

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 5 (81) (Жовтень), 2019**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 2 від 25 вересня 2019 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Решетник К. С.** Вплив LED лазерів на ростові процеси макроміцета *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing.
- 2. Буднік З. М.** Екологічна оцінка агрохімічних показників та родючості ґрунтів басейну р. Іква

Агрономія

- 3. Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.** Продуктивність гібридів соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь
- 4. Панцирева Г. В.** Функціонування асиміляційного апарату та продуктивність рослин люпину білого
- 5. Шатковський А. П., Мінза Ф. А.** Особливості формування зон зволоження ґрунту за краплинного зрошення яблуні
- 6. Бомок С. К., Піковський М. Й.** Симптоматика фузаріозної сухої гнилі бульб картоплі (англ. мовою)
- 7. Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.** Прискорене розмноження сортів і гібридів буряків кормових
- 8. Рудник-Іващенко О. І., Яруга О. Я.** Вплив норм висіву беладони (*Atropa belladonna* L.) на продуктивність в умовах Лісостепу України
- 9. Паламарчук І. І.** Вплив схеми розміщення рослин на урожайність плодів патисона (*Cucurbita Pepo* Var. *Melopepo* L.) в умовах Правобережного Лісостепу
- 10.Центило Л. В.** Вологозабезпеченість буряків цукрових залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 11.Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.** Вплив пробіотику Протекто-актив на збереженість телят, продуктивність великої рогатої худоби та якість яловичини

- 12. Богатко Н. М.** Оцінка якості жирів тваринного походження за застосування розроблених експресних методів
- 13. Бойко Н. І., Голопура С. І., Попадюк Б. В., Кошавка М. М.** Уроцистит у собак (клініко-лабораторна діагностика)
- 14. Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.** Вміст триацилгліцеролів та холестеролу в крові холостих свиноматок залежно від особливостей діяльності нервової системи

Техніка та енергетика АПК

- 15. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.** Аналітичні моделі режимів технічного контролю зернозбиральних комбайнів
- 16. Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.** Аналітичні моделі режимів вібродіагностування силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів

Biology, biotechnology, ecology

1. **Reshetnyk K. S.** Influence of LED lasers on growth processes of the macromicete *Flammulina velutipes* (Curt.:Fr.) Sing.
2. **Budnik Z. M.** Ecological assessment of agrochemical parameters and soil fertility of territory r. Ikva

Agronomy

3. **Shakaliy S. N., Bagan A. V., Barabolia O. V.** Productivity of sunflower hybrids depending on cultivation density and interlines width
4. **Pantsyрева H. V.** Functioning the assimilation apparatus and productivity of plants white lupin
5. **Shatkovskiy A. P., Minza F. A.** Features of formation of zones of soil moistening with drip irrigation of apple trees
6. **Bomok S. K., Pikovskiy M. Y.** Symptomatology of fusarium dry rot of potato tubers
7. **Balagura O. V., Balan V. N., Volokha N. P.** Speeded breeding of varieties and hybrids of fodder beet
8. **Rudnik-Ivashchenko O. I., Yaruta O. Ya.** Influence of the sowing norms of *Atropa belladonna* L. on the productivity in the condition of the Forest-Steppe of Ukraine
9. **Palamarchuk I. I.** Influence of plan placement plants on yield of patisson (*Cucurbita Pepo* Var. *Melopepo* L.) fruits under conditions of Right Shore Steppe
10. **Tsentilo L. V.** Vegetable properties of sulfur butters from depending on ground and fertilizer processing systems

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

11. **Lyasota V. P., Tkachuk S. A., Tereshko B. M., Prilipko T. N., Bukalova N. V., Bogatko N. M., Savchuk L. B., Kolodka A. N.** The impact of probiotics Protecto-active on cattle productivity and beef quality
12. **Bogatko N. M.** Assessment of the fats of animal origins by the application of developed express methods
13. **Boiko N. I., Holopura S. I., Popadiuk B. V., Koshchavka M. M.** Urocystitis in dogs (clinical and laboratory diagnostics)
14. **Postoi R. V., Karpovskiy V. I., Postoi V. V.** Cholesterol and triacylglycerols content in blood of dry sows depending on peculiarities of nervous system activity

Engineering

15. **Kalinichenko D. Yu., Rogovskii I. L.** Analytical model of modes technical control of grainharvester combines
16. **Martynyuk D. I., Rogowski I. L.** Analytical model of modes of vibrodiagnosis of power unit grainharvester combines

Решетник К. С.

УДК 582.28:635.8.

**ВПЛИВ LED ЛАЗЕРІВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ МАКРОМІЦЕТА
FLAMMULINA VELUTIPES (CURT.: FR.) SING.****К. С. РЕШЕТНИК,*** старший викладач кафедри ботаніки та екології*Донецький національний університет імені Василя Стуса*

E-mail: k.reshetnyk@donnu.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.001>

Анотація. У статті представлені результати дослідження впливу лазерного опромінення на розвиток вегетативного міцелію та терміну появи зачатків плодових тіл *F. velutipes*. Опромінення міцелію здійснювали за допомогою світлодіодних лазерів: BVP-3010-5, з випромінюванням червоного спектру з довжиною хвилі 635 нм, BBP-3010-5 з випромінюванням синього спектру з довжиною хвилі 405 нм та BGP-3010-5 з випромінюванням зеленого спектру з довжиною хвилі 532 нм. Енергія опромінення у всіх варіантах досліджу була у межах 25 – 102,5 мДж/см².

Встановлено, що лазерне опромінення впливає на ростові процеси *F. velutipes*. Так, найкраща реакція у відповідь спостерігалась на дію синього спектру світла протягом 5 сек. За цього режиму опромінення швидкість радіального росту міцелію зросла на 55,5%. За дії лазерного опромінення міцелію зеленим світлом протягом 10 сек швидкість росту міцелію зросла на 53,7%. Формування зачатків плодових тіл починалось на 4–5 діб раніше за використання для стимуляції ростових процесів синього світла, на 3 доби – червоного та на 2 доби – зеленого. Найбільша кількість зачатків плодових тіл утворилося за дії лазерного опромінення міцелію синім світлом протягом 5 сек, цей показник на 93,4% перевищував контроль.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що лазерне опромінення впливає на ростові процеси *F. velutipes*. Стимулювання ростових процесів базидієвих грибів має важливе значення під час культивування, оскільки значне зростання швидкість росту вегетативного міцелію дозволяє скоротити термін обростання субстрату міцелієм, прискорити утворення зачатків плодових тіл та плодоношення. Крім того, кращий ріст міцелію знижує ймовірність зараження його патогенною мікрофлорою та покращує адаптаційні властивості, що робить перспективним використання LED лазерів під час культивування базидієвих грибів.

Ключові слова: базидієві гриби, лазерне опромінення, фотоактивація

Актуальність. Станом на базидієвих грибів. Це пов'язано з сьогодні у світі спостерігається унікальністю ресурсного потенціалу підвищена цікавість до вивчення цих грибів та можливістю їхнього

*Науковий керівник – професор, доктор біологічних наук Ю. Г. Приседський

Решетник К. С.

використання в медичній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості. Одним з таких видів макроміцетів є *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing [1]. Він займає четверте місце у категорії їстівних грибів, культивованих для медичного застосування та харчового споживання [4]. Встановлено, що хімічний склад зимового опенька є оптимальним для забезпечення фізіологічних функцій організму речовинами та енергією [3]. Тому одним із перспективних напрямків біотехнології є штучне культивування *F. velutipes*, як джерела біологічно активних речовин для створення лікарських та лікувально-профілактичних засобів, харчових та дієтичних добавок [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Опираючись на стандартні методики вирощування грибів, дослідники додають нові технологічні складові цього процесу, які дозволяють скоротити терміни культивування, підвищити врожайність та якість плодових тіл. Проте, вирішення цих питань неможливе без використання знань з фізіології грибів у поєднанні з інформацією щодо чинників навколишнього середовища, які впливають на ріст та розвиток макроміцетів. Одним із таких чинників є світло, яке регулює морфогенетичні процеси у багатьох видів грибів. Макроміцети можуть сприймати майже ультрафіолетове,

синє, зелене, червоне і дальнє червоне світло, використовуючи до 11 фоторецепторів і сигнальних каскадів, щоб контролювати більшу частину геному та адаптуватися до умов навколишнього середовища [6]. У грибів описано декілька видів фоторецепторів [7]. Так, у базидіомицетів *Coprinus cinereus*, *Pleurotus ostreatus* і *Lentinula edodes* знайдені гени, які кодують рецептори, відповідальні за сприйняття синього світла. Дослідження геному грибів дозволило виявити фоторецепторні гени, які кодують білки, чутливі до червоного світла [8]. Зелене світло сприймається опсиновими системами на основі ретиналю, біологічні функції яких ще потребують з'ясування [6]. Досліджено позитивний вплив УФ– і γ – опромінення на урожайність гриба *P. ostreatus*, також було встановлено, що лазерне опромінення в дозах 45–230 мДж/см² стимулює проростання спор та ріст міцелію у *Hericium erinaceus*. Відомий вплив низькоінтенсивного світла на лінійний ріст та накопичення біомаси різними видами макроміцетів (*Lentinula edodes*, *Hericium erinaceus*, *Ganoderma lucidum*, *Inonotus obliquus*, *Agaricus bisporus*) [9]. Аналіз результатів досліджень з вивчення механізмів фоторецепції у грибів, отриманих вітчизняними та іноземними вченими доводить можливість використання LED лазерів для стимуляції їх росту та інтенсифікації технологічних

Решетник К. С.

етапів культивування. Проте, вищезгадані способи інтенсифікації ростових процесів є складними, з точки зору практичного використання. Значно ефективнішим для інтенсифікації метаболічних процесів макроміцетів є використання світлодіодних лазерів, які мають великий ККД (до 50%), швидкодію (до 10–11 сек), зручність збудження; можливість генерації випромінювання з необхідною довжиною хвилі, малі габарити та технологічну сумісність з елементами оптичних інтегральних схем [10]. Крім того вони мають невелику вартість та потребують незначних енерговитрат під час застосування. Однак, літературні дані про вплив LED лазерів на параметри росту грибів обмежені, тому це питання потребує подальшого вивчення. Відповідно **метою роботи** було дослідити вплив лазерного опромінення на розвиток вегетативного міцелію та термін появи зачатків плодових тіл макроміцета *F. velutipes*.

Матеріали і методи дослідження. Досліджувався штам F–03 гриба *F. velutipes* із колекції культур шапинкових грибів кафедри ботаніки та екології Донецького національного університету імені Василя Стуса. Для вивчення впливу лазерного опромінення на розвиток вегетативного міцелію гриба

F. velutipes культивували протягом 7 днів на стандартному сусло-агаровому середовищі (4° за Балінгом) у стандартних чашках Петрі (діаметром 9 см), перед інокуляцією міцелій у чашках Петрі розділяли стерильною сталевією трубкою на шматки розміром 5×5 мм, потім кожний інокулюм опромінювали за допомогою світлодіодних лазерів: BRP-3010-5, з випромінюванням червоного спектру з довжиною хвилі 635 нм, BBR-3010-5 з випромінюванням синього спектру з довжиною хвилі 405 нм та BGP-3010-5 з випромінюванням зеленого спектру з довжиною хвилі 532 нм (виробник BOB LASER Co., Китай). Потужність кожного лазера становила 100 мВт. Щільність енергії лазерного опромінення розраховували за І. О. Вакарчук [11]. Енергетична доза опромінення (енергія світла, яка потрапляє на одиницю площі) визначалася як добуток щільності енергії та часу опромінення. Енергія опромінення у всіх варіантах досліджу була у межах 25 – 102,5 мДж/см². Це значення вибрано на основі результатів наших попередніх досліджень [12] з урахуванням літературних даних [9]. Опромінення міцелію проводилося за наступною схемою (табл.1). Для контрольного посіву використовували неопромінений міцелій.

1. Схема опромінення міцелію гриба *P. ostreatus*

Варіант досліджу	Тривалість опромінення, сек			Енергія опромінення, мДж/см ²
	Червоний спектр	Синій спектр	Зелений спектр	
1	0	0	0	0
2	5	0	0	25,05
3	0	5	0	25,05
4	0	0	5	25,05
5	10	0	0	51,1
6	0	10	0	51,1
7	0	0	10	51,1
8	15	0	0	77,3
9	0	15	0	77,3
10	0	0	15	77,3
11	20	0	0	102,5
12	0	20	0	102,5
13	0	0	20	102,5

Поверхнєве культивування міцелію *F. velutipes* проводили у термостаті за температури 26 °С на стандартному сусло-агаровому середовищі (4° за Балингом). Протягом періоду культивування кожного дня вимірювали радіус колоній на середовищах у чашках Петрі у чотирьох перпендикулярних напрямках. За допомогою мікроскопічного контролю визначали наявність «пряжок» – специфічних морфологічних утворень на гіфах *F. velutipes*. Після повного заростання чашок Петрі міцелієм їх переносили в ростову камеру з температурою 12-16 °С з метою перевірки на здатність утворювати зачатки плодових тіл (примордії). За отриманими даними визначали середньодобовий приріст міцелію, середню швидкість радіального росту (мм/добу), проміжок часу до початку утворення

примордіїв (кількість діб) та середню кількість примордіїв на чашку Петрі. Для оцінки росту культур використовували метод, що ґрунтуються на дослідженні та аналізі динаміки збільшення радіусу колоній від часу культивування [13].

Усі досліди проводили у трикратній повторюваності. Для визначення вірогідності впливу лазерного опромінення застосовували метод дисперсійного аналізу. Порівняння середніх значень вели за методом Даннета. Обробку проводили за допомогою пакета статистичних програм, створених на кафедрі фізіології та біохімії рослин Донецького національного університету імені Василя Стуса [14].

Результати дослідження та їх обговорення. Оскільки відомо, що фоторецепторна система грибів адаптована до світла в діапазоні

Решетник К. С.

довжин хвиль від 350 до 730 нм [15], саме цей спектральний ряд представлений обраними нами довжинами хвиль (червоний, синій і зелений спектр). Встановлено, що лазерне опромінення впливає на ростові процеси *F. velutipes*. Так, найкраща реакція у відповідь спостерігалась на дію синього спектру світла протягом 5 сек. За цього режиму опромінення швидкість радіального росту міцелію зросла на 55,5%. За дії опромінення червоним та зеленим світлом протягом 5 сек

швидкість росту зросла на 29,6 та 20,4% відповідно. За дії лазерного опромінення міцелію зеленим світлом протягом 10 сек швидкість росту міцелію зросла на 53,7%. Лазерне опромінення червоним та синім світлом протягом 10 сек не викликало зміни значної швидкості росту міцелію. Опромінення тривалістю 15 сек та 20 сек червоним, синім та зеленим світлом не чинило суттєвого впливу на процеси росту *F. velutipes* (рис.1).

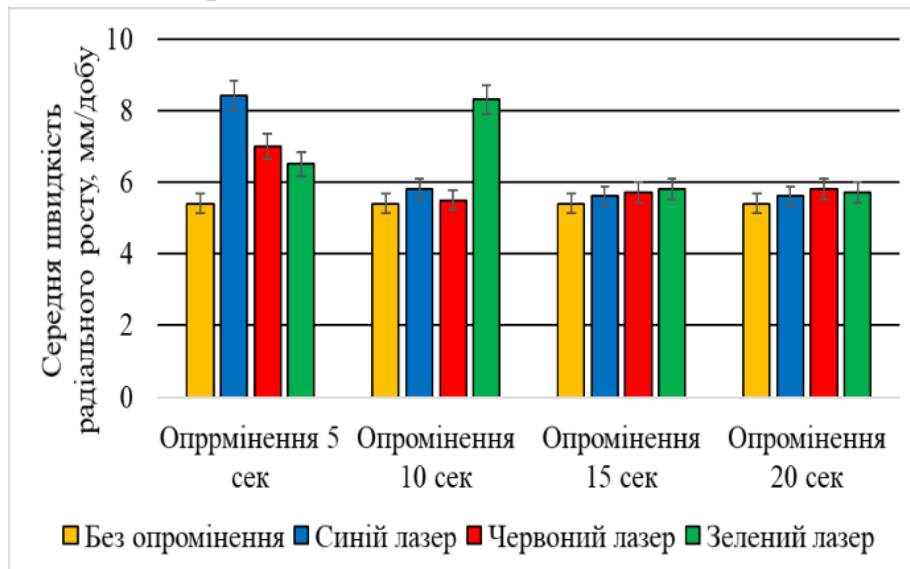


Рис.1. Вплив лазерного опромінення на середню швидкість радіального росту міцелію *F. velutipes*.

Наступним етапом наших досліджень було вивчення впливу лазерного опромінення міцелію на процес формування зачатків плодових тіл (примордіїв). У ході вивчення цього процесу встановлено більш ранній початок формування примордіїв у варіантах дослідів, міцелій яких був опромінений за різних режимів. Для макроміцета *F. velutipes* результати впливу

лазерного опромінення міцелію на формування зачатків плодових тіл (примордіїв) були наступними. Формування зачатків плодових тіл починалось на 4–5 діб раніше за використання для стимуляції ростових процесів синього світла, на 3 доби – червоного та на 2 доби – зеленого. Найбільша кількість зачатків плодових тіл утворилося за дії лазерного опромінення міцелію

Решетник К. С.

синім світлом протягом 5 сек, цей показник на 93,4% перевищував контроль. Опромінення міцелію зеленим та червоним світлом

протягом 5 сек збільшило кількість примордіїв на 50,0 та 33,3% відповідно (рис. 2).

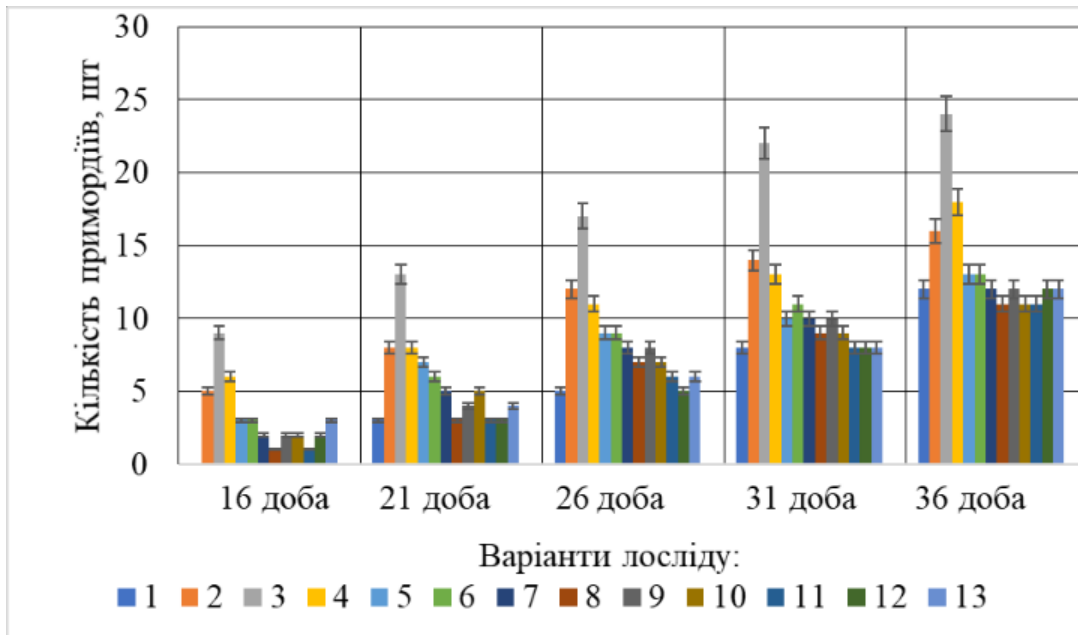


Рис. 2. Вплив лазерного опромінення на термін появи та кількість зачатків плодових тіл *F. velutipes* (варіанти досліду згідно із табл. 1).

За дії опромінення червоним, зеленим та синім світлом протягом 10 сек кількість зачатків плодових тіл збільшилася від 15,6 до 26,4% відповідно. Аналіз результатів опромінення міцелію червоним, зеленим та синім світлом протягом 15 та 20 сек показав незначну різницю кількості зачатків плодових тіл порівняно з контролем.

Висновки і перспективи. У результаті проведених досліджень було встановлено, що лазерне опромінення впливає на ростові процеси *F. velutipes*. Так, найкраща реакція у відповідь спостерігалась на дію синього (протягом 5 сек), червоного (протягом 5 сек) та зеленого (протягом 10 сек) спектрів світла. За цих режимів опромінення

спостерігалось значне зростання швидкості росту вегетативного міцелію та прискорене формування зачатків плодових тіл (на 4–5 діб раніше за використання синього світла, на 3 доби – червоного та на 2 доби – зеленого). Крім того, найбільша кількість примордіїв утворилося за дії лазерного опромінення міцелію синім світлом протягом 5 сек. Стимулювання ростових процесів базидієвих грибів має важливе значення під час культивування, оскільки значне зростання швидкість росту вегетативного міцелію дозволяє скоротити термін обростання субстрату міцелієм, прискорити утворення зачатків плодових тіл та плодоношення. Крім того, кращий

Решетник К. С.

ріст міцелію знижує ймовірність зараження його патогенною мікрофлорою та покращує адаптаційні властивості, що робить

перспективним використанням LED лазерів під час культивування базидієвих грибів.

Список використаних джерел

1. Chang S. T., Miles P. G. *Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact.* London, etc.: CRC Press, 2004. 451 p.

2. Yang X. M. *Cultivation of Edible Mushroom in China. Agriculture Printing House, Beijing: PR China.* 1986. P. 489–510.

3. Tisch D., Schmoll M. Light regulation of metabolic pathways in fungi. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2010. Vol.85, No.5. P.1259-1277.

4. Leifa F., Pandey A., Socco C. R. Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spentground. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 2001. Vol.44, No.2. P. 205-212.

5. Singh M., Vijay B., Kamal S. et al. *Mushrooms. Cultivation, Marketing and Consumption. Directorate of Mushroom Research (ICAR).* 2011. P.53

6. Zhenzhong Yu., Reinhard F. Light sensing and responses in fungi. *Nature Reviews Microbiology.* 2018. Vol.17, No.1. P. 25 – 36

7. Herrera–Estrella A., Horwitz B. A. Looking through the eyes of fungi: molecular genetics of photoreception. *Molecular Microbiology.* 2007. Vol. 64, No.1. P. 5-15.

8. Kamada T., Sano H., Nakazawa T., Nakahori K. Regulation of fruiting body photomorphogenesis in *Coprinopsis cinerea*. *Fungal Genetics and Biology.* 2010. Vol. 11, P. 917-921.

9. Поєдинок Н. Л. Енергоефективні системи штучного освітлення у технологіях вирощування їстівних та лікарських грибів. *Наука та інновації.* 2013. Т.9, № 3. С. 46-59.

10. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління автоматики, 1998. 420 с.

11. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник. –4–те вид.–Львів:ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 872 с.

12. Reshetnyk K. S. Investigation the effect of laser irradiation on the growth characteristics of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *2ND International Conference «Smart Bio».* 2018. P. 344.

13. Бисько Н.А., Бухало А.С., Вассер С.П., Дудка И.А., Кулеш М.Д., Соломко Э.Ф., Шевченко С.В. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. К.: Наук. думка, 1983.312 с.

14. Приседський Ю.Г. Пакет програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів. Донецьк: ДонНУ, 2005. 84 с

15. Corrochano LM. Fungal photoreceptors sensory molecules for fungal development and behavior. *Photochemical and Photobiological Sciences.* 2007. Vol.6, P. 725-736.

References

1. Chang S. T., Miles P. G. (2004) *Mushrooms. Cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact.* London, etc.: CRC Press. 451 p.

2. Yang X. M. (1986) *Cultivation of Edible Mushroom in China. Agriculture Printing House, Beijing: PR China.* P. 489-510.

3. Tisch D., Schmoll M. (2010) Light regulation of metabolic pathways in fungi. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* V. 85(5). P.1259-1277.

4. Leifa F., Pandey A., Socco C. R. (2001) Production of *Flammulina velutipes* on coffee husk and coffee spentground. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* V. 44(2). P. 205-212.

5. Singh M., Vijay B., Kamal S. et al. (2011) *Mushrooms. Cultivation, Marketing and Consumption. Directorate of Mushroom Research (ICAR).* P.53.

6. Zhenzhong Yu., Reinhard F. (2018) Light sensing and responses in fungi. *Nature Reviews Microbiology.* V.17 (1). P. 25-36.

7. Herrera–Estrella A., Horwitz B. A. (2007) Looking through the eyes of fungi: molecular genetics of photoreception. *Molecular Microbiology.* V. 64(1). P. 5-15.

8. Kamada T., Sano H., Nakazawa T., Nakahori K. (2010) Regulation of fruiting body photomorphogenesis in *Coprinopsis cinerea*. *Fungal Genetics and Biology.* V.11, P. 917-921.

Решетник К. С.

9. Poyedynok N. L. (2013) Enerhoefektyvni systemy shtuchnoho osviltennia u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia yistivnykh ta likarskykh hrybiv [Energy-efficient artificial lighting systems in edible and medicinal mushroom cultivation technologies] *Nauka ta innovatsii* 9(3), P. 46-59.

10. Vasiura A.S. (1998) Elementy ta prystroi system upravlinnia avtomatykyk [Elements and devices of automation control systems] 420 p.

11. Vakarchuk I.O. (2012) Kvantova mekhanika : pidruchnyk. – 4-te vyd [Quantum mechanics: a textbook Lviv–4th ed] LNU imeni Ivana Franka. 872c.

12. Reshetnyk K. S. (2018) Investigation the effect of laser irradiation on the growth characteristics of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. *2ND International Conference*

«*Smart Bio*». P. 344.

14. Bysko N.A., Bukhalo A.S., Vasser S.P., Dudka I.A., Kulesh M.D., Solomko E.F., Shevchenko S.V. (1983) Vysshye s'edobnye bazydyomytsety v poverkhnostnoi y hlubynnoi kulture [Higher edible basidiomycetes in superficial and deep culture]. K.: Naukova Dumka. 312.

15. Prysedskyi Y.G. (2005) Paket prohram dlia provedennia statystychnoi obrobky rezul'tativ biolohichnykh eksperymentiv [Software package for statistical processing of the results of the biological experiments] Donetsk: DonNU. 84.

16. Corrochano LM. (2007) Fungal photoreceptors sensory molecules for fungal development and behavior. *Photochemical and Photobiological Sciences*. V.6. P. 725-736.

ВЛИЯНИЕ LED ЛАЗЕРОВ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ МАКРОМИЦЕТА *FLAMMULINA VELUTIPES* (CURT.:FR.) SING.

К. С. Решетник

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния лазерного облучения на развитие вегетативного мицелия и сроков появления зачатков плодовых тел *F. velutipes*. Облучения мицелия осуществляли с помощью светодиодных лазеров: BRP-3010-5, с излучением красного спектра с длиной волны 635 нм, BVP-3010-5 с излучением синего спектра с длиной волны 405 нм и BGP-3010-5 с излучением зеленого спектра с длиной волны 532 нм. Энергия излучения во всех вариантах опыта была в пределах 25 - 102,5 МДж/см². Установлено, что лазерное облучение влияет на ростовые процессы *F. velutipes*. Так, самая сильная светловая реакция в ответ наблюдалась на действие синего спектра света в течение 5 сек. При этом режиме облучения скорость радиального роста мицелия выросла на 55,5%. За действия лазерного облучения мицелия зеленым светом в течение 10 сек скорость роста мицелия выросла на 53,7%. Формирование зачатков плодовых тел начиналось на 4-5 суток раньше при использовании для стимуляции ростовых процессов синего света, на 3 суток - красного и на 2 суток - зеленого. Наибольшее количество зачатков плодовых тел образовалось за действия лазерного облучения мицелия синим светом в течение 5 сек, этот показатель на 93,4% превышал контроль.

В результате проведенных исследований было установлено, что лазерное облучение влияет на ростовые процессы *F. velutipes*. Стимулирование ростовых процессов базидиальных грибов имеет важное значение при культивировании, поскольку значительный рост скорости роста вегетативного мицелия позволяет сократить сроки обрастания субстрата мицелием, ускорить образование зачатков плодовых тел и плодоношения. Кроме того, лучший рост

Решетник К. С.

мицелия снижает вероятность заражения его патогенной микрофлорой и улучшает адаптационные свойства, что делает перспективным использование LED лазеров при культивировании базидиевых грибов.

Ключевые слова: *базидиевые грибы, лазерное облучение, фотоактивация*

INFLUENCE OF LED LASERS ON GROWTH PROCESSES OF THE MACROMICETE *FLAMMULINA VELUTIPES* (CURT.:FR.) SING.

K. S. Reshetnyk

Abstract. *The article presents the results of the study of the influence of laser irradiation on the development of vegetative mycelium and the period of occurrence of the corcules of the fruit bodies of *F. velutipes*. Irradiation of the micellium was carried out using LED lasers: BRP–3010–5 with a radiation of a red spectrum with a wavelength of 635 nm, BBP–3010–5 with a radiation of a blue spectrum with a wavelength of 405 nm and BGP–3010–5 with a radiation of a green spectrum with length waves of 532 nm. The irradiation energy in all variants of the experiment was within the range of 25 – 102,5 mJ/cm².*

*It was established that laser irradiation affects the growth processes of *F. velutipes*. So, the strongest light reaction in response was observed on the action of the blue light spectrum for 5 seconds. Under this irradiation regime, the radial growth rate of mycelium increased by 55,5%. During the action of laser irradiation of the mycelium with green light for 10 sec, the growth rate of the mycelium increased by 53,7%. The formation of the embryos of fruiting bodies began 4-5 days earlier when blue light was used to stimulate growth processes, 3 days red and 2 days green. The largest number of primordia of fruiting bodies was formed due to the action of laser irradiation of the mycelium with blue light for 5 seconds, this figure was 93,4% higher than the control.*

*As a result of the studies, it was found that laser irradiation affects the growth processes of *F. velutipes*. Stimulating the growth processes of basidiomycetes is important during cultivation, since a significant increase in the growth rate of vegetative mycelium can reduce the time of substrate fouling with mycelium, accelerate the formation of primordia of fruiting bodies and fruiting. In addition, the best growth of mycelium reduces the likelihood of infection with its pathogenic microflora and improves adaptive properties, which makes the use of LED lasers promising for the cultivation of basidium fungi.*

Key words: *basidicum mushrooms, laser irradiation, photoactivation*

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ БАСЕЙНУ р. ІКВА

З. М. БУДНІК, асистент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Національний університет водного господарства та природокористування

E-mail: z.m.budnik@nuwm.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.002>

***Анотація.** Розвиток аграрного виробництва неупинно зв'язаний із використанням мінеральних добрив, які покращують забезпеченість сільськогосподарських культур макро- і мікроелементами та валовими зборами продукції рослинництва. Після внесення мінеральних добрив врожай сільськогосподарських культур збільшується більш ніж на 30%. Тому для характеристики родючості ґрунтів науковці рекомендують використовувати агрохімічні показники, які є результатом сумісної дії, як природних чинників, так і виробничої діяльності людини [1]. Одночасно вказується на можливість використання агрохімічних показників для оцінки рівня родючості ґрунтового покриву і оцінки придатності їх для створення спеціальних сировинних зон [2-3].*

Сьогодні ґрунти в басейні р. Іква виснажені через недотримання науково-обґрунтованих сівозмін та технологій обробітку ґрунту, зниження культури землеробства, зменшення обсягів внесення мінеральних та органічних добрив, розвиток водної ерозії. У зв'язку з цим з'являється можливість провести оцінку не лише рівня родючості ґрунтового покриву, але і його придатності вимогам спеціальних сировинних зон.

Територія басейну р. Іква лежить у межах Бродівського району Львівської області, Кременецького району Тернопільської області та Дубенського і Млинівського районів Рівненської області. Досліджуючи агроекологічний стан одним з важливих показників є рівень родючості ґрунтового покриву басейну р. Іква. Реформування земельних відносин у басейні р. Іква призводить до поступового збільшення вмісту макроелементів, але з 1996 року все ж таки зберігається негативна тенденція погіршення балансу азоту, фосфору та калію.

Для оцінки показника родючості проаналізовано вміст легкогідролізуючого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію. Здійснено просторовий аналіз придатності ґрунтів для створення спеціальних сировинних зон та визначено території, які є малопродатними для вирощування сільськогосподарських культур.

***Ключові слова:** ґрунти, рівень родючості, спеціальні сировинні зони, антропогенне навантаження*

Актуальність. Найбільший чинить аграрне виробництво, більше вплив на природне середовище ніж будь-яка інша галузь народного

Буднік З. М.

господарства. Причиною цього є зміна великої кількості природних площ. У результаті чого змінюються природні ландшафти, зникають ліси, зазнає змін природна рослинність. На жаль, сільськогосподарські ландшафти є нестійкими, адже обробка (опушення) ґрунту, особливо із застосуванням відвального плуга, застосування мінеральних добрив і отрутохімікатів призводить до низки локальних і регіональних екологічних проблем – дегуміфікації, засолення ґрунтів, втрати родючості [4]. Особливо негативний вплив аграрне виробництво чинить у заплаві річок. Під дією весняних паводків та зливових дощів відбувається змивання верхнього родючого шару ґрунту та зменшення вмісту гумусу. До поверхневих вод річки з площинним зливом потрапляють піщані, глинисті частинки, а також біогенні, органічні і мінеральні речовини. Потрапляють у річки і мінеральні добрива. Інтенсивність надходження яких залежить від періоду та способу внесення в басейні річки.

Для території басейну р. Іква аграрне виробництво залишається найважливішою галуззю народного господарства. Проте хаотичне, непродумане, безсистемне реформування цієї галузі, екстенсивний розвиток землеробства за останні роки, проведення осушення призвели до зростання процесу деградації ґрунтів. Тому об'єктивна

екологічна оцінка агрохімічних показників ґрунтів, розробка заходів щодо збільшення родючості ґрунтів є запорукою стабільного розвитку басейну р. Іква.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Згідно до Закону України «Про охорону земель» визначено, що об'єктом особливої охорони держави є всі землі у межах України, як основне національне багатство українського народу. Відтворення та охорона родючості ґрунтів, захист їх від деградації та забруднення є одним із першочергових завдань аграрної політики держави [5-6]. У період тотальної хімізації ґрунти стали багатші на мікроелементи і вже до 1990 року було досягнуто достатнього балансу гумусу, що дозволило отримувати високі врожаї. Починаючи з 1993 року різко скоротилось внесення органічних та мінеральних добрив, що, у свою чергу, призвело до від'ємного балансу органічної речовини. Цим питанням почали перейматися багато вітчизняних науковців, і вже в працях В. В. Медведєва, О. Г. Тараріко, С. Т. Вознюка, І. Т. Слюсара, П. П. Надточія, О. Ф. Смаглія, Ю. О. Тараріко, П. В. Писаренка, М. О. Клименка, Д. В. Лико, О. І. Фурдичка, В. М. Польового, В. І. Долженчука відмічається що, агроекологічний стан ґрунтового покриву значно погіршується внаслідок недотримання систем

Буднік З. М.

сівозмін, внесення добрив, обробітку ґрунту, порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур та зменшення частки багаторічних трав у структурі посівних площ [7-10]. З огляду на зазначене виникає потреба в оцінці агроекологічного стану ґрунтового покриву, особливо в басейнах річок.

Метою досліджень є визначення агрохімічних показників, встановлення рівня родючості сільськогосподарських ґрунтів у басейні р. Іква.

Матеріали і методи дослідження. Під час проведення дослідження застосовувалися польові, виробничі, лабораторно-аналітичні, порівняльно-розрахунковий і статистичний методи та системний аналіз.

Для оцінки земель під час проведення наукових досліджень використовують методики А. І. Сірого (2002р.) та метод спеціального бонітування М. В. Лісового, (2002р.) [11]. Проте, все гостро постає питання вирощування екологічно безпечних продуктів харчування. Тому необхідно проводити оцінку придатності земель для вирощування екологічно безпечної продукції виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування. Таку оцінку проводять згідно з методикою О. Г. Тараріко «Оцінка придатності сільськогосподарських земель України для створення екологічно

чистих сировинних зон і господарств по виробництву продуктів дитячого та дієтичного харчування» (1998р.) та О. І. Фурдичка «Оцінка придатності сільськогосподарських угідь вимогам спеціальних сировинних зон» (2012р.) [12, 13].

Для оцінки нам були використані дані Рівненської, Львівської та Тернопільських філій Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Алгоритм розрахунку рівня родючості обчислювали за формулою:

$$App = \sqrt[3]{I_1 \times I_2 \times I_3},$$

де App – агрегований показник рівня родючості ґрунту; I_1 , I_2 , I_3 – нормовані показники вмісту азоту, фосфору та калію у ґрунті. Переведення базових (вмісту) макроелементів у нормовані проводили за формулою:

$$X_1 = \frac{N_1 - N_{(min)}}{N_{(max)} - N_{(min)}},$$

де N_1 – фактичний вміст у ґрунті мікроелемента, мг/кг ґрунту; $N_{(max)}$ – максимальний вміст легкогідролізованого азоту, мг/кг; рухомого фосфору, мг/кг; калію, мг/кг; $N_{(min)}$ – найменший вміст цих макроелементів, мг/кг. Значення використовували як нормативи, встановлені для спеціальних сировинних зон [3, 14]. Водночас за максимальні N_{max} позитивні та N_{min} негативні нами були використані нормативи, встановлені у методичних рекомендаціях під загальною редакцією О. І. Фурдичка [3].

Буднік З. М.

Агрегування показників на всіх рівнях необхідно здійснювали з використанням середньозважених геометричних оцінок. Рівень родючості ґрунтового покриву та придатності його для створення спеціальних сировинних зон оцінювали за шкалою Інституту проблем природокористування та екології НАН України: еталонний – 1–0,8 (придатні), сприятливий – 0,8–0,6; задовільний – 0,6–0,4 (обмежено придатні); загрозовий – 0,4–0,2; критичний – 0,2–0,0 (непридатні) для створення спеціальних сировинних зон.

Результати досліджень та їх обговорення. Територія басейну р. Іква лежить в межах Бродівського району Львівської області, Кременецького району Тернопільської області та Дубенського і Млинівського районів Рівненської області. Ґрунтовий покрив басейну р. Іква, який лежить в межах Малого Полісся відрізняється різноманітністю та строкатістю, а також схожістю з ґрунтовим покривом Волинського Полісся. Найбільші площі тут займають дерново-підзолисті, лучні та болотні ґрунти. Серед дерново-підзолистих переважають дерново-слабопідзолисті оглеєні ґрунти, що приурочені до понижених слабо дренованих міжрічкових долин, власне дерново-слабопідзолисті ґрунти вкривають підвищені ділянки басейну, піщані пагорби.

Активізація аграрного виробництва відбулася в 50 – 60-х роках ХХ ст., коли розпочалась механізація та хімізація колективних господарств. В період 1965 – 1990 років почали зростати в ґрунті вмісту азоту, фосфору та калію. На період 1993 – 1995 років на території басейну р. Іква спостерігався позитивний баланс вмісту мікроелементів, зокрема: азоту – 1,98 кг/га; фосфору – 2,9 кг/га; калію – 2,21 кг/га. Починаючи з 1996 року баланс макроелементів у землеробстві області стає від'ємним із коефіцієнтами повернення. У 2000 році вміст азоту становив 99,8 мг/кг, фосфору – 148,3 мг/кг, калію – 80,3 мг/кг, а вже в 2010 р. становить, відповідно – 116,8 мг/кг, 154,0 мг/кг та 82,8 мг/кг. Отже, реформування земельних відносин у басейні р. Іква призводить до поступового збільшення вмісту макроелементів, але все ж таки зберігається негативна тенденція погіршення балансу азоту, фосфору та калію.

Стає очевидним той факт, що за умов реформування земельних відносин упродовж 1990-2010 років відбувається загострення проблем землекористування, яке супроводжується погіршенням балансу макроелементів. Так, проаналізувавши внесення мінеральних добрив за даними Рівненської, Львівської та Тернопільської філій Інституту охорони ґрунтів України, найбільше

Буднік З. М.

використовують азотоно-фосфорні добрива.

деградації ґрунтів. Для оцінки показника родючості необхідно

зниження вмісту макроелементів призводить до зниження рівня родючості в басейні р. Іква та

проаналізувати вміст легкогідролізуючого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію (табл 1).

1. Оцінка рівня родючості ґрунтового покриття басейну р. Іква

№ п/п	Сільські ради	Вміст легкогід. Азоту		Вміст рухомого фосфору		Вміст обмінного калію		Агрегований показник рівня родючості ґрунтів
		Ni	Xi	Ni	Xi	Ni	Xi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Львівська область Бродівський район								
1	Підкамінська	114	0,43	183	1,00	136	0,82	0,70
2	Батьківська	113	0,42	139	0,84	104	0,57	0,59
3	Вербівчицька	119	0,46	151	0,93	132	0,78	0,70
4	Голубицька	145	0,63	89	0,45	134	0,80	0,61
5	Маркопільська	107	0,38	155	0,96	126	0,74	0,65
6	Наквашанська	144	0,63	156	0,97	100	0,54	0,69
7	Паликорівська	140	0,60	165	1,00	123	0,72	0,75
8	Пеняківська	129	0,53	107	0,59	134	0,80	0,63
9	Поповецька	138	0,59	155	0,96	112	0,63	0,71
10	Черницька	112	0,41	122	0,71	95	0,50	0,53
Тернопільська область Кременецький район								
11	Білокриницька	128	0,52	125	0,73	67	0,28	0,48
12	Будківська	115	0,43	110	0,62	129	0,76	0,59
13	Великобережецька	119	0,46	121	0,70	88	0,45	0,52
14	Великогорянська	117	0,45	89	0,45	89	0,45	0,45
15	Гаївська	104	0,36	147	0,90	122	0,71	0,61
16	Дунаївська	133	0,55	118	0,68	37	0,05	0,27
17	Жолобівська	125	0,50	133	0,79	96	0,51	0,59
18	Колосівська	115	0,43	133	0,79	85	0,42	0,53
19	Лосятинська	117	0,45	45	0,12	63	0,25	0,24
20	Попівецька	128	0,52	113	0,64	104	0,57	0,57
21	Великомлинівецька	141	0,61	128	0,75	111	0,62	0,66
22	Ридомільська	110	0,40	101	0,55	122	0,71	0,54
23	Розтоцька	106	0,37	101	0,55	128	0,75	0,54
24	Сапанівська	145	0,63	98	0,52	65	0,27	0,45
25	Староолексинецька	122	0,48	112	0,63	98	0,52	0,54
26	Старопочайвська	135	0,57	82	0,40	65	0,27	0,39
27	Старотаразька	144	0,63	59	0,22	85	0,42	0,39
28	Шпиколосівська	131	0,54	118	0,68	118	0,68	0,63
Рівненська область Дубенський район								
29	Берегівська	176	0,84	128	0,75	56	0,20	0,50
30	Варковицька	116	0,44	206	1,00	117	0,67	0,67
31	Вербська	112	0,41	121	0,70	83	0,41	0,49
32	Гірницька	104	0,36	180	1,00	143	0,87	0,68
33	Іваннівська	111	0,41	158	0,98	114	0,65	0,64
34	Княгининська	98	0,32	211	1,00	105	0,58	0,57
35	Майданська	283	1,00	78	0,37	55	0,19	0,41
36	Малосадівська	81	0,21	197	1,00	100	0,54	0,48
37	Мильчанська	99	0,33	156	0,97	96	0,51	0,54
38	Мирогощанська	109	0,39	165	1,00	115	0,65	0,64
39	Молодавська	93	0,29	207	1,00	114	0,65	0,57

Буднік З. М.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	Озерянська	105	0,37	174	1,00	131	0,78	0,66
41	Плосківська	210	1,00	108	0,60	47	0,13	0,43
42	Повчанська	86	0,24	138	0,83	98	0,52	0,47
43	Привільненська	108	0,39	181	1,00	127	0,75	0,66
44	Птицька	164	0,76	117	0,67	57	0,21	0,47
45	Рачинська	122	0,48	171	1,00	86	0,43	0,59
46	Сатіївська	103	0,35	182	1,00	94	0,49	0,56
47	Семидубська	117	0,45	127	0,75	93	0,48	0,54
48	Соснівська	106	0,37	149	0,92	121	0,70	0,62
49	Стовпецька	97	0,31	95	0,50	55	0,19	0,31
50	Тараканівська	109	0,39	192	1,00	114	0,65	0,63
51	Шепетинська	366	1,00	96	0,51	50	0,15	0,43
Рівненська область Млинівський район								
52	Берегівська	127	0,51	193	1,00	146	0,89	0,77
53	Бокіймівська	131	0,54	203	1,00	122	0,71	0,73
54	Війницька	95	0,30	161	1,00	110	0,62	0,57
55	Добрятинська	105	0,37	152	0,94	129	0,76	0,64
56	Підгаєцька	80	0,20	159	0,99	96	0,51	0,47
57	Смордівська	111	0,41	171	1,00	124	0,72	0,66
58	Торговицька	87	0,25	147	0,90	127	0,75	0,55
59	Хорупанська	123	0,49	132	0,78	109	0,61	0,61
	max	200		160		160		
	min	50		30		30		

З таблиці 1 можна зробити висновки, що всі сільські ради Бродівського, Млинівського районів, є обмежено придатними для створення ССЗ, Дунаївська (0,27), Лосятинська (0,24), Старопочаївська (0,39), Старотаразька (0,39) сільські ради Кременецького району непридатні для ССЗ, а решта сільських рад – обмежено придатні, Стовпецька сільська рада (0,31) Дубенського району належить до непридатних, а решта – обмежено придатні. Якщо охарактеризувати сільські ради придатності до створення спеціальних сировинних зон за окремими показниками, тоді можна встановити за вмістом легкогідролізуючого азоту всі сільські ради Бродівського району є обмежено придатними, окрім

Маркопільської (0,38) сільської ради, що є непридатною, за вмістом рухомого фосфору Пеняківська (0,59) с/р є обмежено придатною, а решта сільських рад – придатні для створення ССЗ, за вмістом обмінного калію всі с/р обмежено придатні для створення ССЗ.

