразитарних засобів, адже забезпечення необхідним асортиментом засобів боротьби з хворобами тварин, недорогих за ціною, зручних для застосування форм є шляхом до подальшого розвитку тваринництва [8].

Метою роботи було вивчення структури вітчизняного фармацевтичного ринку, а саме ветеринарних інсектоакарицидних засобів. Наші дослідження були зосереджені на таких завданнях, як вивчення номенклатури ветеринарних інсектоакарицидних засобів закордонних та вітчизняних виробників за такими показниками: фірмами-виробниками, видами тварин, формами випуску та шляхами введення, а засоби імпортового виробництва також за країнами-виробниками згідно з Державним реєстром лікарських засобів [5].

Е роботі використали методи опитування, аналізу, порівняння, узагальнення, а для обробки отриманих даних статистичний метод.

Ключові слова: *інсектоакарицидні засоби, піретроїди, неонікотинοїди, карбамати*

Актуальність. Основною умовою забезпечення економічної ефективності сільськогосподарського тваринництва є утримання здорового поголів'я тварин, яке характеризується високими продуктивними якостями та

необхідною репродуктивною здатністю [4].

Водночас спалахи хвороб різної етіології, зокрема паразитарних, часто є причиною зниження продуктивності тварин. Зоотропні комахи, які

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

нападають на тварин, завдають чимало проблем, оскільки знижують якість продукції та завдають значних економічних збитків. В останні роки відзначається розвиток вітчизняного ринку лікарських засобів для ветеринарного застосування, збільшення кількості зареєстрованих препаратів, розвиток підприємств, що виробляють лікарські засоби, зростання числа фірм, які займаються фармацевтичною діяльністю у сфері як гуртової, так і роздрібної торгівлі. Усе це говорить про перспективність ринку лікарських засобів для ветеринарного застосування [2].

Спеціалістам, які працюють у галузі виробництва та реалізації лікарських засобів, потрібна оперативна, об'єктивна та достовірна інформація щодо стану фармацевтичного ринку. Ця інформація має значний обсяг і динамічність. Виявлення особливостей формування ринку ветеринарних товарів на державному рівні має сприяти як вдосконаленню методів управління даною сферою господарювання, так і розвитку ветеринарного підприємництва [3].

Тому переорієнтація вітчизняних фармацевтичних підприємств на засади маркетингу забезпечить пошук, розробку і виробництво ефективних та конкурентоспроможних лікарських засобів, що дасть змогу задовольнити назрілі потреби покупців [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення ефективності

сільськогосподарського виробництва залишається одним із пріоритетних завдань, спрямованих на поліпшення економіки нашої держави. Причиною зниження продуктивності тварин часто є хвороби паразитарної етіології (Довгій Ю. Ю. і ін., 2012; Бойко О. О. і ін., 2016).

Питанням впливу паразитичних комах на продуктивність тварин, якість продукції та економічних збитків, які вони спричиняють присвячені роботи Ісімбекова Ж. М., 2010; Машкей А. М. і ін., 2011, 2017; Woolley С., 2013.

За даними О. І. Канюки, І. Я. Коцюмбаса на фармацевтичному ринку України представлено значну кількість ветеринарних лікарських засобів.

Вивченню стану українського ринку ветеринарних препаратів присвячені роботи вітчизняних учених І. Бушуєвої, Ю. Косенко, О. Макогонської, О. Гаврилук, П. Музики.

У літературних джерелах висвітлено результати досліджень лікарських засобів, що призначені для знищення членистоногих і профілактики хвороб, які вони спричиняють або переносять (Прус М. П., 2006, Березовський А. В. і ін., 2007, 2015; Нагорна Л. В. і ін., 2016) [8].

Аналіз наукових публікацій свідчить, що дослідники змушені розробляти і випробовувати нові інсектицидні засоби для боротьби з членистоногими (Клименко О. С., 2007; Myhalchenko M. et al., 2011;

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

Євстаф'єва В. О., 2012, 2013; Фотіна Т. І. і ін., 2016), оскільки, паразитичні комахи набувають стійкості до інсектицидних засобів, які вже застосовувались (Nauen R. 2007; Рославцева С. А., 2008; Соколянська М. П., 2014).

Мета роботи полягала у дослідженні номенклатури інсектоакарицидних засобів представлених на вітчизняному фармацевтичному ринку.

До вирішення поставлено завдання дослідити номенклатуру ветеринарних інсектоакарицидних засобів закордонних та вітчизняних виробників, визначити їх обсяги і структуру, фармацевтичні компанії і тенденції на ринку ветеринарних препаратів.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведені шляхом аналізу зареєстрованих в Україні інсектоакарицидних ветеринарних засобів. Номенклатуру вітчизняного фармацевтичного ринку, а саме ветеринарних інсектоакарицидних засобів, вивчали на основі Державного реєстру ветеринарних препаратів. Для зручності аналізу інформації, асортимент зареєстрованих препаратів систематизували за групами препаратів, країнами-виробниками, фірмами-виробниками, формами випуску[6].

У роботі використали методи опитування, порівняння, аналізу,

узагальнення та статистичний метод для обробки отриманих даних.

Результати дослідження та їх обговорення. Інсектоакарицидні засоби складають вагомую частку на вітчизняному фармацевтичному ринку. Досліджувана група представлена 186 препаратами вітчизняного та зарубіжного виробництва, що становить приблизно 3 % від загальної кількості всіх зареєстрованих лікарських препаратів.

З 186 зареєстрованих препаратів 35,5 % (66) припадає на імпорتنі, а 64,5 % (120) – на вітчизняні препарати.

Вивчення іноземних країн-постачальників лікарських препаратів досліджуваної групи фармацевтичного ринку України показало, що, більше половини зареєстрованих препаратів входять до групи піретроїдів, а саме 28,8 % (19 препаратів), фенілпіразоли та неонікотиноїди мають по 21,2 % (по 14 препаратів), ХОС – 15,2 % (10 препаратів), ФОС – 12,1 % (8 препаратів) та амідіни – 1,5 % (лише 1 препарат) (рис. 1.).

За обсягом репрезентованих лікарських засобів імпортного виробництва в Україні лідером є препарати французького виробництва – 22,7 % (15 препаратів), Німеччина має – 19,7 % (13 препаратів), США – 15,2 % (10 препаратів), Словенія – 10,6 % (7 препаратів). Інші країни, як Російська Федерація, Велика Британія, Австрія, Аргентина, Нідерланди, Бельгія, Польща, Швейцарія)

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

постачають 31,8 % (кожна має лише по декілька препаратів) (рис. 2.).

Розподіл ІАЗ імпортного виробництва за групами препаратів

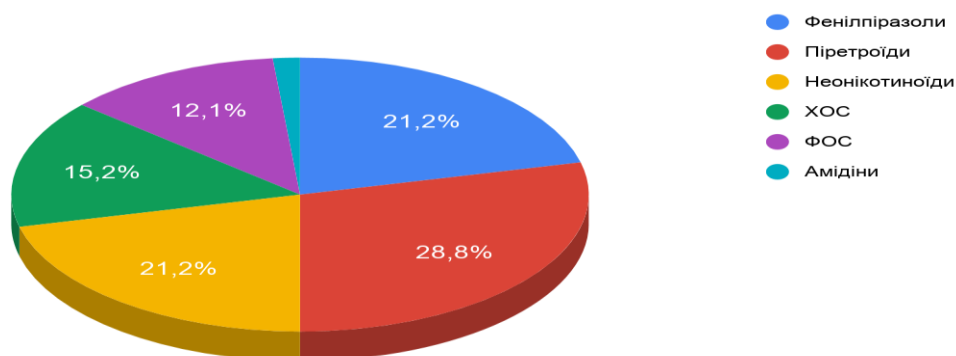


Рис. 1. Розподіл інсектоакарицидних засобів імпортного виробництва за групами препаратів

Розподіл ІАЗ імпортного виробництва за країнами-виробниками

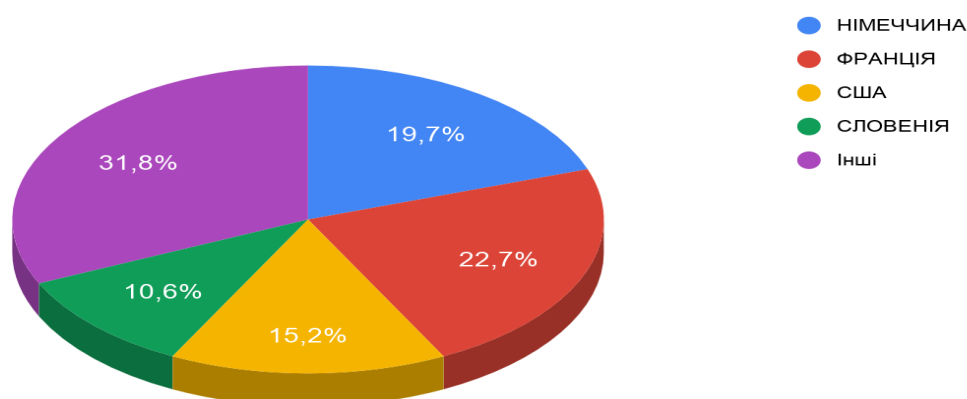
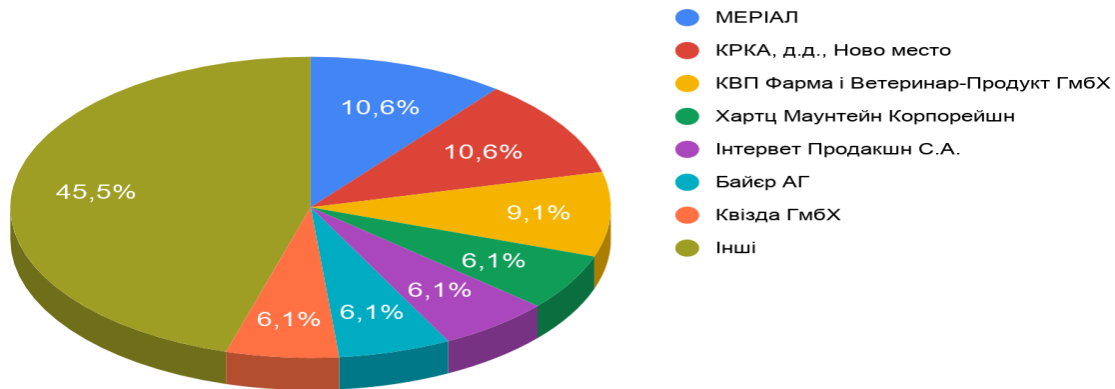