У Кременецькому районі Гаївська (0,36), Розтоцька (0,37) с/р непридатні для створення ССЗ, а решта за вмістом легкогідролізуючого азоту обмежено придатні, за вмістом рухомого фосфору Лосятинська (0,12), Старотаразька (0,22) с/р непридатні, а решта – обмежені придатні, за вмістом обмінного калію Білокриницька (0,28), Дунаївський (0,05), Лосятинська (0,25), Сапанівська (0,27), Старопочаївська

Буднік З. М.

(0,27) с/р – непридатні, а решта с/р – обмежено придатні.

За вмістом азоту в Дубенському районі Берегівська (0,84), Майданська (1,00), Плосківська (1,00), Шепетинська (1,00) – придатні для створення ССЗ, Варковицька (0,44), Вербська (0,41), Іваннівська (0,41), Птицька (0,76), Рачинська (0,48), Семидубська (0,45) – обмежено придатні, а решта непридатні для створення ССЗ. За вмістом рухомого фосфору Майданська (0,37) – непридатна, Берегівська (0,75), Вербська (0,70), Плосківська (0,60), Птицька (0,67), Семидубська (0,75), Стовпецька (0,50), Шепетинська (0,51) с/р – обмежено придатні, а решта – придатні для створення ССЗ. За вмістом обмінного калію Берегівська (0,20), Майданська (0,19), Плосківська (0,13), Птицька (0,21), Стовпецька (0,19), Шепетинська (0,15) – непридатні, а решта – обмежено придатні для створення ССЗ.

У Млинівському районі за вмістом легкогідролізуючого азоту Війницька (0,30), Добрятинська (0,37), Підгаєцька (0,20), Торговицька

(0,25) с/р – непридатні, решта сільських рад – придатні для створення ССЗ, за балансом рухомого фосфору Хорупанська (0,78) – обмежено придатна, а решта придатні для створення ССЗ, за вмістом обмінного калію всі сільські ради є обмежено придатними для створення ССЗ.

Висновок. Отже, в басейні р. Іква всі сільські ради є обмежено придатними для створення ССЗ за агрегованим показником рівня родючості. Найкращими є показники вмісту рухомого фосфору, які коливаються в діапазоні від 45 до 206 мг/кг, та легкогідролізуючого азоту, вміст якого коливається в діапазоні 80 – 366 мг/кг, а найгіршими є показники вмісту обмінного калію 37 – 146 мг/кг. На наш погляд це спричинено зміною структури посівних площ, зменшення внесення мінеральних та органічних добрив, посиленням тиском урбосистеми. Стан ґрунтів басейну р. Іква вимагає розробити низку заходів, спрямованих на покращення екологічного стану ґрунтового покриву.

Список використаних джерел

1. Клименко О. М. Оцінка родючості ґрунтів басейну річки Горинь. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2012. № 1. С. 41-44
2. Городній М. М., Бикін А. В., Нагаєвська Л. М. Агрохімія / під ред. М.М. Городнього. Київ. ТОВ Алефа, 2003. 786 с.
3. Оцінка придатності сільськогосподарських угідь вимогам спеціальних сировинних зон (методичні

рекомендації) / за ред. О. І. Фурдичка. Київ. 2006. 20 с.

4. Жицька Л. І. Екологічна оцінка агрохімічних показників та родючості ґрунтів Черкаського району. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Сер. : Технічні науки. 2013. № 4. С. 135-140.

5. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / за ред. В. П.

Буднік З. М.

Гудзя. Київ. Центр учбової літератури, 2007. 408 с.

6. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : підручник. Київ. КНЕУ, 2002. 624 с.

7. Грунтознавство: підручник / Тихоненко Д. Г. та ін. Київ. Вища школа, 2005. 703 с.

8. Клименко Н. А., Шевченко Н. Н., Лыко Д. В. Особенности земледелия на мелиорованных землях Полесья Украины. Монография. К: Наукова думка. 1992. 175 с.

9. Клименко М. О. Вплив осушення і землеробського використання на властивості перезволожених ґрунтів ПЗР України (підсумковий огляд наслідків досліджень вчених НУВГП і споріднених установ з названої проблеми за станом до початку 2012 року). Вісник НУВГП: збірник наукових праць. Випуск 2 (58). Рівне, 2012. С. 3-16.

10. Долженчук В. І. Крупко Г. Д. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів Рівненщини. Агроекологічний журнал. 2008. № 1. С. 37–40.

11. Методические рекомендации по проведению бонитировки почв. Киев. 1993. 88 с.

12. Методичні рекомендації з організації охорони та раціонального використання ґрунтів / О. Г. Тараріко та ін. Київ. 1998. 20 с.

13. Науково-методичні рекомендації з визначення територій, придатних для створення спеціальних сировинних зон / за ред. академіка НААН О. І. Фурдичка. Київ. 2012. 44 с.

14. Методичні рекомендації з надання статусу спеціальної сировинної зони та контролю за її використанням / за ред. акад. НААН О. І. Фурдичка. Київ. 2007. 5 с.

References

1. Klymenko, O. M. (2012). Ocinka rodyuchosti gruntiv baseynu richki Gorin' [Estimation of fertility of soils the basin river Gorin]. Announcer of the Dnepropetrovsk state agrarian university. 1. 41-44

2. Gorodniy, M. M., Bikin, A. V., Nagaevska L. M. (2003) Agrohimia [Agricultural Chemistry]. Kyiv. LTD Alefa. 786.

3. Fyrduchko, O. I. ed. (2006). Ocinka of pridadnosti sil's'kogospodars'kikh ugid' vimogam special'nikh sirovinnikh zon (metodichni rekomendacii) [An estimation of fitness agricultural lands the requirements of the special raw material areas (methodical recommendations)]. Kyiv. 20.

4. Zhytska, L. I. (2013) Ekologichna ocinka agrokhimichnikh pokaznikiv ta rodyuchosti gruntiv Cherkas'kogo raionu [An ecological estimation of agricultural chemistry indexes and fertility of soils of the Cherkasy district]. Announcer of the Cherkasy state technological university. Engineering's sciences. 4. 135-140.

5. Gudz, V.P. ed. (2007). Zemlerobstvo z osnovamu gruntoznavstva i agrokhsmii [Agriculture is with bases of soil science and agricultural chemistry]. Kyiv. Center of educational literature. 408.

6. Andriyчук, V.G. (2002). Ekonomika agrarnikh pidpriemstv [Economy of agrarian enterprises]. Kyiv. KNEU. 624.

7. Tikhonenko, D.G. ed. (2005) Gryntoznavstvo [Soil science]. Kyiv. Higher school. 703.

8. Klymenko N.A., Shevchenko N.N., Lyko D.V. (1992). Osobennosti zemledelia na meliorovanyh zemlah Polissa Ukraine [Features of agriculture on the reclaimed land of Polesye Ukraine]. K: Scientific thought, 175.

9. Klymenko M.O. (2012). Vpluv osushennia and zemlerobskogo vukoristanna on vlastivosti perezvoljenuh gruntiv PZR Ukraine (pidsumkovu oglad naslidkiv dosligien vchenuh NUVGP and sporidnenuh ustanov z nazvanoj problemu za stanom do pochatu 2012 year) [Effect of drainage and agricultural use on waterlogged soil properties PZR Ukraine (a final review of the consequences of research by NUVGP scientists and related institutions from the mentioned problem as of the beginning of 2012)]. Bulletin of NUVGP: collection of scientific works, 2 (58). Rivne, 3-16.

10. Dolzhenchuk, V.I., Krupko, G.D. (2008) Ekologo-agrokhimichna ocinka gruntiv Rivnenschini [Agricultural ekologo-chemistry estimation of soils of Rivne region]. Agroekologichniy magazine. 37–40.

11. (1993). Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu bonitirovki pochv [Methodical

Буднік З. М.

recommendations on the leadthrough of appraising of soils]. Kiev. 88.

12. Tarariko, O. G. ed. (1998). Methodical recommendations are from organization of guard and rational use of soils. Kyiv. 20.

13. Fyrduchko, O. I. ed. (2012). Naukovo-metodichni rekomendacii z viznachennya teritoriy, pridatnikh for stvorenniya special'nikh of sirovinnikh plosch [Scientifically methodical

recommendations from determination of territories, suitable for creation of the special raw material areas]. Kyiv. 44.

14. Fyrduchko, O. I. ed. (2007) Metodichni rekomendacii z nadannya statusu special'noi sirovinnoi zonu ta controly za ii vikoristanniam [Methodical recommendations are from a grant status of the special raw material area and control after its use]. Kyiv. 5.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ БАССЕЙНА р. ИКВА

З. М. Будник

Аннотация. Развитие сельского хозяйства неустойчиво связано с использованием минеральных удобрений, которые улучшают обеспеченность сельскохозяйственных культур макро- и микроэлементами и валовыми сборами продукции растениеводства. После внесения минеральных удобрений урожай сельскохозяйственных культур увеличивается более чем на 30%. Поэтому для характеристики плодородия почв научные работники рекомендуют использовать агрохимические показатели, которые являются результатом совместного действия, как естественных факторов, так и производственной деятельности человека. Одновременно указывается на возможность использования агрохимических показателей для оценки уровня плодородия почвенного покрова и оценки пригодности их для создания специальных сырьевых зон.

Сегодня почвы в бассейне р. Иква истощены через несоблюдение научно обоснованных севооборотов и технологий возделывания почвы, снижения культуры земледелия, уменьшения объемов внесения минеральных и органических удобрений, развитие водной эрозии. В связи с этим появляется возможность провести оценку не только уровня плодородия почвенного покрова, но и его пригодности требованиям специальных сырьевых зон.

Территория бассейна р. Иква находится в пределах Бродивского района Львовской области, Кременецкого района Тернопольской области и Дубенского и Млыновского районов Ровенской области. Исследуя агроэкологическое состояние, одним из важных показателей есть уровень плодородия почвенного покрова бассейна р. Иква. Реформирование земельных отношений в бассейне р. Иква приводит к постепенному увеличению содержимого макроэлементов, но с 1996 года все же хранится негативная тенденция ухудшения баланса азота, фосфора и калия.

Для оценки показателя плодородия проанализировано содержимое легкогидролизующего азота, подвижного фосфора, и обменное калию. Осуществлен пространственный анализ пригодности почв для создания специальных сырьевых зон и определены территории, которые являются малоприспособными для выращивания сельскохозяйственных культур.

Буднік З. М.

Ключевые слова: почвы, уровень плодородия, специальные сырьевые зоны, антропогенная нагрузка

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF AGROCHEMICAL PARAMETERS AND SOIL FERTILITY OF TERRITORY r. IKVA

Z. M. Budnik

Abstract. *Development of agriculture is related to the use of mineral fertilizers which improve material well-being of agricultural cultures macro- and by microelements and gross collections of products of plant-grower all time. After bringing of mineral fertilizers the harvest of agricultural cultures is increased more than on 30%. Therefore for description of fertility of soils research workers recommend to use agricultural chemistry indexes, which are the result of compatible action of both natural factors and production activity of man. At the same time specified on possibility of the use of agricultural chemistry indexes for the estimation of level of fertility of the ground cover and estimation of fitness them for creation of the special raw material areas.*

There are soils in a territory river Ikva are exhausted through a failure to observe scientifically grounded crop rotations and technologies of till of soil, decline of culture of agriculture, diminishing of volumes of bringing of mineral and organic fertilizers, development of water erosion today. Possibility to conduct the estimation of not only level of fertility of the ground cover but also his fitness the requirements of the special raw material areas appears in this connection.

Territory of territory river Ikva is within the limits of Brodu district of the Lviv area, Kremenecf district of the Ternopil area and Dubno and Mliniv districts of the Rivne area. Probing the agro ecological state one of important indexes there is a level of fertility of the ground cover of territory river Ikva. Reformation of the landed relations in a river Ikva results in the gradual increase of content of macronutrients, but from 1996 year the negative tendency of worsening of balance of nitrogen, phosphorus, is however kept and to potassium.

For the estimation of index of fertility content of nitrogen, mobile phosphorus, and exchange potassium is an analysis. The spatial analysis of fitness of soils is carried out for creation of the special raw material areas and territories which are of the little use for growing of agricultural cultures are certain.

Keywords: *soils, level of fertility, special raw material areas, anthropogenic loading*

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД
ГУСТОТИ ПОСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ****С. М. ШАКАЛІЙ**, кандидат сільськогосподарських наук**А. В. БАГАН**, кандидат сільськогосподарських наук**О. В. БАРАБОЛЯ**, кандидат сільськогосподарських наук*Полтавська державна аграрна академія*

E-mail: shakaliysveta@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.003>

Анотація. *Взаємовідносини рослин у посіві – це конкурентні взаємовпливи на використання ними факторів життя, зокрема світла, води, мінеральних сполук азоту, фосфору, калію та інших елементів.*

Норма висіву насіння – керований фактор, який істотно впливає на взаємовідносини рослин у посіві. У розрідженому посіві створюються більш сприятливі умови для росту і розвитку рослин, повніше реалізується їх потенційна продуктивність: більше закладається квіток у кошику, менша пустазерність, крупніші сім'янки.

З агрономічної точки зору оптимальною площею живлення вважається така, яка забезпечує отримання з гектара максимального урожаю основної продукції культури за високої її якості і найменших затрат праці та матеріальних засобів.

Метою роботи було вивчити вплив густоти посіву і ширини міжрядь на ріст, розвиток, урожайність і якість врожаю гібридів соняшника. Виявлення залежностей впливу способу сівби та густоти посіву на процеси росту, розвитку, формування урожайності та якості насіння гібридів соняшника.

Для гібридів Заграва та Український F1 оптимальною виявилася густина посіву 70 тис. рослин/га, врожайність насіння становила 3,76 і 3,79 т/га. Збільшення густоти посіву до 90 тис. рослин/га зумовило зниження врожайності у гібрида Український F1 — на 0,35, гібрида Заграва — на 0,45 т/га в порівнянні з контрольним варіантом (70 тис. рослин/га). Досліджувані гібриди виявилися досить пластичними; врожайність насіння по роках коливалися в межах 3,18–3,79 т/га

Перспективно вирощувати гібриди соняшника з густиною посіву 70 тисяч рослин на гектар із міжряддями 70 см, за якої вдається провести якісний догляд за посівами.

Ключові слова. *гібриди, соняшник, способи сівби, густина посіву, урожайність, маса 1000 зерен, лушпинність*

Актуальність. Серед технічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності соняшника, важливе місце посідає вибір оптимальної

ширини міжрядь і густоти посіву, з якими пов'язана площа та конфігурація площі живлення рослин [1].

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

Дослідження останніх років, проведені у Лісостепу України, доводять ефективність вирощування гібридів соняшника з міжряддями 15, 30, 45, 70 см за збільшення густоти рослин. Однак, межі оптимального загущення визначаються конкретними природно-кліматичними умовами, біологічними особливостями гібриду тощо [2].

Недостатньо вивченим залишається питання впливу просторового та кількісного розміщення рослин на площі на рівень урожаю насіння соняшника, його якісні показники, структуру та споживання вологи посівами. Це зумовлює актуальність розширення географічної мережі досліджень і вивчення реакції вітчизняних гібридів на загущення в умовах Лісостепу [3].

Формування урожаю і його якості розглядається як процес, який відбувається на базі проходження рослиною фенологічних фаз і етапів росту та розвитку. Фази росту і розвитку та етапи органогенезу характеризуються різними вимогами до умов зовнішнього середовища. Високі врожаї соняшника можна отримати при значних запасах вологи у ґрунті, які формуються в основному за рахунок осінньо-зимових опадів в кореневмісному шарі ґрунту [4,5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Очевидно, що для сільськогосподарського виробництва одержання високої врожайності з одиниці площі має більше значення,

ніж реалізація потенційної врожайності кожної рослини. [1–3].

Результати дослідів вітчизняних і зарубіжних вчених з різними сільськогосподарськими культурами свідчать, що для отримання високого врожаю слід оптимізувати густоту посівів і норми добрив [5].

На думку дослідників, найбільш ефективно використовують родючість ґрунту і тому дають найбільший урожай насіння і вихід олії посіви соняшника такої густоти, яка забезпечує завчасно початок конкуренції, в результаті чого до цвітіння рослини встигають поглинути запаси поживних речовин з ґрунту і в деякій мірі пригнічують ріст вегетативних органів до початку росту насіння [6].

Встановлено, що врожайність соняшника різних сортотипів підвищується тоді, коли площа живлення рослини становить 0,12–0,20 м². При цьому маса насіння з однієї рослини може бути у 2,5–3 рази менша за максимально можливу [7]. За надмірного загущення посіву врожайність соняшника знижується через посилення конкуренції між рослинами. Чим густіший посів, тим більша частина запасів вологи витрачається до настання генеративного періоду [5].

Встановлено також, що у густіших посівах взаємне пригнічення рослин починає негативно впливати на формування

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

вегетативної маси агроценозу з фази бутонізації [6].

Мета дослідження. Вивчити вплив густоти посіву і ширини міжрядь на ріст, розвиток, урожайність і якість врожаю різностиглих гібридів соняшника. Виявлення залежностей впливу способу сівби та густоти посіву на процеси росту, розвитку, формування урожайності та якості насіння різностиглих гібридів соняшника.

Матеріали та методи досліджень. Програмою досліджень було передбачено вивчення впливу різної ширини міжрядь та густоти посіву на ріст, розвиток, урожайність і якість насіння різних гібридів соняшника. Для цього проводились лабораторні, польові та виробничі дослідження, які виконувалися в науково-дослідній лабораторії кафедри рослинництва ПДАА та польовій сівозміні господарства ТОВ «Федунка» Шишацького району Полтавської області.

У досліді вивчали вплив трьох факторів:

– фактор (А) – гібриди: Заграва, Український F1;

– фактор (В) – спосіб сівби – ширококорядний (ширина міжрядь 45 і 70 см);

– фактор (С) – густина посіву: 50, 70 і 90 тисяч рослин на 1 га. Контроль — 70 тис шт./га.

Варіанти в досліді розміщувались систематично з трьохразовим повторенням.

Структура досліді передбачала порівняння усіх варіантів повної схеми між собою, а також із контролем. Попередник у досліді — пшениця озима. Спосіб сівби – ширококорядний. Висівали занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні і рекомендовані для вирощування в Лісостеповій зоні гібриди соняшника різної стиглості: скоростиглий Заграва та ранньостиглий Український F1. Згідно схеми досліді густоту рослин формували вручну.

У відповідності з програмою проводили наступні дослідження:

– фенологічні спостереження та морфофізіологічні дослідження процесу розвитку соняшника за В. А. Доспеховим [8]. Облік урожайності проводили методом подільного обмолоту соняшнику із наступною очисткою насіння і перерахунком на 100% чистоту та на 7%-ву вологість. На посівах соняшнику з кожної ділянки відбирають по 10 рослин, одразу зважують їх із урахуванням часток окремих органів. Відібрані для аналізу рослинні зразки висушують і зберігають у паперових пакетах.

Результати дослідження та їх обговорення. Серед біологічних особливостей найбільш важливими є здатність гібридів створювати ценоз з певною висотою та масою рослин, формувати таку площу листя, яка б не лімітувала інтенсивність фотосинтезу, бути стійкими до несприятливих умов вегетації за

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

рахунок різної тривалості вегетаційного періоду та окремих міжфазних періодів, інтенсивно засвоювати елементи мінерального живлення та використовувати їх на формування врожаю з певною якістю. Із технологічних заходів при вирощуванні соняшника одними з найважливіших є ширина міжрядь та густина посіву.

Урожайність соняшника залежить від таких структурних елементів як кількість суцвіть на одиниці площі, кількість сім'янок у суцвітті, середня маса або маса 1000 сім'янок, а якість насіння головним чином визначається вмістом жиру та білка [2]. Про якість урожаю соняшника свідчить також співвідношення в ньому маси насіння

й вегетативних органів. Цей показник характеризує «коефіцієнт корисної дії рослини», ступінь використання нею факторів життя.

Для гібридів Заграва та Український F1 оптимальною виявилася густина посіву 70 тис. рослин/га, врожайність насіння становила 3,76 і 3,79 т/га. Збільшення густоти посіву до 90 тис. рослин/га зумовило зниження врожайності у гібрида Український F1 — на 0,35, гібрида Заграва — на 0,45 т/га в порівнянні з контрольним варіантом (70 тис. рослин/га). Досліджувані гібриди виявилися досить пластичними; врожайність насіння по роках коливалися в межах 3,18–3,79 т/га (табл. 1).

1. Урожайність насіння різностиглих гібридів соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь, т/га

Гібрид	Ширина міжрядь, см	Густина посіву, тис./га	Роки досліджень			
			2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє
Заграва	45	50	3,41	3,36	3,46	3,41
		70	3,72	3,58	3,63	3,64
		90	3,26	3,18	3,24	3,23
	70	50	3,44	3,39	3,50	3,44
		70	3,76	3,52	3,67	3,65
		90	3,31	3,21	3,28	3,26
<i>НІР₀₅ АВ</i>			0,34	0,32	0,33	
Український F1	45	50	3,48	3,42	3,54	3,48
		70	3,78	3,61	3,68	3,69
		90	3,35	3,23	3,32	3,30
	70	50	3,56	3,48	3,58	3,54
		70	3,79	3,65	3,72	3,72
		90	3,44	3,34	3,39	3,39
<i>НІР₀₅ АВ</i>			0,41	0,39	0,40	

Результати досліджень показали, що залежно від скоростиглості і морфотипу гібриди не однаково реагували на ширину міжрядь та

ступінь загущення посіву. Це, у першу чергу, пов'язано з напруженістю гідротермічного режиму, який складався в окремі

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

міжфазні періоди, особливо утворення кошиків–цвітіння та цвітіння–повна стиглість.

Скоростиглий гібрид Заграва формував вищий врожай у 2017 р., коли розподіл атмосферних опадів був рівномірним і до початку наливу насіння цього гібрида випало 41 мм, тоді як у 2018 і 2019 рр. у період цвітінн-повна стиглість опадів або не було зовсім, або їх кількість була набагато нижча від багаторічного показника. Урожайність насіння ранньостиглого гібрида Український F1 суттєво залежала від умов, які складались протягом вегетації.

Проте, цей вплив виявився менш виразним, ніж для гібрида Заграва і при оптимальній густоті посіву

2. Лушпинність гібридів соняшника залежно від ширини міжрядь та густоти посіву, % 2017-2019 рр.

Гібрид	Ширина міжрядь, см	Густота посіву, тис./га		
		50	70	90
Заграва	45	24,3	24,4	24,1
	70	24,0	23,9	23,7
Український F1	45	24,5	24,4	24,3
	70	23,5	23,6	23,9

Дослідами О. А. Єременко [3] визначено, що маса лушпиння залежить від температурних умов періоду сівба–сходи. У наших дослідах лушпинність сім'янок більшою мірою залежала від тривалості та інтенсивності накопичення сухої речовини, а також від тривалості фази наливу.

Так, при густоті посіву 50 тис./га лушпинність гібриду Український F1 становила 23,5–24,5 %, а в гібриду

урожайність коливалась від 3,42 до 3,79 т/га.

При вирощуванні різних гібридів слід враховувати вологість насіння перед збиранням врожаю. Обидва дослідні гібриди мали кондиційні показники вологості (9–11 %), що дало змогу вчасно і якісно зібрати максимальний врожай з меншою кількістю енергозатрат.

Лушпинність сім'янок, у свою чергу, також залежить від тривалості й інтенсивності накопичення сухої речовини в оплодні, та від тривалості й інтенсивності наливу ядра [1].

В наших дослідах при різних площах живлення одержані майже однакові показники лушпинності (табл. 2).

Заграва 24,0–24,3 %, різниця в показниках була в межах 0,2–0,5 %.

За загущення посівів до 90 тис. рослин на 1 га лушпинність гібрида Український F1 була 23,9–24,3, а гібрида Заграва 23,7–24,1 %, показники змінювались лише на 0,2 %. Не виявлено також чіткої залежності цього показника від ширини міжрядь.

Меншою була лушпинність при різній ширині міжрядь за густоти

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

посіву 90 тис./га (23,7–24,1 %), більша лушпинність обох гібридів була при ширині міжрядь 45 см і становила у гібриду Заграва — 24,4 %, у гібриду Український F1 — 24,5 %.

Урожайні якості насіння різної крупності проявляються по-різному залежно від погодних умов періоду вегетації: за сприятливих умов перевагу має крупне насіння, за несприятливих — дрібне [4]. На думку деяких дослідників, сортувати насіння за розмірами недоцільно,

тому що крупне насіння не має переваг перед несорттованим [1].

Вивчення впливу густоти посіву і ширини міжрядь різних гібридів соняшника на масу 1000 насінин і масу насіння з однієї рослини (кошики) показали що, маса 1000 насінин зменшувалася у міру загушення посіву.

Причому, показники маси 1000 насінин та маси насіння в кошику були більші на посівах обох гібридів з міжряддями 70 см (табл. 3).

3. Вплив густоти посіву та ширини міжрядь на масу насіння соняшника, г

Гібрид	Ширина міжрядь, см	Густота посіву тис./га	Маса 1000 насінин, г			
			2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє
Заграва	45	50	72,8	68,6	72,4	71,3
		70	60,2	56,9	58,7	58,6
		90	57,6	54,7	55,9	56,1
	70	50	73,5	68,9	72,7	71,7
		70	62,2	58,3	59,3	59,9
		90	59,1	56,4	57,2	57,6
Український F1	45	50	73,8	68,7	70,8	71,1
		70	61,4	57,3	59,8	59,5
		90	59,3	55,8	57,3	57,5
	70	50	74,1	70,2	73,5	72,6
		70	62,7	58,4	60,1	60,4
		90	58,5	54,3	56,9	56,6

Більшу масу 1000 насінин, забезпечив ранньостиглий гібрид Український F1 з шириною міжрядь 70 см і густотою посіву 50 тис. рослин/га — 74,1 г, в 2017 році, а найменше значення цього показника було при густоті 90 тис. рослин/га — 54,3 г, за даними 2018 року.

Менша маса насіння в кошиках рослин дослідних гібридів була за

густоти посіву 90 тис. рослин/га і ширині міжрядь 70 см — 80,1 і 71,4 г. Варіанти з густотою посіву 70 тис. рослин/га забезпечили більшу масу насіння з одного кошика — 97,8 і 90,6 г. За цієї густоти і ширини міжрядь 70 см різниця в порівнянні з густотою посіву 50 тис. рослин/га була значною — 23,8 і 25,1 г.

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

Це пояснюється тим, що за густоти посіву 50 тис. рослин/га у гібрида Заграва за ширини міжрядь 70 см, маса 1000 насінин хоч і була більша, проте кількість насіння в кошику виявилася меншою на 120 і 199 шт., а у гібрида Український F1 на 135 і 174 шт. відповідно, чим за густоти посіву 70 і 90 тис. рослин/га,

що негативно позначилося на показниках маси насіння з одного кошика.

У наших дослідах натура сім'янок залежала від густоти посіву соняшника. Суттєве збільшення натури спостерігалось за підвищення густоти посіву до 90 тис. шт./га (табл. 4).

4. Натура насіння гібридів соняшника залежно від густоти посіву, г/л

Густота посіву, тис. шт./га	Заграва	Український F1	Середнє
Ширина міжрядь, см			
45 см			
50	388	396	398
70 (контроль)	383	384	391
90	390	400	402
70 см			
50	392	401	396
70 (контроль)	387	389	388
90	395	404	399

Максимальних значень натура насіння гібриду Заграва за більшої густоті рослин (90 тис. шт./га), і перевищувала контроль на 7 г/л. Це свідчить про специфічну реакцію гібридів на загушення посіву: різке зменшення маси плодів внаслідок недоналиву насіння призвело до зменшення натури.

Натура насіння гібриду Український F1 за густоти посіву 90 тис./га перевищувала контроль на 4 %. Залежно від гібриду та густоти посіву натура насіння коливалась від 383 до 402 г/л.

Висновки і перспективи. З метою підвищення врожайності соняшника:

— вирощувати ранньостиглий гібрид соняшника вітчизняної селекції Український F1, який в умовах Полтавської області здатний формувати досить високу врожайність насіння 3,6–3,7 т/га;

— вирощувати скоростиглий гібрид Заграва, який дає можливість почати збирання соняшника у кінці серпня на початку вересня, що у свою чергу, дозволяє вчасно провести необхідний комплекс осінніх польових робіт;

— вирощувати дані гібриди соняшника з густотою посіву 70 тисяч рослин на гектар із міжряддями 70 см,

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

за якої вдається провести якісний догляд за посівами.

Список використаних джерел

1. Гаврилюк М.М. Салатенко В.Н., Чехов А.В., Федорчук М.І. Олійні культури в Україні: навчальний посібник / за ред. В.Н. Салатенко. 2-ге вид. перероб. і допов. К.: Основа, 2008. 420 с.

2. Адаменко Т. Перспективи виробництва соняшнику в Україні в умовах зміни клімату. Агроном. 2005. №1. С. 12-14.

3. Єременко О. А., Калитка В. В. Вплив РРР на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. №1(58). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf.

4. Яценко В.М. Формування та реалізація інвестиційно-інноваційного розвитку сільського господарства. Економіка АПК. 2004. № 12. С. 23-28.

5. Чехов А. В., Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н. та ін. Олійні культури України : монографія. / под ред. А. В. Чехова. Київ. Основа, 2007. 416 с.

6. Поліщук С. Ф. Показники якості олії залежно від технології її одержання. Довідник з якості олійних культур. К.: Урожай. 2005. С.56–58.

7. Квітко Г. П., Ткачук О. П. та ін. Адаптивні енергоощадні технології вирощування олійних культур в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 78–82.

8. Доспехов В. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Gavrilyuk M. M., Salatenko V. N., Chekhov A.V. (2018). Oilseed crops in Ukraine: a textbook . Basis, 420.

2. Adamenko T. (2005). Prospects of sunflower production in Ukraine in the climate change. Agronomist. 1, 12-14.

3. Eremenko O.A. (2016). Influence of PPP on the growth, development and formation of sunflower crop in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Scientific reports NUBiP. 1 (58). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf.

4. Yatsenko V.M. (2004). Formation and realization of investment-innovative development of agriculture. Economics of AIC. 12. 23-28.

5. Gavrilyuk M. M., Salatenko V. N., Chekhov A. V. (2007). Oilseed crops of Ukraine: monograph. Basis. 416.

6. Polischuk S. F. (2005). Indicators of oil quality depending on the technology of its production. Handbook of quality of oilseeds. K.: Harvest. 56-58.

7. Kvitko G. P. (2010). Adaptive energy-saving technologies for growing oilseeds in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. Feed and feed production. Vinnitsa. 66. 78–82.

8. Dospexov V. A. (1985). Methods of field experience. Agropromizdat. 351.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ ПОСЕВА И ШИРИНА МЕЖДУРЯДИЙ С. Н. Шакалий, А. В. Баган, О. В. Бараболя

Аннотация. Взаимоотношения растений в посеве - это конкурентное использование ими факторов жизни, в частности света, воды, минеральных соединений азота, фосфора, калия и других элементов.

Норма высева семян - управляемый фактор, который существенно влияет на взаимоотношения растений в посеве. В разреженном посеве создаются более благоприятные условия для роста и развития растений, полнее реализуется их

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

потенциальная производительность: больше закладывается цветков в корзине, меньше пустозернисть, крупные семянки.

С агрономической точки зрения оптимальной площадью питания считается такая, которая обеспечивает получение с гектара максимального урожая основной продукции культуры при высоком ее качества и наименьших затратах труда и материальных средств.

Целью работы было изучить влияние густоты посева и ширины междурядий на рост, развитие, урожайность и качество урожая гибридов подсолнечника. Выявление зависимостей влияния способа сева и густоты посева на процессы роста, развития, формирования урожайности и качества семян гибридов подсолнечника.

Для гибридов Заграва и Украинский F1 оптимальной оказалась густота посева 70 тыс. растений/га, урожайность семян составляла 3,76 и 3,79 т/га. Увеличение густоты посева до 90 тыс. растений/га обусловило снижение урожайности в гибрида Украинский F1 - на 0,35, гибрида Заграва - на 0,45 т/га по сравнению с контрольным вариантом (70 тыс. растений/га). Исследуемые гибриды оказались достаточно пластичными; урожайность семян по годам была в пределах 3,18-3,79 т/га

Перспективно выращивать гибриды подсолнечника с густотой посева 70 тыс. растений/га с междурядьями 70 см, при которой удастся провести качественный уход за посевами.

Ключевые слова. гибрид, подсолнечник, способы посева, густота посева, урожайность, масса 1000 семян, шелушение

PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER HYBRIDS DEPENDING ON CULTIVATION DENSITY AND INTERLINES WIDTH

S. N. Shakaliy, A. V. Bagan, O. V. Barabolia

***Abstract.** Plant-to-crop relationships are competitive reciprocal influences on the use of life factors, such as light, water, mineral compounds, nitrogen, phosphorus, potassium and other elements.*

Seed rate is a controlled factor that significantly affects the relationship of plants in sowing. In rarefied crops, more favorable conditions for plant growth and development are created, their potential productivity is more fully realized: more flowers are laid in the basket, less emptiness, larger achenes.

From an agronomic point of view, the optimal area of nutrition is considered to be one that ensures that the maximum yield of the main crop production is obtained from a hectare, with its high quality and lowest labor and material costs.

The aim of the study was to study the effect of sowing density and row spacing on growth, development, yield and yield quality of sunflower hybrids. Identification of dependencies of influence of sowing method and sowing density on the processes of growth, development, productivity and seed quality of sunflower hybrids of different maturity.

Шакалій С. М., Баган А. В., Бараболя О. В.

For the Zagrava and Ukrainian F1 hybrids, the sowing density of 70 thousand plants /ha was optimal, with seed yields of 3.76 and 3.79 t/ha. Increasing the sowing density to 90 thousand plants/ha caused the yield decrease in the Ukrainian F1 hybrid by 0.35, the Zagrava hybrid by 0.45 t/ha compared to the control variant (70 thousand plants /ha). The hybrids under study were quite plastic; seed yields varied between 3.18 and 3.79 t/ha by year.

It is promising to grow sunflower hybrids with a sowing density of 70 thousand plants per hectare with 70 cm rows, for which it is possible to provide quality care for the crops.

Keywords. *hybrid, sunflower, sowing methods, sowing density, yield, weight of 1000 grains, husk*

Панцирева Г. В.

УДК: 635.65

**ФУНКЦІОНУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ ТА
ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ЛЮПИНУ БІЛОГО****Г. В. ПАНЦИРЕВА**, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач<https://orcid.org/0000-0002-0539-5211>**Вінницький національний аграрний університет**E-mail: apantsyreva@ukr.net<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.004>

Анотація. Важливим завданням сучасної сільськогосподарської продукції є штучна регуляція росту та розвитку культурних рослин із метою підвищення біологічної продуктивності та поліпшення якості екологічно безпечної продукції. Досить актуальним та ефективним є застосування природних стимуляторів росту та бактеріальних препаратів. Польові дослідження проводили на базі дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету в селі Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Досліджено специфіку особливостей росту та розвитку рослин люпину білого. Встановлено позитивний вплив поєднання інокуляції бактеріальним препаратом і стимулятором росту на продуктивність люпину білого, що має важливе значення для формування високого та сталого врожаю. У статті наведено результати досліджень із вивчення ефективності застосування передпосівної обробки та позакоренових підживлень в умовах правобережного Лісостепу України на функціонування асиміляційного апарату рослин люпину білого. Встановлено, що бактеріальні препарати та стимулятори росту призводить до підвищення продуктивності люпину білого за рахунок оптимізації досліджуваних технологічних прийомів вирощування. Визначена оптимальна площа листової поверхні, що забезпечила максимальну продуктивність зерна. Дослідженнями встановлено наявність позитивного впливу передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та стимулятором росту Емістим С та позакоренових підживлень Емістим С на вміст хлорофілу в листках люпину білого. Доведено вплив досліджуваних технологічних прийомів на формування площі асиміляційної поверхні та синтезу хлорофілу в листках люпину білого. Досліджувані препарати індукують посилений розвиток фотосинтетичного апарату, збільшення врожайності, покращення структури врожаю та покращують якість зерна в умовах правобережного Лісостепу України. В умовах регіону питання щодо бактерізації насіння та використання стимуляторів росту вимагає детальнішого вивчення. З огляду на це проведення таких досліджень є важливим як у практичному, так і в науковому сенсі.

Ключові слова: люпин білий, сорт, асиміляційний апарат, хлорофіл, продуктивність, стимулятор росту, бактерізація насіння

Панцирева Г. В.

Актуальність.

До найважливіших завдань сучасної аграрної науки належить пошук нових шляхів і способів підвищення продуктивності культурних рослин, а також поліпшення якості їх продукції. Умовою отримання значних досягнень у цьому напрямку є оптимізація рівня реалізації генетичного потенціалу рослин з одночасною мінімізацією впливу негативних чинників зовнішнього середовища у процесі їх онтогенезу [1].

Формування продуктивності та покращення структури врожаю сільськогосподарських культур у значній мірі залежить від інтенсивності проходження фотосинтезу, синтезу і транспорту метаболітів у листках. Тому, підвищення реалізації потенціалу рослин можливо здійснити і за рахунок активації цих процесів, зокрема процесу фотосинтезу. Формування продуктивності в результаті фотосинтетичної діяльності рослин в посівах визначається функціонуванням асиміляційного апарату [2].

Цілеспрямовано управляти продуктивністю рослин дають можливість стимулятори росту та розвитку та бактеріальні препарати. За своєю природою стимулятори росту є природними фітогормонами або їх синтетичними аналоги, які в першу чергу, базуються на принципі екологічної безпечності. Вони

володіють широким спектром дії на рослини, а їх застосування дозволяє спрямовано регулювати окремі етапи росту та розвитку рослин із метою мобілізації потенційних можливостей рослинного організму, а насамперед повніше використовувати світлову енергію для посиленого синтезу пластичних речовин із наступним їх направленням до господарськоцінних тканин і органів [3].

Дія фізіологічно активних речовин зумовлює перебудову асиміляційного апарату рослини, зміну морфометричних показників, співвідношення мас її органів, появу додаткових атрактивних центрів і посилення або послаблення функціонування вже існуючих, що свідчить про зміни характеру донорноакцепторних відносин у рослині. Вплив рістстимулюючих препаратів пов'язаний із пришвидшенням процесів поділу, розтягуванням і диференціюванням з одночасним збільшенням габітусу рослин, площі асиміляційної поверхні, підвищенням концентрації хлорофілу і, як наслідок, активізацією фотосинтетичних процесів і зростанням продуктивності культури [4].

В економічно розвинутих країнах світу велика увага приділяється зернобобовим культурам, а особливо посиленню накопичення біологічного азоту за рахунок інокуляції штамми, що мають не тільки азотфіксуючі, але і

Панцирева Г. В.

конкурентні якості, щодо пристосування до кислотності ґрунтів, підвищеного вмісту мінерального азоту, нестачі молібдену, несприятливих температур та ін.

Відомо, що гормональна система відіграє надзвичайно важливу роль у регуляції процесів морфогенезу рослин, причому фізіологічний ефект залежить не лише від сортових особливостей, але й від технологічних прийомів вирощування. Використання препаратів на основі штамів бульбочкових бактерій та витяжок з кореневої системи грибів епіфітів на врожайність та якість сільськогосподарської продукції. Використання рістрегулюючих та бактеріальних препаратів відкриває перспективи штучного перерозподілу потоків асимілянтів з процесів вегетативного росту на формування і росту зерна, а як наслідок може стати ефективним чинником підвищення урожайності сільськогосподарських культур [5].

Будучи біологічним процесом, який залежить від комплексу чинників навколишнього середовища, азотфіксуюча діяльність бобово-ризобіального комплексу люпину, як і інших бобових культур, може проходити за певних умов. Основними складовими ефективно функціонуючої азотфіксуючої системи є здорові рослини з добре розвиненою кореневою системою і високовірулентні штами

бульбочкових бактерій. Перше досягається оптимізацією всіх параметрів агротехніки вирощування культури, друге – внаслідок зараження ґрунту бактеріальними препаратами. У багатьох країнах інокуляції піддається 70-80 % посівів бобових культур [6].

Показником, що характеризує потенційний рівень фотосинтетичної продуктивності рослин є вміст хлорофілу у листках. Інформативність цього параметру визначається комплексом ознак, які не дозволяють використовувати площу листової поверхні як абсолютний показник їх фотосинтетичної продуктивності. Насамперед, це товщина листової пластинки та загальна концентрація пігментів у клітинах. Останній показник може суттєво змінюватися залежно від виду й навіть сорту. Як правило види, поширення яких відбувалося з півдня на північ характеризуються збільшенням показників площі листової поверхні при зменшенні загальної концентрації хлорофілу. І навпаки, у видів, розширення ареалу яких іде в зворотному напрямку – з півночі на південь – спостерігається зменшення площі окремих листків при збереженні або збільшенні концентрації пігментів [7].

У наукових джерелах наявна достатня кількість інформації щодо застосування природніх стимуляторів росту та бактеріальних препаратів із

Панцирева Г. В.

метою активізації продукційного процесу шляхом морфометричних змін у зернобобових, олійних, овочевих, плодових, лікарських і декоративних культурах [1, 4, 7, 9-11]. Бактеріальні препарати та стимулятори росту також підвищують стійкість сільськогосподарських культур до несприятливих абіотичних та біотичних чинників середовища завдяки змінам у гормональному статусі та активізації антиоксидантних систем рослинного організму.

Вітчизняні та закордонні автори вказують, що біологічний урожай залежить від вмісту пігментів, у першу чергу хлорофілів в асимілюючих органах рослин, часу та інтенсивності їх роботи. Вміст хлорофілу в листках впливає на інтенсивність фотосинтезу, нагромадження сухих речовин, а в кінцевому результаті на їх продуктивність. Необхідність досліджень в цьому напрямку обумовлена тим, що загальна маса зеленого пігменту і його концентрація в мезофілі листка, разом із розмірами асиміляційної поверхні, розглядаються як основа потенціалу фотосинтетичної активності рослинного організму в цілому.