Рис. 2. Розподіл інсектоакарицидних засобів імпортного виробництва за країнами-виробниками

Поміж інсектоакарицидних препаратів імпортного виробництва найбільшу долю ринку займають компанії Меріал та КРКА, д.д., Ново место – по 10,6 % (по 7 препаратів), КВП Фарма і Ветеринар-Продукт ГмбХ – 9,1 % (6 препаратів), 3 місце в групі компаній Хартц Маунтейн

Корпорейшн, Інтервет Продакшн С.А., Байєр АГ, Квізда ГмбХ. Кожна має 1 % від загального об'єму і відповідно по 4 препарати. Значну частину становлять інші фірми, препарати яких, зареєстровані в Україні в малій кількості. Разом вони становлять 45,5 % від загального об'єму (рис. 3.).

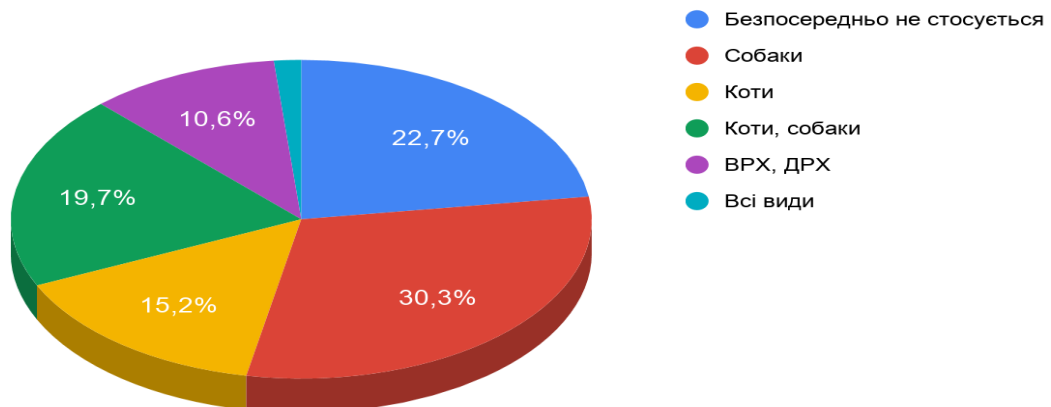
Розподіл ІАЗ імпортного виробництва за фірмами виробниками

**Рис. 3. Розподіл інсектоакарицидних засобів імпортного виробництва за фірмами-виробниками**

Аналіз інсектоакарицидних засобів країн-імпортерів показав, що переважна більшість препаратів призначена для собак – 30,3 % (20 препаратів), для котів та собак – 19,7 % (13 препаратів), котів – 15,2 % (10

препаратів), ВРХ та ДРХ – 10,6 % (7 препаратів), для всіх видів лише 1 препарат та 22,7 % становлять препарати, що не застосовуються безпосередньо для тварин (15 препаратів) (рис. 4.).

Розподіл ІАЗ імпортного виробництва за видами тварин

**Рис. 4. Розподіл інсектоакарицидних засобів імпортного виробництва за видами тварин**

Розподіл ринку інсектоакарицидних засобів імпортних виробників за формами випуску має такі тенденції: найбільше зареєстровано розчинів – 33,3 % (22 препарати), краплі складають – 16,7 %

(11 препаратів), нашійники та гранули – по 12,1 % (по 8 препаратів) та інші форми – 15,2 % (спреї, суспензії, вушні бирки, капсули, порошки, гелі) (рис. 5.).

Розподіл ІАЗ імпортного виробництва за формами випуску

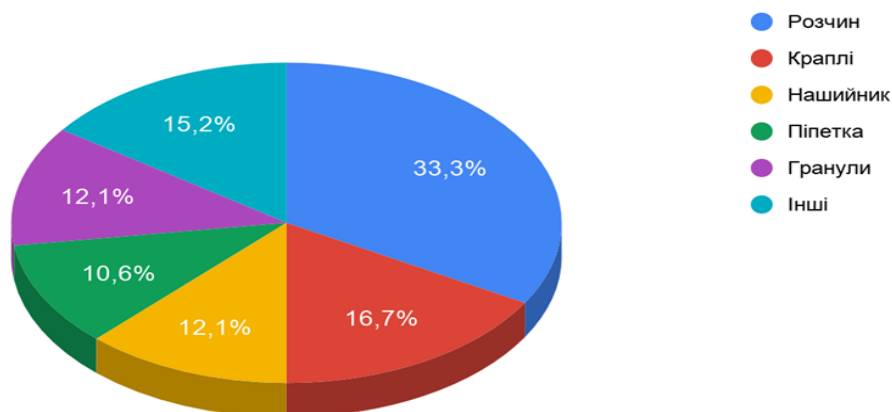


Рис. 5. Розподіл інсектоакарицидних засобів імпортного виробництва за формами випуску

Дослідженням номенклатури інсектоакарицидних препаратів: ветеринарних інсектоакарицидних фенілпіразоли – 37,5 % (45 препаратів), засобів вітчизняних виробників карбамати – 28,3 % (34 препарати), встановлено, що в Україні піретроїди – 11,7 % (14 препаратів), зареєстровано 120 інсектоакарицидних ФОС – 8,3 % (10 препаратів), засобів вітчизняного виробництва. неонікотиніди – 7,5 % (9 препаратів) та

На вітчизняному фармацевтичному ринку українські підприємства є – 6,7 % (рис. 6.).

постачальниками таких груп

Розподіл ринку вітчизняних виробників за групами препаратів

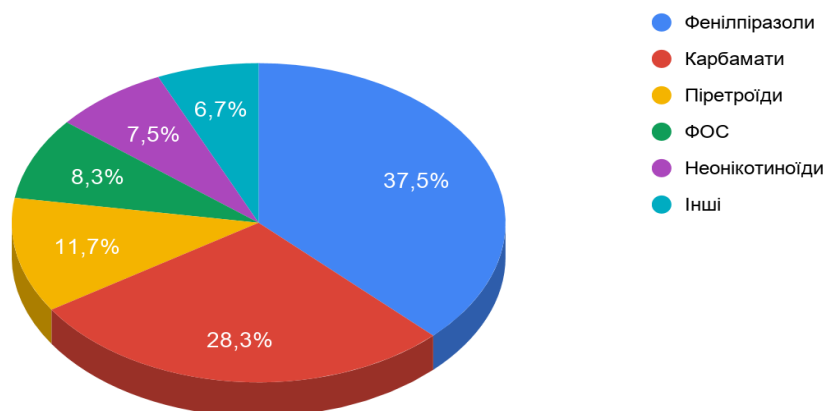


Рис. 6. Розподіл інсектоакарицидних засобів вітчизняних виробників за групами препаратів

Встановлено, що в асортименті препарати для собак та котів – 40 % (48 вітчизняних виробників лідерами є препаратів), собак – 25,8 % (31

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

препарат), котів – 15 % (18 препаратів), препарати для всіх видів тварин складають 7,5 % (9 препаратів). Останню позицію ділять препарати для бджіл, кошенят та цуценят та ті, що безпосередньо не використовуються для тварин – 4,2 % (по 5 препаратів) (рис. 7.).