Різниця у вмістові хлорофілу, як правило, є показником рівня відповідності умов вегетації та змінюється залежно від генотипу сорту. Підвищення врожайності

сільськогосподарських культур залежить як від чинників, що впливають на фотосинтез, так і на комплекс фізіологічних процесів, пов'язаних з ним (водообмін, живлення, ріст). Формування добре розвиненого фотосинтетичного апарату, оптимального за об'ємом, динамікою та інтенсивністю функціонування є запорукою створення органічної речовини, біологічного та товарного врожаю.

Науково обґрунтовані основи технологій вирощування зернобобових культур, у тому числі і люпину білого, визначення накопичення хлорофілу в листках рослин має важливе значення, оскільки їх вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу та інші фізіологічні процеси. Дослідження спрямовані на встановлення особливостей функціонування фотосинтетичного апарату, особливості формування асиміляційного апарату в процесах росту та розвитку рослин мають першочергове значення при оцінці впливу технологічних прийомів на продуктивність та якість зерна рослин. У зв'язку із цим, проведення відповідних досліджень має важливе значення у сучасному сільськогосподарському виробництві.

У зв'язку з викладеним, **мета даного дослідження** – встановити специфіку формування асиміляційного апарату посівами люпину білого залежно від

Панцирева Г. В.

технологічних прийомів в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріал і методи досліджень.

Полеві дослідження проводили на посівах рослин люпину білого на базі дослідного поля «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету в селі Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Матеріалом для досліджень був сорт люпину білого Вересневий.

Технологія вирощування сортів люпину білого загальноприйнята для Лісостепової зони України та передбачала передпосівну обробку насіння бактеріальним препаратом Ризогумін у поєднанні із стимулятором росту Емістим С та позакореневі підживлення Емістим С. Площа облікової ділянки – 25 м². Повторність – п'ятиразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси.

Оцінку фотосинтетичної діяльності рослин проводили за методиками: площу листової поверхні вимірювали методом «висічок», фотосинтетичний потенціал визначали за методикою А. А. Ничипоровича (1996); кількість хлорофілу визначали методом спиртової наважки на кондиційному електрофотокolorиметрі (КФК-2).

Статистичний аналіз отриманих експериментальних даних проводили за допомогою комп'ютерної програми «STATICA - 6». Достовірність різниці експериментальних даних по відношенню до контролю визначали з використанням t-критерію Стьюдента. У таблицях і рисунках представлені середні дані за вказані роки досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення. Відомо, що люпин білий характеризується повільним і нерівномірним ростом у початковій фазі розвитку, проте в подальшому темпи приростів зростають. Особливо інтенсивно люпин білий росте після початку цвітіння. Швидкість росту в цей період у більшій мірі залежить як від умов середовища, так і від сортових особливостей.

Відмічено, що залежно від факторів, що вивчались висота рослин люпину білого до фази бутонізації змінювалась не суттєво, але починаючи від фази повного цвітіння різниця по висоті між варіантами значно зростала.

Проведеними дослідженнями встановлено залежність висоти рослин люпину білого від дії та взаємодії бактеріального препарату та стимулятора росту, що були поставлені на вивчення (рис. 1).

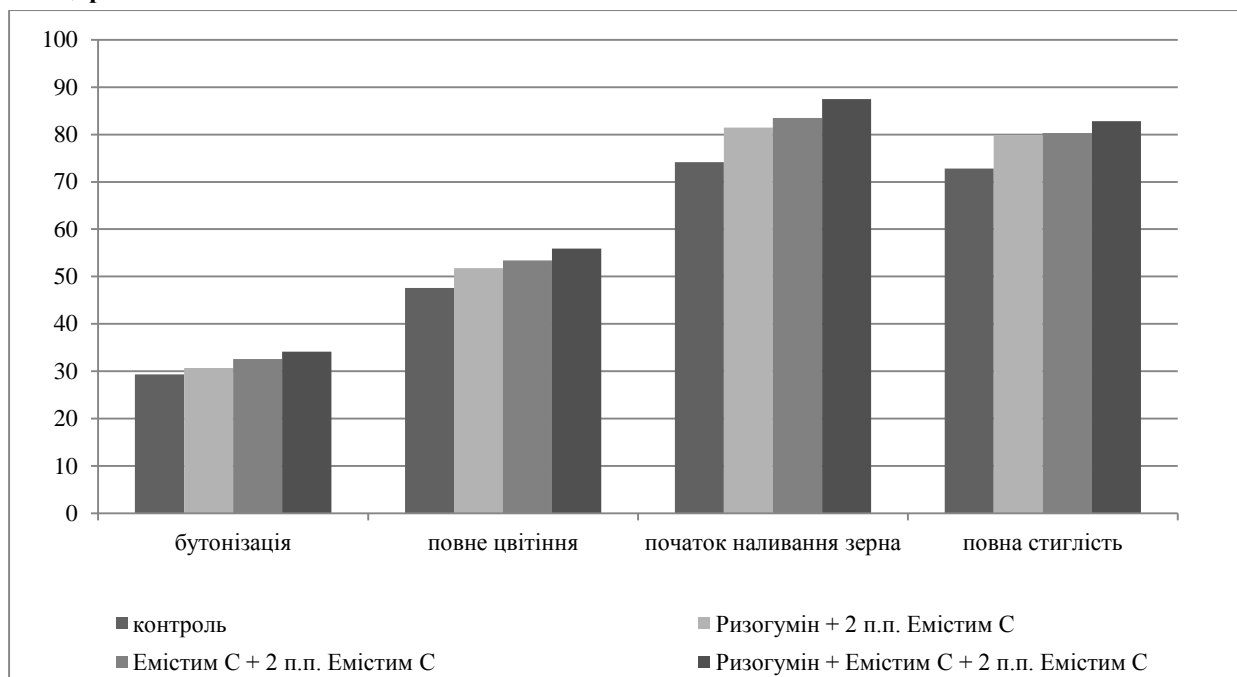


Рис. 1. Динаміка висоти рослин люпину білого сорту Вересневий залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, см (середнє за 2013-2015 рр.)

Процес формування плодеlementів у рослин люпину білого залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, має важливе наукове та практичне значення для максимальної реалізації генетичного потенціалу сорту в умовах правобережного Лісостепу. Спостереження за характером утворення плодеlementів у люпину білого показали, що їх кількість залежить від дії досліджуваних біологічних препаратів (табл. 1).

Встановлено, що найбільша кількість квіток на одній рослині люпину білого формувалась на варіанті, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальний препарат Ризогумін та стимулятор росту Емістим С у

поєднанні із двома позакореновими підживленнями Емістим С у фазі бутонізації. Так, кількість квіток на одній рослині складала у сорту Вересневий – 29,7 шт./рослину, що було більше за контрольний варіант на 4,6 шт./рослину. На варіантах без передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень дані показники мали найменші значення, і становили відповідно у сорту Вересневий – 25,1 шт./рослину.

Нашими дослідженнями встановлено, що на формування величини листової площі у різні фази росту та розвитку люпину білого впливала передпосівна обробка насіння бульбочковими бактеріями та стимулятором росту у поєднанні із позакореновими підживленнями (рис.2).

Панцирева Г. В.

1. Формування плооелементів люпину білого залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2013-2015 рр.)

Чинники		Середня кількість на 1 рослині, шт.			% достиглих бобів	
передпосівна обробка насіння	позакоренові підживлення Емістим С	квіток	бобів після зав'язування	бобів на період дозрівання	від кількості квіток	від утворених бобів
Без передпосівної обробки насіння	без підживлень(к)	25,1	7,7	5,0	19,9	64,9
	одне підживлення	25,4	7,8	5,1	20,1	65,4
	два підживлення	25,8	7,9	5,2	20,2	65,8
Ризогумін	без підживлень	25,5	8,3	5,6	22,5	67,5
	одне підживлення	25,7	8,7	5,9	23,0	67,8
	два підживлення	25,9	8,9	6,0	23,2	67,4
Емістим С	без підживлень	26,3	8,8	6,1	23,2	69,3
	одне підживлення	27,1	9,0	6,4	23,6	71,1
	два підживлення	27,9	9,2	6,6	23,7	71,7
Ризогумін+ Емістим С	без підживлень	28,4	9,3	6,7	23,6	72,0
	одне підживлення	29,4	9,5	7,0	23,8	73,7
	два підживлення	29,7	9,6	7,1	23,9	74,0

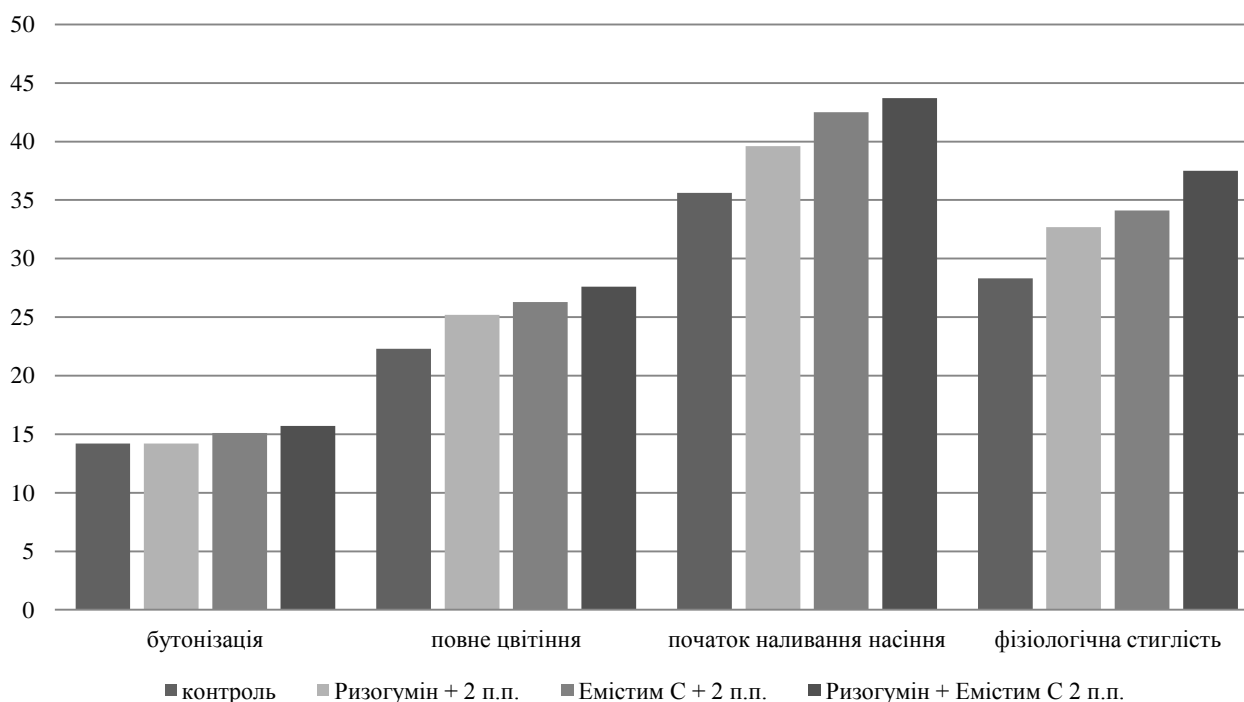


Рис. 2. Динаміка площі листкової поверхні рослин люпину білого сорту Вересневий залежно від технологічних прийомів, тис.м²/га (2013-2015 рр.)

Панцирева Г. В.

Так, у фазах гілкування та бутонізації вплив досліджуваних препаратів на показники площі листової поверхні був несуттєвим. На ділянках сорту Вересневий під час бутонізації показник площі листка залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень знаходився в межах 14,2-15,7 тис. м²/га, а під час періоду повного цвітіння – від 22,3 до 27,6 тис. м²/га.

Обліки, проведені в період дослідження показали, що передпосівна обробка насіння люпину бактеріальним препаратом Ризогумін у поєднанні із стимулятором росту Емістим С із двома позакореневими підживленнями Емістим С позитивно діє на формування фотосинтетичного апарату рослин та на вміст хлорофілу в листках люпину білого (табл. 2).

2. Формування фотосинтетичного потенціалу люпину білого сорту Вересневий залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, млн. м²/га (середнє за 2013-2015 рр)

Чинники		Періоди вегетації рослин			
передпосівна обробка насіння	позакореневі підживлення Емістим С	повні сходи - бутонізація	повні сходи - повне цвітіння	повні сходи - початок наливання	повні сходи - фізіологічна стиглість
Без передпосівної обробки насіння (к)	без підживлень(к)	0,321	0,601	0,989	1,505
	одне підживлення	0,321	0,606	1,005	1,529
	два підживлення	0,321	0,606	1,006	1,559
Ризогумін	без підживлень	0,326	0,616	1,050	1,588
	одне підживлення	0,326	0,622	1,075	1,638
	два підживлення	0,336	0,622	1,076	1,689
Емістим С	без підживлень	0,337	0,637	1,125	1,766
	одне підживлення	0,337	0,648	1,150	1,819
	два підживлення	0,337	0,648	1,151	1,860
Ризогумін + Емістим С	без підживлень	0,354	0,675	1,125	1,941
	одне підживлення	0,354	0,689	1,260	1,982
	два підживлення	0,354	0,689	1,262	2,061

Доведено, що ефективність застосування у передпосівну обробку насіння бактеріального препарату Ризогумін та стимулятора росту Емістим С та позакореневих підживлень стимулятором росту

Емістим С помітна у фазі фізіологічної стиглості. Так, найвищі показники формування показників фотосинтетичного потенціалу рослин люпину білого спостерігалась у період повні сходи – фізіологічна

Панцирева Г. В.

стиглість на варіантах із застосуванням у передпосівну обробку насіння бактеріального препарату та стимулятора росту у поєднанні із двома позакореновими підживленнями та становила – 2,061, що перевищувало контрольний варіант відповідно на 27,0 %.

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур залежить як від чинників, що впливають на фотосинтез, так і на комплекс фізіологічних процесів, пов'язаних з ним (водообмін, живлення, ріст). Формування добре розвиненого фотосинтетичного апарату, оптимального за об'ємом, динамікою та інтенсивністю функціонування є запорукою створення органічної речовини, біологічного та товарного врожаю.

Багато авторів вказують, що біологічний урожай залежить від

вмісту пігментів, у першу чергу хлорофілів в асимілюючих органах рослин, часу та інтенсивності їх роботи. Вміст хлорофілу в листках впливає на інтенсивність фотосинтезу, нагромадження сухих речовин, а в кінцевому результаті на їх продуктивність. Необхідність досліджень в цьому напрямку обумовлена тим, що загальна маса зеленого пігменту і його концентрація в мезофілі листка, разом із розмірами асиміляційної поверхні, розглядаються як основа потенціалу фотосинтетичної активності рослинного організму в цілому.

Встановлено наявність позитивного впливу передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень на вміст хлорофілу в листках люпину білого (табл. 3).

3. Вміст хлорофілу люпину білого залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2013-2015 рр)

Чинники		Вміст хлорофілу у листках, мг/г сирої маси	Вміст хлорофілу в листках, мг/м ²
передпосівна обробка насіння	позакоренові підживлення Емістим С		
Без передпосівної обробки насіння	без підживлень (к)	2,03	2101,28
	одне підживлення	2,03	2101,28
	два підживлення	2,07	2560,29
Ризогумін	без підживлень	2,16	2699,44
	одне підживлення	2,23	2707,68
	два підживлення	2,33	3246,51
Емістим С	без підживлень	2,16	2699,44
	одне підживлення	2,23	2707,68
	два підживлення	2,48	3679,94
Ризогумін Емістим С	без підживлень	2,48	3679,94
	одне підживлення	2,69	4083,31
	два підживлення	2,87	4802,12

Панцирева Г. В.

На рослинах люпину білого передпосівна обробка насіння комплексом препаратів Ризогумін та Емістим С з наступними позакореновими підживленням рослин Емістим С забезпечила найвищий вміст пігменту в досліді, як в перерахунку на сиру масу, так і в перерахунку на одиницю площі. Так, даний показник на рослинах сорту Вересневий становив відповідно 2,87 мг/г та 4802,12 мг/м².

Спостереження за динамікою накопичення сухої речовини у рослин люпину білого показав, що максимальний показник виходу формується у фазі фізіологічної стиглості. Відмічено, що

інтенсивність накопичення сухої речовини протягом вегетаційного періоду сортів люпину білого залежала від досліджуваних чинників, а саме передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. Застосування бактеріального препарату у поєднанні із двома позакореновими підживленнями сприяло отриманню найбільшої кількості сухої речовини люпину білого.

Нашими дослідженнями встановлено, що індивідуальна продуктивність рослин люпину білого залежала від сортових особливостей та досліджуваних чинників (табл. 4).

4. Індивідуальна продуктивність рослин люпину білого залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень (середнє за 2013-2015 рр.)

Чинники		Кількість бобів на одній рослині, шт.	Кількість зерен на одній рослині, шт.	Маса 1000 зерен, шт.	Маса зерен рослині, г.
передпосівна обробка насіння	позакоренові підживлення				
Без передпосівної обробки насіння	без підживлень(к)	4,9	15,5	317,2	4,9
	одне підживлення Емістим С	5,0	16,0	318,1	5,1
	два підживлення Емістим С	5,0	16,3	319,4	5,2
Ризогумін	без підживлень	5,1	16,2	314,9	5,1
	одне підживлення Емістим С	5,2	17,3	317,0	5,5
	два підживлення Емістим С	5,5	17,5	319,4	5,6
Емістим С	без підживлень	5,2	16,3	317,6	5,2
	одне підживлення Емістим С	5,4	17,6	320,1	5,6
	два підживлення Емістим С	5,8	17,9	323,7	5,8
Ризогумін + Емістим С	без підживлень	5,4	16,6	321,6	5,3
	одне підживлення Емістим С	6,1	18,1	325,9	5,9
	два підживлення Емістим С	6,5	20,3	335,1	6,8

Панцирева Г. В.

Так, максимальну індивідуальну продуктивність рослин люпину білого сорту Вересневий зафіксовано на варіанті із передпосівною обробкою насіння бактеріальним препаратом із стимулятором росту у поєднанні із двома позакореневими підживленнями. При цьому показники індивідуальної продуктивності були наступними: кількість бобів на одній рослині – 6,5 шт., кількість зерен на одній рослині – 20,3 шт., маса 1000 зерен – 335,1 г, маса зерна з однієї рослини – 6,8 г. На контрольних дослідних ділянках, де не застосовували передпосівної обробки насіння та позакореневі підживлення, показники індивідуальної продуктивності мали

$$Y = 7,881678 + 0,066816x_1 + 0,196308x_2 - 0,026010x_3$$

де Y – урожайність зерна, т/га;

x_1 – кількість бобів на одній рослині, шт./рослину;

x_2 – кількість зерен на одній рослині, шт.;

x_3 – маса 1000 насінин, г.

При цьому коефіцієнти множинної лінійної кореляції у рослин люпину білого відповідно склали $R = 0,904254$ та $R = 0,896057$. Парні коефіцієнти кореляції (r) між величиною врожайності зерна та кількістю бобів, кількістю насінин на одній рослині, масою 1000 насінин становили 0,145801, 0,045127, 0,09706. Дані показники свідчать про тісний зв'язок між основними показниками індивідуальної продуктивності рослин та рівнем врожайності зерна люпину білого.

найнижчі значення, та відповідно становили: кількість бобів на одній рослині – 4,9 шт., кількість зерен на одній рослині – 15,5 шт., маса 1000 зерен – 317,2 г, маса зерен з однієї рослини – 4,9 г.

Нами встановлено, що між індивідуальною продуктивністю рослин та рівнем врожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і люпину білого існує тісний взаємозв'язок. Виявлені залежності між формуванням показників індивідуальної продуктивності та величиною врожайності зерна у сортів люпину білого можна виразити такими регресійними рівняннями:

Максимальна величина врожайності зерна люпину білого сорту Вересневий отримана на варіантах досліду з передпосівною обробкою насіння інокулянтном Ризогумін та стимулятору росту Емістим С у поєднанні із двома позакореневими підживленнями Емістим С (табл. 5). При цьому величина урожайності зерна складала 3,61 т/га, і перевищувала контрольний варіант на 0,65 т/га, а у відсотковому співвідношенні відповідно – 18 %.

5. Урожайність зерна люпину білого залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)

Чинники		Роки			Середнє
передпосівна обробка насіння	позакореневі підживлення Емістим С	2013	2014	2015	
Без передпосівної обробки насіння	без підживлень(к)	3,08	3,24	2,55	2,96
	одне підживлення	3,13	3,35	2,59	3,02
	два підживлення	3,18	3,42	2,62	3,17
Ризогумін	без підживлень	3,15	3,71	2,90	3,25
	одне підживлення	3,31	3,88	2,94	3,38
	два підживлення	3,40	3,90	3,05	3,45
Емістим С	без підживлень	3,10	3,68	2,82	3,20
	одне підживлення	3,20	3,74	2,86	3,27
	два підживлення	3,31	3,81	2,93	3,35
Ризогумін + Емістим С	без підживлень	3,08	3,62	2,88	3,19
	одне підживлення	3,12	3,85	3,01	3,32
	два підживлення	3,58	4,10	3,15	3,61
НР _{0,5} т/га: А-0,07; В-0,10; С-0,08; АВ-0,14; АС-0,12; ВС-0,17; АВС-0,24 2013р. НР _{0,5} т/га: А-0,04; В-0,05; С-0,04; АВ-0,07; АС-0,06; ВС-0,08; АВС-0,12 2014р. НР _{0,5} т/га: А-0,05; В-0,06; С-0,06; АВ-0,09; АС-0,08; ВС-0,11; АВС-0,16 2015р. НР _{0,5} т/га: А-0,04; В-0,06; С-0,05; АВ-0,08; АС-0,07; ВС-0,10; АВС-0,14					

Встановлено, що позакореневі підживлення Емістим С забезпечували підвищення врожайності зерна люпину білого. Проте, величина приросту врожайності зерна залежала від передпосівної обробки насіння, на якому застосовували позакореневі підживлення. Проведення двох позакореневих підживлень на ділянках досліду без передпосівної обробки насіння сприяло отриманню приросту урожайності – 0,21 т/га.

Тоді як, застосування двох позакореневих підживлень стимулятором росту Емістим С у комплексі із передпосівною обробкою насіння інокулянтном Ризогумін та стимулятором росту Емістим С забезпечило формування

максимального приросту врожайності зерна, який складав відповідно 0,65 т/га. На варіантах із передпосівною обробкою насіння окремо бактеріальним препаратом Ризогумін та стимулятором росту Емістим С застосування двох позакореневих підживлень сприяло одержанню дещо меншої величини приросту врожайності – 0,49 т/га та 0,39 т/га або відповідно на 14,2 % та 12,0 %. Отже, виявлено істотний вплив позакореневих підживлень Емістим С у поєднанні із передпосівною обробкою насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та стимулятором росту Емістим С.

Функціонування рослини залежить від значної кількості екзогенних і ендогенних чинників,

Панцирева Г. В.

серед яких регуляція продуктивності стимулятором росту та бактеріальним препаратом є досить суттєва, оскільки зміни в ростових, фізіологічних та біохімічних процесах у такий спосіб зумовлюють перебудову всього рослинного організму (Kuryata et al., 2017; Poprotska and Kuryata, 2017). Стимуляція процесів росту та розвитку пов'язана з мобілізацією генетичного потенціалу рослини та спрямування асиміляційних ресурсів на зростання біологічної продуктивності, на відміну від ефектів, що спричиняються інгібіторами, хоча дія останніх, як відомо, теж може супроводжуватися підвищенням урожайності за рахунок перерозподілу пластичних речовин між органами рослини.

Використання у передпосівну обробку насіння та у позакореневі підживлення бактеріального препарату та стимулятора росту індукує зміни у процесах морфогенезу та інтенсифікації метаболізму в рослин люпину білого.

Відомо, що основним джерелом асимілятів у рослині є листок. Зміни будови та функціонування листового апарату як донора пластичних речовин є ключовими у продукційному процесі. Посилення активності всіх видів меристематичних тканин за впливу бактеріальних препаратів та стимуляторів росту сприяло формуванню більших а розмірами рослин (Mesejo et al., 2012; Aremu et

al., 2017; Madzikane-Mlungwana et al., 2017), у яких формувався відповідно потужніший листовий апарат (Rogach, 2009; Polyvanyj and Kuryata, 2015). Закладка більшої кількості листків, зростання площі та маси сирої речовини листків, зумовили активізацію фотосинтетичних процесів і посилили донорну функцію листка.

Окремим напрямом впливу досліджуваних препаратів є мезоструктурна організація листка. Посилення мітотичної активності за дії препаратів сприяло потовщенню листових пластинок за рахунок асиміляційної тканини, що проявлялося у збільшенні кількості, розмірів та об'єму клітин. Досліджуваний вплив стимуляторів росту на мезоструктуру листових пластинок люпину білого може створювати передумови для підвищення фотосинтетичної продуктивності культури.

Асиміляти, що посилено синтезувались за впливу бактеріального препарату та стимулятора росту, особливо на початкових етапах онтогенезу, активно діяли на ростові процеси та прискорювали розвиток рослин люпину білого. Так, аналіз співвідношення мас вегетативних і генеративних органів свідчить, що на початку формування зерна – основних акцепторів пластичних речовин у рослині, їх частка за дії досліджуваних препаратів зростала. Водночас масова частка донорів

Панцирева Г. В.

асиміліятив – листків у зазначену фазу онтогенезу практично не змінилася, тоді як суттєво зменшилася частка ще одного потужного акцептора пластичних речовин – стебла.

Застосування зумовлювало зміни в активності і направленості ростових процесів. На оброблених ділянках відмічалось сильніше галуження стебла у порівнянні із контрольними ділянками. За дії препаратів відбувалось збільшення габітусу рослин.

Використання передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень сприяло утворенню потужного фотосинтетичного апарату. Під впливом стимулятора росту на стеблі формувалась більша кількість листків, а також подовжувався термін їх активного функціонування. При цьому на рослинах люпину білого зросла площа листової поверхні. За дії досліджуваних препаратів зросла кількість і величина хлоропластів у листках, що призводило до зростання показника чистої продуктивності фотосинтезу, підвищення фотосинтетичної продуктивності, більш інтенсивного приросту маси сухої речовини рослин люпину білого. Отже, передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та стимулятором росту Емістим С у поєднанні двома позакореневими підживленнями стимулятором росту Емістим С

сприяла підвищенню валової фотосинтетичної продуктивності рослин люпину білого, що є важливою передумовою підвищення зернової та кормової продуктивності культури.

Отже, посилення ростових процесів за впливу бактеріальних препаратів та стимуляторів росту та зміни в морфометрії рослин, як наслідок цього, у тому числі й у структурі листового апарату, зумовило утворення більшої кількості пластичних речовин із наступним їх направленням до господарсько-цінних органів у рослин люпину білого – зерен, кількість яких за дії препаратів більша. Це викликало підвищення біологічної продуктивності культури у цілому та врожайності зерна зокрема.

Висновки і перспективи.

Застосування у передпосівну обробку насіння люпину білого бактеріального препарату Ризогумін та стимулятора росту Емістим С у поєднанні із двома позакореневими підживленнями стимулятором росту Емістим С сприяла збільшенню площі листової поверхні, формування фотосинтетичного апарату рослин та вмісту хлорофілу в листах. Найбільший стимуляційний ефект отриманий у варіанті передпосівна обробка насіння Ризогумін + Емістим С + два позакореневих підживлень Емістим С.

Referensec

1. Ahmed, W., Tahir, F. M., Rajwana, I. A., Raza, S. A., & Asad, H. U. (2012). Comparative evaluation of plant growth regulators for preventing premature fruit drop and improving fruit quality parameters in Dusehri Mango. *International Journal of Fruit Science*, 12, 372-389.
2. Alexopoulos, A. A., Karapanos, I. C., Akoumianakis, K. A., & Passam, H. C. (2017). Effect of gibberellic acid on the growth rate and physiological age of tubers cultivated from true potato seed. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(1), 1-10.
3. Aremu, A. O., Plackova, L., Masondo, N. A., Amoo, S. O., Moyo, M., Novak, O., Dolezal, K., & Staden, J. V. (2017). Regulating the regulators: Responses of four plant growth regulators during clonal propagation of *Lachenalia montana*. *Plant Growth Regulation*, 82(2), 305-315.
4. Bollman, M. & Vessey (2006). Differential effects of nitrate and ammonium supply on nodule initiation, development, and distribution on roots of pea (*Pisum sativum*L.). *Canadian Journal of Botany*. Vol. 84, № 6. 893-903.
5. Cruz-Castillo, J. G., Baldicchib, A., Frionib, T., Marocchic, F., Moscatellod, S., Proiettid, S., Battistellid, A., & Famianib, F. (2014). Preanthesis CPPU low dosage application increases Hayward kiwifruit weight without affecting the other qualitative and nutritional characteristics. *Food Chemistry*, 158(1), 224-228.
6. Kuryata, V. G., Poprotska, I. V., & Rogach, T. I. (2017). Vplyv stymuljatoriv rostu ta retardantiv na utylizaciju rezervnoi' olii' prorostkamy sonjashnyku [The impact of growth stimulators and retardants on the utilization of reserve lipids by sunflower seedlings]. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 317-322 (in Ukrainian).
7. Mazur, V. A. & Pantsyрева, H. V. (2017). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na urozhainist i yakist zerna liupynu biloho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. *Sil'ske hospodarstvo i lisivnytstvo. Vinnytsia, VNAU, Vyp. № 7. T 1, 27-36* (in Ukrainian).
8. Merkushyna, A. S. (2013). Fizioloho-biokhimichni osnovy pidvyshchennia produktyvnosti horokhu. *Zb. nauk. prats Umanskoho DAU «Biolohichni nauky i problemy roslynnytstva»*. Uman. 99-105.
9. Pantsyрева, H. V. (2017). Formuvannia zernovoi produktyvnosti liupynu biloho zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu. *Dys. na zd. nauk. st. k. s.-h. n. Kam'ianets-Podil'skyi, 2017. 100-101*(in Ukrainian).
10. Pantsyрева, H. V. (2016). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na indyvidualnu produktyvnist roslyn liupynu biloho. *Visnyk DDAEU, Silskohospodarska ekolohiia. Ahronomichni nauky. – Dnipro. Vyp. № 2.16 s* (in Ukrainian).
11. Polyvanyj, S. V., & Kuryata, V. G. (2015). Dija treptolemu na morfogenez, produktyvnist' ta jakisni harakterystyky maku olijnogo [Effects of treptolem on morphogenesis, productivity and qualitative characteristics of poppy oil]. *Agrobiologija*, 117(1), 65-72 (in Ukrainian).

FUNCTIONING THE ASSIMILATION APPARATUS AND PRODUCTIVITY OF PLANTS WHITE LUPIN

H. V. Pantsyрева

Abstract. *An important task of modern agricultural products is the artificial regulation of the growth and development of cultivated plants in order to increase biological productivity and improve the quality of environmentally safe products. The use of natural growth promoters and bacterial agents is quite relevant and effective. Field research was conducted on the basis of the research farm «Agronomichne» in the Vinnytsia national agrarian university in the village of Agronomics of the Vinnytsia district of the Vinnytsia region. The peculiarities of growth and development of white*

Панцирева Г. В.

lupine plants are investigated. Established the positive effect of the combination of inoculation with the bacterial drug and growth stimulator on the productivity of white lupine, which is important for the formation of high and stable crop. The article presents the results of studies on the effectiveness of pre-planting and extra-root feeding in the conditions of Right-bank Forest-Steppe Ukraine on the functioning of the assimilation apparatus of white lupine plants. It has been established that bacterial preparations and growth stimulants increase the productivity of white lupine at the expense of optimization of the investigated technological methods of cultivation. The optimal area of the leaf surface has been determined, which ensured maximum grain yield. The research has established the positive effect of pre-sowing seed treatment with the bacterial drug Risogumin and the stimulator of growth of Emistim C and extracorporeal feeding of Emistim C on the content of chlorophyll in the leaves of white lupine. The influence of the investigated technological methods on the formation of the area of the assimilation surface and the synthesis of chlorophyll in the leaves of white lupine have been proved. The investigated drugs induce intensive development of the photosynthetic apparatus, increase of yield, improvement of the structure of the crop and improve the quality of the grain in the conditions of right-bank forest-steppe of Ukraine. In the region, the question of seeding bacteria and the use of growth promoters requires a more detailed study. Given this, conducting such research is important both in practical and scientific sense.

Key words: *white lupine, varietal, assimilation apparatus, chlorophyll, productivity, growth stimulator, bacterialization of seeds*

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗОН ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТУ ЗА
КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯБЛУНІ****А. П. ШАТКОВСЬКИЙ**, доктор сільськогосподарських наук*Інститут водних проблем і меліорації НААН*

E-mail: andriy-1804@ukr.net

Ф. А. МІНЗА*Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Енограй»*

E-mail: minza2014@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.005>

Анотація. Ведення садівництва за інтенсивним типом агровиробництва передбачає безумовне використання краплинного зрошення для локальної подачі води у зону водоспоживання плодкових дерев. Суттєва вартість системи краплинного зрошення (СКЗ) обумовлює постійні пошуки шляхів удосконалення експлуатації цієї системи. Тому важливим на етапі проектування СКЗ і у процесі її подальшої експлуатації є встановлення особливостей формування та геометричні параметри зон зволоження ґрунтів під час поливу. Метою досліджень було визначення особливостей та параметрів формування зон зволоження середньосуглинкового ґрунту за краплинного зрошення яблуні на підщепі М-9. Дослідний експеримент з визначення геометричних параметрів: глибини; ширини на поверхні і глибини зон зволоження, проводили за однакової передполивної вологості у всіх шарах середньосуглинкового ґрунту за допомогою цифрової інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2 (датчики типу Echo Probe 200 SS). Дослідження проведено у виробничих умовах в яблуневому саду, який територіально знаходиться у с. Софіївка Білозерського району Херсонській області. За період дослідів було розраховано співвідношення глибини до ширини (h/d), обраховано фактичні площі зон зволоження залежно від тривалості (норми) поливу та отримано лінійні залежності геометричних параметрів зон зволоження від часу (норми) поливу: площі, глибини зони, її ширини на поверхні. Рекомендовано у подальшому, за використання краплинного зрошення на середньосуглинкових ґрунтах сухостепової зони України, використовувати експериментально встановлені лінійні залежності параметрів зон зволоження.

Ключові слова: краплинне зрошення, тривалість поливу, зони зволоження, сад інтенсивного типу, середньосуглинковий ґрунт, лінійні залежності

Актуальність. Основним принципом технології краплинного зрошення є локальна подача води у зону інтенсивного водоспоживання плодкових дерев.

Ведення садівництва за інтенсивним типом агровиробництва передбачає безумовне використання краплинного зрошення [1]. Суттєва вартість системи краплинного

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

зрошення (СКЗ) обумовлює постійні пошуки шляхів удосконалення експлуатації цієї системи. Ці шляхи повинні забезпечити оптимізацію параметрів на етапі розроблення та реалізації проекту її будівництва, а також подальшої експлуатації, підвищення ефективності виробництва шляхом економії поливної води, електроенергії, добрив з метою окупності капіталовкладень.

Тому важливим є на етапі проектування СКЗ встановити особливості та геометричні параметри формування зон зволоження ґрунту при поливах. У подальшому, ці дані буде використано у процесі експлуатації СКЗ [2].

Таким чином, існувала необхідність проведення досліджень щодо встановлення закономірностей формування зон зволоження середньосуглинкового ґрунту, їх параметрів за краплинного зрошення яблуневого саду інтенсивного типу в умовах Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рух вологи у ґрунті за краплинного зрошення, визначення особливостей та параметрів зон зволоження ґрунту досліджено як вітчизняними, так і закордонними вченими [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Проте практична реалізація цих дослідів, технічні засоби краплинного зрошення, методи та підходи досліджень, які використовували, не у повній мірі відповідають сучасним вимогам. Об'єктом останніх

публікацій українських вчених за цим напрямом [9, 10, 11, 12] є просапні культури, а вивчення зон зволоження за краплинного зрошення яблуневого саду інтенсивного типу вивчено недостатньо.

Мета. Визначення особливостей та параметрів формування зон зволоження середньосуглинкового ґрунту за краплинного зрошення яблуні на підщепі М-9.

Методи. Дослідження проведено протягом 2016 року у виробничих умовах у межах землекористування СТОВ «Енограй» (с. Софіївка Білозерського району Херсонської обл.), у яблуневому саду, який висаджено навесні 2010 р. за схемою 4 x 1 м. У якості поливних трубопроводів (ПТ) використано краплинну трубку Ø 16 мм «АКВАГОЛ» 16/35 з відстанню між водовипусками 0,5 м, витратою крапельниць 1,6 дм³/год. та, відповідно, витратою 100 м ПТ – 80 дм³/год.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий на лесах. Під час ґрунтових обстежень досліджено три розрізи глибиною до 100 см, з яких згідно ДСТУ 4287 Якість ґрунту. Відбирання проб [13] відібрано ґрунтові зразки за глибинами: 0-25, 26-50 та 51-100 см. Проаналізовані результати визначень усереднено.

За гранулометричним складом згідно ДСТУ 4730 Якість ґрунту. Визначання гранулометричного

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

складу методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського [14] ґрунт середньосуглинковий – вміст

фізичної глини у шарі 0-50 см складає 42 %, у шарі 50-100 см – 39 % (таблиця 1).

1. Гранулометричний склад темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту

Шар ґрунту, см	Вміст гранулометричних фракцій, %	
	>0,01 мм (фізичний пісок)	<0,01 мм (фізична глина)
0-25	58	42
26-50	59	41
51-100	61	39

Визначено щільність складення ґрунту до глибини 100 см згідно ДСТУ ISO 11272:2001 [15] та передполивну вологість у потенційній зоні зволоження (зразки усереднено за шарами) [16] термостатно-ваговим методом за ДСТУ Б В.2.1 – 17:2009, результати наведено у таблиці 2.

У період проведення

експерименту на дослідній ділянці передполивну вологість знижували до рівня 70 % від НВ за профілем ґрунту (0-100 см).

Для визначення вологозапасів у ґрунті на дослідній ділянці було встановлено цифрову інтернет-станцію вологості ґрунту iMetos ECO D2 [17] з 18 датчиками типу Echo Probe 200 SS.

2. Фізичні та водно-фізичні параметри ґрунту дослідної ділянки

Параметр	Шар ґрунту, см		
	0-25	26-50	51-100
Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³	2,61	2,63	2,68
Щільність складення ґрунту, г/см ³	1,27	1,38	1,47
Загальна пористість, %	51,3	47,5	45,1
Найменша вологомісткість (НВ), % від маси ґрунту	27,5	25,5	21,6
Максимальна гігроскопічність, % від маси ґрунту	9,8	10,1	9,2

Крок дослідного експерименту (визначення вологості ґрунту) складав 1 годину, тривалість поливів – до 8 годин. Зону зволоження визначали, як об'єм ґрунту, вологість якого збільшилась у результаті проведення поливу [18].

Під час експерименту, у момент

формування максимальної зони зволоження, за рахунок гравітаційного руху води у нижні шари ґрунту, визначали параметри зони зволоження: ширину на поверхні (d) і на глибині 25-35 см (l) та глибину (h).

Результати. Параметри і

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

фактично розраховані площі зон зволоження ґрунту за краплинного зрошення яблуні залежно від тривалості (норми) поливу наведено у таблиці 3.

3. Параметри і фактично розраховані площі зон зволоження ґрунту за краплинного зрошення яблуневого саду залежно від тривалості (норми) поливу

Тривалість / норма поливу, год. / м ³ /100 м	Геометричні параметри та фактичні площі зон зволоження, см (см ²)				
	h	d	h/d	l	S, см ²
2 / 0,64	28	21	1,333	32	763
3 / 0,96	31	25	1,240	36	922
4 / 1,28	36	34	1,059	48	1427
5 / 1,6	45	40	1,125	56	2049
6 / 1,92	47	43	1,093	58	2214
7 / 2,24	50	46	1,087	60	2434
8 / 2,56	52	50	1,040	62	2669
–	–	–	1,140	–	–

Фактичні контури (межі) зони зволоження середньосуглинкового ґрунту, що отримані в результаті експерименту, геометрично визначено як відсічений на 1/3 еліпс (рисунок 1).

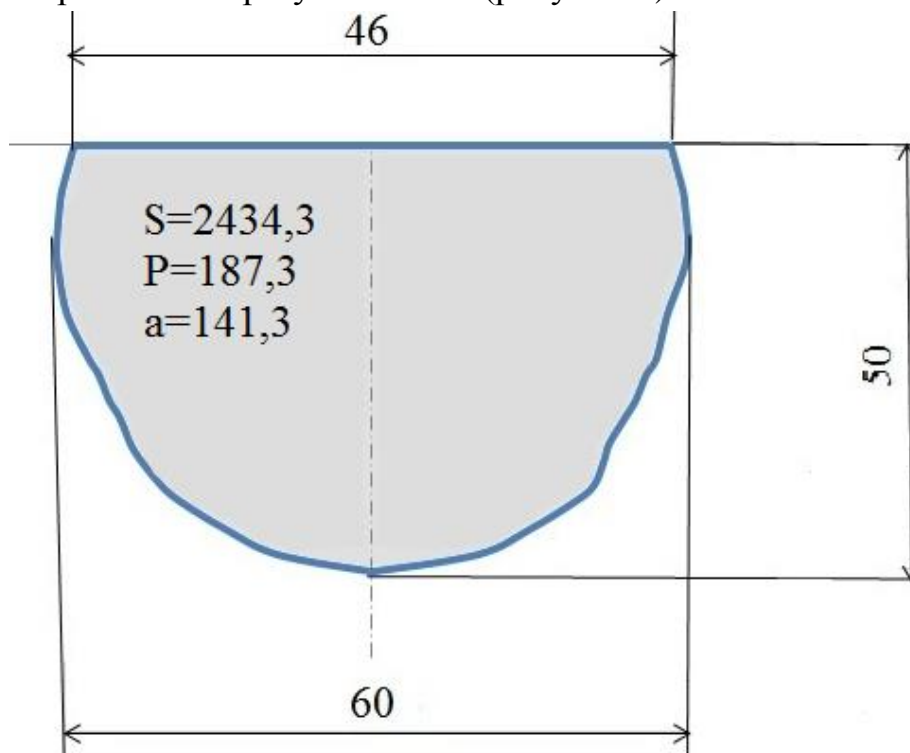


Рис. 1. Фактичний контур (межі) зони зволоження за краплинного зрошення середньосуглинкового ґрунту – варіант 2,24 м³/100 м ряду, см

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

Виконавши аналітичну обробку експериментальних даних, отримано лінійні залежності геометричних параметрів контуру зволоження від часу поливу:

$$S = 340,28 * t + 421,48, \text{см}^2 \quad (1),$$

$$h = 4,3214 * t + 24, \text{см} \quad (2),$$

$$d = 4,9286 * t + 17,286, \text{см} \quad (3),$$

де t – час поливу, год.

Рівняння, які описують лінійні залежності ширини контуру на поверхні і глибини зони зволоження та коефіцієнти достовірності апроксимації (R^2) наведено на рисунку 2.

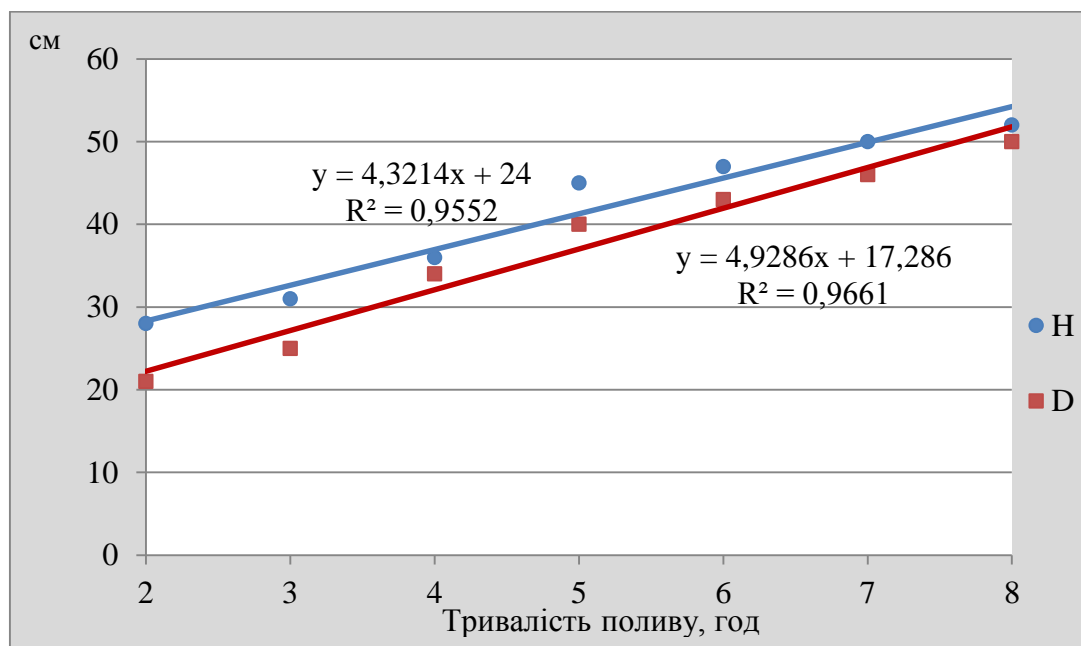


Рис. 2. Залежності глибини та ширини зон зволоження середньосуглинкового ґрунту за краплинного зрошення яблуні залежно від тривалості поливу

Схема поперечних розрізів зон зволоження середньосуглинкового ґрунту за краплинного зрошення

яблуневого саду залежно від тривалості поливу (2 – 8 годин, 0,32-2,56 м³/год.) наведено на рисунку 3.

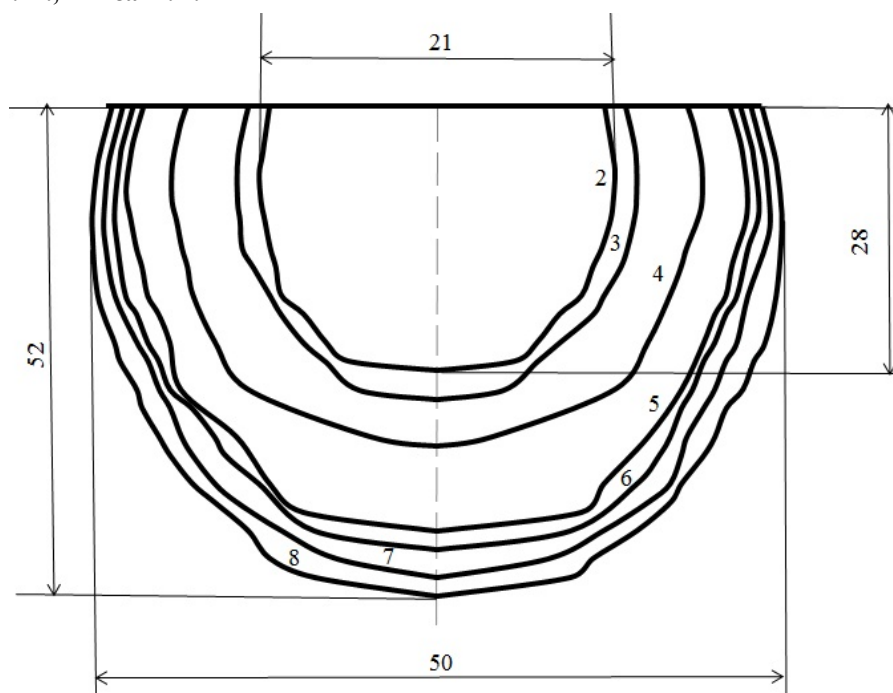


Рис. 3. Схема поперечних розрізів зон зволоження середньосуглинкового ґрунту залежно від часу (норми поливу), розміри наведено в см

Висновки і перспективи.

Підтверджено, що геометрична форма та розміри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення залежать від типу ґрунту за гранулометричним складом, його передполивної вологості та об'єму водоподачі.

З використанням цифрової інтернет-станції вологості ґрунту (iMetos ECO D2) для середньосуглинкового ґрунту експериментально встановлено параметри глибини та ширини зон зволоження ґрунту залежно від тривалості (норми) поливу.

Список використаних джерел

1. Рекомендації щодо технології вирощування зерняткових садів на клонових підщепах за краплинного зрошення в умовах Лісостепу України / ред. д-р техн. наук, М.І. Ромашенка, канд. с.-г. наук С.В. Рябкова. Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2012. 72 с.

Розраховано співвідношення глибини до ширини (h/d), обраховано фактичні площі зон зволоження залежно від тривалості (норми) поливу.

Рекомендовано в умовах сухостепової зони України, на етапі проектування СКЗ плодового саду, реалізації технології і режимів краплинного зрошення яблуні на середньосуглинкових ґрунтах використовувати встановлені лінійні залежності параметрів зон зволоження.

2. ДСТУ 7594:2014. Мікрозрошення. Краплинне зрошення плодових культур. Загальні вимоги та методи контролювання. [Чинний від 2014.12.02]. Від. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 5 с.

3. Голованов А.И., Новиков О.С. Математическая модель переноса влаги и растворов солей в почвах на орошаемых

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

землях. Москва: Труды МГМИ, 1974. 6 с.

4. Балцату И.Н. Исследование закономерностей передвижения воды в почве при капельном орошении садов в условиях Молдавии: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация и орошаемое земледелие». Москва, 1979. 20 с.

5. Олейник А.М., Гаджиев М. Г. Характер формирования контуров увлажнения почвы при капельном орошении. Новочеркасск: Сб. научн. тр. ЮжНИИГиМ, 1984. 129-133 с.

6. Рябков С. В., Усатий С. В. Дослідження контурів зволоження ґрунту при краплинному зрошенні високоінтенсивних садів та розсаднику. *Актуальні проблеми землеробства на початку нового тисячоліття та шляхи їх вирішення*: матер. міжнар. наук. конф. молодих учених. Херсон. 2002. № 3. С.90-92.

7. Шатковський А.П. Особливості зволоження ґрунту при мікрозрошенні моркви. Вісник аграрної науки. 2006. № 6. С. 75-77.

8. Овчинников А.С., Азарьева И.И. Водный режим почв и геометрические параметры контура увлажнения при возделывании посевных томатов. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2010. № 1 (17). С. 24-28.

9. Шуравилин А.В., Ахмед Т.М., Сурикова Т.И. Формирование контуров увлажнения при капельном орошении картофеля на супесчаных почвах. *Природообустройство*. 2013. № 2. С. 23–27.

10. Обумахов Д.Л. Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе. Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100 (06). С. 30-43.

11. Лимар В.А. Диференціація зон зволоження при вирощуванні овочевих і баштанних культур в умовах півдня України при різних способах зрошення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон, 2015. Вип. 64. С. 119-122.

12. Шатковський А.П., Журавльов О. В., Черевичний Ю. О. Особливості формування та параметри зон зволоження ґрунтів за краплинного

зрошення. Зрошуване землеробство. 2016. Вип.65. С. 15-19.

13. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. Від. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

14. ДСТУ 4730:2007. Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського. [Чинний від 2008.01.01]. Від. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 18 с.

15. ДСТУ ISO 11272:2001. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT). [Чинний від 2003.07.01]. Від. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

16. ДСТУ Б В.2.1 – 17:2009. ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. [Чинний від 2010.10.01]. Від. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 36 с. (Національні стандарти України).

17. iMetos-ECO-D2. A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management. URL: <http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2> (дата звернення: 03.05.2015).

18. ДСТУ 7704:2015. Зрошення. Мікрозрошення. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2016-08-01]. Від. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 18 с.

References

1. Romashchenko, M.I. & Riabkova, S.V. (Ed.). (2012). Rekomendatsii shchodo tekhnologii vyroshchuvannia zerniatkovykh sadiv na klonovykh pidshchepakakh za kraplynnoho zroshennia v umovakh Lisostepu Ukrainy [Recommendations for the cultivation of seed gardens on clonal rootstocks with drip irrigation in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv: Instytut vodnykh problem i melioratsii NAAN. [in Ukrainian]

2. Mikro-zroshennia. Kraplynne zroshennia plodovykh kultur. Zahalni vymohy ta metody kontroliuvannia [Micro irrigations. Drip irrigation of fruit crops. General requirements and methods of control]. (2015). DSTU 7594:2014. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy.

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

[in Ukrainian]

3. Golovanov A.I. & Novikov O.S. (1974). Matematicheskaya model perenosa vlagi i rastvorov soley v pochvah na oroshaemyih zemlyah [A mathematical model of the transfer of moisture and salt solutions in soils on irrigated lands]. Moskva: Trudyi MGMI.

4. Baltsatu I.N. (1979). Issledovanie zakonomernostey peredvizheniya vodyi v pochve pri kapelnom oroshenii sadov v usloviyah Moldavii [The study of the patterns of water movement in the soil during drip irrigation of gardens in the conditions of Moldova]. Extended abstract of candidate's thesis. Moskva.

5. Oleynik A.M. & Gadzhiyev M.G. (1984). Charakter formirovaniya konturov uvlazhneniya pochvyi pri kapelnom oroshenii [The nature of the formation of contours of soil moisture during drip irrigation]. Novocherkassk: Sb. nauchn. tr. YuzhNYYHyM.

6. Riabkov S.V. & Usatyi S.V. (2002). Doslidzhennia konturiv zvolozhennia gruntu pry kraplynnomu zroshenni vysokointensyvnykh sadiv ta rozsadnyku [Investigation of soil moisture contours during drip irrigation of high-intensity gardens and nurseries]. Aktualni problemy zemlerobstva na pochatku novoho tysiacholittia ta shliakhy yikh vyrishennia: Mizh.konf. molodykh uchenykh. Kherson, № 3, 90-92. [in Ukrainian]

7. Shatkovskiy A.P. (2006). Osoblyvosti zvolozhennia gruntu pry mikro-zroshenni morkvy [Features of soil moisture during micro-irrigation of carrots]. Visnyk ahrarnoi nauky. № 6. 75-77. [in Ukrainian]

8. Ovchinnikov A.S. & Azaryeva I.I. (2010). Vodnyiy rezhim pochv i geometricheskie parametryi kontura uvlazhneniya pri vzdelyivanii posevnyih tomatov [Soil water regime and geometrical parameters of the humidification contour when cultivating sowing tomatoes]. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. № 1. 24-28.

9. Shuravilin A.V., Akhmed T.M. & Surikova T.I. (2013). Formirovanie konturov uvlazhneniya pri kapelnom oroshenii kartofelya na supeschanyih pochvah [The formation of moisture contours during drip

irrigation of potatoes on sandy loamy soils]. Prirodoobustroystvo. № 2. 23–27.

10. Obumahov D.L. (2014). Lineynyye parametryi konturov uvlazhneniya pri kapelnom polive [Linear parameters of humidification loops during drip irrigation]. Nauchnyiy zhurnal KubGAU. № 100 (06). 30-43.

11. Lyamar V.A. (2015). Dyferentsiatsiia zon zvolozhennia pry vyroshchuvanni ovochevykh i bashtannykh kultur v umovakh pivdnia Ukrainy pry riznykh sposobakh zroshennia [Differentiation of moistening zones in growing vegetables and melons in southern Ukraine under different irrigation methods]. Kherson: Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. Vyp. 64. 119-122.

12. Shatkovskiy A. P., Zhuravlov O. V. & Cherevychnyi Yu. O. (2016). Osoblyvosti formuvannia ta parametry zon zvolozhennia gruntiv za kraplynnoho zroshennia [Formation features and parameters of soil moisture zones for drip irrigation]. Zroshuvane zemlerobstvo. Vyp. 65. 15-19. [in Ukrainian]

13. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob [Soil quality. Sampling]. (2005). DSTU 4287:2004. Natsionalni standarty Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].

14. Yakist gruntu. Vyznachannia hranulometrychnoho skladu metodom pipetky v modyfikatsii N.A. Kachynskoho [Soil quality. Determination of particle size distribution by the pipette method in N.Kaczynski's modification]. (2008). DSTU 4730:2007. Natsionalni standarty Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].

15. Yakist gruntu. Vyznachannia shchilnosti skladennia na sukhu masu. [Soil quality. Determination of the density of folding on dry weight]. (2008). DSTU ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, IDT). Natsionalni standarty Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].

16. Grunty. Metody laboratornoho vyznachennia fizychnykh vlastyvostei. [Soils. Methods of laboratory determination of physical properties]. DSTU B V.2.1 – 17:2009. (2010). Natsionalni standarty Ukrainy. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. [in Ukrainian].

Шатковський А. П., Мінза Ф.А.

17. iMetos-ECO-D2. A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management. metos.at. Retrieved from <http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2>.

18. Zroshennia. Mikro-zroshennia.

Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat. [Irrigation. Micro irrigation. Terms and definitions of basic concepts]. DSTU 7704:2015. (2015). Natsionalni standarty Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН УВЛАЖНЕНИЯ ГРУНТА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ ЯБЛОНИ

А. П. Шатковский, Ф. А. Минза

Аннотация. Ведение садоводства по интенсивному типу агропроизводства предусматривает безусловное использование капельного орошения для локальной подачи воды в зону водопотребления плодовых деревьев. Существенная стоимость системы капельного орошения (СКО) обуславливает постоянные поиски путей совершенствования эксплуатации этой системы. Поэтому важно на этапе проектирования СКО и в процессе ее дальнейшей эксплуатации, установить особенности формирования и геометрические параметры зон увлажнения почв при поливах. Целью исследований было определение особенностей и параметров формирования зон увлажнения среднесуглинистых почвы при капельном орошении яблони на подвое М-9. Эксперимент по определению геометрических параметров: глубины; ширины на поверхности и глубины зон увлажнения, проводили при одинаковой предполивной влажности во всех слоях среднесуглинистой почвы с помощью цифровой интернет-станции влажности почвы iMetos ECO D2 (датчики типа Echo Probe 200SS). Исследование проведено в производственных условиях в яблоневом саду, который территориально находится в с. Софиевка Белозерского района Херсонской области. За период исследований было рассчитано соотношение глубины к ширине (h/d), рассчитаны фактические площади зон увлажнения в зависимости от продолжительности (нормы) полива и получены линейные зависимости геометрических параметров зон увлажнения от времени (нормы) полива: площади, глубины зоны, ее ширины на поверхности. Рекомендовано в дальнейшем, при использовании капельного орошения на среднесуглинистых почвах сухостепной зоны Украины, пользоваться экспериментально установленные линейные зависимости параметров зон увлажнения.

Ключевые слова: капельное орошение, продолжительность полива, зоны увлажнения, сад интенсивного типа, среднесуглинистая почва, линейные зависимости

FEATURES OF FORMATION OF ZONES OF SOIL MOISTENING WITH DRIP IRRIGATION OF APPLE TREES**A.P. Shatkovskyi, F.A. Minza**

Abstract. *Management of gardening by intensive type in agricultural production implies unconditional use of drip irrigation for local water supply to the area of intensive water consumption of fruit trees. The significant cost of a drip irrigation system necessitates a constant search for ways to improve the operation of this system. Therefore, it is important at the design stage of a drip irrigation system and in the process of her further operation to establish the features and geometric parameters of the formation of soil moistening zones during irrigation. The purpose of the research was to determine the peculiarities and parameters of formation of zones of moistening of the medium-loam soil with drip irrigation of apple trees on the rootstock M-9. Experimental study to determine geometric parameters of the moistening zones: depths, widths at the surface and at depth, was conducted at the same pre-irrigation humidity in all layers of medium-loam soil using the automatic Internet station of soil moisture iMetos ECO D2 (Echo Probe sensors 200 SS). The study was carried out in production conditions in an apple orchard, which is territorially located in the village Sofiyivka, Belozersky district, Kherson region. Depth-to-width ratio (h/d) was calculated over the period of experiments, and actual areas the zones moistening were calculated depending on the duration (norm) of watering. The linear dependences of the geometric parameters zones of moistening on the time (norm) of irrigation were obtained: the area, the depth of the zone, its width on the surface. In the future, it is recommended for of drip irrigation on medium-loamy soils of the dry-steppe zone of Ukraine, to use experimentally established linear dependences of moistening zone parameters.*

Keywords: *drip irrigation, watering duration, zones moistening, intensive-type garden, medium-loamy soil, linear dependencies*

SYMPTOMATOLOGY OF FUSARIUM DRY ROT OF POTATO TUBERS**S. K. BOMOK**, junior research fellow*Institute of Plant Protection HAAS*

E-mail: sveta029009@ukr.net

M. Y. PIKOVSKYI, candidate of biology sciences,

docent of the department of phytopathology

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: mprmir@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.006>

Abstract. *Diagnosis of fusarium dry rot of potato was carried out and specifics of disease manifestation with coinfections was determined. Phytopathology researches were carried out in conformity with the generally accepted methods. The test samples of potato tubers were collected during the harvesting period and potato grading in the spring. It was determined that the signs of the potato tuber infection with Fusarium spp. are manifested when harvesting from a stolon part of the tuber in the form of depressions with the surface being even or wrinkled, and the pads of morphological pathogen patterns were formed on the affected area due to the increased humidity.*

Storage of potato tubers under different conditions results in variability of the symptoms of fusarium dry rot. Thus, the diseased tissue dried out and turned brown under the conditions of low air humidity. There was no pathogen sporulation on the tuber surface, but it appeared inside. Fungal mycelium was intensively formed on the diseased tuber surfaces due to the high air humidity, and the affected tuber pulp became brownish, friable and the cavities filled with pathogen mycelium were formed in it.

Visual diagnosis of fusarium dry rot of potato can be complicated in the event of concurrent infection with different phytopathogens. During the years of researches, we have selected potato tubers and diagnosed the following mixed rots of mycotic-bacterial and mycotic-nematode nature: Phoma-fusarium blight, fusarium-nematode, fusarium and bacterial wet rot, and Ditylenchus destructor, fusarium and bacterial wet rot.

Over the years of researches, the quantity of potato tubers infected with fusarium dry rot made up 7 %. Fusarium coinfections were observed on 5,5 % of the tubers analysed.

The obtained research results can be used for phytopathology examination of seed tubers.

Keywords: *potato, fusarium dry rot, symptoms, mixed rots*

Relevance. Potato (*Solanum tuberosum* L.) takes the fourth place among the basic food crops. At the same time, it is affected by a great number of pests (fungi, bacteria, viruses, nematodes) which contribute to considerable yield losses on the field and during storage. The most dangerous

Бомок С. К., Піковський М. Й.

pathogens, which provoke different diseases, are *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Phoma spp.*, *Spongospora subterranea*, *Synchytrium endobioticum*, *Pythium ultimum*, *Helminthosporium solani*, *Phytophthora erythroseptica*, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Polyscytalum pustulans*, *Verticillium sp.*, *Macrophomina phaseolina* [3].

Fusarium dry rot caused by different types of *Fusarium* micromycetes [8, 9] makes potato infected in the different regions of cultivation. At the same time, pathologies of different etiology are shown up on potato tubers [7] which makes hard to diagnose them. However, control over potato diseases depends on proper diagnosis associated with the identification of pathogens. Therefore, the study of the symptoms and diagnostic properties of *fusarium* dry rot of potato is crucial.

Analysis of recent researches and publications. *Fusarium* dry rot starts to be developed during potato storage and also on the field [5, 10]. Losses associated with diseases during long-term storage may reach 6 to 25 %, and sometimes up to 60 % [6, 8]. Typical symptoms of *fusarium* dry rot are the development of greyish-brownish spots on the tubers; the formation of pulp cavities filled with fluffy white, yellowy or reddish fungal mycelium; the appearance of pads from conidial sporulation on the tubers; mummification of the heavily affected

tubers [7]. It happens often that potato tubers are infected concurrently with different phytopathogenic organisms provoking various symptoms and this creates a problem in the future in diagnosing a disease [4]. Consequently, a number of aspects of visual diagnosis of *fusarium* dry rot of potato and coinfections are insufficiently studied.

Research objectives: To perform diagnosis of *fusarium* dry rot of potato and define specifics of disease manifestation with coinfections.

Materials and research methods. Phytopathology researches were carried out in conformity with the generally accepted methods. The test samples of potato tubers were collected during the harvesting period and potato grading in the spring (Zhytomyrska Oblast, Brusylivskyi raion, 2018-2019p.). The conventional methods were applied for extraction of micromycetes [1]. Pathogens were identified using descriptions provided in the publication of Khokhriakov M.K. et al. [2]. The generic identity of the isolates was determined by morphologic patters using the microscopic analysis.

Research results and discussion. First signs of potato tuber infection with *Fusarium spp.* were discovered during the harvesting period. The disease was manifested from a stolon part of the tuber in the form of depression. Its size varied from 0.5 to 2.5 cm in diameter depending on infection intensity. The surface of diseased tissue was even or wrinkled. The pads of morphological

Бомок С. К., Піковський М. Й.

pathogen patterns were formed on the affected area due to the increased humidity (fig. 1a). The diseased tissue on

a tuber cut turned brownish and exposed to destruction (fig. 1b).

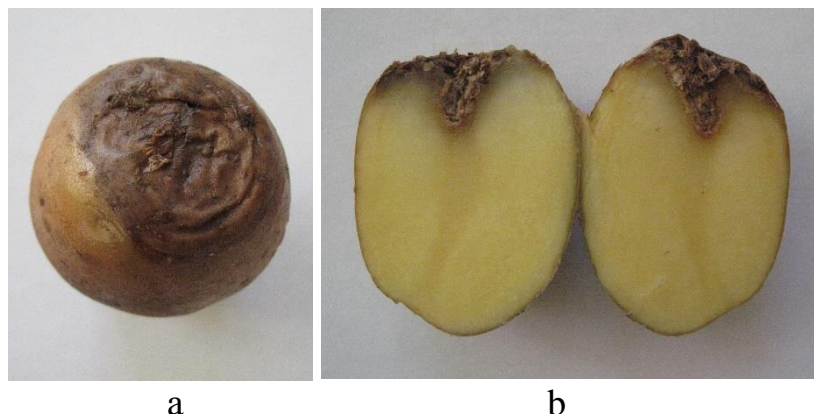


Fig. 1. Symptoms of fusarium dry rot of potato during the harvesting period: a – disease manifestation from a stolon part of the tuber; b – a diseased tuber in section

During the autumn, winter and spring seasons, the symptoms of fusarium dry rot of potato tubers varied depending on the conditions under which they were stored. Considering the tubers storage under the low humidity conditions, the exterior affected areas

enlarged, the tissue dried out and turned brownish. There was no pathogen sporulation on the tuber surfaces (fig. 2a). At the same time, the affected internal tissues turned brown and small cavities filled with pathogen mycelium formed in them (fig. 2b).

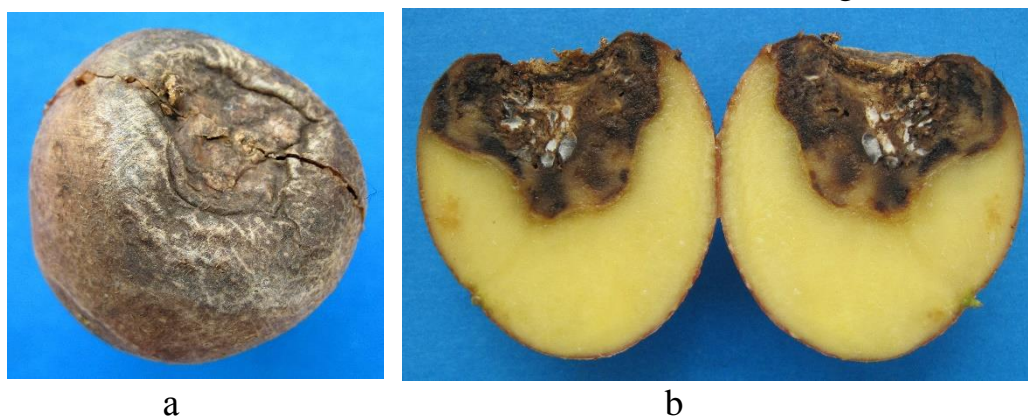


Fig. 2. Peculiarities of fusarium dry rot manifestation under the conditions of low air humidity: a – general view of the diseased tuber; b – internal tuber tissues from pathogen mycelium

The change in fusarium dry rot symptoms on potato tubers during storage under the high air humidity conditions is characterized by the

appearance of clearly visible fungal mycelium on the surface of affected areas and which is developed more intensively at the increased humidity

Бомок С. К., Піковський М. Й.

level and colonizes the surface of diseased tubers (fig. 3). The pulp of affected tuber was turning brownish,

friable and the cavities filled with pathogen mycelium were formed in it.



Fig. 3. Mycelium and *Fusarium spp.* sporulation on the potato tuber surfaces at the high air humidity

Regardless of the well-known symptoms of fusarium dry rot of potato tubers, its visual diagnosis might be complicated in the event of mixed infection with different phytopathogens. Over the years of researches, we have selected potato tubers and diagnosed the following mixed rots of mycotic, mycotic-bacterial and mycotic-nematode nature: Phoma and fusarium blight, fusarium and *Ditylenchus destructor*, fusarium and bacterial wet rot, and *Ditylenchus destructor*, fusarium and bacterial wet rot.

The symptoms of Phoma and fusarium blight are characterized by the appearance of greyish-brownish depressed, round and dry spots of different size on the tuber surfaces. The tuber tissue may crack (fig. 4a). The cavities covered with dark or light mycelium are observed in the affected tubers. The availability of pycnid cavities of Phoma blight infestants in the

form of small black dots under the skin and on the surface was an important diagnostic sign of Phoma blight.

Diagnostic signs of *Ditylenchus destructor* (potato rot nematode) and fusarium dry rot are characterized by the availability of the lead-coloured spots on the tuber surface, skin cracks, rottenness of internal tissues and formation of fusarium infestant mycelium in their cavities (fig. 4b).

Fusarium and bacterial rot was characterized by the change in coloration of the internal tuber tissues from light to dark brown. Moreover, they got softer and turned into slimy putrefactive mass with a strong unpleasant odour. The pads of *Fusarium spp.* sporulation were formed on the tuber surfaces, and mycelium may form inside of the tissue cavities (fig. 4c, d).

Co-manifestation of *Ditylenchus destructor*, fusarium and bacterial wet rot on potato tubers was characterized by

Бомок С. К., Піковський М. Й.

the formation of deep cracks on the tuber surfaces (fig. 4e) and softening of some areas. On the diseased tuber cuts, the tissue under the skin turned brownish,

white pathogen mycelium was developing in the cavities formed (fig. 4f), and the pulp was transformed into mushy mass.

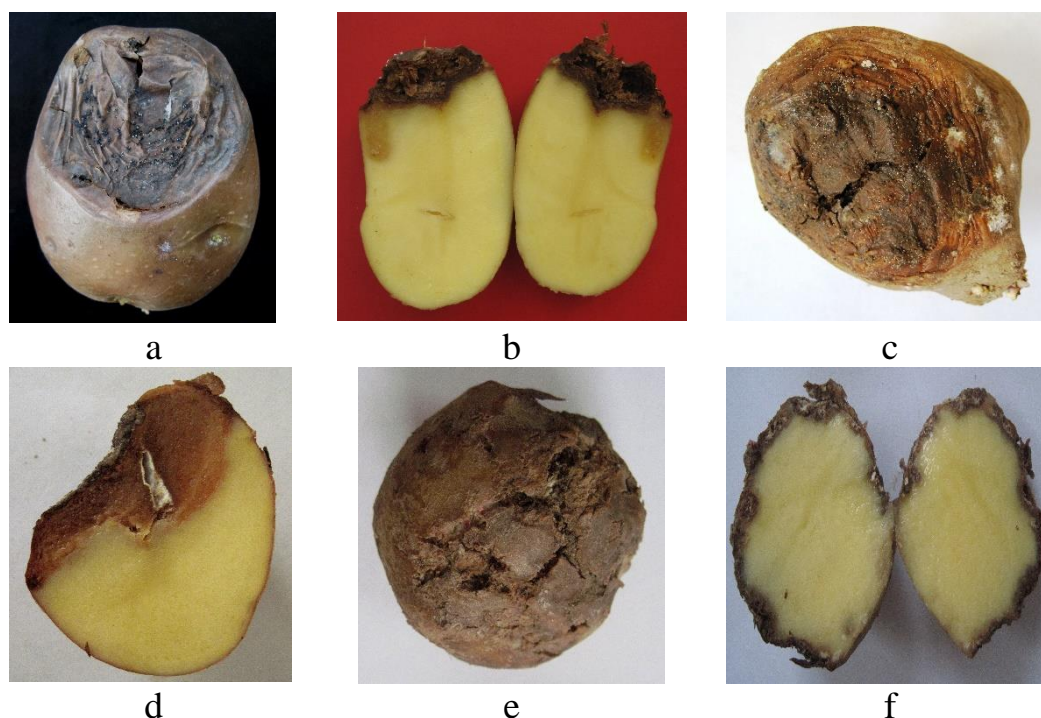


Fig. 4. Diagnostic signs of co-infection of potato tubers with different pathogens: a – *Phoma* and fusarium blight; b – fusarium and *Ditylenchus destructor*; c, d – fusarium and bacterial soft rot; e, f – *Ditylenchus destructor*, fusarium and bacterial soft rot

In a span of the researches, the quantity of potato tubers infected with a stolon form of fusarium dry rot made up 3,0 % (fig. 5). The spread of fusarium dry rot of potato tubers was within the range of 7,0 %. The quantity of tubers

infected with mixed rots was as follows: *Phoma*-fusarium blight and fusarium-nematode-bacterial – 1,0 %, fusarium-nematode – 1,5 % and fusarium-bacterial – 2,0 %.

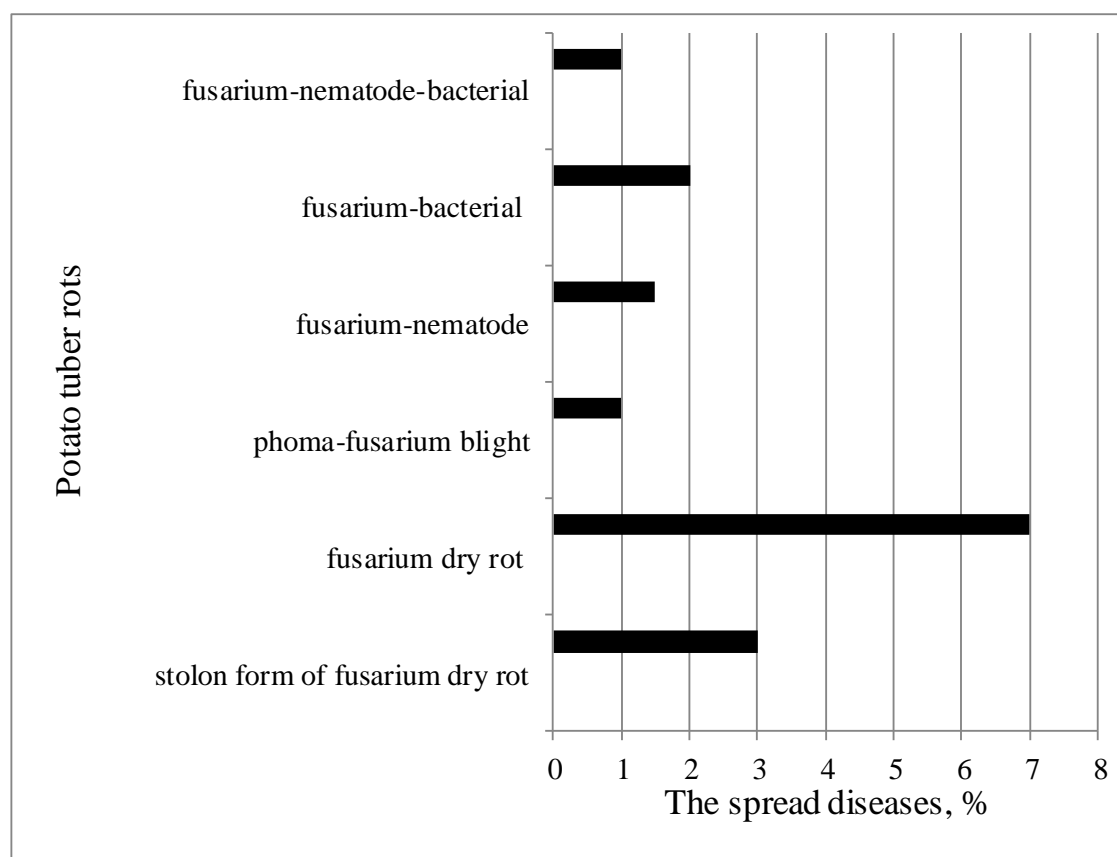


Fig. 5. The spread of potato tuber rots

Conclusions. The initial signs of infection of potato tubers with *Fusarium spp.* were discovered during the harvesting period. The disease was developed from a stolon part of the tuber in the form of depressions with the surface being even or wrinkled, and the pads of morphological pathogen patterns were formed on the affected area due to the increased humidity.

Storage of potato tubers under different conditions results in variability of the fusarium dry rot symptoms. Thus, the diseased tissue dried out and turned brown under the low air humidity. There was no pathogen sporulation on the tuber surface, but it appeared inside of the tubers. Fungal mycelium was intensively formed on the diseased tuber surfaces due to the high air humidity, and the

affected tuber pulp became brownish, friable and the cavities filled with pathogen mycelium were formed in it.

Visual diagnosis of fusarium dry rot of potato can be complicated in the event of concurrent infection with different phytopathogens. During the years of researches, we have selected potato tubers and diagnosed the following mixed rots of mycotic-bacterial and mycotic-nematode nature: Phoma-fusarium blight, fusarium-nematode, fusarium and bacterial wet rot, and *Ditylenchus destructor*, fusarium and bacterial wet rot.

Over the years of researches, the quantity of potato tubers infected with fusarium dry rot made up 7,0 %. Fusarium coinfections were observed on 5,5 % of the tubers analysed.

The obtained research results can be used for phytopathology examination

References

1. Böttcher, I., Wetzel, T., Dreve, F.V., Kegler, X., Naumann, K., Freier, B., Frauenstein, K., Fuchs, E. (1987). Metody opredeleniya bolezney i vreditel'nykh rasteniy [Methods for determining diseases and pests of agricultural plants] Trans. with him. K.V. Popkova, V.A. Shmygli, Moscow, Agropromizdat, 224. (in Russian).

2. Khokhryakov, M.K., Dobrozrakova, T.L., Stepanov, K.M., Letova, M.F. (2003). Opredelitel' bolezney rasteniy [The determinant of plant diseases]. St. Petersburg-M.-Krasnodar: Lan, 590. (in Russian).

3. Abbas, M. F., Naz, F., Irshad, G. (2013). Important fungal diseases of potato and their management – a brief review. *Mycopath.* 11(1). 45-50.

4. Atallah, Z. K., and Stevenson, W. R. (2006). A methodology to detect and quantify five pathogens causing potato tuber decay using real-time quantitative polymerase chain reaction. *Phytopathology.* 96. 1037-1045.

5. Choiseul, J., Allen, L., and Carnegie,

of seed tubers.

S. (2006). Fungi causing dry tuber rots of seed potatoes in storage in Scotland. *Potato Res.* 49. 241-253.

6. Desjardins, A. E. (2006). *Fusarium Mycotoxins, Chemistry, Genetics, and Biology.* American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

7. Kyryk, M.M., Pikovskyi, M.Y., Azaiki, S. (2012). Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. Kyiv: Phenix. 175 p.

8. Secor, G. A., and Salas, B. (2001). *Fusarium dry rot and Fusarium wilt.* Pages 23-25 in: *Compendium of Potato Diseases.* W. R. Stevenson., R. Loria., G. D. Franc, and D. P. Weingartner, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

9. Stefańczyk, E., Sobkowiak, S., Brylińska, M., Śliwka J. (2016). Diversity of *Fusarium* spp. associated with dry rot of potato tubers in Poland. *Eur. J. Plant Pathol.* 145. 871.

10. Wharton, P., Hammerschmidt, R., Kirk, W. (2007). *Fusarium dry rot.* Mich. State Univ. Ext. Bull. E-2995, East Lansing, MI.

СИМПТОМАТИКА ФУЗАРИОЗНОЙ СУХОЙ ГНИЛИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

С. К. Бомок, М. И. Пиковский

Аннотация. Проведена диагностика сухой фузариозной гнили клубней картофеля и установлено особенности проявления болезни при смешанных инфекциях. Фитопатологические исследования проводились согласно общепринятым методикам. Для анализа образцы клубней картофеля отбирали при уборке урожая и во время переборки картофеля (февраль-март). Установлено, что начальные признаки поражения клубней картофеля *Fusarium* spp. заметно проявляются во время уборки урожая. Болезнь выявлялась в столонной части клубня в виде вдавленных пятен, поверхность которых была равной или морщинистой, а при повышенной влажности на пораженном участке формировались подушечки морфологических структур патогенов.

Хранение клубней картофеля при различных условиях приводит к изменчивости симптоматики сухой фузариозной гнили клубней. Так, при низкой влажности воздуха пораженная ткань ссыхалась и приобретала бурый оттенок. Спороношение патогенов на поверхности больных клубней отсутствовало, однако оно образовывалось внутри. В условиях высокой влажности воздуха на поверхности пораженных клубней интенсивно

Бомок С. К., Піковський М. Й.

формировался мицелія грибів, мякоть в поразенній клубні приобретала буроватий оттенок, становилась рыхлой, в ней образовувались пустоты, которые заполняла грибница патогена.

Визуальная диагностика сухой фузариозной гнили клубней может осложняться в случаях одновременного поражения различными фитопатогенами. Нами отобраны клубни картофеля и диагностированы следующие смешанные гнили микозной, микозно-бактериальной и микозно-немадотозной природы: фомозно-фузариозную; фузариозно-немадотозную; фузариозную и мокрую бактериальную, дитиленхоз; фузариоз и мокрую бактериальную гниль.

За время исследований количество клубней картофеля, пораженных сухой фузариозной гнилью составляло 7%. Совместимые с фузариозной инфекции выявлено на 5,5 % проанализированных клубнях.

Ключевые слова: картофель, сухая фузариозная гниль, симптоматика, смешанные гнили

СИМПТОМАТИКА ФУЗАРИОЗНОЇ СУХОЇ ГНИЛІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ С. К. Бомок, М. Й. Піковський

Анотація. Проведено діагностику сухої фузариозної гнилі бульб картоплі та встановлено особливості прояву хвороби за змішаних інфекцій. Фітопатологічні дослідження проводилися згідно загальноприйнятих методик. Для аналізу зразки бульб картоплі відбирали при збиранні врожаю та під час перебирання картоплі (лютий-березень). Встановлено, що початкові ознаки ураження бульб картоплі *Fusarium spp.* помітно проявляються під час збирання врожаю. Хвороба виявлялася із стolonної частини бульб у вигляді вдавнених плям, поверхня котрих була рівною або зморшкуватою, а за підвищеної вологості на ураженій ділянці формувалися подушечки морфологічних структур патогенів.

Зберігання бульб картоплі за різних умов призводить до мінливості симптоматики сухої фузариозної гнилі бульб. Так, за низької вологості повітря уражена тканина зсихалася та набувала бурого відтінку. Спорношення патогенів на поверхні бульби було відсутнє, однак воно виявлялося усередині ураженого органу. За умов високої вологості повітря на поверхні уражених бульб інтенсивно формувався мицелію грибів, м'якоть в ураженій бульбі набувала буруватого відтінку, ставала рихлою, у ній утворювалися пустоти, які заповнювала грибниця патогену.

Візуальна діагностика сухої фузариозної гнилі бульб може ускладнюватися у випадках одночасного ураження різними фітопатогенами. За роки досліджень нами відібрано бульби картоплі та діагностовано змішані мікозні гнилі, мікозно-бактеріальної і мікозно-немадотозної природи: фомозно-фузариозну, фузариозно-немадотозну, фузариозну та мокру бактеріальну, дитиленхоз, фузариоз та мокру бактеріальну гниль.

Бомок С. К., Піковський М. Й.

За роки досліджень кількість бульб картоплі, уражених сухою фузаріозною гниллю становила 7 %. Сумісні з фузаріозною інфекції траплялися на 5,5 % проаналізованих бульб.

Ключові слова: картопля, суха фузаріозна гниль, симптоматика, змішані гнилі

ПРИСКОРЕНЕ РОЗМНОЖЕННЯ СОРТІВ І ГІБРИДІВ БУРЯКІВ КОРМОВИХ

О. В. БАЛАГУРА, доктор сільськогосподарських наук, директор ДП ДГ
«Шевченківське»,

В. М. БАЛАН, доктор сільськогосподарських наук, професор, головний
науковий співробітник,

М. П. ВОЛОХА, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України
E-mail: volmp@i.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.007>

***Анотація.** Прискорений розвиток тваринництва, особливо великої рогатої худоби, потребує значної кількості соковитих кормів, серед яких одними із найкращих є коренеплоди буряків кормових. Біологічний потенціал сучасних сортів і гібридів буряків кормових у певній мірі реалізується високоякісним насінням, що зумовлено комплексом еколого-біотичних та антропогенних факторів. У цьому контексті дуже важливим є вирощування маточників і насінників буряків кормових за ознакою, у першому випадку, високого виходу маточників, у другому – високоякісного насіння, що в кінцевому результаті дозволить підвищити коефіцієнт розмноження (КР) сортів і гібридів буряків кормових до 1000 і більше.*

Стаття присвячена теоретико-експериментальному обґрунтуванню параметрів адаптивної технології вирощування маточників і насінників буряків кормових, яка завдяки удосконаленню основних технологічних прийомів при виробничій перевірці в середньому за три роки (2014-2016 рр.) забезпечила збільшення КР в 1,4 рази порівняно із звичайною технологією.

***Ключові слова:** адаптивна технологія, строки сівби, норма висіву, фон і площа живлення, вихід маточників, урожайність насіння, схожість і коефіцієнт розмноження*

Актуальність. Кормові буряки – одні з найкращих соковитих кормів для переважної більшості свійських тварин. Розрахунки показують, що щорічно необхідно заготовлювати на кожну голову ВРХ 3т, свиноматку зі шлейфом – 1т, вівцематку – 0,2т кормових буряків [1]. У вирішенні цього завдання важливе значення має налагодження насінництва цієї культури, тобто достатня кількість

високоякісного насіння нових сортів і гібридів.

Проблема виробництва насіння кормових буряків останніми роками стала досить гострою для України. За щорічної потреби 8-9 тис. тон виробляється 2-2,5 тис. т., що не задовольняє зростаючий на нього попит [3-5].

Продуктивність буряків у системі виробництва визначається

Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.

перш за все ланкою: сорт (гібрид) – насіння. Протягом останніх років створено і зареєстровано низку сортів і гібридів буряків кормових, які характеризуються великим потенціалом продуктивності. Оперативне впровадження їх у виробництво дозволить суттєво підвищити збір соковитих кормів з гектара.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Над питанням вирощування насіння буряків кормових у різних зонах бурякосіяння працювали А. М. Фомічов, Ю. М. Ярош, П. С. Антонів [10-11], Н. М. Кириченко [6], І. Н. Мотрук [7] та ін., які досліджували закономірності формування оптимальних параметрів насінневих рослин першого і другого років життя за показником рівня насінневої продуктивності. Проте, ці дослідження стосуються технологій вирощування маточкових коренеплодів і насінників насамперед для умов Східного і Західного Лісостепу, а також технології вирощування насіння кормових буряків безвисадковим способом [2, 5, 6].

Мета дослідження – на основі вивчення агрокліматичних показників, закономірностей росту і розвитку рослин на протязі першого і другого років життя розробити адаптивну технологію прискореного розмноження сортів і гібридів буряків

кормових в умовах Центрального Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Методи досліджень – польовий, лабораторний, аналітичний та статистичний. Досліди проводили в ДП ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області (2014-2016 рр., сорт Веселка), гібрид Центаур-Полі (2016-2018 рр.). Площа посівної ділянки становила 150-200 кв. м, залікової – 100 кв. м., повторність – 4-х разова.

Схема досліду передбачала вивчення прискореного розмноження сортів і гібридів буряків кормових за:

1) звичайною технологією (контроль): вирощування маточників шляхом весняної сівби з нормою висіву базисного насіння 25-30 шт/м за ширини міжрядь 45 см, зберігання маточників у тимчасових сховищах і вирощування насінників на фоні живлення 30 т/га гною + $N_{140} P_{150} K_{150}$ кг/га д. р. (основне) + $N_{20} P_{25} K_{30}$ кг/га д. р. (VI-й етап органогенезу) + $N_{10} P_{25} K_{20}$ кг/га д. р. (VII-й етап органогенезу) і площі живлення 70×60 см;

2) адаптивна технологія: літня сівба насіння маточних кормових буряків з пристроєм для бурякової сівалки ССТ-12Б [8] (перша – друга декади червня) за ширини міжрядь 22,5 см та норми висіву 15-20 шт/м рядка, зберігання маточників у стаціонарних сховищах і контейнерах, обладнаних поліетиленою плівкою з отворами;

Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.