Розподіл ринку вітчизняних виробників за видами тварин

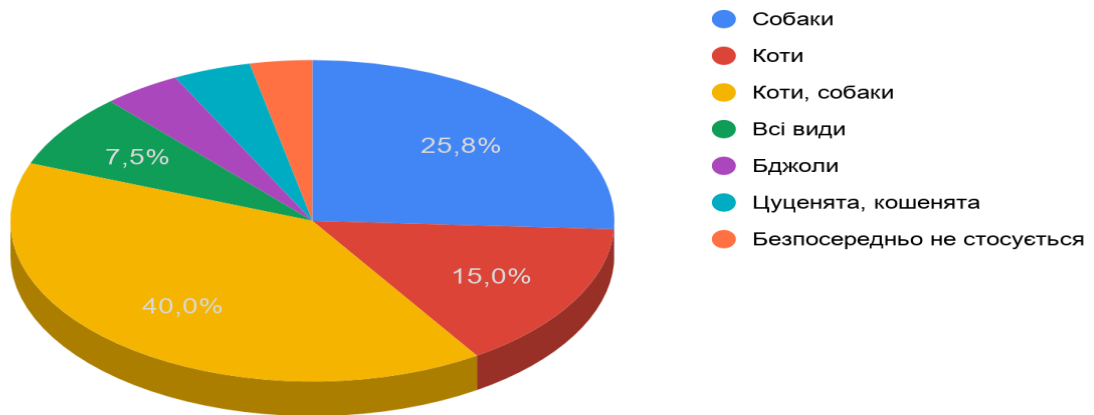


Рис. 7. Розподіл інсектоакарицидних засобів вітчизняних виробників за видами тварин

Як показав проведений аналіз, поміж вітчизняних підприємств, інсектоакарицидні препарати у формі крапель становлять найбільшу частину – 33,3 % (40 препаратів), нашійники – 28,3 % (34 препарати), спреї – 11,7 % (14 препаратів), шампуні – 10,8 % (13 препаратів), розчини та порошки – по 4,1 % (по 5 препаратів), та інші – 7,5 % (смужки зі шпону, емульсії, мазі, пудра) (рис. 8.).

Розподіл ринку вітчизняних виробників за формами випуску

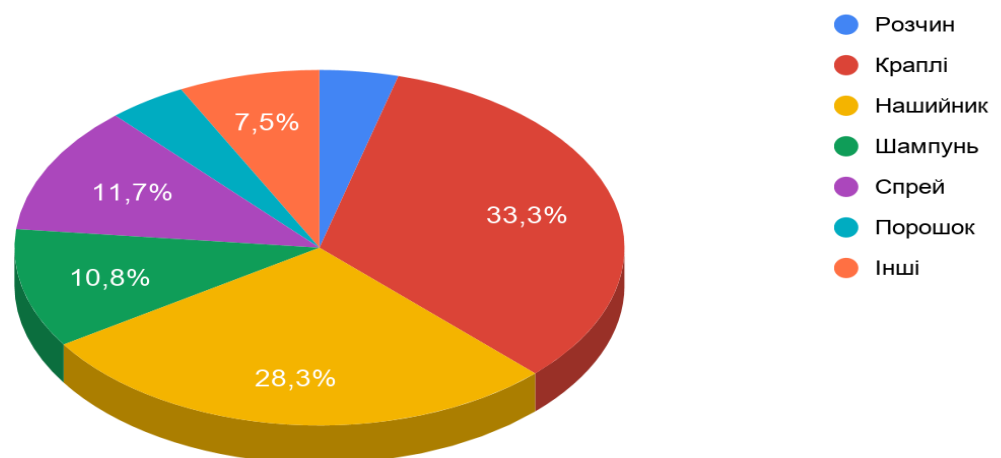


Рис. 8. Розподіл інсектоакарицидних засобів вітчизняних виробників за формами випуску

Згідно з проведеним дослідженням, ринок вітчизняних компаній з виробництва інсектоакарицидних препаратів ділиться таким чином: продукція ТОВ «УКРБІОНІТ»; ВК «КРУГ»; ТОВ «НОВА ПЛЮС» складає 14,2 % (17 препаратів), ТОВ «Ветсинтез» та ТОВ «НОВА ПЛЮС» – 10,8 % (по 13

препаратів), ТОВ «МЕДПРОМТЕК», ТОВ фірма «Продукт», ТОВ «НВП «СУЗІР'Я» – 8,3 % (по 10 препаратів), ТОВ «МЕНЕДЖМЕНТ-СИСТЕМА»; ТОВ «НОВА ПЛЮС» і ТОВ фірма «Продукт»; ПП «БАР'ЄР-ПРОФІ» – 6,7 % (по 8 препаратів), інші компанії – 25,8 % (рис. 9.).

Розподіл ринку вітчизняних виробників за фірмами виробниками

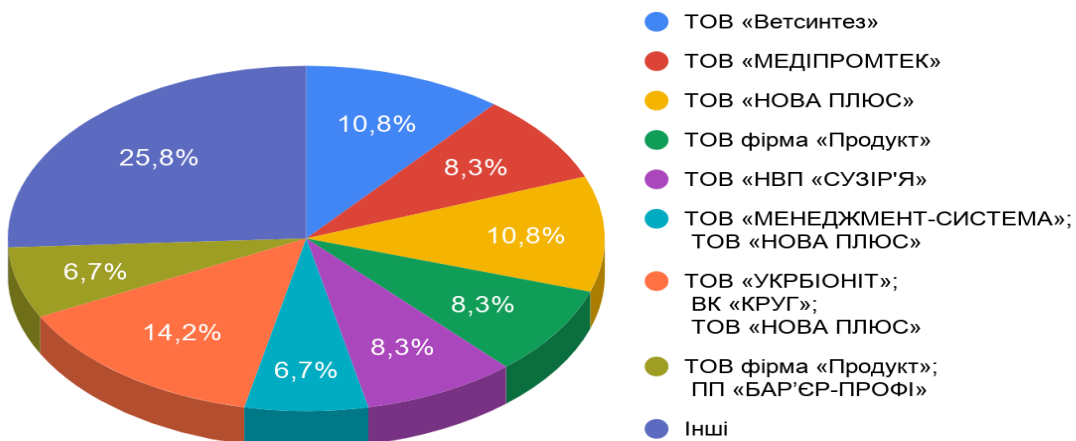


Рис. 9. Розподіл інсектоакарицидних засобів вітчизняних виробників за фірмами-виробниками

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Інсектоакарицидні засоби складають вагомому частку на вітчизняному фармацевтичному ринку. Досліджувана група представлена 186 препаратами вітчизняного та зарубіжного виробництва, що становить близько 3 % від загальної кількості всіх зареєстрованих лікарських препаратів. З 186 зареєстрованих препаратів 35,5 %

(66 препаратів) припадає на імпорتنі, а 64,5 % (120 препаратів) – на вітчизняні препарати.

2. Поміж інсектоакарицидних препаратів імпортного виробництва найбільшу долю ринку займають компанії Меріал та КРКА, д.д., Ново место – по 10,6 % (по 7 препаратів), КВП Фарма і Ветеринар-Продукт ГмбХ – 9,1 % (6 препаратів), а серед вітчизняних компаній продукція ТОВ «УКРБІОНІТ»; ВК «КРУГ»; ТОВ

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

“НОВА ПЛЮС” складає 14,2 % (17 препаратів), ТОВ “Ветсинтез” та ТОВ “НОВА ПЛЮС” – 10,8 % (по 13 препаратів), ТОВ “МЕДПРОМТЕК”, ТОВ фірма “Продукт”, ТОВ “НВП “СУЗІР’Я” – 8,3 % (по 10 препаратів).

3. Здійснення маркетингової діяльності, що включає дослідження фармацевтичного ринку, дає змогу

Список використаних джерел

1. Березовський А. В. Лікарські препарати нового покоління для ветеринарної медицини. К.: Ветінформ, 2000. 86 с.
2. Березовский А. В., Поживил А. И., Шевченко А. Н. Современные лекарственные средства фармакокоррекции и химиопрофилактики животных. Киев: Научно-практическое изд., 2007. 240 с.
3. Громовик Б. П., Гасюк Г. Д., Левицькі О. Р. Менеджмент і маркетинг у фармації. К.: Медицина, 2008. 752 с.
4. Мнушко З. М., Лисак Г. М., Селих Ж. М. Комплексна оцінка конкурентоспроможності фармацевтичного підприємства та шляхи її підвищення. Фармацевтичний журнал. 2016. №5. С. 3 – 8.
5. Мнушко З. М., Слободянюк М. М., Жадько С. В. Інновації у фармації: наука, практика, навчальний процес. Фармацевтичний журнал. 2005. № 6. С. 6 – 11.
6. Мнушко З. М., Ольховська А. Б., Пестун І. В. та ін. Практикум з менеджменту та маркетингу у фармації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. З. М. Мнушко. Х.: Вид-во НФаУ, 2013. 424 с.
7. Пестун І. В. Маркетингове управління в системі забезпечення населення ліками: монографія. Х.: Вид-во НФаУ, 2013. 312 с.
8. Шевченко А. М. Паразитози великої рогатої худоби стійлового періоду та сучасний стан ринку інсектоакарицидних препаратів в Україні. Ветеринарна медицина України. 2013. № 4. С. 15 – 18.

підприємствам краще пристосовуватися до умов ринкової економіки, визначати тактику поведінки у конкурентній боротьбі, адаптуватися до змін, удосконалювати стратегію, змінювати виробничий процес відповідно до вимог і потреб споживачів.