садіння маточників на фоні живлення 50 т/га гною + N_{48} P_{48} K_{48} кг/га д. р. (VII-й етап органогенезу) за площі живлення 70×20 - 70 ×30 см висадкосадильною машиною зі щілиноутворюючими робочими органами; чеканкою насінників (у період масового стеблеутворення); додатковим запиленням (у період масового цвітіння).

Результати дослідження та їх обговорення. Виробничою перевіркою отримані наступні показники для розрахунку КР за адаптивної технології вирощування насіння буряків кормових (таблиця):

✓ урожайність насіння після первинної обробки становила 1,7 т/га, схожість – 91%, маса 1000 клубочків – 12,8 г. Тобто в кожному кг насіння після первинної обробки нараховувалось $(1000/0,0128 \times 91\%)$ 858,5 тис схожих насінин;

✓ із розрахунку, що одна посівна одиниця (п.о.) налічує 100 тис. насінин, з кожного гектара було отримано $(1700 \text{ кг} \times 858,5 \text{ тис}/100 \text{ тис})$ 1459 п.о.;

✓ КР (кількість вирощеного схожого насіння на кожен висіяну насініну) дорівнює $(1459 \text{ п.о.} \times 6,0 \text{ КВМ}/5,8 \text{ висіяних п.о. базисного насіння})$ 1509.

Ефективність адаптивної технології прискореного розмноження сортів і гібридів буряків кормових (ДП ДГ «Шевченківське» ІБКІЦБ НААН, середнє 2014-2016 рр., сорт Веселка)

Показники	Звичайна технологія (контроль)	Адаптивна технологія
<i>Маточні буряки</i>		
Польова схожість насіння, %	70	77
Вихід маточників, тис/га	117	320
Середня маса коренеплоду, г	270	170
Збереженість маточників у зимовий період, %	85,5	93,2
Коефіцієнт виходу маточників (КВМ)	3,2	5,8
<i>Насінники</i>		
Урожайність насіння, т/га	1,3	1,7
Схожість, %	83	91
Маса 1000 клубочків, г	11,7	12,8
<i>Коефіцієнт розмноження</i>		
КР	780	1509

У середньому за 2014-2016 рр. КР кормових буряків становив 1509. Тобто з кожної висіяної схожої

насінини було отримано 1509 схожих насінин.

Як видно з аналізу приведених даних, за адаптивної технології в

Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.

середньому за три роки польова схожість насіння підвищилась на 7%, вихід маточників збільшився у 2,7 рази, урожайність насіння підвищилась на 13%, схожість – на 8%, маса 1000 клубочків – на 1,12 г, КР збільшився в 1,9 рази порівняно із звичайною технологією.

Висновки.

1. З метою прискореного розмноження сортів і гібридів буряків кормових сівбу маточників необхідно проводити влітку (перша – друга декада червня) за ширини міжрядь 22,5 см буряковою сівалкою ССТ-12Б з пристроєм, який забезпечує одночасне сортування базисного насіння за питомою масою в межах однієї фракції; посадку маточників проводити на фоні живлення 50 т/га

Список використаних джерел

1. Адамень Ф. Ф., Крючковских В. С. Передовой опыт возделывания кормовой свеклы. *Прогрессивная технология возделывания кормовой свеклы на корм и семена. Днепропетровск.: Укр. НИИЗ, 1989. С. 18-21.*

2. Балан В. М., Рогачев М. С., Тарабрин О. Є. Прискорене розмноження насіння буряків кормових. *Висновки НДР за 1993 рік. К.: ІЦБ УААН, 1994. С. 115–118.*

3. Балан В. Н., Тарабрин А. Е., Корнейчук А. В. Биология и агротехника безвысодочных семенников корнеплодных культур в орошаемых землях юга Украины. К.: Нора – принт, 2001. – 350 с.

4. Балан В. М., Доронін В. А., Орлов С. Д. та ін. Технологія вирощування насіння кормових буряків безвисадковим способом. *Методичні рекомендації. К.: ІБКІЦБ НААН, 2010. – 28 с.*

5. Корнієнко С. І., Балан В. М., Пузік Л. М. та ін. Технологія вирощування насіння цукрових і кормових буряків у Східному Лісостепу України. *Методичні*

гною + $N_{48} P_{48} K_{48}$ кг/га д. р. (VII-й етап органогенезу) за площі живлення $70 \times 20 - 70 \times 30$ см.

2. Основними факторами, які визначають КР, є врожайність і якість насіння та коефіцієнт виходу маточників, який визначають за формулою:

$$КР = \frac{M_2 \times KBM}{M_1}, \text{ де:}$$

M_2 – маса отриманого насіння першої репродукції, п.о./га;

KBM – коефіцієнт виходу маточників – відношення площі посіву маточників до площі садіння насінників;

M_1 – маса висіяного базисного насіння, п.о./га.

рекомендації. Харків.: ХНАУ ім. Докучаєва, 2012. – 62 с.

6. Кириченко Н. М. Безвысодочное семеноводство в Украине. *Сахарная свекла. 1994. №10. С.13.*

7. Мотрук І. Н. Управління продукційним процесом вирощування насіння кормових буряків в умовах південно-західної частини Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.14 / ІЦБ УААН. К.: 2003. 40 с.

8. Деклараційний патент на винахід № 55133А Україна, МПК 7A01C1/00. Пристрій для підготовки насіння до сівби. М. В. Роїк, П. О. Войтюк, М. П. Волоха; заявник і власник Інститут цукрових буряків УААН. № 2002075487; заяв. 04.07.2002; опуб. 17.03.2003, Бюл. № 3.

9. Прогресивна технологія вирощування кормових буряків на корм і насіння. *Методичні рекомендації. К.: УкрНДІ землеробства, 1985. - 15 с.*

10. Фомічов А. М., Антонів П. С. Десикація насінників кормових буряків. *Вісник аграрної науки. 1992. № 4. С. 45-46.*

Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.

11. Фомічов А. М., Атаманюк О. М., Ярош Ю. М. Технологія вирощування кормових буряків на насіння в Лісостепу України. *Зб. наукових праць Інституту землеробства УААН*. К.: Агропром, 1996. С. 23-30.

Reference

1. Adamen' F. F., Kryuchkovskikh V. S. (1989). *Peredovoy opyt vozdeleyvaniya kormovoy svekly*. Progressivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya kormovoy svekly na korm i semena. Dnepropetrovsk. Ukr. NIIZ, P. 18-21.

2. Balan V. M., Rogachev M. S., Tarabrin O. Ê. (1993). *Priskorene rozmnozheniya nasinnya buryakiv kormovikh*. Visnovki NDR za. K.: ÍTSB UAAN, 1994. P. 115-118.

3. Balan V. N., Tarabrin A. Ye., Korneychuk A. V. (2001). *Biologiya i agrotekhnika bezvysadochnykh semennikov korneplodnykh kul'tur v oroshayemykh zemlyakh yuga Ukrainy*. K.: Nora print, 350.

4. Balan V. M., Doronin V. A., Orlov S. D. *ta in.* (2010). *Tekhnolohiya vyroshchuvannya nasinnya kormovykh buryakiv bezvysadkovym sposobom*. *Metodychni rekomendatsiyi*. K.: IBKiTSB NAAN, 28.

5. Korniyenko S. I., Balan V. M., Puzik L. M. *ta in.* (2012). *Tekhnolohiya vyroshchuvannya nasinnya tsukrovyykh i kormovykh buryakiv u Skhidnomu Lisostepu*

Ukrayiny. Metodychni rekomendatsiyi. Kharkiv.: KHNAU im. Dokuchayeva, 62.

6. Kyrychenko N. M. (1994). *Bezvysadochnoe semenovodstvo v Ukrayne. Sakharnaya svekla*. №10. P.13.

7. Motruk I. N. (2003). *Upravlinnya produktsiynym protsesom vyroshchuvannya nasinnya kormovykh buryakiv v umovakh pivdenno-zakhidnoyi chastyny Lisostepu Ukrayiny: avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk: 06.01.14 / ITSB UAAN*. K.: 40.

8. (2003) *Deklaratsiynyy patent na vynakhid № 55133A Ukrayina, MPK 7A01S1/00. Prystriy dlya pidhotovky nasinnya do sivby*. M. V. Royik, P. O. Voytyuk, M. P. Volokha; *zayavnyk i vlasnyk Instytut tsukrovyykh buryakiv UAAN. № 2002075487; zayav. 04.07.2002; opub. 17.03.2003, Byul. № 3*.

9. (1985). *Prohresyvna tekhnolohiya vyroshchuvannya kormovykh buryakiv na korm i nasinnya. Metodychni rekomendatsiyi*. K.: UkrNDI zemlerobstva, 15.

10. Fomichov A. M., Antoniv P. S. (1992). *Desykatsiya nasinnykh kormovykh buryakiv*. *Visnyk ahraryoi nauky*. № 4. P. 45-46.

11. Fomichov A. M., Atamanyuk O. M., Yarosh YU. M. (1996). *Tekhnolohiya vyroshchuvannya kormovykh buryakiv na nasinnya v Lisostepu Ukrayiny. Zb. naukovyykh prats' Instytutu zemlerobstva UAAN*. K.: Ahroprom, P. 23-30.

УСКОРЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ

О. В. Балагура, В. Н. Балан, Н. П. Волоха

Аннотация. Ускоренное развитие животноводства, особенно крупного рогатого скота, требует значительного количества сочных кормов, среди которых одним из лучших являются корнеплоды свеклы кормовой. Биологический потенциал современных сортов и гибридов кормовой свеклы в определенной мере реализуется высококачественными семенами, что обусловлено комплексом эколого-биотических и антропогенных факторов. В этом контексте очень важно выращивание маточников и семенников свеклы кормовой по признаку, в первом случае, высокого выхода маточников, во втором – высококачественных семян, что в конечном итоге позволит повысить коэффициент размножения (КР) сортов и гибридов кормовой свеклы до 1000 и более.

Балагура О. В., Балан В. М., Волоха М. П.

Статья посвящена теоретико-экспериментальному обоснованию параметров адаптивной технологии выращивания маточников и семенников свеклы кормовой, которая благодаря совершенствованию основных технологических приемов при производственной проверке в среднем за три года (2014-2016 гг.) обеспечила увеличение КР в 1,4 раза по сравнению с обычной технологией.

Ключевые слова: *адаптивная технология, сроки сева, норма высева, фон и площадь питания, выход маточников, урожайность семян, всхожесть и коэффициент размножения*

SPEEDED BREEDING OF VARIETIES AND HYBRIDS OF FODDER BEET

O. V. Balagura, V. N. Balan, N. P. Volokha

Abstract. *The accelerated development of animal husbandry, especially cattle, requires a considerable amount of juicy forage, among which some of the best are the roots of fodder beet. The biological potential of modern varieties and hybrids of fodder beet to some extent is realized by high quality seeds, which is caused by a complex of ecological-biotic and anthropogenic factors. In this context, it is very important to grow queen beet and seed beet on the grounds of, in the first case, high yield of seed beet, in the second - high quality seed, which will eventually increase the multiplication rate (KR) of varieties and hybrids of beet forage to 1000 or more.*

The article is devoted to the theoretical and experimental substantiation of the parameters of adaptive technology for the cultivation of uterine beet and seed beet fodder, which, thanks to the improvement of the basic technological methods in the production test, on average for three years (2014-2016), has increased the CP by 1.4 times compared to the usual one.

Key words: *adaptive technology, sowing time, sowing rate, background and area of CP supply, yield of uterus, germination and seed reproduction rate bread winter wheat, seedling, osmotic stress, sucrose, mannitol, sorbitol, drought tolerance, early diagnosis*

ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ БЕЛАДОНИ (*ATROPA BELLADONNA* L.) НА ПРОДУКТИВНІСТЬ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**О. І. РУДНИК-ІВАЩЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук**О. Я. ЯРУТА**, молодший науковий співробітник*Інститут садівництва НААН України*

E-mail: Helha_@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.008>

Анотація. *Висвітлено стан обробітку лікарської культури беладони в Україні. Описано ботаніко-систематичні і біологічні особливості цієї рослини. У результаті досліджень встановлено норми висіву беладони в умовах Київської області. Зроблено висновки про перспективність вирощування беладони в нехарактерною для неї зоні з метою отримання високих і сталих врожайів, що забезпечить фармацевтичну галузь країни якісною сировиною.*

Експериментальні дослідження проводили на базі Інституту садівництва. Об'єктом досліджень була популяція беладони, отримана по фонду обміну з науково-дослідними установами. Відбір і оцінку індивідуальних рослин проводили за біоморфологічними, господарсько-цінними ознаками і за змістом суми алкалоїдів у сировині. Наші дослідження були зосереджені на інтродукції та вивченні основних елементів агротехніки вирощування беладони.

Ключові слова: *сировина; вегетаційний період; насіння; морфологічні ознаки; алкалоїди*

Актуальність. Рід *Atropa* L. – беладона був виділений Карлом Ліннеєм в 1737 році. Раніше до цього роду відносили тільки два види: беладона звичайна або європейська – *Atropa belladonna* L. і беладона іспанська – *Atropa baccata* Willk. Завдяки детальному вивченню роду *Atropa* L. систематиками К. Крейер, А.А. Гроссгейма, В.К. Блиновских і М.С. Шатило [1, 2], виділені як самостійні ще три види: *Atropa belladonna nigra* з антоціанним забарвленням стебла, *Atropa belladonna lutra* з зеленим стеблом і *Atropa acuminata* Miers.

На сьогодні рід беладони включає шість видів, з яких три

зустрічаються на території колишнього СРСР [3].

Основним видом є беладона звичайна або європейська. У каріологічному відношенні цей вид має диплоїдне число хромосом $2n = 72$, рідше 50 [4].

Беладона – багаторічна трав'яниста рослина з сімейства Пасльонові (*Solanaceae*) з добре розвиненою кореневою системою. Ця рослина дворічного циклу вегетації (фаза плодоношення). Стебло пряме, у верхній частині гіллясте, висотою до двох метрів. Необхідно відзначити, що в деякі роки в умовах Лісостепу України в дослідках Інституту садівництва НААНУ рослини

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

культури формували висоту до трьох метрів. Листки чергові, коротко-черешкові, в основному розміщені попарно, прості, широко-ланцетовидні або яйцевподібно-еліптичні, загострені, цілокраї, довжиною до 20 см і більше, і шириною до 12 см. Квітки – дзвіночки, поодинокі або парні, пониклі, розташовані в розвилках стебла і в пазухах листя. Чашечка не опадаюча, п'яти зубчата, до часу дозрівання плоду форма стає майже зірчастої і чашолистки відгинаються вниз.

Віночок завдовжки 2-3 см і до 1,5 см в діаметрі, буро-фіолетовий або брудно-пурпуровий, біля основи жовто-бурий з фіолетовими прожилками. Тичинок – 5, біля основи вони волокнисті. Плід – двогнізда багато-насінна фіолетово-чорна, блискуча, соковита ягода завбільшки з вишню. Насіння округло-ниркоподібні, бурі, з комірчастою поверхнею (1,5-2 мм довжини). Маса 1000 насінин 0,6-1,36 м Цвіте в умовах Лісостепу України з червня місяця до кінця вегетаційного періоду, плодоносить з липня [5, 6].

Зелене свіже листя беладони мають наркотичний запах, на смак солонуваті і дуже гіркі, тоді як коріння рослини на початку вегетації солодкуваті, в процесі росту та розвитку стають дуже гіркі.

Ареал беладони – Приатлантична зона, Середземномор'ї, Балкани, Крим. У

природних умовах зустрічається в Карпатах і в інших районах Західної України, гірничо-лісових районах Криму і на Північному Кавказі – по Кубані і Терека, Західному Закавказзі, Абхазії, Грузії, Азербайджані. Зрідка зустрічається в Молдавії [7]. Виростає на висоті від 200 до 1700 м над рівнем моря, на пухких перегнійних ґрунтах, переважно під пологом букових лісів, поодинокі або невеликими заростями, на узліссях, лісових вирубках, по лісових ярах і берегів річок [8]. Дикорослі запаси беладони практично зведені до мінімуму і, отже, не можуть забезпечити потреби в сировині цієї культури [9]. Крім того, ця рослина знаходиться під охороною і внесено до Червоної книги [5]. У зв'язку з цим беладона успішно введена в культуру і вирощується в багатьох країнах: в Україні, Македонії, Пакистані, США, Бразилії, Болгарії. В Індії та Індонезії культивується вид «Індійська беладона» *Atropa acuminata* Miens [10, 11].

З метою забезпечення медичної промисловості сировиною беладони виникла необхідність у просуванні цієї рослини в райони, які не властиві цій теплолюбній культурі зокрема, у Лісостепову зону країни. Актуальність досліджень визначається стабільним попитом на лікарську сировину беладони і необхідністю створення вітчизняної сировинної бази.

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

Метою досліджень було вивчення біологічних особливостей росту і розвитку *Atropa belladonna* L. при інтродукції в умовах Київської області та розробка основних агротехнічних елементів вирощування беладони для забезпечення фармацевтичної промисловості стабільною сировинною базою.

Для досягнення мети ставили завдання - визначити норми і терміни висіву беладони в умовах лісостепової зони України для її широкого впровадження у виробництво, а також спроба культивування беладони в Київській області – зоні з порівняно континентальним кліматом і відносно меншою сумою ефективних температур.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження проводили на базі Інституту садівництва. Об'єктом досліджень була популяція беладони, отримана по фонду обміну з науково-дослідними установами. Відбір і оцінку індивідуальних рослин проводили за біоморфологічними, господарсько-цінними ознаками і за змістом суми алкалоїдів у сировині. Наші дослідження були зосереджені на інтродукції та вивченні основних елементів агротехніки вирощування беладони.

Результати та їх обговорення. Беладона - теплолюбна рослина, лімітована умовами перезимівлі та

при вирощуванні потребує умовах відносно м'якого клімату.

У зв'язку з культивуванням беладони в Київській області, зовсім інших ґрунтово-кліматичних умовах, ніж в Криму, виникла необхідність в уточненні ряду агротехнічних прийомів, вивчених для умов Криму, а також в розробці і впровадженні нових агротехнологічних операцій.

Величина норми висіву поряд з якістю насіння істотно впливає на отримання вирівняних сходів, оптимальної густоти стояння на ріст рослин, врожайність і якість сировини. Зрідженість і ярусність сходів, як правило, визначаються низькою польовою схожістю. Довільне збільшення норми висіву при цьому неприпустимо, оскільки воно сприяє збільшенню вартості додаткового посівного матеріалу, а також витрат праці на формування оптимальної густоти стояння рослин.

Оптимальна норма висіву насіння беладони для зони її вирощування – Криму встановлена в розмірі 8 кг/га на підставі робіт, поведених А.К. Бондаренко та ін. [12]. Ця норма висіву була включена в агротехнічні рекомендації щодо вирощування цієї культури, і при проведенні дослідів використовувалася нами в якості контролю.

Прийняті нами норми висіву склали 4, 6, 8 і 10 млн. шт. /га схожих насінин. З урахуванням маси 1000 насінин до грама, і лабораторної

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

схожості 80 %, на гектар сіяли 4, 6, 8 і 10 кг/га (табл. 1).

1. Кількість сходів і щільність травостою беладини в залежності від норми висіву насіння, 2015-2018 рр.

Ознаки	Норма висіву, г/м ² (кг/га)			
	0,4(4)	0,6(6)	0,8(8)	0,10(10)
1	2	3	4	5
2015 рік (весняна сівба)				
Кількість сходів на 1 п.м.	9,5±0,4	14,0±0,6	19,5±0,8	25,0±1,0
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	8,2±0,5	12,7±0,5	16,4±0,6	21,3±1,0
2016 рік (весняна сівба)				
Кількість сходів на 1 п.м.	17,0±0,6	20,0±0,5	29,5±1,2	31,0±1,2
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	14,4±0,4	16,8±0,6	23,0±1,0	21,4± 1,1
Озима сівба(2015-2016 рр.)				
Кількість сходів на 1 п.м.	4,2±0,1	9,8±0,5	16,4±0,6	22,3±0,9
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	3,6±0,1	8,3±0,4	14,0±0,5	18,2±0,7
2017 рік(весняна сівба)				
Кількість сходів на 1 п.м.	15,0±0,6	19±0,6	28±1,2	30±1,3
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	10,2±0,5	15,4±0,6	20,6±1,0	19,2±1,0
Озимасівба (2016-2017 рр.)				
Кількість сходів на 1 п.м.	3,8±0,1	7,5±0,2	11,7±0,4	18,8±0,7
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	2,1±0,1	6,8±0,2	9,1±0,3	14,6±0,5
2018 рік(весняна сівба)				
Кількість сходів на 1 п.м.	13,0±0,5	17,2±0,5	26,0±1,1	29,0±1,2
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	9,3±0,4	14,3±0,5	19,1±1,0	18,3±1,0
Озимасівба(2017-2018 рр.)				
Кількість сходів на 1 п.м.	4,5±0,1	7,7±0,2	12,3±0,3	19,3±0,7
Кількість рослин на 1 п.м. перед збором урожаю	2,7±0,1	6,9±0,2	9,6±0,3	15,5±0,5
Середнє за 2015–2018 рр.				
Весняна сівба				
Кількість сходів на 1 п.м.	13,6±0,5	17,6±0,5	25,8±0,9	28,8±1,1

У процесі досліджень було встановлено, що для беладини характерний тривалий період від

висіву до сходів. У наших дослідах масові сходи з'являлися через 30-32 діб після висіву. Мінімальна кількість

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

сходів на одному погонному метрі ряду відзначено у варіанті з нормою висіву 4 кг / га. По роках вона коливалася від 9,5 до 17,0 шт. при висіві навесні і від 4,2 до 9,0 шт. – під зиму. Максимальна кількість сходів спостерігали у варіанті з 10 кг/га висіву, де воно змінювалося від 25,0 до 31,5 і від 22,3 до 27,2 шт. на 1 п. м. Польова схожість насіння за варіантами досвіду змінювалася від 36 до 51 %.

Метеорологічні умови суттєво впливали на проростання насіння. Прохолодна погода, що встановилася в травні 2018 року, сприяла їх недружного проростання і формуванню порівняно розріджених сходів.

Кількість рослин на одному погонному метрі ряду перед збором сировини у перший рік вегетації зменшувалася незначно. У процесі досліджень було встановлено, що густі посіви (варіанти з нормою висіву 8 і 10 кг/га) проріджуються дещо більше, ніж при нормі висіву 4 і 6 кг/га. У зрідженій густоті травостою зазнали пошкодження в процесі догляду за посівами (культиваторами при міжрядних обробках, ручним інструментом при прополюванні бур'янів, ураженні шкідниками і хворобами і т.д.). Однак ці пошкодження в рівній мірі стосувалися всіх варіантів досвіду, отже, основу само зріджених посівів в основному визначала щільність травостою.

Результати чотирирічних досліджень показали, що практично всі норми висіву, за винятком 4 кг/га під зиму, забезпечували нормальну густоту стояння рослин. При висіві під зиму норма висіву 4 кг/га є недостатньою. Подальше вивчення впливу норм висіву на господарсько-цінні ознаки рослин беладони проводилося тільки на досвіді з весняним висівом. Різні норми висіву в наших дослідах істотно не впливали на розвиток однорічних рослин. Спостереженнями встановлено, що рослини беладони вступали в окремі фенологічні фази свого розвитку практично одночасно. У той же час в перший рік вегетації ріст рослин більш інтенсивно проходив у варіантах з меншими нормами висіву (табл. 2).

У варіанті з нормою висіву 4 кг/га в перший рік вегетації рослини були більш високорослими, ніж в контролі (8 кг/га). Подальше збільшення норми висіву до 10 кг / га сприяло деякому зниженню висоти рослин.

Урожайність повітряно-сухої трави за варіантами змінювалася від 14,4 до 16,5 ц/га. У перший рік життя вона виявилася мінімальною у варіанті з нормою висіву 4 кг / га, що, мабуть, було обумовлено меншою кількістю рослин в ряду. У варіанті з нормою висіву 6 кг/га була відзначена найвища врожайність повітряно-сухої трави 16,5 ц/га, істотно перевищила варіант з мінімальною нормою висіву,

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

хоча і залишалася на рівні контролю. Відмінність врожайності сировини у варіантах при нормі висіву 6-10 кг / га

насіння беладони були в межах помилки досвіду.

2. Вплив норм висіву насіння беладони на морфологічні та господарсько-цінні ознаки першого року вегетації, середнє за 2015-2018 рр.

Ознаки	Норма висіву насіння г/м ² (кг/га)				НІР ₀₅
	0,4(4)	0,6(6)	0,8(8)	1,0 (10)	
Висота рослин, см	46,9±2,1	44,5±1,8	43,2±1,9	41,3±2,0	
Відсоткове співвідношення стебел	33,6	35,1	38,5	42,7	
-листіків і квіток	66,4	64,9	61,5	57,3	
Врожайність сировини (сухої біомаси) ц/га	14,4	16,5	16,1	15,2	2,0
Вміст алкалоїдів в біомасі, %	0,46	0,42	0,41	0,39	0,09
Врожайність насіння, ц/га.	0,49	0,47	0,43	0,36	0,12

Результати аналізу сировини показали, що в перший рік вегетації зі зменшенням норми висіву в сировину збільшувалася процентно-ваговий вміст листя – найбільш цінного компонента сировини. Так, з нормою висіву 4 кг/га частка листя і квіток в сировину склала 66,4, тоді як на варіанті 10 кг/га – 57,3 %. З урахуванням такого співвідношення у варіанті з мінімальною нормою висіву насіння (4 кг / га) відзначена тенденція до збільшення діючих речовин у листо-стебловій масі, проте різниця за вмістом суми алкалоїдів між варіантами виявилася несуттєвою.

Висновки. 1. У результаті експериментальних досліджень встановлено можливість вирощування беладони як

багаторічну культуру в новій ґрунтово-кліматичній зоні України. В умовах Київської області беладона проходить повний цикл сезонного розвитку; в перший рік вегетації рясно цвіте, формує задовільний одноукісний урожай якісної сировини (16-18 ц / га) і забезпечує часткове дозрівання плодів. У другій і подальші роки вегетації беладона досягає максимальної врожайності насіння (2,5-2,9 ц / га) і повітряно-сухої трави при двохукісній технології обробітку (28-30 ц / га) з вмістом алкалоїдів в траві 0,40-0,49%.

2. Для ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України встановлено оптимальні норми висіву беладони в кількості 6 млн. Насіння при

Рудник-Іващенко О. І., Ярута О.А.

весняному висіві і 8 млн. – при осінньому, які відповідають 6 і 8 кг/га.

Список використаних джерел

1. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описової морфології вищих рослин. Плід. Л.: Наука, 1986. 392 с.
2. Крейер Г.К., Пашкевич В.В. Культура лікарських рослин. Л., М., 1934. С. 200-202.
3. Атлас ареалів і ресурсів лікарських рослин СРСР. М., 1980. 340 с.
4. Хромосомні числа квіткових рослин / Під редак. А.А. Федорова. Л.: Наука, 1969. С. 619.
5. Червона книга СРСР. Рідкісні і знаходяться під загрозою зникнення види тварин і рослин. М., 1978. С. 43.
6. Куперман Ф.М. Морфологія рослин. М.: Вища школа. 1984. С. 240.
7. Рабинович А.М., Рабинович С.А. Лікарські рослини Росії. М.: Арнебія, 2005. С. 63-66.
8. Задорожний А.М., Кошкін А.Г., Соколов С.Я., Шретер А.І. Беладонна (Красавка). Довідник з лікарських рослин. М., 1989. С. 60-62.
9. Гладун Я.Д. Кіт С.М., Пучинский А.Н. Зникаючі рослини Карпат (беладона лікарська і плавуни) В кн., 50 років Чорноморському держзаповідника. 1978. С.38-39.
10. Муравйова Д.М. Тропічні та субтропічні лікарські рослини. М.: Медицина 1997. С. 176.
11. Dimitrijevic R. Uvodjenje u kulturuvelebilja (Atropabelladonna L.) Arh. poljopr. Nauke. 1960. Vol. 13, №39. P. 104-107.
12. Питання агротехніки вирощування лікарських культур / Бондаренко А.К., Савенко Б.І., Фоменко К.П., Брикін А.І. Беладона. М., 1978. Ч.2. С. 6-11.

References

1. Artyushenko ZT, Fedorov AA Atlas on descriptive morphology of higher plants. Fruit. L.: Science, 1986. 392 p.
2. Kraye GK, Pashkevich VV Culture of medicinal plants. L., M., 1934. S. 200-202.
3. Atlas of habitats and resources of medicinal plants of the USSR. M., 1980. 340 p.
4. Chromosomal numbers of flowering plants / Ed. A.A. Fedorov. L.: Science, 1969. С. 619.
5. The Red Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants. M., 1978. P. 43.
6. Cuperman F.M. Plant morphophysiology. M.: High school. 1984. P. 240.
7. A. Rabinovich, S.A. Rabinovich. Medicinal plants of Russia. M.: Arnebia, 2005. pp. 63-66.
8. Zadorozhny AM, Koshkin AG, Sokolov SY, Shreter Atropa Belladonna (Krasavka). Directory of medicinal plants. M., 1989. S. 60-62.
9. Gladun YD Keith SM, Puchinsky AN Endangered Carpathian Plants (belladonna medicinal and reptiles) In the book, 50 years of the Black Sea State Reserve. 1978. P.38-39.
10. Muravyova DM Tropical and subtropical medicinal plants. M.: Medicine 1997. P. 176.
11. Dimitrijevic R. An Introduction to the Culture of the Atelier (Atropa belladonna L.) Arh. agr. Sciences. 1960. Vol. 13, No. 39. P.104-107.
12. Questions of agrotechnics for growing medicinal crops / Bondarenko AK, Savenko BI, Fomenko KP, Brikin AI Belladonna. M., 1978. Part 2. Pp. 6- 1.

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА КРАСАВКИ (ATROPA BELLADONNA L.) НА ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О. И. Рудник-Иващенко, О.А. Ярута.

Аннотація. Освещено состояние возделывания лекарственной культуры белладонны в Украине. Описаны ботанико-систематические и биологические особенности этого растения. В результате исследований установлены нормы

Рудник-Івашенко О. І., Ярута О.А.

высева красавки в условиях Киевской области. Сделаны выводы о перспективности выращивания белладонны в нехарактерной для неё зоне с целью получения высоких и устойчивых урожаев, что обеспечит фармацевтическую отрасль страны качественным сырьем.

Ключевые слова: сырье; вегетационный период; семена; морфологические признаки; алкалоиды

INFLUENCE OF THE SOWING NORMS OF ATROPA BELLADONA L. ON THE PRODUCTIVITY IN THE CONDITION OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O. I. Rudnik-Ivashchenko, O. Ya. Yaruta

Abstract. The author has elucidated the state of the medicinal crop belladonna growing in Ukraine and described this plant systematic botanical and biological properties. The sowing, norms for variety Krasavka in the conditions of the Kiev region have been established as a result of the researches. The conclusions have been made that belladonna is perspective in this area unusual for it to obtain high and stable yield which will ensure the country's pharmaceutical industry with quality raw material.

Materials and methods of research. Experimental studies were conducted at the Institute of Horticulture, Ukraine. The subject of the study was a population of *Atropa belladonna* obtained from an exchange fund of research institutions. Selection and evaluation of individual plants was carried out on biomorphological, economically valuable grounds and on the content of the amount of alkaloids in raw materials. Our research has focused on the introduction and study of the basic elements of belladonna farming.

To achieve **the aim**, the task was to determine the norms and timing of sowing of belladonna in the conditions of the forest-steppe zone of Ukraine for its widespread introduction into production, as well as the attempt to cultivate belladonna in the Kyiv region – an area with a relatively continental climate.

As a **result** of experimental studies, the possibility of growing belladonna as a perennial crop in the new soil and climatic zone of Ukraine has been established. In the Kyiv region, Belladonna has a complete cycle of seasonal development; in the first year of vegetation blooms profusely, forms a satisfactory yield of good quality raw materials (16-18 c/ha) and provides partial ripening of the fruits. In the second and subsequent years of vegetation, belladonna reaches maximum seed yield (2.5-2.9 c/ha) and air-dry grass with two-stage cultivation technology (28-30 c / ha) with an alkaloid content in the grass of 0,40-0,49%.

For soil and climatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, optimal sowing rates of belladonna in the amount of 6 million have been established

Key words: raw material; seedling; growing season; seeds; alkaloids

Паламарчук І. І.

УДК 633/635.012:635.61:631.559 (477.4-292.485)

**ВПЛИВ СХЕМИ РОЗМІЩЕННЯ РОСЛИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ПЛОДІВ
ПАТИСОНА (*CUCURBITA PEPO VAR. MELOPEPO L.*) В УМОВАХ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ****І. І. ПАЛАМАРЧУК**, кандидат сільськогосподарських, старший викладач*Вінницький національний аграрний університет*

E-mail: palamar-inna86@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.009>

***Анотація.** Наведено результати досліджень з вивчення впливу схеми розміщення рослин на урожайність плодів патисона в умовах Правобережного Лісостепу. У досліді проводили фенологічні спостереження, біометричні вимірювання рослин і врожаю та облік врожайності патисона.*

Згідно одержаних даних раніше проходження фенологічних фаз росту і розвитку патисона відмічали за схеми розміщення 90x90 см, оскільки зменшення площі живлення призводило до відтягування вступу патисона у послідовую фазу росту і розвитку.

Проходження міжфазних періодів залежала від погодніх умов років досліджень та схеми розміщення рослин. На початкових фазах росту та розвитку патисона істотної різниці між настанням фаз у досліджуваних варіантів не спостерігалось. За тривалістю вегетаційного періоду досліджувані варіанти суттєво не відрізнялись. За схеми розміщення 90x90 см та 90x70 см даний міжфазний період становив – 125 діб, а за схеми розміщення 70x70 см та 90x50 – 124 доби, що на одну добу менше.

Із зменшенням площі живлення рослин довжина їх стебла збільшувалась, проте товщина стебла зменшувалась. За більш зріджених посівів рослини патисона формували більшу кількість листків, тоді як із збільшенням кількості рослин на площі їх кількість зменшувалась. Так, за схеми розміщення рослин 90x90 см кількість листків дорівнювала 25,5 шт./рослину, тоді як за схеми розміщення 90 × 50 см – 21,8 шт./рослину, що на 3,7 шт./рослину менше. Істотно більшу площу листків мали рослини за схеми розміщення 90x50 – 23,8 тис. м²/га та 70x70 см – 18,6 тис. м²/га, що на 12,3 та 7,1 тис. м²/га більше контрольного варіанту.

По величині зібраного врожаю спостерігається чітка залежність між густрою рослин і врожайністю патисона. Найбільшу врожайність за середніми даними забезпечили варіанти за схеми розміщення 90x50 см – 65,2 т/га та 70x70 см – 63,3 т/га, що на 20,5 та 22,4 т/га більше від контролю. Найбільшу кількість, масу та діаметр плодів на рослині відмічено за схеми розміщення рослин 90 × 90 см – 12,9 шт./рослину, 270 г та 12,5 см.

***Ключові слова:** патисон, сорт, схема розміщення, густина стояння, діаметр плоду, кількість плодів, маса плоду, біометричні показники, урожайність*

Паламарчук І. І.

Актуальність. Встановлення оптимальної схеми сівби та густоти стояння рослин є необхідною складовою технології вирощування культури, адже тільки за таких умов рослини можуть в повній мірі реалізувати свій потенціал як за продуктивністю, так і за якістю продукції. Найбільш ефективною площею живлення вважається така, яка забезпечує максимальний і високоякісний урожай з одиниці площі. Оптимальний розмір площі живлення залежить від виду овочевої рослини, родючості ґрунту, інтенсивності освітлення, тривалості вирощування культури та особливостей агротехніки [7]. Урожайність рослин патисона залежить від погодніх умов, особливо від суми активних температур і опадів [6]. Проте, схема розміщення рослин відіграє важливу роль у формуванні врожаю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Важливим резервом збільшення виробництва продукції овочівництва є впровадження сучасних технологій вирощування. Значна увага при їх розробці приділяється підвищенню врожайності овочевих культур з одночасним скороченням витрат на виробництво одиниці продукції. Завдяки досягненням науки розроблені та впроваджуються технології виробництва овочів, адаптовані до нинішніх ринкових умов [8].

Органічна маса однієї рослини зменшується зі зменшенням площі живлення, проте вона збільшується зі збільшенням кількості рослин на одиницю площі. Зі збільшенням густоти посадки підвищується показник загальної сухої фітомаси. За зріджених насаджень рослини добре освітлюються, поліпшуються умови ґрунтового живлення, в результаті врожай кожної рослини зростає. Однак зі збільшенням площі живлення урожай зазвичай підвищується повільніше, ніж у разі загушення рослин на тій самій площі [9].

Мета. Вивчення впливу схеми розміщення рослин на урожайність плодів патисона в умовах Правобережного Лісостепу.

Методи. Дослідження з вивчення впливу схеми розміщення рослин на урожайність плодів патисона проводили у 2016-2018 роках на дослідному полі Вінницького НАУ. Ґрунт дослідного поля Вінницького НАУ – сірий лісовий, середньосуглинковий, характеризується за такими показниками: вміст гумусу середній і становить 2,4 %, забезпеченість P_2O_5 – 21,2 мг /100 г ґрунту, а K_2O низька на рівні 9,2 мг /100 г ґрунту. Кислотність ґрунту наближена до нейтральної. Польові досліді закладали (рендомізованими блоками). Схему досліду розробляли згідно методики дослідної справи [1]. Під час

Паламарчук І. І.

проведення досліджень проводили спостереження, обліки, обрахунки.

Сівбу насіння проводили за рекомендованими для зони строками в I декаді травня. Дослід налічував 4 варіанти, повторність досліду чотириразова. Варіантами досліду були такі схеми розміщення рослин: 90×90 (12,3 тис. шт./га), 90×70 (15,9 тис. шт./га), 70×70 (20,4 тис. шт./га), 90×50 (22,2 тис. шт./га).

Технологія вирощування патисона була загальноприйнята для зони. Спосіб вирощування – безрозсадний. Напрямок рядів був з півночі на південь. Під час проведення експериментальної роботи використовували польовий, статистичний і лабораторний методи досліджень. Під час проведення досліджень відмічали початок і масову появу сходів, появу першого, третього та п'ятого справжніх листків, фазу бутонізації, цвітіння чоловічих та жіночих квіток, початок формування плоду, початок технічної стиглості і кінець плодоношення рослин патисона.

Протягом вегетаційного періоду рослин проводили біометричні вимірювання, а саме: визначали довжину стебла за допомогою мірної лінійки, товщину стебла – штангенциркулем, кількість листків методом підрахунку [1, 4], площу листків – за допомогою мірної лінійки, вимірюючи довжину і

ширину листка та застосовуючи коефіцієнт форми листка за методикою В. І. Камчатного, Г. А. Синковец [3].

Плоди патисона збирали вибірково у міру їх формування 3–4 рази на тиждень згідно з вимогами діючого стандарту – «ДСТУ 6016:2008 Огірок, кабачок, патисон. Технологія вирощування. Загальні вимоги» [2]. Маса плодів з кожної ділянки окремо визначали методом зважування, діаметр плодів вимірювали за допомогою штангенциркуля. Одержані в досліді показники врожаю патисона обробляли методом дисперсійного аналізу [5].

Результати. За результатами проведених досліджень встановлено вплив схеми розміщення рослин на проходження фенологічних фаз (табл. 1.).

Згідно одержаних даних на появу поодиноких сходів, схема розміщення рослин патисона особливого впливу не виявила, так як поодинокі сходи за схем розміщення 70×70 та 90×50 см, з'явилися 16.05, за схем розміщення 90×90 та 90×70 см відбулась на одну добу раніше 15.05. Масові сходи на варіанті за схеми розміщення 90×90 см та 90×70 см відмічали – 18.05, тоді як за схеми розміщення 70×70 см та 90×50 см – 19.05.

Паламарчук І. І.

1. Дати настання фенологічних фаз у рослин патисона, сорту Перлінка залежно від схеми розміщення рослин. Середнє за 2016-2018 рр.

Схема розміщення рослин, см	Площа живлення, м ²	Густина стояння рослин, тис. шт./га	Сходи		Поява листка		
			поодинокі	масові	1-го	3-го	5-го
90 × 90 (К*)	0,81	12,3	15.05	18.05	23.05	26.05	28.05
90 × 70	0,63	15,9	15.05	18.05	23.05	26.05	28.05
70 × 70	0,49	20,4	16.05	19.05	24.05	27.05	29.05
90 × 50	0,45	22,2	16.05	19.05	24.05	27.05	29.05

(К*) – контроль

У цілому по досліді таку ж закономірність спостерігали і при появі чергових листків. Так, появу першого, третього та п'ятого листків відмічали, за схеми розміщення 90 × 90 см і 90 × 70 см – 23.05, 26.05, 28.06. За схеми розміщення 70 × 70 см, 90 × 50 см – 24.05, 27.05, 29.06 відповідно.

Під час фенологічних спостережень було відмічено фазу початку цвітіння чоловічих і жіночих квіток (табл. 2), початок плодоношення та кінець

вегетаційного періоду. Швидше цвітіння чоловічих та жіночих квіток розпочалось на контрольному варіанті – 16.06 та 21.06 відповідно, що на одну добу раніше ніж за схеми розміщення 90x70 см та на дві доби раніше ніж за схеми розміщення 70x70 см та 90x50 см. Фазу початку технічної стиглості відмічали раніше за схеми розміщення рослин 90x90 см – 25.06, тоді як на варіанті за схеми розміщення 90x50 см – 29.06, що на 4 доби пізніше.

2. Дати настання фенологічних фаз у рослин патисона, сорту Перлінка залежно від схеми розміщення рослин. Середнє за 2016-2018 рр.

Схема розміщення рослин, см	Площа живлення рослини, м ²	Густина стояння рослин, тис. шт./га	Цвітіння		Початок технічної стиглості	Кінець вегетаційного періоду
			чоловічих	жіночих		
90 × 90 (К*)	0,81	12,3	16.06	21.06	25.06	20.09
90 × 70	0,63	15,9	17.06	22.06	27.06	20.09
70 × 70	0,49	20,4	18.06	23.06	28.06	20.09
90 × 50	0,45	22,2	18.06	23.06	29.06	20.09

(К*) – контроль

Кінець вегетаційного періоду на усіх досліджуваних варіантах було

зафіксовано 20.09, що пов'язано зі зниженням температури.

Паламарчук І. І.

Тривалість міжфазних періодів рослин патисона наведена у таблиці 3. Проходження міжфазних періодів залежала від погодніх умов років досліджень та схеми розміщення рослин. На початкових фазах росту та

розвитку патисона істотної різниці між настанням фаз у досліджуваних варіантів не спостерігалось. Так, поодинокі сходи відмічали на 10-11 добу після сівби, масові – на 13-14 добу.

3. Тривалість міжфазних періодів рослин патисона, сорту Перлінка залежно від схеми розміщення рослин. Середнє за 2016-2018 рр.

Схема розміщення, см	Площа живлення, м ²	Густина стояння рослин, тис. шт./га	Діб від сівби до		Формування листка, діб від масових сходів			Масові сходи – початок формування плоду	Тривалість вегетаційного періоду	Тривалість плодоношення
			поодиноких сходів	масових сходів	1 – го	3 – го	5 – го			
90 × 90 (К*)	0,81	12,3	10	13	5	8	10	38	125	87
90 × 70	0,63	15,9	10	13	5	8	10	40	125	85
70 × 70	0,49	20,4	11	14	5	8	10	40	124	84
90 × 50	0,45	22,2	11	14	5	8	10	41	124	83

(К*) – контроль

Коротшим періодом від масових сходів до початку формування плоду відзначився варіант за схеми розміщення 90х90 см (контроль) – 38 діб. Найдовшим даний період було зафіксовано на варіанті за схеми розміщення 90х50 см – 41діб, що на 3 доби триваліший порівняно з контролем.