References

1. Berezovskyi A.V. (2000). Drugs of a new generation for veterinary medicine. K. : Vetinform, 86 p.
2. Berezovskiy A.V., Pozhivil A. I, Shevchenko A. N. (2007). Modern drugs for pharmacocorrection and chemoprevention of animals. Kiev: Nauchno-prakticheskoe izd., 240 p.
3. Hromovyk B.P., Hasyuk H. D, Levytski O. P. (2008). Management and marketing in pharmacy. K. : Medysyna, 752 p.
4. Mnushko Z. M., Lysak H. M, Selykh Zh. M. (2016). Comprehensive assessment of the competitiveness of the pharmaceutical company and ways to improve it. Pharmaceutical Journal. № 5. P. 3 - 8.
5. Mnushko Z. M, Slobodanyuk M. M, Zhadko S. V. (2005). Innovations in pharmacy: science, practice, learning process. Pharmaceutical Journal. № 6. P. 6 - 11.
6. Mnushko Z. M, Olkhovska A. B, Pestun I. V. and others (2013). Workshop on management and marketing in pharmacy: a textbook for students of higher educational institutions / ed. Z.M. Mnushko. H. : Published by NUPh, 424 p.
7. Pestun I. V. (2013). Marketing management in the system of providing the medicine to population: a monograph. H.: Published by NUPh. 312 p.
8. Shevchenko A. M. (2013). Parasitosis of cattle of the stall period and the current state of the market of insecticide acaricidal drugs in Ukraine. Veterinary medicine of Ukraine. № 4. P. 15 - 18.

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА ВЕТЕРИНАРНЫХ ИНСЕКТОАКАРИЦИДНЫХ СРЕДСТВ

О. К. Гальчинская, Я. В. Ярмоленко

Аннотация. Основным условием обеспечения экономической эффективности сельскохозяйственного животноводства является содержание здорового поголовья животных, которое характеризуется высокими продуктивными качествами и необходимой репродуктивной способностью.

В то же время вспышки болезней различной этиологии, в том числе паразитарных, часто являются причиной снижения продуктивности животных.

Борьба с вредными насекомыми приобретает важное значение в условиях интенсивного ведения животноводства, когда на крупных фермах и комплексах концентрируется большое поголовье. При этом возрастает опасность размножения и быстрого распространения многих насекомых, паразитирующих на сельскохозяйственных животных и являющихся переносчиками инфекционных и инвазионных заболеваний и наносят экономический ущерб из-за снижения продуктивности животных и качества сырья.

Защита животных от экто- и эндопаразитов требует разработки и создания высокоэффективных противопаразитарных средств, ведь обеспечение необходимым ассортиментом средств борьбы с болезнями животных, недорогих по цене, в удобных для применения формах является путем к дальнейшему развитию животноводства. В последние годы отмечается развитие отечественного рынка лекарственных средств для ветеринарного применения, увеличение количества зарегистрированных препаратов, развитие предприятий, производящих лекарственные средства, рост числа фирм, которые занимаются фармацевтической деятельностью как в сфере оптовой, так и розничной торговли. Все это говорит о перспективности рынка лекарственных средств для ветеринарного применения.

Специалистам, работающим в области производства и реализации лекарственных средств, нужна оперативная, объективная и достоверная информация о состоянии фармацевтического рынка. Эта информация имеет значительный объем и динамичность. Выявление особенностей формирования рынка ветеринарных товаров на государственном уровне должно способствовать как совершенствованию методов управления данной сферой хозяйствования, так и развитию ветеринарного предпринимательства.

Поэтому переориентация отечественных фармацевтических предприятий на принципы маркетинга обеспечит поиск, разработку и производство эффективных и конкурентоспособных лекарственных средств, что позволит удовлетворить назревшие потребности покупателей.

Целью работы было изучение структуры отечественного фармацевтического рынка, а именно ветеринарных инсектоакарицидных

Гальчинська О. К., Ярмоленко Я. В.

средств. Наши исследования были сосредоточены на таких задачах, как изучение номенклатуры ветеринарных инсектоакарицидных средств зарубежных и отечественных производителей по таким показателям: фирмами-производителями, видами животных, формами выпуска и путями введения, а средства импортного производства также по странам-производителями согласно Государственного реестра лекарственных средств.

В работе использовали методы опроса, анализа, сравнения, обобщения, а для обработки полученных данных статистический метод.

Инсектоакарицидные средства составляют весомую долю на отечественном фармацевтическом рынке. Исследуемая группа представлена 186 препаратами отечественного и зарубежного производства, составляет около 3 % от общего количества всех зарегистрированных лекарственных препаратов. Из 186 зарегистрированных препаратов 35,5 % (66 препаратов) приходится на импортные, а 64,5 % (120 препаратов) – на отечественные препараты.

Среди инсектоакарицидных препаратов импортного производства наибольшую долю рынка занимают компании Мерил и КРКА, д.д., Ново место – по 10,6 % (по 7 препаратов), КИП Фарма и Ветеринар-Продукт ГмбХ – 9,1 % (6 препаратов), а среди отечественных компаний продукция ООО "УКРБИОНИТ"; ВК "КРУГ"; ООО "НОВА ПЛЮС" составляет 14,2 % (17 препаратов), ООО "Ветсинтез" и ООО "НОВА ПЛЮС" - 10,8 % (по 13 препаратов), ООО "МЕДИПРОМТЕК", ООО фирма "Продукт", ООО "НПП "Созвездие" – 8,3 % (по 10 препаратов).

Осуществление маркетинговой деятельности, включая исследования фармацевтического рынка, позволяет предприятиям лучше приспособляться к условиям рыночной экономики, определять тактику поведения в конкурентной борьбе, адаптироваться к изменениям, совершенствовать стратегию, изменять производственный процесс в соответствии с требованиями и потребностями потребителей

Ключевые слова: инсектоакарицидные средства, пиретроиды, неоникотиноиды, карбаматы

ANALYSIS OF THE DOMESTIC MARKET OF VETERINARY INSECTOACARICIDES

O. K. Halchynska, Ya. V. Yarmolenko

Abstract. The main condition for ensuring the economic efficiency of agricultural livestock rearing is the maintenance of wellbeing of farm animals, which is characterized by high productive qualities and the necessary reproductive capacity.

At the same time, outbreaks of diseases of various etiologies, including parasitic, are often the cause of reduced productivity of animals.

Pest insects control is important in the conditions of intensive animal husbandry, when at big farms and complexes animals are concentrated in large numbers. This increases the risk of reproduction and rapid spread of many insects that parasitize

farm animals and are carriers of infectious and invasive diseases and cause economic damage due to reduced animal productivity and quality of raw materials.

Protection of animals from ecto- and endoparasites requires the development and creation of highly effective antiparasitic drugs, because providing the necessary range of means to combat diseases of animals, inexpensive in price, in user-friendly forms is a way to further development of animal husbandry. Recent years mark a development of the domestic market of medicines for veterinary use, an increase in the number of registered drugs, the development of enterprises producing medicines, an increase in the number of companies engaged in pharmaceutical activities in both wholesale and retail. All this speaks of the prospects of the market of medicines for veterinary use.

Specialists working in the field of production and sale of medicines need immediate, objective and reliable information on the state of the pharmaceutical market. This information has a significant volume and dynamism. Identifying the peculiarities of the formation of the market of veterinary goods at the state level should contribute to the improvement of management methods in this sphere, and the development of veterinary entrepreneurship.

Therefore, the reorientation of domestic pharmaceutical companies to the principles of marketing will ensure the search, development and production of effective and competitive drugs, which will meet the pressing needs of customers.

The aim of the work was to study the structure of the domestic pharmaceutical market, namely veterinary insectoacaricides. Our research focused on such tasks as studying the nomenclature of veterinary insectoacaricides of foreign and domestic manufacturers by the following indicators: manufacturers, species, forms of release and means of administration. The study of imported products also focused on the country of manufacture according to the State Register of Medicines.

The study uses the methods of survey, analysis, comparison, generalization to get the required information. Statistical method was used to process the obtained data.

Insectoacaricides are a significant share of the domestic pharmaceutical market. The study group is represented by 186 drugs of domestic and foreign manufacture, which is about 3 % of the total number of all registered drugs. Of the 186 registered drugs, 35.5 % (66) are imported and 64.5 % (120) are domestic.

Among insectoacaricides of foreign manufacture, the largest market share is occupied by Merial and KRKA, d.d., Novo mesto – 10.6 % each (7 drugs each), KVP Pharma and Veterinar-Product GmbH – 9.1 % (6 drugs), and among domestic companies the products of TOV “UKRBIONIT”; VK “KRUG”; TOV “NOVA PLUS” comprises 14.2 % (17 drugs), TOV “Vetsintez” and TOV “NOVA PLUS” - 10.8 % (13 drugs each), TOV “MEDIPROMTEK”, TOV company “Product”, TOV “NVP “SUZIRIA” – 8.3 % (10 drugs each).

The implementation of marketing activities which includes the research of the pharmaceutical market, allows companies to better adapt to market economy conditions, determine tactics of competitive behavior, adapt to change, improve strategy, change the production process according to consumer requirements and needs.

Key words: *insectoacaricides, pyrethroids, neonicotinoids, carbamates*

Недосєков В. В., Криця Я. П.

УДК 636.1.018-047.44

АНАЛІЗ СТАНУ БЛАГОПОЛУЧЧЯ КОНЕЙ

В. В. НЕДОСЄКОВ, доктор ветеринарних наук, професор

E-mail: nedosekov06@gmail.com

Я. П. КРИЦЯ, кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник

E-mail: iana.kritsyia@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.011>

Анотація. У статті представлений аналіз базових понять благополуччя тварин, яке є передумовою для якісного та успішного інноваційного тваринництва. Благополуччя коней повинно розглядатися з позиції концепції «п'яти свобод», яка має знаходити відображення в житті тварин.

Метою статті є аналіз стану питання благополуччя коней і перспективи розвитку й імплементації на національному та європейському рівнях.

Проведений аналіз свідчить про необхідність розроблення системи оцінювання благополуччя коней і її імплементації в Україні, водночас, враховуючи об'єктивні та суб'єктивні показники, у систему оцінювання благополуччя коней мають бути включені власники, ветеринарні лікарі (що обслуговують коня) та експерти.

Безумовно, у поєднанні з благополуччям коней, безсумнівно, важливе значення має розроблення алгоритму біобезпеки на конезаводах у менеджменті коней з акцентами на епізоотологію хвороб, умови вакцинації, дезінфекцію і санацію, аналіз критичних точок допуску тварин на конеферму і менеджмент руху на підприємстві, а також враховується пестконтроль і оцінка індикаторів емерджентних ситуацій, що повинно бути основою розробки Національного стандарту біобезпеки на рівні ферм і об'єктів для конярства в Україні.

Ключові слова: благополуччя, коні, біобезпека, якість життя, годівля, утримання, менеджмент

Актуальність. Останнім часом усе більше уваги приділяється етичному поводженню з тваринами, й одним з індикаторів гуманного ставлення до них є рівень благополуччя.

«Благополуччя тварин» це комплексне поняття, яке означає фізичний, психічний і природний стан тварин у певний момент і можливість задовольняти свої потреби. Благополуччя тварин дає нам

можливість зрозуміти стан тварини в цей час, як тварина справляється з умовами, у яких вона перебуває та можливі наслідки в перспективі.

Вчені намагалися визначити поняття благополуччя так, щоби його можна було об'єктивно оцінити стан тварини, але досі не має загальновизнаних наукових критеріїв.

Благополуччя важко виміряти і тому оцінка поведінкової, фізіологічної та імунологічної

Недосєков В. В., Криця Я. П.

реакцій на екологічні виклики, приймаються, як найкращі опосередковані докази суб'єктивного стану тварини [25].

Благополуччя тварин є передумовою для якісного й надійного тваринництва. Тому, забезпечення системного менеджменту коней, що сприяє благополуччю тварин, не тільки знаходить підтримку громадськими організаціями, федераціями кінного спорту й широкою громадськістю, але також пов'язано з досягненням відповідних рівнів розвитку програм щодо рекреативних груп та спортивних коней. Вважаємо, що оцінювання благополуччя коней є однією з основ продуктивних, ефективних і стійких виробничих систем [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Благополуччя тварин відіграє важливу роль в оцінюванні якості життя тварин і внесення в них позитивних змін. Незалежно від типу використання тварин в нашому житті (спортивна, робоча, рекреаційна групи коней) благополуччя тварин є об'єктом не тільки вчених, біологів, спеціалістів ветеринарної медицини, а й урядів, недержавних організацій (NGO), асоціацій, споживачів і звичайних громадян.

Рівень благополуччя вважається достатнім (належним), якщо тварина відчуває себе комфортно, перебуває у безпеці, належно годується та не потерпає від болю, страху і

страждань.

На думку С. Lesimple [20] благополуччя тварин визначається, як хронічний стан, що відображає суб'єктивне сприйняття ситуації. Оскільки можна перебувати в належному стані загального благополуччя та, тим не менш, відчувати гострий страх або біль, і навпаки, короткострокові позитивні емоції можуть бути випробувані під час зниження благополуччя.

Вважаємо, що благополуччя тварин є візитною карткою у світ інноваційного тваринництва і є основою сталого розвитку суспільства [6].

Отже, більшість вчених визначають благополуччя тварин, як складну багатогранну концепцію, яка ґрунтується на суб'єктивному сприйнятті організмом хронічної ситуації, але однозначні в думці, що благополуччя тварин повинно розглядатися з погляду концепції «п'яти свобод». Уперше «п'ять свобод» були введені Радою з благополуччя продуктивних тварин (FAWC) у Великобританії і прийняті в усьому світі, як базовий інструмент, за допомогою якого можна проводити SWOT аналіз будь-якої системи утримання тварин [3].

Так, С. М. Mejdell [22] довела необхідність оцінювання утримання коней із позиції благополуччя й показала, що коні, що містяться в одиночних стійлах, позбавлені нормальної соціальної поведінки.

Недосєков В. В., Криця Я. П.

Постійне групове утримання коней на пасовище задовольняє поведінкові потреби, такі як соціальні контакти, вільне пересування, а самі коні є більш здоровими [22].

У подальшому О. М. Соболев [7], встановила, що пасовищне утримання коней найбільшою мірою відповідає їхнім фізіологічним потребам, а молоді коні правильно розвиваються, коли мають регулярний моціон, під час якого зміцнюються кістки, суглоби і зв'язки, а гра з однолітками допомагають формуванню здорової нервової й серцево-судинної систем, розвитку гнучкості і спритності в коней, а також нормальної соціальної поведінки [7].

У 2014 р. Європейська комісія провела дискусії з питань благополуччя сімейства Кінських (Equidae), поміж різних стейкхолдерів і визнала, що в ЄС є низка проблем щодо благополуччя, які детально представлені в звіті World Horse Welfare і Єврогрупи [16]. Це було каталізатором законодавчих змін, і вже в травні 2016 р. МЄБ прийняла главу про благополуччя робочих непарнокопитних в Кодексі здоров'я наземних тварин.

У грудні 2017 р. у Великобританії був опублікований Звід правил з утримання коней, поні, віслюків та їхніх гібридів [14], який визначає потребу коня в благополуччі (належні умови утримання, ескорації й чиста вода, спілкування з родичами, захист від болю,

страждань, травм та контроль хвороб [14].

У 2017 р. в Австралії прийнято протокол «Політика благополуччя коней» [9], що ґрунтується на Австралійському протоколі про благополуччя коней (2011 р.) і визначає регламенти забезпечення благополуччя коней усіма стейкхолдерами (індивідуальні, мініферми, кінні організації та ін.).

Minero M. [23] як пріоритети благополуччя коней визначила утримання й управління та рекомендує приділяти особливу увагу для благополуччя коней на етапах ризику, таких як відлучення або транспортування [23].

На думку D. Luna [21], яка порівнювала рівень благополуччя робочих коней у Чилі й різні стратегії вдосконалення благополуччя робочих коней, важливо передбачати оцінку статусу благополуччя, а також оцінку взаємовідносин людини і тварин у кожному геокультурному контексті [21].

Метою нашої роботи є аналіз стану питання благополуччя коней і перспективи розвитку й імплементації на національному та європейському рівнях.

Методи. У роботі використані методи аналізу, синтезу, узагальнення науково-методичної та спеціальної літератури щодо благополуччя коней та матеріали досліджень закордонних вчених та результати власних експертних оцінок.

Недосєков В. В., Криця Я. П.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналізуючи результати досліджень, в яких проводилася оцінка благополуччя тварин, встановлено, що існують загальні проблеми благополуччя у різних видів тварин, що актуалізує важливі питання, зокрема, благополуччя коней. Благополуччя коней – тема, до якої збільшується увага суспільства в більшості країн світу і ця увага призводить до змін в поглядах власників ферм, організаторів спортивних змагань, федерацій та громадян.

Аналіз питань стану благополуччя коней, свідчить, що в різних країнах і у різних авторів різняться (недостатня обізнаність власників, щодо благополуччя коней (включаючи фізіології та етології коня), застосування невідповідних підходів менеджменту коней та біобезпеки, використання невідповідних пристосувань, що обмежують поведінку і рух тварини, невідповідні методи тренувань та перебування коней в умовах, які не відповідають їх фізичним, аліментарним або поведінковим потребам.

Дослідження J. L. Ireland [18] виявило маніфестацію клінічних ознак різної патології (надмірна вага, дерматологічні, офтальмологічні та стоматологічні відхилення, кульгавість, аномалії копит) у геріатричних коней, які істотно знижують їхнє благополуччя [18].

Вважаємо, що чітке визначення проблем і ідентифікація чинників ризику цих станів дасть змогу спрямувати ветеринарну практику, інформованість власників і благополуччя коней в універсальному напрямі.

Для визначення стану проблеми благополуччя коней у Великобританії, S. V. Horseman [17] провів 31 засідання фокус-груп з участю всіх стейкхолдерів, і встановив низку проблем (благополуччя, пов'язані зі здоров'ям, менеджментом, верховою їздою й навчанням/неналежне використання засобів навчання, недостатня або надмірна вага коней, цілодобове перебування в стайнях) [17].

Для всебічного розуміння та пріоритетизації низки проблем, пов'язаних з благополуччям коней в Великобританії, F. C. Rioja-Lang [24] використовувала метод Дельфі (Delphi), і встановила, що найбільш актуальними проблемами є виявлення страждань тварин, з визначенням ступеню та тривалості прояву [24]. У подальшому F. Rioja-Lang [25] провела пріоритетизацію питань благополуччя продуктивних тварин, отримала експертні висновки і сформували систему оцінювання благополуччя тварин у реальних умовах, що вважаємо треба враховувати в нашій країні.

У світовій практиці для оцінки благополуччя коней на фермах використовують Протокол

Недосєков В. В., Криця Я. П.