Тривалість вегетаційного періоду характеризує ступінь скоростиглості сортів і залежить не тільки від біологічних особливостей самої культури чи сорту, а й від технологічних прийомів вирощування. За тривалістю вегетаційного періоду досліджувані варіанти суттєво не відрізнялись. За

схеми розміщення 90х90 см та 90х70 см даний міжфазний період становив – 125 діб, а за схеми розміщення 70х70 см та 90х50 – 124 доби, що на одну добу менше.

За результатами проведених досліджень встановлено вплив схеми розміщення на біометричні параметри рослин (табл. 4). Встановлено, що із зменшення площі живлення рослин довжина їх стебла збільшувалась, проте товщина стебла зменшувалась. Найбільша довжина стебла була відмічена за схеми розміщення 90 × 50 см – 71,8 см, що на 7,3 см більше від контролю.

Паламарчук І. І.

4. Біометричні показники рослин патисона сорту Перлінка у фазі технічної стиглості залежно від схеми розміщення рослин. Середнє за 2016-2018 рр.

Схема розміщення рослин, см	Площа живлення рослини м ²	Густина стояння рослин, тис. шт./га	Довжина стебла, см	Товщина стебла, мм	Кількість листків, шт./рослину	Площа листків, тис. м ² /га
90 × 90 (К*)	0,81	12,3	64,5	31,6	25,5	11,5
90 × 70	0,63	15,9	65,8	30,8	22,8	16,4
70 × 70	0,49	20,4	67,7	30,2	22,3	18,6
90 × 50	0,45	22,2	71,8	29,4	21,8	23,8

(К*) – контроль

На варіантах за схеми розміщення 90х70 см та 70х70 см довжина стебла складала 65,8 см та 67,7 см, що більше контролю на 1,3-3,2 см. Тоді як товщина стебла більшою була на контрольному варіанті – 31,6 мм, а найменшим цей показник був за схеми розміщення 90х70 см – 29,4 мм. Аналізом встановлено сильний зворотній зв'язок між довжиною та товщиною стебла ($r=-0,96\pm 0,19$) та сильний прямий зв'язок між площею живлення та товщиною стебла ($r=0,96\pm 0,19$).

За більш зріджених посівів рослини патисона формували більшу кількість листків, тоді як із збільшенням кількості рослин на площі їх кількість зменшувалась. Так, за схеми розміщення рослин 90х90 см кількість листків дорівнювала 25,5 шт./рослину, тоді як за схеми розміщення 90 × 50 см – 21,8 шт./рослину, що на 3,7 шт./рослину. Існує сильна пряма кореляційна

залежність між товщиною стебла та кількістю листків на рослині ($r=0,92\pm 0,23$) та сильна пряма залежність між площею живлення і кількістю листків ($r=0,96\pm 0,19$).

Істотно більшу площу листків мали рослини за схеми розміщення 90х50 – 23,8 тис. м²/га та 70х70 см – 18,6 тис. м²/га, що на 12,3 та 7,1 тис. м²/га більше контрольного варіанту. Найменша площа листків була за схеми розміщення рослин 90х90 см – 11,5 тис. м²/га. Аналізом встановлено сильну пряму кореляційну залежність між довжиною стебла та площею листків ($r=0,97\pm 0,18$), а також сильний зворотній зв'язок між площею живлення та площею листків ($r=-0,95\pm 0,24$).

По величині зібраного врожаю спостерігається чітка залежність між густиною рослин і врожайністю патисона (табл. 5).

Паламарчук І. І.

5. Товарна врожайність та біометричні показники продукції плодів патисона сорту Перлінка залежно від схеми розміщення рослин. Середнє за 2016-2018 рр.

Схема розміщення рослин, см	Площа живлення рослини, м ²	Густота стояння рослин, тис. шт./га	Урожайність, т/га				±, до контролю	Біометричні показники продукції патисона (середнє за 2016–2018 рр.)		
			2016 р.	2017 р.	2018 р.	середнє		кількість плодів, шт./рослину	маса плоду, г	діаметр плоду, см
90 × 90 (К*)	0,81	12,7	34,7	35,8	57,9	42,8	-	12,9	270	12,6
90 × 70	0,63	15,8	42,2	52,5	65,3	53,3	+7,4	12,5	270	12,1
70 × 70	0,49	20,4	50,3	63,8	75,8	63,3	+20,5	11,7	265	11,8
90 × 50	0,45	22,2	52,1	65,3	78,2	65,2	+22,4	11,3	260	11,5
НІР _{0,5}			2,1	1,0	1,5			–		

(К*) – контроль

Найбільшу врожайність за середніми даними забезпечили варіанти за схеми розміщення 90x50 см – 65,2 т/га та 70x70 см – 63,3 т/га, що на 20,5 та 22,4 т/га більше контролю. Найменша врожайність була за схеми розміщення 90x90 см (контроль) – 42,8 т/га. Істотність даної різниці підтверджено результатами дисперсійного аналізу по роках досліджень. Найменш врожайним виявився 2016 рік, що пов'язано з найменш сприятливими погодними умовами під час вирощування культури. Аналізом встановлено сильний прямий зв'язок між врожайністю та площею листків ($r=0,94\pm 0,25$).

Для визначення якості продукції патисона сорту Перлінка, проводили вимірювання біометричних показників плодів під час збору

врожаю. Найменшу кількість плодів патисона було відмічено у схемі: 90 × 50 см – 11,3 шт./рослину, що на 1,6 шт./рослину менше контролю. Найбільшу кількість плодів на рослині відмічено за схеми розміщення рослин 90 × 90 см – 12,9 шт./рослину. Між урожайністю та кількістю плодів існує сильний зворотній зв'язок ($r=-0,97\pm 0,10$), тобто із збільшенням густоти стояння рослин урожайність однієї рослини зменшується, проте за рахунок більшої кількості рослин на площі загальна урожайність культури зростає.

Найбільша маса плоду була відмічена у варіантах за схеми розміщення 90x90 см та 90x70 см – 270 г. Істотно менша маса плоду була відмічена у варіантів за схеми розміщення 90x50 см – 260 г, що на

Паламарчук І. І.

10,0 г менше від контролю. Встановлено сильну кореляційну залежність між кількістю плодів на рослині та масою плоду ($r=0,95\pm 0,18$).

Найбільший діаметр плоду був у варіанті за схеми розміщення 90x50 см – 12,5 см, що більше за контроль на 0,9 см. Усі досліджувані варіанти мали вищі показники діаметру плоду відносно контрольного варіанту. Найменший даний показник був у варіанті за схеми розміщення 90x90 см – 11,6 см. Доведено сильний прямий зв'язок між масою плоду та діаметром плоду ($r=0,89\pm 0,20$).

Висновки і перспективи. Отже, схема розміщення рослин не впливала суттєво на проходження фаз розвитку

Список використаних джерел

1. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Х.: Основа, 2001. 369 с.

2. ДСТУ 6016:2008 Огірок, кабачок, патисон. Технологія вирощування. Загальні вимоги. 11 с.

3. Камчатный В. И. Определение площади листьев овощных культур с цельнокрайней и рассеченной пластинками. *Вісник сільськогосподарської науки*. К.: Урожай. 1997. № 1. С. 35 – 36.

4. Лакін Г. Ф. Біометрія. М.: Вища шк., 1980. 294 с.

5. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції / Под ред. В. Ф. Мойсейченка. К.: УМКВО, 1992. 344 с.

6. Паламарчук І. І. Динаміка формування площі листків рослин патисона залежно від сортових особливостей в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. № 2 (78), 2019, 10 с

7. Паламарчук І.І. Вплив схеми розміщення рослин на урожайність плодів

патисона та його вегетаційний період. За показниками біометрії рослин відмічено вплив досліджуваного фактора. Найбільшу площу листків мали рослини за схеми розміщення 90x50 – 23,8 тис. м²/га та 70x70 см – 18,6 тис. м²/га, що на 12,3 та 7,1 тис. м²/га більше контрольного варіанту. Найбільшу врожайність за роки досліджень забезпечили варіанти за схеми розміщення 90x50 см – 65,2 т/га та 70x70 см – 63,3 т/га, що на 20,5 та 22,4 т/га більше від контролю. Для вирощування плодів патисона в умовах Лісостепу Правобережного проводити сівбу насіння за схемами 70x70 см та 90x90 см, які забезпечують приріст врожаю 20,5 та 22,4 т/га.

кабачка в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник Сумського НАУ*. Суми. 2013. Вип. 3 (25). С. 141–143.

8. Яковенко К. І. Сучасні технології в овочівництві. *Харків: ІОБ УААН*, 2001. 128 с.

9. Яровий Г., Щербина Є. Вплив схеми розміщення рослин на врожайність капусти кольрабі. *Збірник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва*, 2017. 22(2). С.71-73.

References

1. Bondarenko H. L. (2001) *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental work in vegetable and melon]. Kh.: Osnova, 369. [in Ukrainian].

2. DSTU 6016:2008 Ohirok, kabachok, patyson. *Tekhnolohiia vyroshchuvannia. Zahalni vymohy* [DSTU vegetable 6016: a 2008 Cucumber, marrow, patisson. Technology of growing. General requirements]. 11. [in Ukrainian].

3. Kamchatnui V. Y. (1997) *Opredelenye ploshchady lystev ovoshchnukh kultur s tselnokrajnei y rassechennoi plastynkamy* [Determination of the area of

Паламарчук І. І.

leaves of vegetable crops with whole and dissected plates]. *Visnyk silskohospodarskoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. K.: Urozhai. 1. 35 – 36. [in Russian].

4. Lakin H. F. (1980). *Biometriia [Biometry]*. M.: Vyshcha shk., 294. [in Ukrainian].

5. (1992) *Osnovy naukovykh doslidzhen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnologii zberihannia plodoovochevoi produktsii [Fundamentals of scientific research in fruit growing, vegetable growing, viticulture and storage technology of fruit and vegetable production]* / Pod red. V. F. Moiseichenka. K.: UMKVO. 344. [in Ukrainian].

6. Palamarchuk I. I. (2019) *Dinamika formuvannya ploschi listkiv roslin patisona zalezno vid sortovih osoblivostey v umovah pravoberezhnogo lisostepu ukrayini [Dynamics of leaf area formation of patison plants depending on varietal features in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine.]. Naukovi dopovidi NUBIP Ukrayini*

– *Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. 2 (78). 10. [in Ukrainian].

7. Palamarchuk I. I. (2013) *Vpliv shemi rozmischennya roslin na urozhaynist plodiv kabachka v umovah Lisostepu Pravoberezhnogo [Influence of the scheme of plant placement on the yield of zucchini fruits in the conditions of the Forest Steppe of the Right Bank]. Visnik Sumskogo NAU – Bulletin of Sumy NAU*. Vip. 3 (25). Sumi. 141–143. [in Ukrainian].

8. Yakovenko K. I. (2001) *Suchasni tehnologiyi v ovochivnytstvi [Modern technologies in vegetable growing]. Harkiv: IOB UAAN*. 128. [in Ukrainian].

9. Yaroviy G., Scherbina E. (2017) *Vpliv shemi rozmischennya roslin na vrozhaynist kapusti kohlrabi [Influence of plant placement scheme on kohlrabi cabbage yield]. Zbirnik Harkivskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu Im. V. V. Dokuchaeva – Collection of Kharkiv National Agrarian University. V.V. Dokuchaev*. 22(2). 71-73.

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПЛОДОВ ПАТИССОНА (*CUCURBITA PEPO VAR. MELOPEPO L.*) В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ.

И. И. Паламарчук

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению влияния схемы размещения растений на урожайность плодов патиссона в условиях Правобережной Лесостепи. В опыте проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения растений и урожая и учет урожайности патиссонов.

Согласно полученных данных ранее прохождения фенологических фаз роста и развития патиссона отмечали за схемы размещения 90х90 см, так как уменьшение площади питания приводило к оттягиванию вступления патиссона в последующую фазу роста и развития.

Прохождение межфазных периодов зависело от погодных условий в годы исследований и схемы размещения растений. На начальных фазах роста и развития патиссона существенной разницы между наступлением фаз в исследуемых вариантах не наблюдалось. По продолжительности вегетационного периода исследуемые варианты существенно не отличались. По схемам размещения 90х90 см и 90х70 см межфазный период составил – 125 суток, а за схемы размещения 70х70 см и 90х50 – 124 суток, что на одни сутки меньше.

Паламарчук І. І.

С уменьшением площади питания растений длина их стебля увеличивалась, однако толщина стебля уменьшалась. С уменьшением количества растений на площади патиссоны формировали большее количество листьев, тогда как с увеличением количества растений на площади их количество уменьшалось. Так, по схеме размещения растений 90x90 см количество листьев равнялась 25,5 шт. / растение, тогда как за схемы размещения 90 × 50 см – 21,8 шт. / растение, что на 3,7 шт. / растение меньше. Существенно большую площадь листьев имели растения по схеме размещения 90x50 – 23,8 тыс. м² / га и 70x70 см – 18,6 тыс. м² / га, что на 12,3 и 7,1 тыс. м² / га больше контрольного варианта.

По величине собранного урожая наблюдается четкая зависимость между плотностью размещения растений и урожайностью патиссонов. Наибольшую урожайность по средним данным обеспечили варианты по схеме размещения 90x50 см – 65,2 т / га и 70x70 см – 63,3 т / га, что на 20,5 и 22,4 т / га больше контроля. Наибольшее количество, массу и диаметр плодов на растении отмечено по схеме размещения растений 90 × 90 см – 12,9 шт. / растение, 270 г и 12,5 см.

Ключевые слова: патиссон, сорт, схема размещения, густота стояния, диаметр плода, количество плодов, масса плода, биометрические показатели, урожайность

INFLUENCE OF PLAN PLACEMENT PLANTS ON YIELD OF PATISSON (*CUCURBITA PEPO* VAR. *MELOPEPO* L.) FRUITS UNDER CONDITIONS OF RIGHT SHORE STEPPE

I. I. Palamarchuk

Annotation. *The results of studies on the impact of the scheme and the placement of plants on the yield of patisson in the conditions of right Bank forest-Steppe. The experiment was carried out phenological observations, biometric measurements of plants and yield and the accounting yield of patisson.*

According to the data obtained informed the passage of phenological phases of growth and development of patisson noted for layouts 90x90 cm, as the decrease in the area of nutrition led to delaying the introduction of patisson in the next phase of growth and development.

The passage of the interphase periods depends on weather conditions in years of research and layout of plants. During the initial phases of growth and development of patisson a significant difference between the occurrence of phases in the investigated variants was not observed. For the duration of the vegetation period of the studied variants were not significantly different. Schemes embed 90x90 cm and 90x70 cm in the interphase period was 125 days, and the layout of 70x70 cm and 90x50 – 124 days, which is one day less.

With the decrease in the area of power plants the length of stem increased, but the thickness of the stem decreased. With the decrease in the number of plants per square patisson formed a greater number of leaves, whereas the increase in the number of plants per area, their number decreased. So, in the scheme of plants 90x90 cm

Паламарчук І. І.

number of leaves equal to 25,5 pcs. / plant, whereas the scheme 90 × 50 cm – 21,8 pcs. / plant, which is 3.7 pcs / plant less.

Significantly larger leaf area had plants in the scheme 90x50 – 23,8 thousand m² / ha and 70x70 cm to 18.6 thousand m² / ha, 12.3 and 7.1 thousand m² / ha more than control variant.

The magnitude of the harvest there is a clear correlation between density of plants and yield of patisson. The highest yield on average according to provided options for the scheme 90x50 cm 65,2 t / ha and 70x70 cm to 63.3 t / ha, 20.5 and 22.4 t / ha more control. The largest number, weight and diameter of fruits per plant was in the layout of plants 90 x 90 cm – 12,9 pcs. / plant, 270 g and 12.5 cm

Key words: *patisson, variety, layout, density of the Exodus, the diameter of the fetus, number of fetuses, fetal weight, biometric indices, yield*

ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ**Л. В. ЦЕНТИЛО**, кандидат сільськогосподарських наук*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: tsyuk@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.010>

***Анотація.** Викладено результати стаціонарних досліджень впливу систем удобрення та обробітку ґрунту чорнозему типового глибокого в десятипільній сівозміні на його водні властивості ґрунту. Встановлено, що польова вологоємність ґрунту збільшилася на 8,6–10,8 % за органічної та органо-мінеральної системи удобрення порівняно з контролем. Запаси доступної вологи в орному 0–30 см шарі ґрунту на початку і в кінці вегетації були вищими на 18,0–14,1 % за органо-мінеральної і мінеральної системи удобрення. Вищими запасами доступної вологи на 29 % характеризується варіант мілкового безпліцевого порівняно з диференційованим обробітку.*

***Ключові слова:** доступна волога, вологоємність, обробіток ґрунту, система удобрення*

Постановка проблеми.

Важливу роль у збільшенні продуктивності сільськогосподарських культур відіграє правильне застосування систем обробітку ґрунту, удобрення а також їх поєднання (взаємодія). Адже в умовах глобального потепління, зменшення кількості атмосферних опадів, традиційні системи основного обробітку ґрунту не завжди себе виправдовують. Тому розробка та дослідження нових систем основного обробітку ґрунту та їх поєднання із системами удобрення є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою ланкою у створенні ефективної родючості ґрунту є водний режим. Вода входить до складу тіла рослин, бере участь у синтезі органічних речовин,

підтримує тургор у клітинах, запобігає перегріванню рослин. Вона впливає на процеси росту коренів, як зовнішній фактор, який підсилює, або зменшує механічний опір ґрунту. Основним джерелом забезпечення рослин доступною вологою є атмосферні опади і зрошення. Під час вегетації культур особливо важливим є розподіл опадів. На початку весняної вегетації запаси продуктивної вологи як в орному, так і в метровому шарі ґрунту складають 70-80 % граничної польової вологоємності [2].

Наукові дослідження та виробнича практика свідчать про те, що в умовах Лісостепу України достатня кількість атмосферних опадів, за їх ефективного використання дозволяє збирати

Центилю Л. В.

високі врожаї сільськогосподарських культур. Однак, значну кількість продуктивної вологи ґрунт втрачає через низку причин: внаслідок поверхневого стоку талих та дощових вод, фізичного випаровування – навесні та влітку. Науково-технічний прогрес в сучасному землеробстві досяг небувалого розвитку. Потенціальні можливості підвищення продуктивності

сільськогосподарських ґрунтів надзвичайно великі. В Україні за використання тільки 2 % фотосинтетичної активної радіації (ФАР) протягом вегетаційного періоду можна щорічно отримувати понад 125 ц сухої маси органічної речовини з гектара. Системи удобрення у вирішенні такого надзвичайно важливого завдання мають вирішальне значення [5]. Сприятливі фізичні властивості і режими ґрунтів – одна з неодмінних умов прояву ґрунтової родючості, отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур.

Водозабезпеченість рослин залежить від властивостей ґрунту, кількості та інтенсивності опадів – розподілу в часі, що в сукупності складає водний баланс [6, 8].

Важливого значення у регулюванні водного режиму надається обробіткови ґрунту, зокрема основному. На думку переважної більшості вчених, глибокий зяблевий (основний) обробіток ґрунту значно більшою мірою сприяє

нагромадженню і збереженню вологи у ґрунті, ніж звичайний і поверхневий [1]. Існують і інші погляди. Зокрема, за твердженням А.І. Пупоніна, глибина і способи основного обробітку ґрунту не впливають на процеси нагромадження вологи [4].

Питання систем обробітку ґрунту та удобрення під буряки цукрові наразі вивчені недостатньо.

Об'єкт досліджень – ґрунтове середовище й агрофітоценози буряків цукрових.

Завдання проведених досліджень – визначення впливу основного обробітку ґрунту та удобрення в зерно-просапній сівозміні на зміни водних властивостей ґрунту. Тестовою культурою для визначення цього впливу стали буряки цукрові.

Предметом досліджень у досліді стала технологічна оцінка варіантів обробітку ґрунту та удобрення.

Мета досліджень з'ясувати залежність накопичення доступної вологи чорнозему типового глибокого від системи основного обробітку ґрунту та удобрення.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі ТОВ «Агрофірма Колос» (2011 – 2017 рр.) Сквирського району Київської області у стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі й просторі. Ґрунт

Центило Л. В.

дослідного поля – чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі з вмістом гумусу в оброблювальному шарі 4,2 – 4,5 %, рН сольової витяжки 7,0 – 7,2, ємність вбирання 31 мл. еквівалент на 100 г ґрунту.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У даній сівозміні застосовується три рівні удобрення із розрахунку на 1 га сівозмінної площі: за мінеральної системи – компост 4,5 т + $N_{80}P_{96}K_{108}$; орґано–мінеральної – компост 4,5 т + $N_{40}P_{48}K_{54}$ + 3,5 т побічна продукція і сидеральна маса та орґанічної – компост 4,5 т + 3,0 т побічна продукція і сидеральна маса. Тестовою культурою була пшениця озима після люцерни. У досліді застосовували такі добрива: компост, амічна селітра, суперфосфот гранульований і калій хлористий.

Другий фактор який вивчали були системи основного обробітку ґрунту: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований в Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни п'ять оранок, два поверхневих обробітки під пшеницю озиму після сої і кукурудзи на силос і один плоскорізний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни дві оранки під буряки цукрові та соняшник під

решту культур безполицеві обробітки; 3) мілкий безполицевий обробіток під всі культури сівозміни. Площа ділянок – 240 м², повторність варіантів у досліді чотириразова. Ґрунтові зразки відбирали до глибини 25 см.

Дослідження водних властивостей ґрунту проводили на початку та в кінці вегетації за методами: найменша вологоємність – методом заливних ділянок після визначення водопроникності; доступні запаси вологи у ґрунті (ДСТУ ISO 16586:2005).

Результати досліджень. Кращі умови забезпечення рослин вологою складаються за оптимальної структури ґрунту та будови його оброблюваного шару. Під їх впливом спостерігали істотне зростання показників польової вологоємності ґрунту. Звичайно на цей показник об'єктивно впливали різниця в дозах внесених мінеральних добрив та обробітків ґрунту. Здатність ґрунту накопичувати і утримувати вологу визначається в природі його властивістю, яка носить назву польової вологоємності. Серед компонентів ґрунту більша вологоємність властива для орґанічної речовини і менша – для мінеральної частини. Отже, ймовірно збільшення вологоємності ґрунту можна очікувати за тих систем удобрення, які пов'язані зі збагаченням його орґанікою.

Центило Л. В.

Істотне на 8,6–10,8 % удобрення порівняно із контролем збільшення польової вологоємності ґрунту на варіантах органічної і органо-мінеральної системи (табл. 1).

1. Польова вологоємність чорнозему типового в (0–20 см) шарі ґрунту за вирощування буряків цукрових, % до абсолютно сухої маси (2015–2017 рр.)

Система удобрення	Варіанти обробітку ґрунту			Середнє по системі удобрення
	Диференційований (контроль)	Полицево-безполицевий	Мілкий безполицевий різноглибинний	
Без добрив	32,0	34,2	31,2	32,4
Органічна	36,4	36,1	35,2	35,9
Органо-мінеральна	35,0	36,8	33,8	35,2
Мінеральна	30,2	32,6	31,2	31,3
Середнє по обробітку ґрунту	33,4	34,9	32,8	
НІР ₀₅	1,22	1,35	1,28	

Нашими дослідженнями відмічено тенденцію до збільшення польової вологоємності ґрунту за полицево-безполицевого обробітку ґрунту, польова вологоємність ґрунту коливалась в межах 30–36,8 % до абсолютно сухої маси ґрунту, що становить 80–90 % від повної вологоємності чорнозему типового. Це вказує на утеплюючий ефект мульчі, відсутність плужної підшви, кращу збереженість вертикально орієнтованих макробіопор і більш високу водопроникність на варіанті із

полицево-безполицевим обробітком ґрунту. Величина природної польової вологоємності ґрунту та застосовані у досліді технології справили відповідний вплив на запаси доступної вологи у ґрунті, які були визначені на початку весняної вегетації культур та перед збиранням їх урожаю.

На початок вегетації буряків цукрових за вмістом доступної вологи в шарі 0–30 см ґрунту нами не було відмічено істотного впливу систем удобрення (рис. 1.).

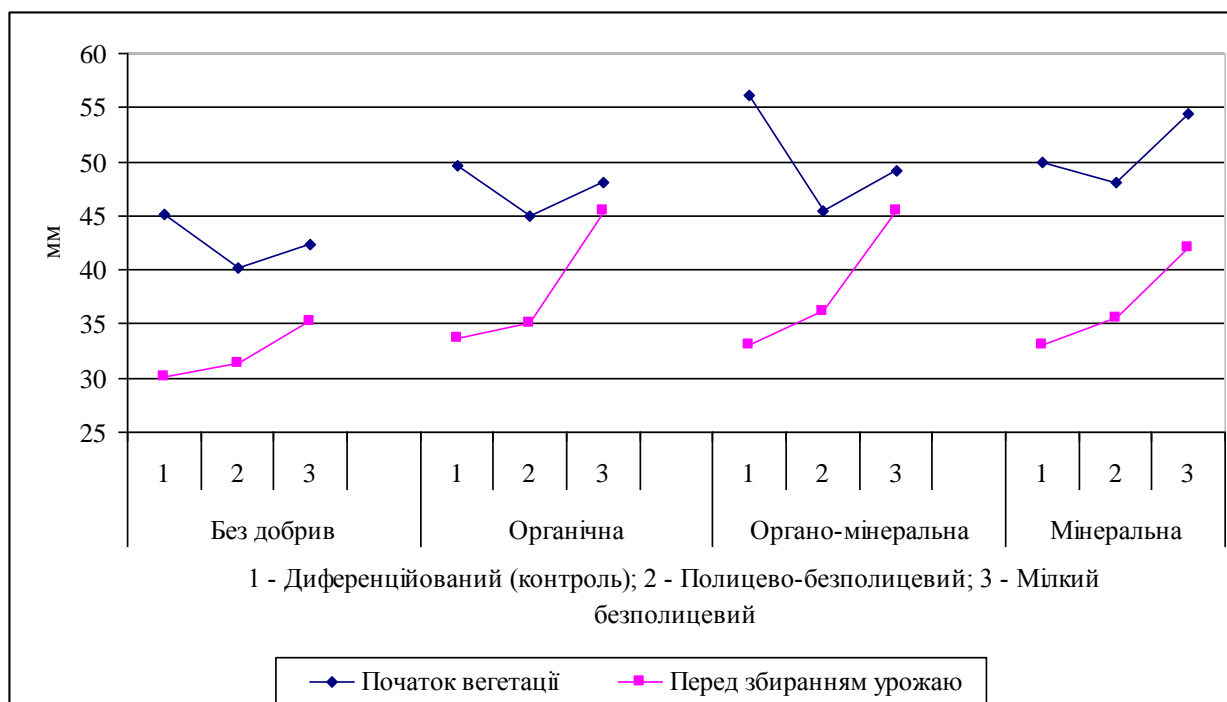


Рис. 1 Запаси лоступної вологи в 0 – 30 см шарі ґрунту, мм (2011 – 2017 рр.)

На варіанті без внесення добрив доступної вологи в орному 0–30 см шарі ґрунту на початку вегетації знаходились на рівні 42 мм, варіанти із використанням органічних і мінеральних добрив вміст вологи знаходився в межах 49–51 мм, що значно перевищують контроль. Істотно вищий вміст доступної вологи в орному 0–30 см шарі ґрунту спостерігали за диференційованою обробіткою. Визначення цього показника перед збиранням врожаю показало, що системи удобрення істотно не впливали на запас вологи у ґрунті.

На період збирання буряків цукрових вміст вологи в ґрунті значно зменшився. У результаті процесів фізичного випаровування, десукції і капілярного підйому волога із нижніх шарів перемістилась у верхню

частину ґрунтової товщі. При цьому переваги мілкої безполицевої обробітці над полицево-безполицевим на варіанті де використовували оранку – зберігалась. Більш високими кінцевими вологозапасами за мілкої безполицевої обробітці сприяла наявність мульчі і кращий розвиток листкового апарату, які затіняли ґрунт, охороняли ґрунтову вологу від непродуктивного випаровування [7].

Вищими запасами доступної вологи характеризується варіант мілкої безполицевої обробітці, так вміст вологи було більше порівняно з контролем на 29 % [3].

Висновки.

Сприятливі умови для накопичення й збереження доступної вологи спостерігали на мінеральній та органо-мінеральній системі

Центилю Л. В.

удобрення за мілкого безполицевого обробітку ґрунту. Утримання вологи ґрунтом покращується завдяки

створенню дрібногрудочкуватого шару ґрунту.

Список використаних джерел

1. Грицай А.Д., Коломиец Н.В. Дифференциация пахотного слоя в зависимости от обработки. Земледелие. 1981. № 8. С. 15–17.

2. Примак І.Д., Манько Ю.П., Рідей Н.М. та ін. Екологічні проблеми землеробства / за ред. І.Д. Примака. К.: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

3. Крижанівський В. Г. Вологозабезпеченість рослин гороху, пшениці озимої та буряку цукрового за різних заходів основного обробітку. Вісник Сумського НАУ. 2015. Вип. 3 (29). С.96-98.

4. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. М.: Колос, 1984. 184 с.

5. Примак І.Д., Вергунов В.А., Рошко В.Г. та ін. Системи землеробства: історія їх розвитку і наукові основи / за ред. І.Д. Примака. Біла Церква, 2004. 528 с.

6. Соловинко В.Д., Тютюнов С.И., Уваров Г.И. Воспроизводство плодородия почв и рост продуктивности сельскохозяйственных культур Центрального Черноземного региона. Белгород: «Отчий край», 2012. 256 с.

7. Цюк О. А. Вологозабезпеченість буряків цукрових за різних систем землеробства. Цукрові буряки. 2010. №3. С. 20-22.

8. Under P.W. Organic matter, nutrient, and pH distribution in no-tillage and conventional tillage semiarid soils. *Agronomy journal*. 1991. Vol. 83. P. 186–189.

References

1. Gritsay AD, Kolomiets N.V. (1981). *Differentsiatsiya pahotnogo sloya v zavisimosti ot obrabotki* [Differentiation of the arable layer depending on the processing]. *Agriculture*. No. 8. P. 15-17.

2. Prymak I.D., Man'ko Ju.P., Ridej N.M. ta in. (2010). *Ekologichni problemy zemlerobstva* [Ecological problems of earthmoving] / Za red. I.D. Prymaka. K.: Centr uchbovoi' literatury, 456.

3. Kryzhanivskyy V.G. (2015). *Vologozabezpechenist roslin gorohu, pshenici ozimoyi ta buryaku cukrovogo za riznih zahodiv osnovnogo obrobittku*. [Water content of peas, winter wheat and sugar beet plants for various measures of basic cultivation]. *Visnyk Sumy NAU*. Vip. 3(29). p.96-98.

4. Pyponin A.I. (1984). *Obrabotka pochvy v intensivnom zemledelii Nечерноземной зоны* [Soil cultivation in the intensive agriculture of the non-chernozem zone]. M.:Kolos, 184.

5. Prymak I.D., Vergunov V.A., Roshko V.G. ta in. (2004). *Systemy zemlerobstva: istorija i'h rozvytku i naukovi osnovy*. [Earthmoving Systems: History of Development and Science] / za red. I.D. Prymaka. Bila Cerква, 528.

6. Solovunko V. D, Tybynov S. I., Uvarov G. I. (2012). *Vosproizvodstvo plodorodiya pochv i rost produktivnosti selskohozyaystvennyih kultur Tsentralnogo Chernozemnogo regiona*. [Reproduction of soil fertility and productivity growth of agricultural crops in the Central Black Earth region]. Belgorod: "Father land", 256.

7. Tsyuk O. A. (2010). *Vologozabezpechenist buryakiv cukrovih za riznih sistem zemlerobstva*. [Water content of beets of sugar for different systems of agriculture]. *Sugar beet*. №3. P. 20-22.

8. Under P.W. (1991). Organic matter, nutrient, and pH distribution in non-tillage and conventional tillage semiarid soils. *Agronomy journal*. Vol. 83. P. 186-189.

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЯ

Л. В. Центило

Аннотация. Изложены результаты стационарных исследований влияния систем удобрения и обработки почвы чернозема типичного глубокого в десятипольном севообороте на его водные свойства почвы. Установлено, что полевая влагоемкость почвы увеличилась на 8,6-10,8 % по органической и органоминеральной системы удобрения по сравнению с контролем. Запасы доступной влаги в пахотном 0-30 см слое почвы в начале и в конце вегетации были выше на 18,0-14,1 % по органоминеральной и минеральной системы удобрения. Выше запасами доступной влаги на 29 % характеризуется вариант мелкой безотвальной по сравнению с дифференцированной обработкой.

Ключевые слова: доступная влага, влагоемкость, обработка почвы, система удобрения

VEGETABLE PROPERTIES OF SULFUR BUTTERS FROM DEPENDING ON GROUND AND FERTILIZER PROCESSING SYSTEMS

L. V. Tsentilo

Abstract. The results of stationary researches on the influence of fertilizer and tillage systems of typical deep-grained chernozem in ten-year crop rotation on its water properties of soil are presented. It was established that the field moisture content of the soil increased by 8,6-10,8 % for the organic and organo-mineral fertilizer system compared to the control. Inventory of available moisture in arable 0-30 cm layer of soil in the beginning and at the end of the vegetation were higher by 18.0-14,1 % for the organomineral and mineral fertilizer system. The highest reserves of available moisture of 29 % are characterized by the option of shallow bellows compared to differentiated cultivation.

Key words: available moisture, moisture content, soil tillage, fertilizer system

ВПЛИВ ПРОБІОТИКУ ПРОТЕКТО-АКТИВ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ТЕЛЯТ, ПРОДУКТИВНІСТЬ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ТА ЯКІСТЬ ЯЛОВИЧИНИ

В. П. ЛЯСОТА¹, доктор ветеринарних наук, професор
E-mail: lyasota777@gmail.com

С. А. ТКАЧУК², доктор ветеринарних наук, професор
E-mail: ohdin@ukr.net

Б. М. ТЕРЕШКО¹, кандидат сільськогосподарських наук

Т. М. ПРИЛІШКО³, доктор сільськогосподарських наук, професор

Н. В. БУКАЛОВА¹, кандидат ветеринарних наук, доцент

Н. М. БОГАТКО¹, кандидат ветеринарних наук, доцент

Л. Б. САВЧУК³, кандидат ветеринарних наук, доцент

А. В. КОЛОДКА¹, аспірант

¹*Білоцерківський національний аграрний університет*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

³*Подільський державний аграрно-технічний університет*

<https://doi.org/10.31548/dopovid2019.05.011>

***Анотація.** Застосування пробіотиків за вигодування молодняку великої рогатої худоби значно поліпшить збереженість телят. Пробіотичні препарати є одними із найсучасніших способів корекції адаптаційних можливостей організму телят за впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища, у тому числі за переведення телят раннього постнатального періоду на замітники натурального молока (ЗНМ). Відомо, що саме пробіотики спроможні забезпечити інтенсивний ріст, розвиток та високу збереженість молодняку. Тому проведення досліджень щодо вивчення ефективності їх впливу на організм телят, доцільності застосування та визначення економічної ефективності за їх впровадження становлять науковий і практичний інтерес.*

У науково-виробничому досліді використано 50 телят-аналогів, вік яких на початок дослідження становив від п'яти до десяти діб. Було сформовано дві групи телят Голштинської породи: одна дослідна та одна контрольна по 25 голів у кожній. Середня маса тіла за народження телят становила $35,53 \pm 0,91$ і $36,75 \pm 0,77$ кг відповідно.

Використовували зоотехнічні, зоогігієнічні, біохімічні, фізико-хімічні, економічні та статистичні методи досліджень.

Установлено позитивний вплив пробіотику Протекто-актив на збереженість, приріст маси тіла, інтер'єрні показники продуктивності дослідних тварин, якість одержаної від них яловичини, біологічну цінність м'яса та рентабельність виробництва.

Пероральне застосування пробіотичного препарату Протекто-актив у процесі вигодування телят раннього віку забезпечувало їх 100 % збереженість та значну

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

економію ресурсів для господарства завдяки економічній ефективності пробіотику: більші прирости живої маси тіла телят забезпечували чистий прибуток на 10,1 %, порівняно з приростами тварин контрольної групи (6480,10 грн. проти 5886,75 грн. відповідно). Собівартість 1 кг приросту маси тіла у дослідних телят була меншою на 1,39 грн., порівняно з телятами контрольної групи (9,86 грн. проти 11,25 грн. відповідно), прибуток – на одну гривню затрат був у 1,2 рази вищим і складав 1,39 грн. під час виробництва яловичини (7,64 грн. проти 6,25 грн. відповідно), рівень рентабельності – більший на 9,60 %, що дозволяє вважати пробіотик Протекто-актив перспективним, як кормової добавки, для його застосування у процесі вирощування телят раннього віку.

Ключові слова: молочне скотарство, раннє відлучення, пробіотик, продуктивність, якість яловичини

Актуальність. З метою пошуку економії ресурсів для забезпечення рентабельності молочної та м'ясних галузей, у господарствах застосовують новітні технології вирощування тварин із переведенням телят раннього віку на замітники натурального молока. В Україні, за даними статистики, на відміну від інших країн, упродовж року на годівлю телят витрачається близько 20 % молока від загального річного надою. Переведення телят раннього віку (до 10 діб) на замітники натурального молока (ЗНМ) провокує порушення нормальних функцій травного каналу через незрілість ферментативної, нервової, ендокринної та інших систем організму, що негативно впливає на ріст, розвиток та збереженість їх поголів'я [4].

Отже, нині актуальним є питання пошуку ефективних і екологічно безпечних засобів для забезпечення здоров'я, росту, розвитку та підвищення антиген неспецифічної

резистентності телят раннього віку з метою їх високої збереженості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В умовах інтенсифікації виробництва тваринницької продукції, зокрема, розвитку галузі молочного та м'ясного скотарства, важливого значення набувають питання годівлі, утримання молодняку та дорослої худоби, оскільки саме вони визначають ефективність не лише всього виробництва тваринницької продукції, але й безпечність, якість та рентабельність отриманого кінцевого продукту. Здатність молодняку великої рогатої худоби ефективно використовувати поживні речовини кормів на синтез білків, жирів та інших органічних речовин в організмі, низькі затрати кормів на одиницю продукції, інтенсивний перебіг процесів обміну в організмі, напруга функціональної діяльності всіх органів та систем організму телят раннього віку, завдяки балансу нормофлори травного каналу

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

дозволяє отримувати здорових, резистентних тварин та якісні, біологічно повноцінні й екологічно безпечні продукти тваринництва [6].

Нинішній стан доквілля, особливо у зоні діяльності тваринницьких господарств, перевищує адаптаційні можливості тварин, призводить до виникнення захворювань різної етіології, серед яких, у більшості випадків, причиною є функціональні порушення діяльності травного каналу. Науковці звертають увагу на те, що за порушення умов годівлі та утримання тварин, недотримання санітарно-гігієнічних вимог, відхід телят періоду новонародженості може сягати до 50,0 %. Нині на молочних фермах багатьох тваринницьких господарств України впроваджують новітні технології вирощування молодняку великої рогатої худоби з метою отримання більших об'ємів товарного молока, що створює серйозні проблеми через раннє, у 4–7 діб від народження, переведення телят на замітники натурального молока (ЗНМ) [7].

У тваринницьких господарствах Київської області за останні роки молочна галузь потерпає від загибелі телят раннього віку через причини, пов'язані з порушеннями функцій травного каналу за дисбалансу нормофлори кишечника і розвитку умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів [8, 9].

За вирощування молодняку великої рогатої худоби застосування пробіотиків значно поліпшить збереженість телят. Пробіотичні препарати є найсучаснішим способом корекції адаптаційних можливостей організму телят за впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища, у тому числі, за переведення телят раннього постнатального періоду на замітники натурального молока (ЗНМ). Відомо, що саме пробіотики здатні забезпечити інтенсивний ріст, розвиток та високу збереженість молодняку [10]. Пробіотики створюють на основі живих чи ліофілізованих бактерій із представників нормальної мікрофлори кишечника з їх метаболітами, стимуляторами росту та іншими біологічно активними речовинами [11]. Бактерії, які є основою пробіотиків, виконують важливу функцію захисту організму телят та забезпечують їх збереженість. Пробіотики поліпшують процеси травлення у телят за рахунок активації метаболізму вуглеводів, ліпідів, всмоктування поживних речовин, макро- і мікроелементів, підтримують кислотно-лужний, водний та електролітний баланс крові, тому безпосередньо і позитивно впливають на ріст та розвиток телят раннього віку. Метаболіти бактерій, що входять до складу пробіотиків, регулюють моторику та діяльність травного

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

каналу, що позитивно позначається на розвитку тварин, забезпечує їх збереженість та добре здоров'я. Встановлено, що захисна функція пробіотиків проявляється імуностимуляцією, із підвищенням активності фагоцитозу, синтезу секреторного IgA, інтерферону, зростанням функціональної активності імунокомпетентних клітин, індукції лімфокінів, що позитивно впливає на специфічні та неспецифічні фактори природної резистентності у телят раннього постнатального періоду, підтримуючи гомеостаз організму, забезпечуючи нормальний стан їх здоров'я [12, 13].

Мета дослідження – вивчення впливу вітчизняного пробіотику Протекто-актив на ріст живої маси тварин та якість яловичини.

Матеріали і методи дослідження. Науково-виробничі дослідження проводили в умовах: ПРАТ «Терезине», ТОВ імені Котовського Білоцерківського району, ТОВ «Агросолюшнс» Сквирського району Київської області. Основне базове господарство, в якому проводили експериментальну частину роботи – ПРАТ «Терезине». У інших господарствах повторно проводили дослідження для підтвердження отриманих раніше даних та впроваджували результати науково-виробничих досліджень.

У науково-виробничому досліді використано 50 телят-аналогів, вік

яких на початок дослідів становив від 5 до 10 діб. Було сформовано дві групи телят голштинської породи: одна дослідна та одна контрольна по 25 голів у кожній. Середня маса тіла за народження становила $35,53 \pm 0,91$ і $36,75 \pm 0,77$ кг відповідно.

У названих вище господарствах для вирощування телят застосовують схему, запропоновану аграрною компанією «Молоко», що включає основні концепції вирощування молодняку великої рогатої худоби за досвідом передових тваринницьких ферм Нідерландів, США, Канади, Англії та Франції. Схема годівлі телят у період новонародженості включає обов'язкові вимоги щодо випоювання молозива телятам не пізніше 30–60 хв після народження та добове його згодовування не менше 6 кг (за чотири даванки). Використовують заморожене молозиво (після попереднього розмороження) від корів 2–4 лактації. Молозиво підігривають до температури 35 °C та згодовують із соскової напувалки, що забезпечує рівномірне його надходження малими порціями в сичуг, де відбувається його перетравлення.

Характерною особливістю використовуваної схеми годівлі телят у господарстві, за застосування новітніх методів вирощування, є термін переведення телят на згодовування ЗНМ, а саме: на 4–7-му добу після народження телят переводять на годівлю заміником

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

незбираного молока Йоостен мілк S 500. Виробником цього замінника є фірма «Йоостен продакшн» (Нідерланди), а постачальником в Україні – ТзОВ «Провімі» (Львівська область). Виготовлення ЗНМ Йоостен мілк S 500 базується на молочних продуктах з додаванням соєво-протеїнового концентрату, рослинної (пальмової і кокосової) олії та вітамінно-мінерального преміксу.

Окрім того, за цією схемою годівлі в господарствах із 4–7-ї доби після народження телятам забезпечують необмежений доступ до стартерних комбікормів «Малюк», «Експрес».

Схема годівлі включає профілактику проносів та зневоднення організму. Тому, починаючи із дводенного віку, телятам випоюють підсолену (розчин NaCl з масовою часткою 1 %), переварену та охолоджену до температури 35 °С питну воду. Із 7-

добового віку телятам знижують температуру води для випоювання до 25 °С. За схемою годівлі телятам з 10-добового віку в раціон уводять сіно, поступово збільшуючи його даванку та доводячи її в 3-місячному віці до 1,3–1,4 кг; 6-місячному – до 3 кг на добу. Із 30-добового віку в раціон уводять соковиті корми (зелену масу); 40-добового – сінаж, 50-добового – силос. Раціони для телят молочного періоду складають, ураховуючи прирости маси тіла тварин.