оцінювання благополуччя коней – AWIN (Animal Welfare Indicator for Horse), розроблений в університеті Мілана (Італія) за підтримки Кембриджського, Лісабонського університетів, а також навчальних закладів Чехії, Іспанії, Бразилії, США та ін. [10].

Аналогічно, для оцінювання благополуччя ослів і їх гібридів, на підставі AWIN було створено посібник та виділені основні моменти з утримання, догляду, навчання та використання ослів і гібридів ослів [16].

Для оцінювання благополуччя спортивних коней, під час проведення змагань використовується Ветеринарний Регламент (ВР) Міжнародної федерації кінного спорту (FEI) [1]. З 1 січня 2020 року набуло чинності 14-е видання ВР FEI, і відповідно до Кодексу благополуччя коней FEI, що входить у ВР, благополуччя коней – це основний принцип, який має дотримуватися під час проведення будь-яких змагань [1].

Для того, щоб оцінити благополуччя коней, треба використовувати певні системи оцінки благополуччя на основі імплементації критеріїв (індикаторів), які мають бути достовірними, надійними й адаптованими для оцінки благополуччя коней [11].

Методичні прийоми для оцінювання ступеня благополуччя, характеризують стан тварини, як за зовнішніми, так і внутрішніми

показниками (стрес, захворюваність, летальність, репродуктивні порушення, поведінкові функції та ін.), а також на об'єктивні та суб'єктивні.

Найбільш поширеним проявом низького рівня благополуччя тварин є стрес, маркером якого виступає, насамперед, їх поведінка, але об'єктивне судження про розвиток стресу й рівень благополуччя тварини дає змогу зробити кількісний гематологічний аналіз (глюкоза, катехоламіни, кортизол, вазопресин, окситоцин, лейкоформула) й інтерпретація експерта. Дональд Брум (2004) вважає, що зв'язок між стресом і благополуччям є дуже чітким: стрес – благополуччя є поганим і апріорі не може бути належним [12].

Базуючись на холістичному підході, варто сказати, що стрес-фактори через нервову та ендокринну системи негативно впливають на всі ланки імунітету, індукують імунодефіцити та супресують формування специфічного імунітету, що в подальшому відображається на рівні благополуччя [4].

Конярська галузь є важливим сектором економіки ЄС завдяки адаптації коней до різних видів діяльності (племінне розведення, дозвілля і спорт, освіта), а також захопленню людей кіньми (як бізнес, або як хобі), тому благополуччя викликає все більше занепокоєння через обмеження чинного

Недосєков В. В., Криця Я. П.

законодавства ЄС, яке різниться між країнами і не охоплює всі аспекти благополуччя [15].

Однак, більшість коней в ЄС утримуються любителями (аматорський спорт і тварини хобі-групи). У Великобританії, на більшості коней їздять і тренують їх власники, а не професіонали, що може привести до певних проблем з благополуччям тварин [24].

Благополуччя коней знаходиться в центрі уваги суспільства і вкрай важливо розробити рейтингову систему оцінки благополуччя. Аналогічна система була розроблена в Німеччині на основі 335 потенційних індикаторів, пов'язаних із тваринами, з урахуванням усіх систем менеджменту коней і кліматичних умов утримання. У результаті були рекомендовані 19 індикаторів, які можуть виступати в якості консалтингового інструменту для оптимізації, як власне благополуччя коней, так і системи менеджменту коней [11].

Цей стан справ вимагає створення уніфікованої системи оцінювання благополуччя коней. Безумовно, важливим проривом є протокол ЄС з оцінкою благополуччя коней (AWIN, 2015), проте не дивлячись на використання достовірних, науково підтверджених показників, протокол має певні недоліки (аналіз тільки коней індивідуального утримання) і є недостатнім для об'єктивної

оцінювання благополуччя тварин.

Аналіз різних систем оцінювання передбачає, що більш вдалим варіантом є система Weihenstephan (наукове обґрунтування даних і оцінка індикаторів) в аспекті наукових критеріїв якості «обґрунтованість, надійність і практичність»), яка може бути застосована, як для індивідуального і групового утримання спортивних коней і рекреаційних груп коней [11, 13].

Порівняльний аналіз двох систем оцінювання благополуччя (AWIN і Weihenstephan) показав, що за системою Weihenstephan переважна більшість індикаторів оцінки благополуччя (74,03%) є достовірними, об'єктивними і практичними (248 з 335 потенційних індикаторів), однак інші потребують удосконалення [11].

Отже, проблема благополуччя і захисту коней актуальна не тільки в Україні, але і в ЄС. Так, у 2012 року НГО з захисту й переселенню коней в Англії й Уельсі опублікували звіт, демонструючи зростаюче число коней і поні, які потребують допомоги, та детально описали проблеми, з якими стикаються тварини [19].

В Україні, упродовж останніх 30 років поголів'я коней скоротилося втричі і продовжує зменшуватися. У 1991 р. кількість коней в Україні становила 738 тис. гол., а зараз залишилося тільки 224 тис. гол.,

Недосєков В. В., Криця Я. П.

дякуючи ентузіастам, які вважають, що конярство має розвиватися всупереч усьому [2].

Оцінка благополуччя коней в Україні або не проводиться взагалі або проводиться епізодично і, в основному, спрямована на окремі показники здоров'я тварин (оцінка стану тіла, кульгавість і т. ін.). Водночас Соболев О.М., рекомендує комплексні критерії оцінки стану тіла (BCS), рівня гідратації, шкали болю або кульгавості, кардіореспіраторних систем. Показники оцінювання благополуччя коней розділені на об'єктивні (інтегральні показники якості життя QoL, активності повсякденного життя (ADL), смертності й суб'єктивні – показники психологічного стану (PS) і «загальної насолоди життям» (TEL) [8].

В Україні необхідно встановлення критеріїв та розробка системи оцінювання благополуччя коней, вдосконалення законодавчої бази та імплементація в практику.

Так, з метою обговорення складних питань, що стосуються етології, благополуччя і здоров'я коней, а також питань освіти для фахівців ветеринарної сфери 27 листопада 2019 р. на міжнародному форумі кінної спільноти України "Horse&I" засідала робоча група з ветеринарії, яка розробила план рекомендованих дій для стейкхолдерів (федерації, ветеринарів, коневласників,

державних служб та ін.) і було рекомендовано розробити і впровадити критерії оцінювання благополуччя коней, за якими можна було б проводити експертизу благополуччя тварин [5].

До таких критеріїв рекомендуємо віднести: менеджмент у конегосподарстві, рівень підготовки і якість роботи персоналу, стан споруд і обладнання стайні, система годівлі, тренування, здоров'я та ін. Крім того, необхідно впровадити критерії збереження стану благополуччя коней під час транспортування і під час участі в спортивних заходах.

Рекомендовано, щоби за рівнем благополуччя коней, федерація кінного спорту проводила регулярну інспекцію й сертифікацію спортивних стайнь.

Питання благополуччя коней і етики є одним із найважливіших у кінному спорті в Європі й без вирішення цього питання в Україні, гармонізація з Європою неможлива.

Аналіз стану проблеми щодо статусу коней у законодавстві, розкрило істотні відмінності в Україні та Європі. Безумовно ми сподіваємося, що законодавчі аспекти благополуччя коней в Україні будуть набувати нову форму з прийняттям нового Закону «Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин» (№ 3318), який розроблено з метою системного та комплексного регулювання суспільних відносин щодо захисту

Недосєков В. В., Криця Я. П.

здоров'я та забезпечення благополуччя тварин..... з урахуванням міжнародних зобов'язань України, зокрема, в рамках Угоди про асоціацію з ЄС (<https://cutt.ly/Lk0JlZ1>).

Закон врегульовує ключові питання щодо захисту здоров'я та забезпечення благополуччя тварин, імплементує 14 актів Європейського Союзу (<https://www.rada.gov.ua/news/Povodomlennya/202835.html>).

У контексті благополуччя тварин представляє інтерес Розділ VI «Благополуччя тварин», а 2020 році Мінекономіки України розроблено проект наказу «Про затвердження Вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання» (<https://cutt.ly/hgBe9AN>) і в українське законодавство буде імплементовано вимоги ще 5 актів права.

Однак, у цих регламентах не відображено благополуччя коней, що є великою прогалиною, яка вимагає зосередження зусиль кінних федерацій України та громадськості до актуалізації питань благополуччя коней.

Негативним акцентом благополуччя коней є обізнаність та освіта фахівців щодо благополуччя. Цей факт вимагає підключення стандартів ЕС щодо організації освітнього процесу, популяризації професії ветеринарного лікаря для коней поміж студентів і абітурієнтів,

кооперація з міжнародними університетами та організації освітніх програм і стажувань для лікарів, які є в FEI.

Разом із колегами та міжнародною групою експертів із ветеринарних питань нами були розроблені рекомендації та пропозиції (Action Plan) для федерації, ветеринарів, коневласників та державних служб. Базовими аспектами є створення асоціації ветеринарних лікарів із забезпечення здоров'я і благополуччя коней; розробка критеріїв тестування статусу здоров'я коней; розробка критеріїв оцінювання благополуччя коней для різних груп (спортивні, рекреаційні); розглянути законодавчі аспекти щодо здоров'я і благополуччя коней в Україні; організувати програму навчання та стажування для українських ветеринарних спеціалістів за допомогою FEI та EEF [5].

Висновки і перспективи.

Благополуччя коней характеризується, як складна багатогранна концепція, яка ґрунтується на суб'єктивному сприйнятті організмом хронічної ситуації та базується на дотриманні «п'яти свобод», які повинні бути забезпечені тваринам, що містяться в умовах неволі. Коня, щодо якого дотримуються всі п'ять правил, можна назвати благополучним або «умовно щасливим».

Наукові розробки в області

Недосєков В. В., Криця Я. П.

поведінки і благополуччя коней сприяють обміну інформацією між теоретичними і практичними знаннями з акцентами на умови утримання, розвиток тіла і тренування коней, а також кінний менеджмент.

Відповідний менеджмент коней, який передбачає соціальні контакти, обов'язковий щоденний моціон, пропорційність грубих кормів та дієтологія, сучасне застосування принципів тренінгу коней, дотримання умов відлучення лошат і транспортування коней є пріоритетними чинниками у формуванні благополуччя коней.

Аналіз стану благополуччя свідчить про необхідність розробки системи оцінювання благополуччя коней і її імплементації в Україні, вдночас, враховуючи об'єктивні й суб'єктивні показники, у систему оцінювання благополуччя коней мають бути включені власники, ветеринарні лікарі (що обслуговують коня) та експерти.

Крім того, для проведення моніторингу, оцінки і нагляду за благополуччям коней, необхідно створити групу експертів з оцінювання благополуччя коней, які на основі сучасних підходів і методології зможуть провести оцінку благополуччя та розробити рекомендації щодо покращення благополуччя в кожному випадку.

Вважаємо, що необхідна система оцінювання благополуччя коней як

консалтинговий інструмент, для стандартизації обстеження і аналізу благополуччя, для розробки заходів оптимізації менеджменту коней, який повинен бути основним документом роботи кінних асоціацій України. Більш того, подібна система дозволить підняти рівень благополуччя коней, провести аналіз ризиків в рамках орієнтованого на майбутнє управління поголів'ям. Так, ветеринари, практикуючі конярі та власники можуть у значній мірі виграти від цього консультативного інструменту.

Безумовним пріоритетом є ідентифікація чинників ризику ймовірного виникнення негативного благополуччя коней та розробка законодавчих актів щодо благополуччя коней в Україні.

Рекомендації і перспектива подальших досліджень. Подальші наукові розробки в благополуччі коней можуть надати цінні знання, необхідні для задоволення основних потреб домашніх коней. Безумовно, у поєднанні з благополуччям коней, безсумнівно, важливе значення має розробка алгоритму біобезпеки на конезаводах у менеджменті коней з акцентами на епізоотологію хвороб, умови вакцинації, дезінфекцію й санацію, аналіз критичних точок допуску тварин на конеферму й менеджмент руху на підприємстві, а також враховується пестконтроль і оцінка індикаторів емерджентних ситуацій, що повинно бути основою

Недосєков В. В., Криця Я. П.

розробки Національного стандарту біобезпеки на рівні ферм і об'єктів для конярства в Україні.

Вважаємо, що на наступному етапі роботи доцільно провести експертні оцінювання благополуччя коней із використанням методу Дельфі за участю ветеринарних фахівців із хвороб коней і оцінці кожної проблеми за шкалою Лайкерта. Проведені дослідження дозволять в подальшому зосередити

зусилля на найбільш нагальних проблемах благополуччя коней.

Розробка та вдосконалення законодавства щодо благополуччя коней повинні бути пріоритетом федерації і суспільства та якщо відсутня і не імplementована (не проводиться) система оцінювання благополуччя коней, то повинен бути механізм заборони проведення змагань, виставок та інших заходів.

Список використаних джерел

1. Ветеринарний регламент. Международная федерация конного спорта FEI (14-е изд., 2018 г., действует с 1 января 2020 г.). URL: https://fksr.org/files/uploads/Veterinarnyj_reglament_FEI_2020.pdf

2. Коні на переправі. Як виживає українське конярство. 25.12.2020. URL: <https://hromadske.ua/posts/koni-na-perepravi-yak-vizhivaye-ukrayinske-konyarstvo>

3. Кос'янчук Н. І., Недосєков В. В. Здоров'я та добробут тварин. *Научный взгляд в будущее*. 2016. С. 18-23

4. Криця Я. П. Імунний статус і його корекція у коней чистокровної та української верхових порід: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 03.00.13 / Нац. аграр. університет. Київ, 2007. 22 с.

5. Міжнародний форум кінної спільноти України "Horse&I", 2019. URL: <http://fksk.org.ua/images/2020/Dokumenty/Veterinariya-mini.pdf>

6. Недосєков В. В., Кравченко А. Г., Клейменов І. С., Клейменова Н. В. Благополучие кур-несушек в индустриальном производстве. *Вестник аграрной науки*. 2020. №4(85). С. 66-77. URL: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.66

7. Соболев О. М. Екологічно-обґрунтовані стратегії випасання коней як засіб запобігання пасовищної дигресії. III Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в

контексті сталого розвитку»: зб. мат. (22-23 жовтня 2020, м. Херсон). Херсон, 2020. С. 580-583.

8. Соболев О. М. Огляд основних підходів до оцінки якості життя коней геріатричної групи. *Таврійський науковий вісник*. 2020. №115. С. 216-224. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.31>

9. Australian Horse Industry Council. Pony club Australia. Horse Welfare Policy. 2017. URL: www.horsecouncil.org.au

10. AWIN, AWIN Welfare Assessment Protocol for Horses, 2015.80 p. URL: doi: 10.13130 / AWIN_HORSES_2015

11. Baumgartner, M., Zeitler-Feicht, M. Beurteilung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen – Entwicklung, Aufbau und Beratungsmöglichkeit anhand des Weihenstephaner Bewertungssystems. *Tierärztl. Umschau* 72. 2017. Pp. 331-339.

12. Broom, D. M. Bienestar animal. In *Etologia Aplicada* ed. F.Galindo Maldonado and A. Orihuela Trujillo,. U.N.A.M.: Mexico City (in Spanish). 2004. Pp. 51-87. URL: https://ciwf.in.ua/wp-content/uploads/2015/06/AW_Broom.pdf

13. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)/ Waldbericht der Bundesregierung 2009. Juni 2009. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Tierschutz/Tierversuche/2009-TierversuchszahlenGesamt.html

Недосєков В. В., Криця Я. П.

14. Code of practice for the welfare of horses, ponies, donkeys and their hybrids. December, 2017. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/code-of-practice-for-the-welfare-of-horses-ponies-donkeys-and-their-hybrids#history>

15. Costa E. Dalla, Murray L., Dai F., Canali E., Minero M. Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. *Animal Welfare*. 2014. No. 23. P. 323-341. URL: doi: 10.7120/09627286.23.3.323

16. Guide to good animal welfare practice for the keeping, care, training and use of donkeys and donkey hybrids. 2020. URL: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_platform_platform_guide_donkeys.pdf

17. Horseman, S. V., Buller, H., Mullan, S., Whay, H. R. Current Welfare Problems Facing Horses in Great Britain as Identified by Equine Stakeholders. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. No. 8: e0160269. URL: doi:10.1371/journal.pone.0160269

18. Ireland, J. L., Clegg, P. D., McGowan, C. M. et al. Disease prevalence in geriatric horses in the United Kingdom: veterinary clinical assessment of 200 cases. *Equine Veterinary Journal*. 2012. № 44. P. 101–106. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21668494>. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00361.x

19. Left on the verge: In the grip of a horse crisis in England and Wales. 2013. URL: <https://www.redwings.org.uk/sites/default/files/Left%20on%20the%20verge%20-%20in%20the%20grip%20of%20an%20equine%20crisis%20in%20England%20and%20Wales%202013.pdf>

20. Lesimple, C. Indicators of Horse Welfare: State-of-the-Art Clémence Lesimple. *Animals*. MDPI. 2020. Vol. 294. No. 10. URL: <https://hal-univ-rennes1.archives-ouvertes.fr/hal-02477496>. DOI: 10.3390/ani10020294

21. Luna, D., Vásquez, R. A., Rojas, M., Tadich, T. A. Welfare status of working horses and owners perceptions of their animals. *Animals*. 2017. Vol. 56. No. 7. URL: doi:10.3390/ani7080056. www.mdpi.com/journal/animals

22. Mejdell, C. M. Keeping of horses - from an animal welfare point of view. *NORSK Veterinærtidsskrift*. 2004. Vol. 116. No. 2 P. 85-94. URL: https://www.researchgate.net/publication/255814982_Keeping_of_horses_from_an_animal_welfare_point_of_view

23. Minero, M., Canali, E. Welfare issues of horses: an overview and practical recommendations. *Italian Journal of Animal Science*. 2009. Vol. 8:sup1. P. 219-230, URL: DOI: 10.4081/ijas.2009.s1.219. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.219>

24. Rioja-Lang, F. C., Connor, M., Bacon, H. and Dwyer, C. M. Determining a Welfare Prioritization for Horses Using a Delphi Method. *Animals*. 2020. Vol. 647, No. 10. URL: doi:10.3390/ani10040647 www.mdpi.com/journal/animals

25. Rioja-Lang, F. C., Connor, M., Bacon, H. J., Lawrence, A. B. Dwyer, C. M. Prioritization of Farm Animal Welfare. Issues Using Expert Consensus. *Front. Vet. Sci*. 2020. Vol. 6. No. 495. URL: doi: 10.3389/fvets.2019.00495.