Визначали показники збереженості, метаболізму та інтенсивності росту новонароджених телят, показники щодо впливу пробіотику Протекто-актив на організм телят за їх раннього (у 4–7-добовому віці) переведення на замінники натурального молока (ЗНМ) за застосування препарату у визначеній оптимальній дозі 3,0 г ($1,5 \times 10^9$ КУО/г) із розрахунку на 10 кг маси тіла (табл. 1).

1. Схема постановки експерименту щодо вивчення впливу оптимальної дози пробіотику Протекто-актив на збереженість, приріст живої маси телят та якість яловичини, n=25

Група	Склад раціону	
	Вирівнювальний період (12 діб)	Головний обліковий період (30 діб)
Контрольна	Основний раціон	Основний раціон
Дослідна	Основний раціон	ОР+ пробіотик Протекто-актив 3,0 г ($1,5 \times 10^9$ КУО/г) на 10 кг маси тіла

Пробіотичний препарат телятам задавали щодобово перорально, впродовж 30 діб, як домішку до замінника натурального молока

(ЗНМ) під час вранішнього випоювання. Після закінчення терміну експерименту було проведено зважування всіх телят,

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

визначено показники їх збереженості та інтенсивності росту.

Пробіотик Протекто-актив, розроблений «БТУ-Центр Біотехнологія» м. Ладизжин Вінницької області та Білоцерківським НАУ (ТУ У 15.07.–30165603–019:2009 і являє собою порошкоподібний препарат сірого забарвлення з масовою часткою води 5–7 %. До складу пробіотичного препарату входить ліофілізована культура молочнокислих бактерій *Lactobacillus bulgaricus delbrueckii* у кількості 10⁶–10⁹ КУО/см³, адсорбована на цеоліт, що належить до класу силікатів каркасної будови, є природним лікарським засобом та сприяє оптимізації катіонно-обмінних і адсорбційних процесів в організмі тварин.

Матеріалом для дослідження були проби найдовшого м'яза спини туш, які відбирали під час забою тварин (ТОВ «Візит» Білоцерківського району Київської області). Всього було досліджено 25 проб м'яса.

У процесі одержання яловичини дотримувалися санітарно-гігієнічних вимог щодо первинної обробки туш відповідно до «Ветеринарно-санітарних правил для боєнь, забійно-санітарних пунктів господарств та подвірного забою тварин» [1]. Ветеринарно-санітарне оцінювання туш великої рогатої худоби проводили в державній лабораторії

ветеринарно-санітарної експертизи, згідно з «Правилами передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів» [2].

Визначення біохімічних показників тваринницької продукції, одержаної під час забою дослідних і контрольних тварин, проводили за показниками масової частки води – за ДСТУ ISO 1442–2005; білка – ДСТУ ISO 937–2005; жиру – ГОСТ 23042–86 [10]; умісту загального фосфору – за ДСТУ ISO 2294–2005; умісту летких жирних кислот (ЛЖК) – за ГОСТ 23392–2016.

З метою виявлення яловичини NOR, PSE та DFD органолептично визначили колір, запах, консистенцію і соковитість м'яса на розрізі найдовшого м'яза спини, стан сухожилків, жиру, бульйону згідно з ГОСТ 7269–79, а також за величиною рН відразу після забою та дозрівання яловичих півтуш (24–48 год). Величину рН м'яса визначили потенціометричним методом із використанням рН-метра-150 згідно з ДСТУ ISO 2917–2001, уміст аміноамоніачного нітрогену в мг на 10 см³ м'ясо-водної витяжки в яловичині – за А.М. Софроновим.

Масову частку води в пробах яловичини визначали методом висушування в сушильній шафі за температури (150±2)°С згідно з ГОСТ 9793–74; золи – прискореним методом мінералізації в муфельній печі; білка – методом мінералізації за

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

К'ельдалем згідно з ГОСТ 25011–81; жиру – в апараті Соксклета згідно з ГОСТ 23042–86; глікогену – з антроновим реактивом; молочної кислоти – за Бертраном; триптофану – методом гідролізу та проведенням колірної реакції; оксипроліну – за ГОСТ 23041–78. Білково-якісний показник яловичини визначали за співвідношенням умісту триптофану до оксипроліну за методикою А.Т. Мисника та С.М. Белової.

Водо-зв'язувальну здатність м'яса визначали методом пресування за Грау і Гамма в модифікації Воловінської і Кельман, що ґрунтується на виділенні води з досліджуваної проби за легкого її пресування, сорбції виділеної води фільтрувальним папером і визначенні кількості води, що виділяється, за площею плями на фільтрувальному папері.

Біологічну цінність м'яса визначали за допомогою тест-культури *Tetrahymena pyriformis* (лабораторний штам WH14) відповідно до «Методичних вказівок щодо визначення інфузорії *Tetrahymena pyriformis* (мікрометод) для токсико-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води», 2004 [3, 5].

Вірогідність забезпечувалася аналізом досліджень, проведених у триразовій повторності. Отримані результати досліджень обробляли біометрично за методикою, описаною Антиповим Л.В. і Лакіним Г.Н. [3], з

використанням комп'ютерної програми Excel і комп'ютера Intel Celeron 333. Визначали середнє арифметичне (M), статистичну похибку середньої арифметичної (m) та вірогідність різниці між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (P) і таблицями Ст'юдента.

Результати середніх значень уважали статистично вірогідними за $P < 0,05^*$; $P < 0,01^{**}$.

Результати дослідження та їх обговорення. Передзабійний огляд тварин 18-місячного віку (після закінчення експерименту) показав, що вони мали округлі форми тулуба, добре розвинену мускулатуру; грудна клітка, спина, поперекова зона, круп були достатньо широкими; кістки скелета не виступали, були добре виповнені лопатки та стегна. Проте, за зважування тварин перед забоєм середня жива маса тіла тварин дослідної групи, яким попередньо застосовували пробіотик, на 7,1 % перевищувала такі показники у тварин контрольної групи.

Застосування пробіотичного препарату сприяло підвищенню інтенсивності обміну речовин та прискорювало темпи формування організму у тварин дослідної групи. Про це свідчать показники індексу інтенсивності росту тварин, а саме: у дослідній групі телят такий показник перевищував аналогічний у контрольних на 36,6 %, а індекс напруги росту у тварин дослідної

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

групи був у 1,4 рази вищий від контрольної.

Після забою усіх тварин було проведено ветеринарно-санітарну експертизу туш, голів, ліверу, передшлунків, кишечника із лімфатичними вузлами – білявушними, заглотковими, підщелепними, групою шийних,

міжреберних, середостінних, грудних, надколінних, підколінних, ниркових, порталних, брижі. За візуального оцінювання в оглянутих тканинах органів змін не виявлено.

Результати біохімічного дослідження проб м'язової тканини (найдовший м'яз спини), відібраних у забитих тварин, наведені у таблиці 2.

2. Хімічний склад м'язової тканини молодняка великої рогатої худоби за застосування пробіотику Протекто-актив, %, $M \pm m, n=12$

Показник	Група телят	
	дослідна	контрольна
Вода	59,0±0,53	62,7±0,39
Білок	16,8±0,015	16,4±0,026
Жир	18,4±0,27	15,6±0,48
Фосфор	17,2±0,11	15,2±0,17
Леткі жирні кислоти, мг/КОН, у 25 г продукту	0,57±0,005	0,65±0,012
Величина pH_1 (після забою)	6,9±0,23	6,8±0,25
Величина pH_{24} (через добу після забою)	6,0±0,25	5,9±0,43
Вітамін B_{12}	2,97±0,01	2,8±0,009
Водо-утримуюча здатність, %	65,0±2,19	52,3±2,31
Глікоген, мг%	232,25±10,21	225,12±6,89
Молочна кислота, мг%	634,17±16,74	682,11±21,57
Уміст глюкози, мг%	217,17±5,15	193,41±4,18
Триптофан, мг%	380,11±14,17	344,02±12,39
Окиспролін, мг%	72,71±2,32	78,15±3,17
БЯП	5,22±0,12	4,41±0,13

Аналіз результатів досліджень показав, що в усіх пробах м'яса через добу після забою тварин дослідної і контрольної груп показник рН варіював у межах від 5,8 до 6,0, що свідчило про його доброякісність. Застосування пробіотику Протекто-актив телятам раннього віку поліпшувало якість яловичини, про що свідчили наступні фізико-хімічні показники (%): різниця масової

частки води у м'язах дослідної і контрольної груп телят складала близько 3,7; масова частка білків була більшою у м'ясі дослідних тварин на 0,93; жирів – на 2,77; вітаміну B_{12} – на 0,17; водо-утримуюча здатність – на 12,73; уміст глікогену – на 7,13; глюкози – на 23,73; триптофану – на 36,09; білково-якісний показник – на 0,81 %, ніж у м'ясі контрольних.

За аналізом результатів досліджень з'ясовано, що молодняк дослідної групи, за попереднього згодовування пробіотику Протекто-актив, у подальшому краще засвоював і сполуки фосфору, оскільки масова частка фосфору в отриманій від них яловичині перевищувала аналогічні показники

від тварин контрольної групи на 1,94 %.

Для дослідження біологічної цінності відбирали проби найдовшого м'яза спини бичків віком 18 міс. та проводили їх токсико-біологічну оцінку за допомогою інфузорії *Tetrahymena pyriformis*, лабораторний штам WH14 (табл. 3).

3. Відносна біологічна цінність яловичини, $M \pm m$, $n=12$

Показник	Вік тварин, міс.	Кількість клітин, у 1 см ³ середовища	Відносна біологічна цінність, % від контролю (100 %)
Яловичина	Бички, 18		
Дослід		$(46,75 \pm 3,07) \times 10^4$	100,0
Контроль		$(942,22 \pm 1,17) \times 10^4$	97,0

Установлено, що у м'язах тварин, яким згодовували пробіотик Протекто-актив, даний показник становив 100 %, у м'язах тварин контрольної групи – 97 %. Отже, яловичина, отримана без застосування тваринам пробіотику, має дещо нижчу відносну біологічну

цінність (97 %). У всіх досліджуваних пробах яловичини (дослід, контроль) форма клітин *Tetrahymena pyriformis* була овально-витягнутою, без наявності випинань, вакуолізації, зморщування, рухалися вони прямолінійно, активно.

Висновки і перспективи.

1. Середня маса тіла тварин дослідної групи, яким попередньо застосовували пробіотик, на 7,1 % перевищувала показники у тварин контрольної групи. Показник індексу інтенсивності росту тварин у дослідній групі телят перевищував аналогічний у контрольних на 36,6 %, а індекс напруги росту у тварин дослідної групи був у 1,4 рази вищий від контрольної.

2. Масова частка білка у м'ясі дослідних тварин була більшою на 0,93 %; жирів – 2,77; вітаміну В12 – 0,17; водо-утримуюча здатність – 12,73; уміст глікогену – 7,13; глюкози – 23,73; триптофану – 36,09; білково-якісний показник – на 0,81 %, порівняно з м'ясом контрольних.

3. Біологічна цінність яловичини дослідної групи тварин була вищою, ніж у контрольних, на 3,0 %, що означає краще перетравлення, всмоктування та

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

засвоєння такого м'яса організмами найпростіших, а значить, і людини.

Список використаних джерел

1. Бутко М. П., Костенко Ю. Г. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясных продуктов. М., РИФ «Антиква», 2014. 607 с.

2. Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів. Затверджені наказом Голови Держдепартаменту ветеринарної медицини № 28 від 7.06. 2002 року та зареєстровані в Мінюсті України 21 червня 2002 року за № 524/6812. 2002.

3. Методики контролювання показників безпечності та якості харчових продуктів тваринного та рослинного походження: науково-методичні рекомендації / укл.: Н.М. Богатко, Н.В. Букалова, В.В. Сахнюк, Л.М. Богатко, Д. Л. Богатко. Біла Церква: Білоцерків. нац. аграр. ун-т. 2017. 130 с.

4. Statistical Information on food-borne disease in Europe. Microbiological and chemical hazard / FAO/WHO Conference in Food Safety and Quality. – Budapest (Hungary), 25–28 February 2002. 24 p.

5. Методичні рекомендації щодо здійснення державного ветеринарно-санітарного нагляду та контролю на підприємствах з виробництва м'яса та м'ясопродуктів у відповідності до міжнародних вимог / уклад. В. В. Касянчук, Н. Г. Черняк, Т. В. Полтавченко, Н. М. Богатко. Біла Церква: Білоцерків. держ. аграр. ун-т. 2004. 62 с.

6. Transcriptomics analysis of host liver and meta-transcriptome analysis of rumen epimural microbial community in young calves treated with artificial dosing of rumen content from adult donor cow / Li W. et al. Scientific Reports. 2019. Vol. 9(1). 790 p. Doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-37033-4>.

7. Cantor M. C., Stanton A. L., Combs D. K., Costa J. H. C. Effect of milk feeding strategy and lactic acid probiotics on growth and behavior of dairy calves fed using an automated feeding system. Journal of Animal

Science. 2019. Vol. 97(3). P. 1052–1065. <https://doi.org/10.1093/jas/skz034>.

8. Probiotic properties of native *Lactobacillus* spp. strains for dairy calves / Fernández S. et al. Beneficial Microbes. 2018. Vol. 9 (4). P. 613–624. <https://doi.org/10.3920/BM2017.0131>. Epub 2018 Apr 10.

9. Antimicrobial and bactericidal impacts of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 on fecal shedding of pathogenic bacteria in dairy calves and adult dogs. (2018) / Vazquez-Mendoza P. et al. Journal Microbial Pathogenesis. 114. P. 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.040>. Epub 2017. Nov 24.

10. Effect of Milk Fermented with Lactic Acid Bacteria on Diarrheal Incidence, Growth Performance and Microbiological and Blood Profiles of Newborn Dairy Calves / Maldonado N. C. et al. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 2018. Vol. 10(4). P. 668–676. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9308-4>.

11. Oral administration of *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* on rumen fermentation and the bacterial community in calves / Zhang R. et al. Animal Science Journal. 2017. Vol. 88(5). P. 755–762. <https://doi.org/10.1111/asj.12691>. Epub 2016 Sep 14.

12. Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves / Zhang R. et al. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2016. Vol. 100 (1). P. 33–38. <https://doi.org/10.1111/jpn.12338>. Epub 2015 Apr 28.

13. Effect of *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 dosing on rumen development, volatile fatty acid production and blood β -hydroxybutyrate in neonatal dairy calves / Muya M. C. et al. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2015. Vol. 99(5). P. 913–918. <https://doi.org/10.1111/jpn.12306>. Epub 2015 Mar 26.

References

1. Butko, M. P., Kostenko, Y. G. (2014). Rukovodstvo po veterinarno-sanitarnoj jekspertize i higijene proizvodstva mjasa i

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

mjasnih produktov. [Manual on veterinary sanitary examination and hygiene of meat and meat products]. Moscow: RIF Antikva, 607 p.

2. Pravyla peredzabijnogo veterynarnogo ogljadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy m'jasa ta m'jasnyh produktiv. Zatverdzeni nakazom Golovy Derzhdepartamentu veterynarnoi' medycyny [Rules of pre-slaughter veterinary inspection of animals and veterinary and sanitary examination of meat and meat products. Approved by the Order of the Head of the State Veterinary Medicine] № 28 vid 7.06. 2002 roku ta zarejestrovani v Minjusti Ukrainy 21 chervnja 2002 roku za № 524/6812. 2002.[Department N. 28 dated 7.06. 2002 and registered in the Ministry of Justice of Ukraine on June 21]. 2002. N. 524/6812. 2002.

3. Bogatko, N. M., Bukalova, N. V., Sachnuk, V. V., Bogatko, L. M., Bogatko, D. L. (2017). Metoduku kontrolyuvann'ja pokaznikiv bezpechnosti ta 'jakosti harchovuh productive tvarinnogo i roslunnogo pochodzhenn'ja: naukovo-metodichni rekomendacii [Methods of control indicators of safety and quality of products of gourmet and roslinnogo similarity: science-methodical recommendations]. Bila Tserkva: Bila Tserkva State Agrarian University. 130 p.

4. Statistical Information on food-borne disease in Europe. Microbiological and chemical hazard WHO Conference in Food Safety and Quality. Budapest (Hungary), 25–28 February 2002. 24

5. Kasjanchuk, V. V., Chernjak, N. G., Poltavchenko, T. V., Bogatko, N. M. (2004). Metodychni rekomendacii' shhodo zdijsnennja derzhavnogo veterynarno-sanitarnogo nagljadu ta kontrolju na pidprijemstvah z vyrobnyctva m'jasa ta m'jasoproduktiv u vidpovidnosti do mizhnarodnyh vymog. [Guidelines for the implementation of state veterinary sanitary surveillance and control at meat and meat production enterprises in accordance with international requirements]. Bila Tserkva: Bila Tserkva State Agrarian University. 62 p.

6. Li, W., Edwards, A., Riehle, C., Cox, M., Raabis, S., Skarlupka, J., Steinberger, A., Walling, J., Bickhart, D., Suen, G. (2019). Transcriptomics analysis of host liver and meta-transcriptome analysis of rumen epimural microbial community in young calves treated

with artificial dosing of rumen content from adult donor cow. Scientific Reports. Vol. 9(1), 790 p. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37033-4>.

7. Cantor, M. C., Stanton, A. L., Combs, D. K., Costa, J. H. C. (2019). Effect of milk feeding strategy and lactic acid probiotics on growth and behavior of dairy calves fed using an automated feeding system1. Journal of Animal Science. Vol. 97(3), P. 1052–1065. Available at: <https://doi.org/10.1093/jas/skz034>.

8. Fernández, S., Fraga, M., Silveyra, E., Trombert, A. N., Rabaza, A., Pla, M., Zunino, P. (2018). Probiotic properties of native *Lactobacillus* spp. strains for dairy calves. Beneficial Microbes. Vol. 9 (4), P. 613–624. Available at: <https://doi.org/10.3920/BM2017.0131>. Epub 2018 Apr 10.

9. Vazquez-Mendoza, P., Elghandour, M.M.M., Alaba, P.A, Sánchez-Aparicio, P., Alonso-Fresán, M.U, Barbabosa-Pliego, A., Salem, A.Z.M. (2018). Antimicrobial and bactericidal impacts of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 on fecal shedding of pathogenic bacteria in dairy calves and adult dogs. Journal Microbial Pathogenesis Vol. 114, P. 458–463. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.040>. Epub 2017. Nov 24.

10. Maldonado, N. C., Chiaraviglio, J., Bru, E., De Chazal, L., Santos, V., Nader-Macías, M. E. F. (2018). Effect of Milk Fermented with Lactic Acid Bacteria on Diarrheal Incidence, Growth Performance and Microbiological and Blood Profiles of Newborn Dairy Calves. Probiotics and Antimicrobial Proteins. Vol. 10(4), P. 668–676. Available at: doi: 10.1007/s12602-017-9308-4.

11. Zhang, R., Dong, X., Zhou, M., Tu, Y., Zhang, N., Deng, K., Diao, Q. (2017). Oral administration of *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis* on rumen fermentation and the bacterial community in calves. Animal Science Journal. Vol. 88(5), P. 755–762. Available at: <https://doi.org/10.1111/asj.12691>. Epub 2016 Sep 14.

12. Foditsch, C., Pereira, R.V., Ganda, E.K., Gomez, M.S., Marques, E.C., Santin, T., Bicalho, R.C. (2015). Oral Administration of *Faecalibacterium prausnitzii* Decreased the Incidence of Severe Diarrhea and Related

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

Mortality Rate and Increased Weight Gain in Prewaned Dairy Heifers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 2016. Vol. 100 (1). P. 33–38. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145485>. Collection 2015.

13. Muya, M. C., Nherera, F. V., Miller, K. A., Aperce, C. C., Moshidi, P. M., Erasmus,

L. J. (2015). Effect of Megasphaera elsdenii NCIMB 41125 dosing on rumen development, volatile fatty acid production and blood β -hydroxybutyrate in neonatal dairy calves. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 99(5), P. 913–918. Available at: <https://doi.org/10.1111/jpn.12306>. Epub 2015 Mar 26.

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА ПРОТЕКТО-АКТИВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА И КАЧЕСТВО ГОВЯДИНЫ

В. П. Лясота, С. А. Ткачук, Б. М. Терешко, Т. Н. Приліпко, Н. В. Букалова, Н. М. Богатко, Л. Б. Савчук, А. В. Колодка

Аннотация. В условиях промышленных технологий, для выращивания телят предложено значительное количество пре- и пробиотических препаратов. Поэтому, проведение исследований по изучению эффективности их воздействия на организм телят, целесообразности применения и определения экономической эффективности при их внедрении представляют научный и практический интерес.

В научно-производственном опыте использовано 50 телят-аналогов, возраст которых на начало опыта был от пяти до десяти суток. Были сформированы две группы телят Голштинской породы: опытная и контрольная по 25 голов в каждой. Средняя живая масса при рождении телят составляла $35,53 \pm 0,91$ и $36,75 \pm 0,77$ кг соответственно.

Использовали зоотехнические, зоогигиенические, биохимические, физико-химические, экономические и статистические методы исследований.

Установлено положительное влияние пробиотика Протекто-актив на сохранность, прирост массы тела, интерьерные показатели производительности подопытных животных, качество говядины, полученной во время их забоя, биологическую ценность мяса и рентабельность производства.

Пероральное применение пробиотического препарата Протекто-актив в процессе выращивания телят раннего возраста обеспечивало их 100 % сохранность и составило значительную экономию ресурсов для хозяйства из-за экономической эффективности пробиотика, а именно: большие приросты живой массы телят обеспечивали чистую прибыль на 10,1 % по сравнению с приростом животных контрольной группы (6480,10 грн против 5886,7 грн соответственно). Себестоимость 1 кг прироста живой массы опытных телят была меньше на 1,39 грн против телят контрольной группы (9,86 грн против 11,25 соответственно), прибыль на 1 грн затрат был в 1,2 раза выше и составлял 1,39 грн при производстве говядины (7,64 грн против 6,25 грн, соответственно), уровень рентабельности – больше на 9,6 %, что делает

Лясота В. П., Ткачук С. А., Терешко Б. М., Приліпко Т. М., Букалова Н. В., Богатко Н. М., Савчук Л. Б., Колодка А. В.

пробиотик Протекто-актив привлекательным для его применения в качестве кормовой добавки в процессе выращивания телят раннего возраста.

Ключевые слова: *молочное скотоводство, специализация, интенсификация производства, раннее отлучение, пробиотик, производительность, качество говядины, рентабельность*

THE IMPACT OF PROBIOTICS PROTECTO-ACTIVE ON CATTLE PRODUCTIVITY AND BEEF QUALITY

V. P. Lyasota, S. A. Tkachuk, B. M. Tereshko, T. N. Prilipko,
N. V. Bukalova, N. M. Bogatko, L. B. Savchuk, A. N. Kolodka

Abstract. *In terms of industrial technology, a significant amount of pre- and probiotic preparations have been proposed for growing calves. Therefore, conducting research on the effectiveness of their effects on the body of calves, the appropriateness of the application and determination of economic efficiency in their implementation are of scientific and practical interest.*

In research and production experience used 50 calves analogs, whose age at the beginning of the experiment was from five to ten days. Two groups of Holstein calves were formed: experimental and control, 25 animals each. The average live weight at birth of calves was 35.53 ± 0.91 and 36.75 ± 0.77 kg, respectively.

Used zootechnical, zoohygienic, biochemical, physico-chemical, economic and statistical research methods.

The positive effect of probiotics protecto-asset on preservation, increase in live weight, interior performance indicators of experimental animals, the quality of beef obtained during their slaughter, the biological value of meat and the profitability of production have been established.

Oral application of the probiotic preparation protecto-active in the process of growing calves of an early age ensured their 100% safety and made significant savings of resources for the farm due to the economic efficiency of the probiotic, namely: large gains in live weight of calves provided a net profit of 10.1 % compared to with the increase in animals of the control group (6480.1 UAH. against 5886.7 UAH. respectively). The cost of 1 kg increase in live weight of experienced calves was less by 1.39 UAH. against calves of the control group (9.86 UAH. versus 11.25, respectively), profit is 1 UAH. costs were 1.2 times higher and amounted to 1.39 UAH. in the production of beef (7.64 UAH. against 6.25 UAH, respectively), the level of profitability is more by 9.6 %, which makes the probiotic protecto-asset attractive for its use as a feed additive in the process of growing calves of an early age.

Key words: *dairy cattle breeding, specialization, production intensification, early weaning, probiotic, productivity, quality of beef, profitability*

Богатко Н. М.

УДК 619:614.31:637.5.07

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ЖИРІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ЗА
ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНИХ ЕКСПРЕСНИХ МЕТОДІВ****Н. М. Богатко**, кандидат ветеринарних наук,

доцент кафедри ветеринарно-санітарної експертизи

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: nadiyabogatko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.012>

Анотація. Розроблені експресні методики визначення ступеня свіжості жирів тваринного походження за вмістом альдегідів та виявлення наявності аміаку і солей амонію пробірковим методом та на предметному скельці. Вірогідність даних показників, які були встановлені за дослідження жирів тваринного походження, становила 99,9 %.

У разі використання експресних методик визначення ступеня свіжості жирів та за показниками кислотного і пероксидного чисел було встановлено, що найменша кількість проб (1–3) несвіжого ступеня жиру яловичого, свинячого, баранячого і козиного становила на 4–7 добу зберігання за температури від 0 до 6°C і на 9–12, 17–20 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2°C. За показниками свіжого ступеня проб жиру, отриманого від різних видів тварин, було виявлено на 2 добу зберігання за температури 0–6°C і на 7 і 15 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2 °C, а сумнівної свіжості – на 3 добу зберігання за температури 0–6°C і на 8 і 16 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2°C.

Встановлено, що кислотне число жиру сумнівної якості від тварин різних видів було вірогідно вищим ($p < 0,001$) і становило у яловичому жирі $3,58 \pm 0,014$ мг КОН, свинячому – $3,61 \pm 0,012$, баранячому – $3,67 \pm 0,014$, і козиному – $3,73 \pm 0,013$ мг КОН; а у показниках пероксидного числа жиру встановлені вірогідні зміни високого ступеня ($p < 0,001$) відповідно до виду тварин становило $0,076 \pm 0,002$ %J, $0,082 \pm 0,002$, $0,079 \pm 0,002$ і $0,089 \pm 0,002$ %J.

Ключові слова: експресні методики, якість, безпечність, жири тваринного походження, ступінь свіжості

Актуальність. У багатьох країнах світу м'ясо, м'ясопродукти, жири тваринного походження є основними об'єктами харчової промисловості [1, с. 34–36]. В Україні діють Закони та підзаконні нормативно-правові акти й нормативно-технічні документи, що

визначають основні правові й організаційні засади забезпечення безпечності й якості харчових продуктів за ризик-орієнтованого контролю на всьому харчовому ланцюзі – на усіх етапах виробництва, транспортування, приймання,

Богатко Н. М.

зберігання і реалізації [2, с. 12; 3, с. 21; 4, с. 4].

Продовольча безпека України зумовлена виробництвом достатньої кількості якісних, екологічно нешкідливих, повноцінних продуктів харчування тваринного походження, серед яких і жири тваринного походження [5, с. 24–26]. Жири тваринного та рослинного походження широко застосовуються в харчовій промисловості України під час виготовлення різноманітних продуктів харчування. Споживач в останні роки стає більш вибагливим щодо якості та безпеки продуктів харчування [6, с. 373–374]. У зв'язку із перспективою входження України в асоціацію ЄС, необхідно послідовно здійснювати заходи щодо переходу до міжнародних вимог ветеринарно-санітарного контролю продукції тваринного походження [7, с. 14–21]. Відповідно до Регламенту Європейського Парламенту та Ради ЄС № 178/2002, забезпечення високого рівня захисту життя та здоров'я людини є однією з найголовніших цілей харчового законодавства ЄС [8, с. 3–4]. За ветеринарно-санітарної оцінки жирів тваринного та рослинного походження питання удосконалення методів визначення їх якості є дуже важливим, тому що це дасть змогу об'єктивно оцінити їх якість та безпечність, а також раціонально їх використовувати у виробництві інших продуктів харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. М'ясопереробна галузь відіграє важливу роль не тільки у забезпеченні населення м'ясом, м'ясними продуктами, але й харчовими жирами тваринного походження. У м'ясній промисловості жирами називають продукт, який отримують під час перетоплення жирової тканини, одержаної від забою здорових сільськогосподарських тварин [9, с. 2–4]. Тому якість і стійкість жирів за зберігання знаходяться у прямій залежності від якості сировини, яка використовується для їх виготовлення, і дотримання технологічних та санітарних вимог під час їх переробці [10, с. 16]. Заключення договору України та ЄС щодо міжнародної торгівлі харчовими продуктами загострив питання щодо ефективності виробництва жирової продукції вітчизняними товаровиробниками і вимагає значних зусиль для забезпечення конкурентоспроможності галузі на внутрішньому і зовнішньому ринках [11, с. 5–11].

Псування жирів зумовлено нагромадженням у них низькомолекулярних сполук, перекисей, альдегідів, вільних жирних кислот, кетонів та іншого, що призводить до різкого погіршення смакових якостей продукту [6, с. 376]. Псування жирів також обумовлена гідролітичними або окислювальними

Богатько Н. М.

процесами або ж їх сумісництвом [9, с. 3]. Тому однією з основних проблем у виробництві жирів тваринного походження є визначення їх якості та безпечності, оскільки від цього залежать технологічні показники м'ясної сировини, терміни її зберігання та готової продукції [12, с. 119]. У світовій науці і практиці останні роки ведеться розробка та запровадження нових методів контролювання якості та безпечності жирів тваринного походження та м'яса забійних тварин [9, с. 2; 10, с. 17; 13, с. 178].

Мета дослідження – визначити якість та безпечність жирів тваринного походження (яловичого, свинячого, баранячого, козиного) за різних термінів зберігання за розробленими експресними методиками.

Завданням наукового дослідження було встановити ступінь свіжості жирів тваринного походження за різних термінів їх реалізації експресними розробленими методами та встановити відповідність цих показників до органолептичних показників та нормативів кислотного та пероксидного чисел жиру.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для досліджень були зразки жирів тваринного походження, відібрані від туш забійних тварин великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз, які реалізувалися на агропродовольчих ринках Київської області у містах Біла

Церква, Київ. Зразки жирів тваринного походження готували згідно з методиками національного стандарту (DSTU ISO 661:2004). Дослідження жирів тваринного походження були проведені за зберігання упродовж 2, 3, 4–7 днів за температури 0–6°C, а також 7, 8, 9–12 і 15, 16, 17–20 днів за температури від 0 до мінус 2°C.

Витоплені проби жиру піддавали органолептичним показникам (колір, запах, консистенція, смак, прозорість), а також визначали кислотне та пероксидне число жиру [11, с. 47; 14, с. 3; 15, с. 4].

Також були проведені експериментальні дослідження на встановлення ступеня свіжості жирів тваринного походження за розробленими експресними методиками. Розроблені експресні методики визначення ступеня свіжості жиру ґрунтуються на використанні реактиву Неслера шляхом виявлення наявності аміаку та солей амонію у розплавленій пробі жиру в пробірці [16, с. 2] та на предметному склі за утворення речовини йодид меркурамонію, що забарвлюється у жовто-бурий колір [17, с. 2].

Методика визначення ступеня свіжості жиру за вмістом альдегідів ґрунтується на встановленні червоно-фіолетового кольору різної інтенсивності за взаємодії перекисів жиру з розчином резорцину в бензолі та концентрованою хлорводневою

Богатко Н. М.

кислотою: сумнівна свіжість жиру – наявність червоного кольору (до 1,5 % альдегідів); несвіжий жир – наявність червоно-фіолетового кольору (від 1,6 до 5,0 % альдегідів); свіжий жир – наявність жовто-коричневого кольору [18, с. 2].

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами досліджень було встановлено органолептичну оцінку: доброякісний яловичий жир мав тверду консистенцію, світло-жовтий колір, запах і смак специфічні, у розплавленому вигляді прозорий; кислотне число $1,32 \pm 0,013$ мг *КОН*, пероксидне число $0,023 \pm 0,002$ %J; доброякісний свинячий жир – консистенція пастоподібна, колір білий з жовтуватим відтінком, запах і смак специфічні, у розплавленому вигляді жир прозорий; кислотне число $1,24 \pm 0,012$ мг *КОН*, пероксидне число $0,038 \pm 0,002$ %J; доброякісний

баранячий та козиний жир – твердої консистенції, від білого до слабко-жовтого кольору, запах і смак специфічні, у розплавленому вигляді жир прозорий; кислотне число відповідно до виду жиру – $1,31 \pm 0,013$ та $1,25 \pm 0,012$ мг *КОН*, пероксидне число $0,040 \pm 0,002$ та $0,042 \pm 0,002$ %J.

За встановлення жирів сумнівної свіжості не залежно від виду тварин вони ставали сірого кольору, іноді з коричневим відтінком, набували затхлого запаху, прогірклого смаку, у розплавленому вигляді ставали мутними.

Встановлено, що кислотне число жиру сумнівної якості від тварин різних видів було вірогідно вищим ($p < 0,001$) (рис. 1) і становило у яловичому жирі $3,58 \pm 0,014$ мг *КОН*, свинячому – $3,61 \pm 0,012$, баранячому – $3,67 \pm 0,014$, і козиному – $3,73 \pm 0,013$ мг *КОН*.

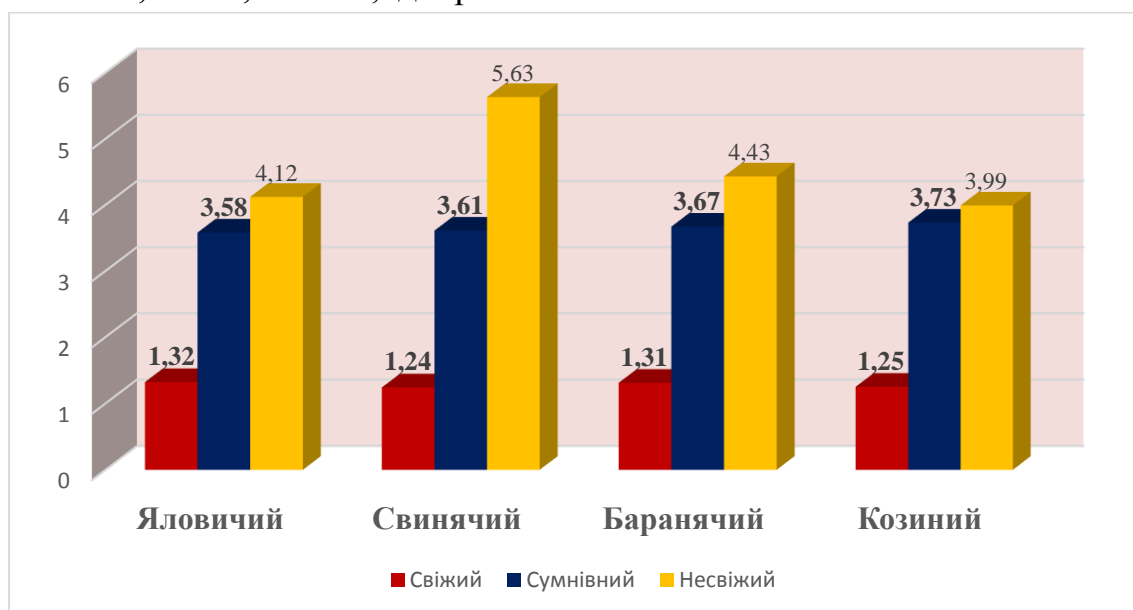


Рис.1. Кислотне число жиру, отриманого від тварин різних видів, залежно від ступеня свіжості

Богатько Н. М.

Окрім того встановлені вірогідні зміни високого ступеня ($p < 0,001$) (рис. 2) пероксидного числа, яке

відповідно до виду тварин становило – $0,076 \pm 0,002$ %J, $0,082 \pm 0,002$, $0,079 \pm 0,002$ і $0,089 \pm 0,002$ %J.

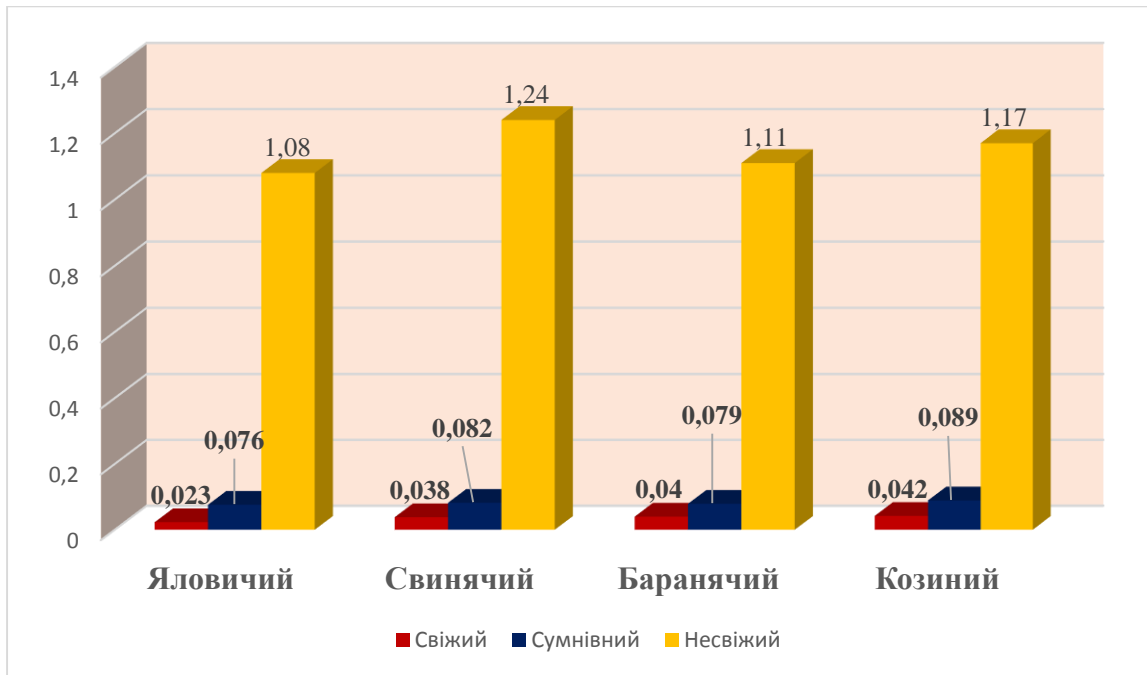


Рис. 2. Пероксидне число жиру, отриманого від тварин різних видів, залежно від ступеня свіжості

У подальшому, в міру псування жирів тваринного походження, кислотне і пероксидне числа вірогідно зростали ($p < 0,001$) порівняно до показників свіжого жиру так і жиру сумнівної свіжості. Зокрема у яловичому жирі кислотне число підвищилось до $4,12 \pm 0,04$ мг *КОН*, а пероксидне до $1,08 \pm 0,004$ %J; свинячому, відповідно до $5,63 \pm 0,05$ мг *КОН* і $1,24 \pm 0,004$ %J; баранячому – $4,43 \pm 0,06$ мг *КОН* і $1,11 \pm 0,003$ %J та козиному – $3,99 \pm 0,08$ мг *КОН* і $1,17 \pm 0,003$ %J (рис.1, 2).

Поряд зі змінами кислотного і пероксидного чисел погіршувались органолептичні показники: жир ставав темно-сірого кольору з коричневим відтінком, різко затхло

запаху, гостро-гіркого смаку, за розплавлення значно мутного кольору.

Враховуючи органолептичні показники, кислотне і пероксидне числа, провели дослід з підтвердження ступеню свіжості на цих же пробах жиру розробленими експресними методиками щодо визначення ступеню свіжості жиру тваринного походження за вмісту аміаку та солей амонію, використовуючи реактив Неслера, а також за визначення вмісту альдегідів у період зберігання та реалізації жирів тваринного походження на 2, 3, 4–7 діб за температури від 0 до 6°C ; 7, 8, 9–12, 15,16, 17–20 діб за температури від 0 до мінус 2°C .

Богатько Н. М.

Методика визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження ґрунтувалася у використанні витопленої проби жиру за температури $41 \pm 1^\circ\text{C}$ та охолодженої до $23 \pm 1^\circ\text{C}$ у кількості 0,5–0,6 г, до якої додавали 4–5 крапель реактиву Неслера, струшували 1–2 рази пробірку з вмістом і витримували 1–2 сек, і у подальшому оцінювали візуально жовто-бурий колір отриманої суміші, який через 3–4 секунд набував темно-сірого кольору, та встановлювали

ступінь свіжості жиру тваринного походження за наявності аміаку та солей амонію [16, с. 3].

Використовуючи експресний метод, було визначено ступінь свіжості жиру тваринного походження за вмісту аміаку та солей амонію, оцінюючи візуально колір суміші за різних термінів зберігання на 120 пробах: жир яловичий – 36 проб; свинячий – 42 проб; баранячий – 24 проб; козиний – 18 проб. Результати наведені у таблиці 1.

1. Показники ступеня свіжості жиру тваринного походження, отриманого від різних видів тварин та різних термінів зберігання, за вмісту аміаку та солей амонію (пробірковий метод), n=120

№ п/п	Найменування виду жиру та загальна кількість досліджуваних проб	Кількість проб	Оцінювання кольору досліджуваної суміші за використання реактиву Неслера за різних термінів зберігання за експресним методом
Показники ступеня свіжості жиру			
1. Свіжий жир на 2 добу за $t=0-6^\circ\text{C}$; на 7 та 15 добу за $t=0-$ мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=12	8	Свіжого ступеня – суміш не забарвлюється, і через 3–4 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=14	10	
3.	Жир баранячий, n=8	5	
4.	Жир козиний, n=6	3	
2. Сумнівної свіжості на 3 добу за $t=0-6^\circ\text{C}$; та 8 та 16 добу за $t=0-$ мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=12	2	сумнівного ступеня – суміш інтенсивно-жовтого кольору, і через 3–4 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=14	1	
3.	Жир баранячий, n=8	2	
4.	Жир козиний, n=6	2	
3. Несвіжий жир на 4–7 добу за $t=0-6^\circ\text{C}$; на 9–12 та 17–20 добу за $t=0-$ мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=12	2	несвіжого ступеня – суміш інтенсивно жовто-оранжевого кольору, і через 3–4 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=14	3	
3.	Жир баранячий, n=8	1	
4.	Жир козиний, n=6	1	

За результатами досліджень встановлено, що найменша кількість проб (від n=1 до n=3) несвіжого ступеня свіжості жиру яловичинного, свинячого, баранячого та козиного була встановлена на 4–7 добу за

температури $0-6^\circ\text{C}$; на 9–12 і 17–20 добу за температури від 0 до мінус 2°C . За показниками свіжого ступеня жиру (від n=3 до n=10), отриманого від різних видів тварин, було виявлено на 2 добу за температури 0–

Богатько Н. М.

6°C та на 7 і 15 добу за температури від 0 до мінус 2°C; а сумнівної свіжості жиру (від n=1 до n=2) – на 3 добу за температури 0–6°C; та 8 і 16 добу за температури від 0 до мінус 2°C.

Найвища стабільність показників визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за використання розробленого експресного методу за вмісту аміаку та солей амонію становила 99,9 %. Результати досліджень також свідчать, що більш достовірні дані в порівнянні із результатами досліджень щодо визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за кислотним числом – у 99,0–99,9 % та до результатів досліджень щодо визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за пероксидним числом – у 98,5–99,8 % були отримані при застосуванні розробленого експресного методу.

Ці дані щодо оцінювання кольору суміші на виявлення вмісту аміаку та солей амонію за використання реактиву Неслера у пробірці були стабільними та достовірними. Тому розроблена експресна методика пропонується нами як якісний спосіб для визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за вмісту аміаку та солей амонію поряд з іншими методами визначення його безпечності (кислотного та

пероксидного чисел, числа омилення, органолептики тощо) [11, с. 60–65].