References

1. Veterynarnyi rehlyment. Mizhnarodna federatsiia kinnoho sportu FEI (14-e vyd., 2018 r., diie z 01.01.2020) [Veterinary regulations. Fédération Equestre Internationale FEI (14th ed., 2018, effective January 1, 2020)]. Available at: https://fksr.org/files/uploads/Veterinarnyj_reglament_FEI_2020.pdf

2. Koni na perepravi. Yak vyzhyvaie ukrainske koniarstvo [Horses at the crossing. How Ukrainian horse breeding survives]. 25.12.2020. Available at: <https://hromadske.ua/posts/koni-na-perepravi-yak-vizhivaye-ukrayinske-koniarstvo>

3. Kos'yanchuk, N., Nedosekov, V. (2016). Zdorovya ta dobrobut tvaryn [Animal health and welfare]. Intellectual potential of the xxi century, 18-23. Available at: <http://www.sworld.education/conference/year-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/nov-2016>

4. Krytsia, Y. P. (2007). Imunnyi status i yoho korektsiia u konei chystokrovnoi ta ukrainskoi verkhovnykh porid [Immune status and its correction at the horses of Purebred

Недосєков В. В., Криця Я. П.

Saddle and Ukrainian Saddle breeds]. National Agrarian University. Kyiv. 22s.

5. Mizhnarodnyi forum kinnoi spilnoty Ukrainy "Horse&I" [International forum of the equestrian community of Ukraine "Horse&I"]. (2019). Available at: <http://fksk.org.ua/images/2020/Dokumenty/Veterinariya-mini.pdf>

6. Nedosekov, V. Kravchenko, A., Kleimenov, I. (2020). Blahopoluchchia kureinesuchok v industrialnomu vyrobnytstvi [Welfare of laying hens in the industrial production]. Bulletin of Agricultural Science, 4 (85), 66-77. Available at: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.66.

7. Sobol, O. (2020). Ekolohichno-obgruntovani stratehii vypasannia konei yak zasib zapobihannia pasovyshchnoi dyhresii [Environmentally sound strategies for grazing horses as a means of preventing pasture digression]. III International Scientific and Practical Conference «Ecological problems of the environment and rational nature management in the context of sustainable development». (October, 22-23, 2020). Kherson. P. 580-583.

8. Sobol, O. (2020). Ohliad osnovnykh pidkhodiv do otsinky yakosti zhyttia konei heriatrychnoi hrupy [An overview of the main approaches to the evaluation of the quality of life of geriatric horses]. Tavrichesky scientific bulletin, 115, 216-224. Available at: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.31>

9. Australian Horse Industry Council. Pony club Australia. Horse Welfare Policy (2017). Available at: www.horsecouncil.org.au

10. AWIN (2015). AWIN Welfare Assessment Protocol for Horses, 80. doi: 10.13130 / AWIN_HORSES_2015

11. Baumgartner, M., Zeitler-Feicht, M. (2017). Beurteilung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen – Entwicklung, Aufbau und Beratungsmöglichkeit anhand des Weihenstephaner Bewertungssystems. Tierärztl. Umschau 72. Pp. 331-339.

12. Broom, D. M. (2004). Bienestar animal. In Etologna Aplicada ed. F.Galindo Maldonado and A. Orihuela Trujillo, U.N.A.M.: Mexico City (in Spanish). Pp. 51-87. Available at: https://ciwf.in.ua/wp-content/uploads/2015/06/AW_Broom.pdf

13. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)/ Waldbericht der Bundesregierung 2009. Juni. (2009). Available at: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Tierschutz/Tierversuche/2009-TierversuchszahlenGesamt.html

14. Code of practice for the welfare of horses, ponies, donkeys and their hybrids (2017). Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/code-of-practice-for-the-welfare-of-horses-ponies-donkeys-and-their-hybrids#history>

15. Costa, E. D., Murray, L., Dai, F., Canali, E., Minero, M. (2014). Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. Animal Welfare, 23, 323-341. doi: 10.7120/09627286.23.3.323

16. Guide to good animal welfare practice for the keeping, care, training and use of donkeys and donkey hybrids (2020). Available at: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_platform_plat-conc_guide_donkeys.pdf

17. Horseman, S. V., Buller, H., Mullan, S., Whay, H. R. (2016). Current Welfare Problems Facing Horses in Great Britain as Identified by Equine Stakeholders. PLoS ONE, 11, 8, e0160269. doi:10.1371/journal.pone.0160269

18. Ireland, J. L., Clegg, P. D., McGowan, C. M. et al. (2012). Disease prevalence in geriatric horses in the United Kingdom: veterinary clinical assessment of 200 cases. Equine Veterinary Journal, 44, 101–106. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21668494>. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00361.x

19. Left on the verge: In the grip of a horse crisis in England and Wales (2013). Available at: <https://www.redwings.org.uk/sites/default/files/Left%20on%20the%20verge%20in%20the%20grip%20of%20an%20equine%20crisis%20in%20England%20and%20Wales%202013.pdf>

20. Lesimple, C. (2020). Indicators of Horse Welfare: State-of-the-Art Clémence Lesimple. Animals. MDPI, 294, 10. Available at: <https://hal-univ-rennes1.archives->

Недосєков В. В., Криця Я. П.

ouvertes.fr/hal-02477496.
10.3390/ani10020294

DOI:

practical recommendations. Italian Journal of
Animal Science, 8:sup1, 219-230. doi:
10.4081/ijas.2009.s1.219.

21. Luna, D., Vásquez, R. A., Rojas, M.,
Tadich, T. A. (2017). Welfare status of working
horses and owners perceptions of their animals.
Animals, 56, 7. doi: 10.3390/ani7080056.
Available at: www.mdpi.com/journal/animals

22. Mejdell, C. M. (2004). Keeping of
horses - from an animal welfare point of view.
NORSK Veterinærtidsskrift, 116, 2, 85-94.
Available at:
https://www.researchgate.net/publication/255814982_Keeping_of_horses_from_an_animal_welfare_point_of_view

23. Minero, M., Canali, E. (2009).
Welfare issues of horses: an overview and

24. Rioja-Lang, F. C., Connor, M.,
Bacon, H. and Dwyer, C. M. (2020).
Determining a Welfare Prioritization for Horses
Using a Delphi Method. Animals, 647, 10.
doi:10.3390/ani10040647 Available at:
<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/4/647>

25. Rioja-Lang, F. C., Connor, M.,
Bacon, H. J., Lawrence, A. B. Dwyer, C. M.
(2020). Prioritization of Farm Animal Welfare.
Issues Using Expert Consensus. Front. Vet.
Sci., 6, 495. doi: 10.3389/fvets.2019.00495

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЛАГОПОЛУЧИЯ ЛОШАДЕЙ

В. В. Недосєков, Я. П. Крыця

Аннотация. В статье представлен анализ базовых понятий благополучия животных, которое является предпосылкой для качественного и успешного инновационного животноводства. Благополучие лошадей должно рассматриваться с позиции концепции «пяти свобод», которая должна находить отражение в жизни животных.

Целью статьи является анализ состояния вопроса благополучия лошадей и перспективы развития и имплементации на национальном и европейском уровнях.

Проведенный анализ свидетельствует о необходимости разработки системы оценки благополучия лошадей и ее имплементации в Украине, при этом, учитывая объективные и субъективные показатели, в систему оценки благополучия лошадей должны быть включены владельцы, ветеринарные врачи (обслуживающих лошади) и эксперты.

Безусловно, в сочетании с благополучием лошадей, несомненно, важное значение имеет разработка алгоритма биобезопасности на конезаводах в менеджменте лошадей с акцентами на эпизоотологию болезней, условия вакцинации, дезинфекцию и санацию, анализ критических точек допуска животных на конеферму и менеджмент движения на предприятии, а также учитывается пестконтроль и оценка индикаторов эмерджентных ситуаций, что должно быть основой разработки Национального стандарта биобезопасности на уровне ферм и объектов для коневодства в Украине.

Ключевые слова: благополучие, лошади, биобезопасность, качество жизни, кормление, содержание, менеджмент

WELFARE PROBLEMS OF HORSES

V. V. Nedosekov, Y. P. Krytsia

Abstract. *The article presents an analysis of the basic concepts of animal welfare, which is a prerequisite for quality and successful innovative animal husbandry. The horses welfare should be considered from the standpoint of the concept of the "five freedoms", which should be reflected in the lives of animals.*

The aim of the article is to analyze the state of the horses welfare and the prospects of development and implementation at the national and European levels.

The analysis indicates the need to develop a system for assessing the welfare of horses and its implementation in Ukraine, while, taking into account objective and subjective indicators, the system for assessing the welfare of horses should include owners, veterinarians (horse care) and experts.

Undoubtedly, in combination with the welfare of horses, it is important to develop an algorithm for biosecurity in the horses management with an emphasis on the epizootology of diseases, vaccination conditions, disinfection and analysis of critical points of admission to animals, which should be the basis for the development of the National Standard for Welfare and Biosecurity at the level of horse farms in Ukraine.

Keywords: *welfare, horse, biosecurity, quality of life, feeding, housing, management*