Запатентована методика має перевагу перед наявними методами визначення безпечності жиру тваринного походження в тому, що дає можливість визначити ступінь свіжості жиру від різного виду тварин і упродовж терміну його зберігання за якісним вмістом аміаку та солей амонію за використання реактиву Неслера у пробірці.

Методика визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження експресним методом із реактивом Неслера ґрунтувалася у використанні розплавленої проби жиру за температури $42 \pm 1^\circ\text{C}$ у кількості 0,2–0,3 г, яку охолоджували до температури $24 \pm 1^\circ\text{C}$, із якої 1–2 краплі наносили на предметне скло та додавали 1–2 крапель реактиву Неслера, накриваючи покривним скельцем і витримуючи 1–2 секунди, і у подальшому оцінювали візуально утворення сполуки йодид меркурамонію жовто-бурого кольору в отриманій суміші та встановлювали ступінь свіжості жиру тваринного походження за наявності аміаку то солей амонію: свіжого ступеня – суміш не забарвлюється; сумнівного ступеня – суміш інтенсивно жовтого кольору; несвіжого ступеня – суміш інтенсивно жовто-оранжевого кольору, і через 2–3 секунди за виявлення будь-якого ступеня свіжості – суміш набувала темно-сірого кольору [17, с. 3].

Богатько Н. М.

Використовуючи експресний метод, було визначено ступінь свіжості жиру тваринного походження експресним методом з реактивом Неслера за вмісту аміаку та солей амонію на предметному скельці, оцінюючи візуально колір

суміші за різних термінів зберігання різних видів жиру відповідно даного виду тварин на 96 пробах: жир яловичий – 24 проби; свинячий – 36 проб; баранячий – 21 проба; козиний – 15 проб. Результати наведені у таблиці 2.

2. Показники ступеня свіжості жиру тваринного походження, отриманого від різних видів тварин та різних термінів зберігання, за вмісту аміаку та солей амонію, n=120

№ п/п	Найменування виду жиру та загальна кількість досліджуваних проб	Кількість проб	Оцінювання кольору досліджуваної суміші за використання реактиву Неслера за різних термінів зберігання
1. Свіжий жир на 2 добу за t=0–6°C; на 7 та 15 добу за t=0- мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=8	6	Свіжого ступеня – суміш не забарвлюється, і через 2–3 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=12	8	
3.	Жир баранячий, n=7	5	
4.	Жир козиний, n=5	3	
2. Сумнівної свіжості на 3 добу за t=0–6°C; та 8 та 16 добу за t=0- мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=8	1	сумнівного ступеня – суміш інтенсивно-жовтого кольору, і через 2–3 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=12	3	
3.	Жир баранячий, n=7	1	
4.	Жир козиний, n=5	1	
3. Несвіжий жир на 4–7 добу за t=0–6°C; на 9–12 та 17–20 добу за t=0- мінус 2°C			
1.	Жир яловичий, n=8	1	несвіжого ступеня – суміш інтенсивно жовто-оранжевого кольору, і через 2–3 секунд набуває темно-сірого кольору
2.	Жир свинячий, n=12	2	
3.	Жир баранячий, n=7	1	
4.	Жир козиний, n=5	1	

За даними таблиці 2 встановлено, що найменша кількість проб (від n=1 до n=2) несвіжого ступеня свіжості жиру яловичого, свинячого, баранячого та козиноного була встановлена на 4–7 добу за температури від 0 до 6°C; на 9–12 та на 17–20 добу за температури від 0 до мінус 2°C. За показниками свіжого ступеня жиру (від n=5 до n=12), отриманого від різних видів тварин, було виявлено на 2 добу за температури 0–6°C; на 7 та 15 добу за

температури від 0 до мінус 2°C, а сумнівної свіжості (від n=1 до n=3) – на 3 добу за температури від 0 до 6°C; та 8 та 16 добу за температури від 0 до мінус 2°C.

Також дослідженнями встановлено, що найвища стабільність показників визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за використання розробленого експресного методу з реактивом Неслера за вмісту аміаку та солей амонію становила 99,9 %.

Богатько Н. М.

Результати досліджень також свідчать, що більш достовірні дані в порівнянні із результатами досліджень щодо визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за кислотним числом – у 99,0–99,9 % та до результатів досліджень щодо визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за пероксидним числом – у 98,8–99,8 % були отримані за застосування розробленого експресного методу.

Ці дані щодо оцінювання кольору суміші на виявлення вмісту аміаку та солей амонію експресним методом з реактивом Неслера були стабільними та достовірними. Тому розроблена експресна методика пропонується нами як якісний спосіб для визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження експресним методом з реактивом Неслера за вмісту аміаку та солей амонію поряд з іншими методами визначення його безпечності (кислотного та пероксидного чисел, числа омилення, органолептики тощо) [11, с. 59–64]. Запатентована методика має перевагу перед існуючими методами визначення безпечності жиру тваринного походження в тому, що дає можливість визначити ступінь свіжості жиру від різного виду тварин і в різні терміни зберігання за якісним вмістом аміаку та солей амонію за використання реактиву Неслера на предметному скельці.

Методика визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за вмістом альдегідів ґрунтувалася у використанні досліджуваної витопленої проби жиру тваринного походження за температури $42\pm 1^\circ\text{C}$ та охолодженої до $24\pm 1^\circ\text{C}$ у кількості 2,0–2,1 г, до якої послідовно додавали градуйованою піпеткою 2,0–2,1 cm^3 розчину резорцину в бензолі з масовою часткою 4,0 % та 2,0–2,1 cm^3 концентрованої хлорводневої кислоти, і закриваючи гумовим корком обережно струшуючи вміст пробірки та через 2–3 хвилини та встановлюючи відсутність або наявність червоно-фіолетового кольору різної інтенсивності в залежності від вмісту альдегідів, встановлювали ступінь свіжості жиру: свіжий жир – відсутність червоно-фіолетового кольору різної інтенсивності (наявність жовто-коричневого кольору); сумнівна свіжість жиру – наявність червоного кольору (до 1,5 % альдегідів); несвіжий жир – наявність червоно-фіолетового кольору (від 1,6 до 5,0 % альдегідів) [18, с. 3].

Використовуючи експресний метод, було визначено ступінь свіжості жиру тваринного походження за вмістом альдегідів за інтенсивністю червоно-фіолетового кольору на 104 пробах. Дослідження також проводили у період зберігання та реалізації жиру тваринного походження на 2, 3, 4–7 добу за

Богатько Н. М.

температури від 0 до 6°C; 7, 8, 9–12, 15,16, 17–20 добу за температури від 0 до мінус 2 °С. Результати представлено у таблиці 3.

3. Показники ступеня свіжості жиру тваринного походження при інтенсивності кольору за вмістом альдегідів, n=104

№ п/п	Вид жиру тваринного походження та загальна кількість проб	Показники інтенсивності кольору при різних ступенях свіжості жиру за вмістом альдегідів за різних термінів зберігання		
		Ступені свіжості жиру		
		Свіжий (жовто-коричневий колір) на 2 добу за t=0–6°C; на 7 та 15 добу за t=0-мінус 2°C	Сумнівної свіжості (червоний колір) – до 1,5% альдегідів, на 3 добу за t=0–6°C; та 8 та 16 добу за t=0- мінус 2°C	Несвіжий (червоно-фіолетовий колір) – від 1,6 до 5,0 % альдегідів, на 4–7 добу за t=0-6°C; на 9–12 та 17–20 добу за t=0- мінус 2°C
1.	Яловичий, n=36	n=30	n=4	n=2
2.	Свинячий, n=42	n=31	n=8	n=3
3.	Баранячий, n=14	n=10	n=3	n=1
4.	Козиний, n=12	n=6	n=3	n=3

Проведеними дослідженнями визначено, що найменша кількість проб несвіжого ступеня свіжості жиру яловичого, свинячого, баранячого та козиного за вмістом альдегідів (від n=1 до n=3), була встановлена на 4–7 добу зберігання за температури від 0 до 6 °С; на 9–12 та на 17–20 добу за температури від 0 до мінус 2°C; сумнівної свіжості жирів (від n=3 до n=8) – на 3 добу за температури 0–6°C; та 8 та 16 добу за температури від 0 до мінус 2°C. За показниками свіжого ступеня жиру (від n=6 до n=31), отриманого від різних видів тварин, було виявлено на 2 добу за температури 0–6°C; на 7 та 15 добу за температури від 0 до мінус 2°C.

Також дослідженнями встановлено, що найвища стабільність показників різної інтенсивності червоно-фіолетового

кольору за встановлення сумнівного та несвіжого ступеня жиру тваринного походження за вмістом альдегідів та жовто-коричневого кольору – за відсутності альдегідів, була найвищою у 99,9 % за використання даного розробленого експресного методу. Результатами досліджень встановлено, що більш достовірні дані за використання розробленого методу визначення вмісту альдегідів у жирах тваринного походження – у 99,0–99,9 % були отримані в порівнянні до результатів досліджень визначення пероксидного числа жиру тваринного походження та у 99,2–99,8 % до результатів досліджень кислотного числа жиру тваринного походження.

Ці дані щодо оцінювання кольору суміші на виявлення вмісту альдегідів експресним методом за

Богатько Н. М.

використання розчину резорцину в бензолі та концентрованої хлорводневої кислоти були стабільними та достовірними. Тому розроблена експресна методика пропонується нами як якісний спосіб для визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за вмістом альдегідів поряд з іншими методами визначення його якості та безпечності (визначення кислотного числа, пероксидного числа, числа омилення, органолептики тощо) [11, с. 60–64].

Під час забою сільськогосподарських тварин, крім м'ясної сировини і субпродуктів, одержують ще і жирову тканину, яку після ветеринарно-санітарної експертизи переробляють у харчові жири. За не дотримання санітарно-гігієнічних умов транспортування та зберігання жирів, вони швидко псуються, спостерігається значне обсіменіння мікрофлорою до $2,51 \times 10^4$ КУО/г та гострий неприємний запах, який потім передається витопленому жиру [5, с. 12–14]. Жир-сирець від тварин, м'ясо яких було допущено на харчові цілі з обмеженнями після знешкодження, витоплюють на харчовий жир із дотриманням вимог відповідно правил ветсанекспертизи [12, с. 119].

На даний час фахівці ветеринарної медицини під час інспектування туш забійних тварин також приділяють значну увагу контролю якості та безпечності жирів

тваринного походження в період виробництва, зберігання та обігу [19, с. 69–69]. Тому якість і стійкість жирів при зберіганні знаходяться у прямій залежності від якості сировини, яка використовується для їх виготовлення, і дотримання санітарно-гігієнічних вимог при їх переробці [1, с. 28–29].

Отже необхідність розроблення експресних методик щодо визначення якості та безпечності жирів тваринного походження упродовж виробництва, зберігання та обігу є досить актуальним питанням.

Крім того, слід зазначити, що розроблені експресні методики визначення ступеня свіжості жирів тваринного походження є простими у виконанні, зручними, експресними, а їх результати дають якісні показники щодо вмісту аміаку та солей амонію, вмісту альдегідів за інтенсивністю кольору відповідно до ступеня свіжості жирів тваринного походження, отриманого від різних видів тварин та за різних термінів зберігання.

Отже, необхідно зробити заключення, що розроблені та запатентовані методики щодо встановлення ступеня свіжості жирів тваринного походження (яловичого, свинячого, баранячого, козиного) є вірогідними у 99,9 %, експресними, зручними в проведенні, не вимагають витрат на реактиви і можуть використовуватися в комплексі з іншими методами визначення якості

Богатько Н. М.

та безпечності жирів тваринного походження.

За проведення державного ризик-орієнтованого контролю якості жирів тваринного походження питання розроблення методик визначення їх ступеня свіжості є дуже важливим, тому що це дасть можливість об'єктивно оцінити їх якість та безпечність під час виробництва, зберігання і реалізації, а також раціонального його використання у виробництві інших продуктів харчування.

Висновки

1. Запатентовані методики щодо встановлення ступеня свіжості жирів тваринного походження (яловичого, свинячого, баранячого, козиного) шляхом встановлення вмісту аміаку та солей амонію та альдегідів є вірогідними у 99,9 %, експресними, зручними в проведенні, не вимагають витрат на реактиви і можуть використовуватися в комплексі з іншими методами визначення якості та безпечності жиру тваринного походження.

2. Встановлено свіжу ступінь жирів тваринного походження за розробленими експресними методиками та за кислотним і пероксидним числами на 2 добу зберігання за температури 0–6 °С; на 7 і 15 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2°С; сумнівну ступінь – на 3 добу зберігання за температури 0–6°С; та 8 і 16 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2 °С;

несвіжу – на 4–7 добу зберігання за температури від 0–6°С; на 9–12, 17–20 добу зберігання за температури від 0 до мінус 2°С.

3. Визначено кислотне число жиру у доброякісному яловичому жирі – $1,32 \pm 0,013$ мг *КОН*; свинячому – $1,24 \pm 0,012$ мг *КОН*; баранячому та козиному жирах відповідно до виду – $1,31 \pm 0,013$ та $1,25 \pm 0,012$ мг *КОН*; та пероксидне число: у яловичому – $0,023 \pm 0,002$ %J; свинячому – $0,038 \pm 0,002$ %J; баранячому та козиному жирах відповідно – $0,040 \pm 0,002$ та $0,042 \pm 0,002$ %J. У жирах сумнівної свіжості: яловичому, свинячому, баранячому та козиному кислотне число було достовірне ($p < 0,001$) і становило відповідно – $3,58 \pm 0,014$ мг *КОН*, $3,61 \pm 0,012$, $3,67 \pm 0,04$ та $3,73 \pm 0,03$ мг *КОН*; а пероксидне число ($p < 0,001$) – відповідно до видів жирів – $0,076 \pm 0,002$ %J, $0,082 \pm 0,002$, $0,079 \pm 0,002$ та $0,089 \pm 0,002$ %J. У жирах несвіжого ступеня кислотне і пероксидне числа вірогідно зростали ($p < 0,001$) порівняно до показників свіжого жиру так і жиру сумнівної свіжості: у яловичому жирі кислотне число підвищилось до $4,12 \pm 0,04$ мг *КОН*, а пероксидне до $1,08 \pm 0,004$ %J; свинячому, відповідно до $5,63 \pm 0,05$ мг *КОН* і $1,24 \pm 0,004$ %J; баранячому – $4,43 \pm 0,06$ мг *КОН* і $1,11 \pm 0,003$ %J та козиному – $3,99 \pm 0,08$ мг *КОН* і $1,17 \pm 0,003$ %J.

Перспективи подальших досліджень. Провести апробацію

Богатко Н. М.

розроблених та запатентованих експресних методик визначення ступеня свіжості жирів тваринного походження в умовах державних лабораторій ветеринарної медицини та Укрметрестстандарту та

розробити науково-методичні рекомендації щодо контролювання якості жирів тваринного походження на потужностях з їх виробництва, зберігання й реалізації.

Список використаних джерел

1. Баль-Прилипка, Л.В. Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі: підручник. Київ: КВЦ, 2011. 268 с.

2. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 №771/97-ВР. Дата оновлення: 04.04.2018. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771%2F97-vr#n1137>.

3. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України. Відомості ВР, №2042-VIII, 18.05.2017. 74 с.

4. ДСТУ ISO 22005:2009. Простежуваність у кормових та харчових ланцюгах – Загальні принципи та основні вимоги щодо розроблення та запровадження системи. Київ, 2010. 10 с.

5. Денисова С.А., Пилипенко Т.В. Пищевые жиры: товарный справочник. Москва: «Экономика», 1998. 78 с.

6. Ковбасенко В.М., Горобей О.М., Мельник П.І. Заходи по підвищенню санітарної якості та безпеки м'ясопродуктів. *Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць Одеського ДАУ*, 2003. Вип. 24. С. 373 – 379.

7. Програма технічної допомоги Європейського Союзу Тасіс Україні. Безпека продуктів харчування, відстеження та відповідальність у харчовому ланцюзі. Київ, 2005. 48 с.

8. Регламент Європейського Парламенту та Ради (ЄС) № 178/2002 від 28 січня 2002 р., що визначає загальні принципи і вимоги продовольчого законодавства, скликає Європейське агентство з питань безпеки продуктів харчування та визначає процедури стосовно

безпеки продуктів харчування// Офіційний вісник ЄС L 31 від 01.02.2002 р. С. 1. Розпорядження змінене Розпорядженням (ЄС) №1642/2003// Офіційний вісник ЄС L 245 від 29.09.2003 р. С. 4.

9. Reichert, J.E. (2006) Possible methods of automatic on – leni determination of quality parameters when classifying and selecting carcasses and meat cuts. *Fleischwirtschaft International*, 2006. Bd. № 4. P. 2–4.

10. Wulf, D.M., Schwotzer, T.R. A survey of determination of quality fats by number soap oneself. *J. Animal Science*, 2007. Vol. № 10. P.16–17.

11. Богатко Н.М., Горжеєв В.М., Бісюк І.Ю, Богатко Д.Л. Ветеринарно-санітарна експертиза жирів тваринного та рослинного походження у відповідності до міжнародних вимог: методичні рекомендації. Біла Церква, 2013. 66 с.

12. Кудряшов, Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебник. М.: Дели принт, 2008. 136 с.

13. Богатко Н.М., Букалова Н.В. Удосконалення методів визначення якості та безпеки м'яса та м'ясних продуктів. *Ветеринарна медицина та якість і безпека продукції тваринництва*: матеріали X міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів (16–17 березня 2011). Київ, 2011. С. 178–180.

14. DSTU ISO 661:2004. Жири тваринні і олії рослинні. Готування випробного зразка. Київ, 2006. 3 с.

15. DSTU ISO 3960–2001. Жири тваринні та олії тваринні і рослинні. Визначення пероксидного числа. Київ, 2002. 6 с.

16. Спосіб визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження:

Богатко Н. М.

патент України на корисну модель 135719: МПК 51 G01N 33/03, G01N 1/28. № у 2019 01583; заявл. 18.02. 2019; опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13. 4 с.

17. Спосіб визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження експресним методом з реактивом Неслера: патент України на корисну модель 135716: МПК 51 G01N 33/12, G01N 1/28, G01N 33/03. № у 2019 01578; заявл. 18.02. 2019; опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13. 4 с.

18. Спосіб визначення ступеня свіжості жиру тваринного походження за вмістом альдегідів: патент України на корисну модель 135718: МПК51 G01N 33/12, G01N 1/28, G01N 33/03. № у 2019 01581; заявл. 18.02. 2019; опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13. 4 с.

19. Якубчак О., Мельничук Д., Звон А., Данилейко, Е. НАССР – ефективна превентивна система гарантії безпеки продуктів харчування. *Мясной бизнес*, 2004. 37 (25). С. 68–69.

References

1. Bal-Prilipko, L.V. (2011) Topical issues in the meat processing industry: A textbook. Kyiv: KVCh, 2011. 268 p.
2. On basis principles and requirements for safety and quality of food: The Law of Ukraine. No.1602-VII, 22.07.2014. Update date: 04.04.2018. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771|97-вр#n1137>.
3. On State Control of Compliance with Food, Feed, Animal By-Products, Animal Health and Welfare: The Law of Ukraine. No. 2042-VIII, 18.05.2017, 2017. 74 p.
4. DSTU ISO 22005:2009. Traceability in feed and food chains – General principles and basic requirements for system design and implementation. Kyiv, 2010. 10 p.
5. Denisova, S.A., Pulupenko, T.V. (1998) Food fats: product directory. Moscow: «Economy», 1998. 78 p.
6. Kovbasenko, V.M., Gorobey, O.M., Melnik, P.I. (2003) Measures to improve the sanitary quality and safety of meat products. *Agrarian Bulletin of the Black Sea. Proceedings of the Odessa State Academy of Science*, 2003. Vol. 24. P. 373 – 379.
7. Program of technical help EC Tasis of Ukraine. Food safety, tracking and responsibility in the food chain. Kyiv, 2005. 48 p.
8. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down general principles and requirements for food law, convened by the European Food Safety Authority and laying down procedures for food safety // *Official Journal of the European Union L 31 of 01.02.2002* - p. 1. Regulation amended by Regulation (EC) No 1642/2003 // *Official Journal of the European Union L 245 of 29.09.2003* p. 4.
9. Reichert, J.E. (2006) Possible methods of automatic on – leni determination of quality parameters when classifying and selecting carcasses and meat cuts. *Fleischwirtschaft International*, 2006. Bd. № 4. P. 2–4.
10. Wulf, D.M., Schwotzer, T.R. (2007) A survey of determination of quality fats by number soap oneself. *J. Animal Science*, 2007. Vol. № 10. P.16–17.
11. Bogatko, N.M., Bisyak, I.Ya., Gorgheev, V.M., Bogatko, D.L. (2013) Veterinary and sanitary examination of animal and vegetable fats in accordance with international requirements: Guidelines. Bila Tserkva, 2013. P. 66.
12. Kudryachov, L.S. (2008) Physicochemical and biochemical bases of meat and meat products production: textbook. M.: Deli print, 2008. P. 117 – 120.
13. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V. (2011) Improvement of methods for determining the quality and safety of meat and meat products. *Veterinary medicine and quality and safety of livestock products: Abstracts of the 10th International Conference of Research Teachers, Research Fellows and Graduate Students (March 16-17, 2011)*. Kyiv, 2011. P. 178–180.
14. DSTU ISO 661:2004. Animal fats and vegetable oils. Preparation of the test sample. Kyiv, 2006. 3 p.
15. DSTU ISO 3960–200. Animal fats and animal and vegetable oils. Determination of peroxide number. Kyiv, 2002. 6 p.
16. Bogatko, N.M., Fotina, T.I., Savchuk, G.V., Yatsenko, I.V., Bogatko, L.M. The method of determining the degree of freshness of animal fat. Patent of Ukraine on the utility model. МПК 51 G01N 33/03, G01N 1/28. №

Богатько Н. М.

135719; declared 18.02. 2019; published 10.07. 2019, № 13.

17. Bogatko, N.M., Fotina, T.I., Yatsenko, I.V., Bogatko, L.M., Sachnuk, N.I. The method for determining the degree of freshness of animal fat by express Nessler reagent method: patent of Ukraine on the utility model. MPK 51 G01N 33/12, G01N 1/28, G01N 33/03. № 135716; declared 18.02. 2019; published 10.07. 2019, № 13.

18. Bogatko, N.M., Fotina, T.I., Savchuk, G.V., Yatsenko, I.V., Bogatko, L.M. The method for determining fat content of animal origin by aldehyde content: Patent of Ukraine on the utility model. MPK51 G01N 33/12, G01N 1/28, G01N 33/03. №135718; declared 18.02. 2019; published 10.07. 2019, № 13.

19. Yakubchak, O., Melnichuk, D., Zvon, A., Danilenko, E. (2004) HACCP – effective preventive food safety system. Meat business, 2004. 37 (25). P. 68–69.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИРОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗРАБОТАННЫХ ЭКСПРЕССНЫХ МЕТОДОВ Н. М. Богатко

Аннотация. Разработанные экспресные методики определения степени свежести жиров животного происхождения за содержанием альдегидов и определение наличия аммиака и солей аммония пробирковым методом и на предметном стекле. Достоверность данных показателей, которые были установлены при исследовании жиров животного происхождения, составляла 99,9 %.

В случаи использования экспресных методик определения степени свежести жиров и за показателями кислотного и пероксидного чисел было установлено, что наименьшее количество проб (1–3) несвежей степени жира говяжьего, свиного, бараньего и козлиного составляло на 4–7 сутки хранения при температуре от 0 до 6°C и на 9–12, 17–20 сутки хранения при температуре от 0 до минус 2°C. При показателях свежей степени проб жира, полученных от различных видов животных, было определено на 2 сутки хранения при температуре 0–6°C и на 7 и 15 сутки хранения при температуре от 0 до минус 2 °C, а сомнительной свежести – на 3 сутки хранения при температуре 0–6°C и на 8 и 16 сутки хранения при температуре от 0 до минус 2°C.

Установлено, что кислотное число жира сомнительного качества от животных различных видов было достоверно выше ($p < 0,001$) и составляло в говяжьем жире $3,58 \pm 0,014$ мг *КОН*, свином – $3,61 \pm 0,012$, бараньем – $3,67 \pm 0,014$ и козлином – $3,73 \pm 0,013$ мг *КОН*; а в показателях пероксидного числа жира установлены достоверные изменения высокой степени ($p < 0,001$) соответственно к виду животных составляло – $0,076 \pm 0,002$ %J, $0,082 \pm 0,002$, $0,079 \pm 0,002$ и $0,089 \pm 0,002$ %J.

Ключевые слова: экспресные методики, качество, безопасность, жиры животного происхождения, степень свежести

ASSESSMENT OF THE FATS OF ANIMAL ORIGINS BY THE APPLICATION OF DEVELOPED EXPRESS METHODS**N. M. Bogatko**

Abstract. *Express methods have been developed to determine the degree of freshness of animal fats by the content of aldehydes and to detect the presence of ammonia and ammonium salts by the tube method and on a slide. The probability of these indicators, which were established for the study of animal fats, was 99.9%.*

Using the express methods, it was found that the smallest number of samples (from $n=1$ to $n=3$) of stale freshness of beef, pork, lamb and goat fat was set at 4–7 days at temperatures from 0 to 6 °C; for 9–12, 17–20 days at temperatures from 0 to - 2 °C. According to the indicators of the fresh degree of fat samples obtained from different species of animals, it was detected for 2 days at temperatures of 0–6 °C; for 7 and 15 days at temperatures from 0 to - 2 °C, and doubtful freshness – for 3 days at temperatures from 0–6 °C; and 8 and 16 days at temperatures from 0 to - 2 °C.

It was found that the acidic number of fat of questionable quality from animals of different species was significantly higher ($p < 0.001$) and was 3.58 ± 0.014 mg KOH in beef fat, 3.61 ± 0.012 pork, 3.67 ± 0.014 mutton, and goat - 3.73 ± 0.013 mg KOH; and in the indexes of peroxide number of fat, the probable changes of a high degree ($p < 0.001$) according to the species of animals were set - $0.076 \pm 0.002\%$ J, 0.082 ± 0.002 , 0.079 ± 0.002 and $0.089 \pm 0.002\%$ J.

Key words: *express techniques, quality, safety, animal fats, degree of freshness*

UROCYSTITIS IN DOGS (CLINICAL AND LABORATORY DIAGNOSTICS)

N. I. BOIKO, Candidate of veterinary Sciences, associate Professor

S. I. HOLOPURA, Candidate of veterinary Sciences, associate Professor

B.V. POPADIUK, postgraduate student

M. M. KOSHCHAVKA, postgraduate student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: boyko_ni@ nubip.edu.ua; golopura_si@ nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.013>

Abstract. *The dog`s breed tendency who are get sick the most with urocystitis is analyzed. It have been identified that dogs with diagnosed cystitis have subfebrile fever, moderate tachycardia and tachypnea anxiety when urging for urination, strangury, polakuria, involuntary excretion of muddy urine, and some of them were diagnosed with an increase in volume and pain of the prostate gland. There are significant changes in the morphological blood composition were found in dog's blood, namely low erythrocyte count and low hemoglobin content, and significantly higher leukocyte count, neutrophilia with bands growth and the appearance of young neutrophils compared to healthy animals. In the serum of dogs suffering from urocystitis was revealed a moderate increase in protein due to the increase globulin fraction, increased activity of ALT, AsAT, ALP and decrease of the total calcium and inorganic phosphorus content.*

A sharp increase in hydrogen index, turbidity, sometimes impurity mucus and a sharp odor of ammonia, protein urobilinogen, bilirubin, nitrites, the appearance of a large amount of sediment in the form of a clot of pus and mucus have been revealed in dogs urine with urinary cystitis.

Key words: *cystitis, urethritis, stranguria, polakiuria, proteinuria, urobilinogenuria, pyuria*

Among the all urinary tract diseases, an inflammation of the bladder mucous membrane (cystitis) is diagnosed the most frequently, which is found in all species of animals. Infection is the main reason of cystitis emerging. Mostly they are representatives of the pathogenic microflora that inhabits in the surface of the animals`s mucous membranes and under certain conditions can cause the development of an inflammatory process:

Esherihia coli, Staphilococcus sp. Streptococcus pyogenes. Arcanobacterium pyogenes. Microorganisms that have a tendency to the urinary system can cause the development of the bladder inflammation: Corynebacterium urealyticum. Microorganisms are resistant to antibiotic therapy and are accompanied by prostatitis, epididymitis and cystitis: Micoplasma canis. The

Бойко Н. І., Голопура С. І., Попадюк Б. В., Кошавка М. М.

representatives of fungi - *Candida tropicalis* and unicellular saprophytic algae of the genus *Rrothecak* and others [1, 2, 3].

The bladder mucous membrane is resistant to infection, that's why it can be prone to cystitis when there are other factors such as impaired process of the bladder emptying, immunity decreasing (IgA deficiency), inflammation of the genital organs, giving to animals substances which irritate bladder mucosa (urotropin), endo- or exogenous glucocorticoids overdose. Urocystitis, in which the inflammatory process extends not only to the bladder mucous membrane, but also urethra experienced more often. [3, 4].

In the long course of disease and lack of treatment, infectious factors from the bladder enter the ascending path into the kidneys, which can lead to the development of pyelonephritis. Often pyelonephritis is bilateral, that can cause danger to the animal life. In addition, complications include disorders of the general condition of the body with azotemia, bladder urinary paralysis, secondary formation of urinary stone, etc. [3, 5].

Therefore, improving of diagnostic methods for prescribing effective treatment of urocystitis in animals is an extremely urgent problem in veterinary medicine.

Goal. To study the basic

morphological and biochemical parameters of blood and urine with urocystitis in dogs.

Materials and research methods.

Blood for hematological examination was collected in the morning before feeding from the subcutaneous vein of the forearm in an amount of at least 2.0 ml. Vacuum tubes with EDTA were used for blood sampling. Blood smears were stained with the Diff Quik Express Method (Leukodif-200 Reagent Set). All blood biochemical parameters were determined using a Labline – 010 biochemical analyzer. Counting the total number of cells (erythrocytes and leukocytes) was performed according to the conventional method in a counting chamber (hemocytometer) with Goryayev grid. The leukogram was deduced by counting 200 cells through three methods.

Urine was examined no later than 3 hours after selection. CANON EOS 550 D SLR, NDPL-1 (2X) Adaptation Camera and Canon EOS Digital Special Computer Program [7] were used to display the images on the monitor and to capture them. All macro- and microphotographs were taken in the conditions of the educational-scientific laboratory of Therapy and Clinical Diagnosis Department. Statistical processing of research results was conducted using the Microsoft Excel 2003 computer program.

Research results. The research had

Бойко Н. І., Голопура С. І., Попадюк Б. В., Кошавка М. М.

taken at the Small Animal Clinic ESP(Educational, scientific and production) Clinical Center "Vetmedservice" during 2015–2016. In the experimental group (n = 17) animals were selected for the symptoms that were characteristic of urocystitis: anxiety when urging for urination, stranguria, polakiuria, involuntary urinary excretion, etc. The animals` age was within 7 months - 3 years, but most of the animals

(15 animals) were at the age of active puberty.

Analyzing the breeds of animals, it was found that urocystitis is affected by dogs of different breeds: Shitsu (n = 3), Beagles (n = 5), Yorkshire terriers (n = 5), and inbreds (n = 4).

During clinical examination, a subfebrile fever, a moderate tachycardia and tachypnea, were revealed in dogs (table. 1).

1. Indicators of clinical examination of dogs with urocystitis

№	Indicator	Groups of animals			
		Clinically healthy (n=5)		Patients with urocystitis (n=17)	
		Lim	M±m	Lim	M±m
1.	Body temperature	37,5–39,0	38,5±	39,0–39,6	39,3±0,6
2.	Pulse rate	100–130	110±	90–135	118,3±6,0
3.	Respiratory rate	18–26	22±	28–35	31,3±3,1

Some dogs from the study group were diagnosed with an increase in volume and soreness of the prostate gland.

A research of the dogs` blood suffering from urocystitis showed that the number of erythrocytes and their hemoglobin content were at the lower limit of the physiological norm. The number of leukocytes in the blood of these animals was significant higher than in

clinically healthy animals, which indicated the development of inflammatory process (Table 2).

The animals blood leukogram with cystitis was characterized by pronounced neutrophilia with the growth of rod-cores and the appearance of young neutrophils. The number of eosinophils, basophils and monocytes was within physiological fluctuations.

2. Morphological parameters of dogs blood suffering from urocystitis

№	Indicator	Groups of animals			
		Clinically healthy (n = 5)		Patients with urocystitis (n = 17)	
		Lim	M±m	Lim	M±m
1.	The number of red blood cells, T/l	5,3–10	±	4,6–6,8	5,4±0,8
2.	Hemoglobin content g/l	120–150	±	100–135	115,3±5,2
3.	Number of leukocytes, g/l	8,5–10	±	10–16	13,1±1,9
Neutrophils	metamyelocyte	0	±	1–4	2,1±0,3
	band	1–4	±	6–10	7,2±0,5
	segmented	55–75	±	59–70	61,3±2,8
	basophilus	0–2	±	–	–
	eosinophils	1–5	±	3–7	4,1±0,3
	monocytes	1–4	±	4–6	3,3±0,5
	lymphocytes	20–40	±	19–25	22,2±1,6

The biochemical parameters of blood in dogs with urocystitis also had some differences from healthy animals. There was a moderate increase in protein in the dogs' blood with urocystitis due to an increase in the globulin fraction (Table 3).

3. Biochemical parameters of dogs' blood suffering from urocystitis

№	Indicator	Groups of animals			
		Clinically healthy (n = 5)		Patients with urocystitis (n = 17)	
		Lim	M±m	Lim	M±m
1.	ALT, IU/l	10–60	±	25–63	47,2±3,4
2.	AsAT, IU/l	10–50	±	17–74	36,3±3,1
3.	Alkaline phosphatase, IU/l	30–140	±	60–120	88,5±4,8
4.	Bilirubin, comm. µmol /l	0–3	±	1,5–2,7	2,3±0,6
5.	Creatinine, µmol /l	80–160	±	84–110	101,2±3,6
6.	Urea, Mmol /l	4–11	±	6–12	8,2±0,3
7.	α- amylase, IU/l	500–1650	±	640–110	70,5±3,5
8.	Total protein, g/l	55–80	±	66–78	70,4±3,5
9.	Glucose, Mmol /l	3–6	±	3,0–4,2	3,1±0,4
10.	Calcium, Mmol /l	2,2–3,0	±	1,8–2,5	2,1±0,1
11.	Phosphor, Mmol /l	1,0–2,8	±	0,9–2,5	1,6±0,1

Бойко Н. І., Голопура С. І., Попадюк Б. В., Кошавка М. М.

Some animals showed a tendency to increase enzymes activity: ALT, AsAT and ALP, which showed the development of dystrophic changes in the parenchymal organs, as well as a moderate decrease in the content of total calcium and inorganic phosphorus. Other biochemical parameters of blood (glucose level, α -amylase activity, bilirubin content,

creatinine and urea) were within physiological fluctuations.

Urinalysis involved the use of physico-chemical methods. The relative urine density with urocystitis did not differ significantly higher than in clinically healthy ones. More often, this indicator was close to normal values (Table 4).

4. Physical urine characteristics of dogs suffering from urocystitis

Indicator	Clinically healthy (n = 5)		Patients with urocystitis(n = 17)	
	Lim	M±m	Lim	M±m
The density of blood plasma	1,015–1,040	1,03±0,002	1,040–1,060	1,05±0,001
pH	5,8–6,3	6,0±0,06	6,9–8,0	7,0 ±0,5
Color	Saturated yellow	-	Yellow with a pinkish tinge	
Transparency	Transparent	-	Turbid, sometimes with mucus impurities	
Smell	Specific No odors	-	Specific, sometimes with the smell of alkaline fermentation	

There is a sharp increase in the hydrogen index (pHP) was identified in dogs who have urocystis. While in clinically healthy animals this figure was 6.0 and the urine was acidic, in sick dogs the urine became neutral and alkaline, with an average pH of 7.0. In dogs with urocystitis signs urine turbidity was observed, sometimes found mucus impurities. In the case of pH higher than

7.5 was showed a sharp odor of ammonia, indicating the development of alkaline fermentation in the bladder.

After centrifugation of urine from dogs with symptoms of urocystitis noted the appearance of a large amount of sediment in the form of a clot of pus and mucus that descended to the bottom of the test tube (Fig. 1C).

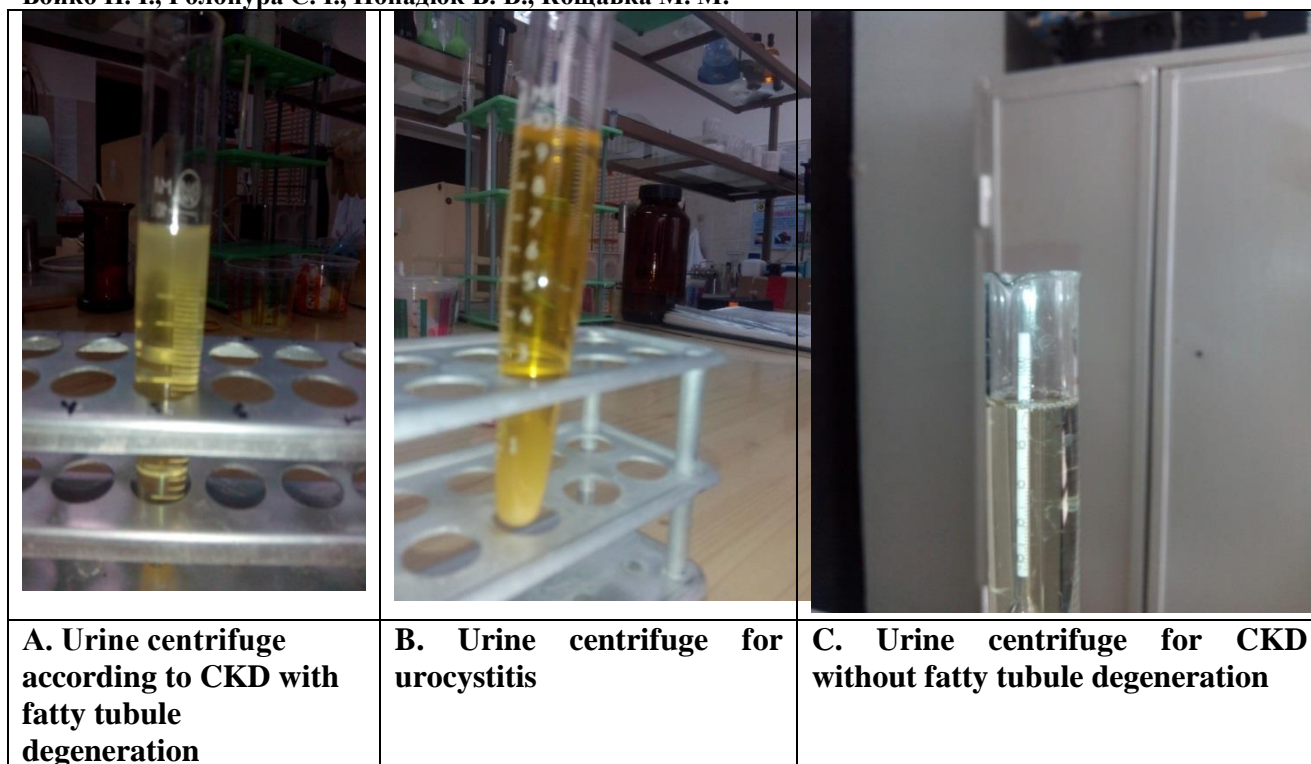


Fig. 1. Centrifuges of sediment of the animals urine

In a biochemical research of dogs urine suffering from urocystitis it was revealed that protein (0.3 - 1.5 g / l) was present in 17 samples (100 %), 13 of them (76 %) have urobinogen and bilirubin, and 2 (11 %) - nitrites (Table

5). The appearance of nitrite indicates reproduction in the urogenital tract of microflora (staphylococcus, proteus, Klebsiella, pseudomonas group), which is capable of destroying urea [6].

5. Chemical characteristics of dogs` urine suffering from urocystitis

Indicator	Clinically healthy (n = 5)		Patients with urocystitis (n = 17)	
	Lim	M±m	Lim	M±m
Protein, g/l	-	0	0,3-1,5	1,0±0,3
Glucose, Mmol/l	-	0	-	-
Urobilinogen, µmol /l	-	0	33-66	40,4±4,1
Bilirubin, µmol /l	-	0	8,6-33	15,3±3,2
Nitrites	-	0	+ - ++	+
Ketone bodies, Mmol/l	-	0	-	-

Conclusions:

1. The dogs who have urocystitis, the following clinical symptoms are observed: anxiety when urging for urination, strangury, polakiuria, involuntary discharge of cloudy urine.

2. It was disclosed that in dogs with urocystitis in the blood increases the number of leukocytes with a shift of the

nucleus to the left, increases the activity of AST, ALT, AP appears proteinuria, urobilinogenuria, bilirubinuria.

3. Urine indicators are characterized by an increase in the pH to 7.0 and even higher (8.0), the appearance of a sharp odor of ammonia, the presence of protein, urobilinogen, bilirubin and nitrites.

References

1. Sobolev V.E. (2012). Tsystyt Sobak [Dogs cystitis]. Part 1/ Russian Veterinary Journal 4, 46-48.

2. Sobolev V.E. (2012). Tsystyt Sobak [Dogs cystitis]. Part 2 / Russian Veterinary Journal 5, 35-37.

3. Nimand H.G, Suter P.B. (2004). Bolezni sobak [Dog Disease]. Moscow: LLC "Watercolor Print". 601-604.

4. Wingfield V.E. (2000). Sekrety` neotlozhnoj veterinarnoj pomoshhi [Secrets of emergency veterinary care].

M.: "Publishing House Binom" "Nevsky Dialect". 455-458.

5. Beinbridge J., Elliot J. (2008). Nefrologiya i urologiya sobak i koshek [Nephrology and urology of dogs and cats]. Moscow: "Aquarium-Print". 272.

6. Levchenko V. I., Vlizlo V. V., Kondrakhin I.P. and all. (2002). Veterinarna kli`ni`chna bi`okhi`mi`ya [Veterinary Clinical Biochemistry]. Bila Tserkva. 400.

УРОЦИСТИТ У СОБАК (КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНА ДІАГНОСТИКА)

Н. І. Бойко, С. І. Голопура, Б.В. Попадюк, М. М. Кошавка

***Анотація.** Проаналізовано, породну схильність собак, які найчастіше хворіють на уроцистит. Встановлено, що у собак з діагностованим циститом проявляється субфебрильна температура, помірна тахікардія і тахіпноє неспокій при позивах до сечовиділення, странгурія, полакіурія, мимовільне виділення мутної сечі, а в окремих із них діагностували збільшення в об'ємі та болючість передміхурової залози. У крові собак, хворих на уроцистит виявлено значні зміни в морфологічному складі крові, а саме низьку кількість еритроцитів та низький вміст гемоглобіну і значно вищу кількість лейкоцитів, нейтрофілію зі зростанням паличкоядерних та появою юних нейтрофілів порівняно із здоровими тваринами. У сироватці крові собак, хворих на уроцистит виявлено помірне збільшення білка за рахунок збільшення глобулінової фракції, підвищення активності АлАТ, АсАТ, ЛФ та зниження вмісту загального кальцію і неорганічного фосфору.*

У собак, хворих на уроцистит у сечі виявили різке збільшення водневого показника, помутніння сечі, іноді домішки слизу та різкий запах аміаку, білок

Бойко Н. І., Голопура С. І., Попадюк Б. В., Кощавка М. М.

уробіліноген, білірубін, нітрити, появу значної кількості осаду у вигляді згустку гною та слизу.

Ключові слова: *цистит, уретрит, странгурія, полакіурія, протеїнурія, уробіліногенурія, піурія*

ВМІСТ ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ ТА ХОЛЕСТЕРОЛУ В КРОВІ ХОЛОСТИХ СВИНОМАТОК ЗАЛЕЖНО ВІД ОСОБЛИВОСТЕЙ ДІЯЛЬНОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Р. В. ПОСТОЙ, кандидат ветеринарних наук, докторант

В. І. КАРПОВСЬКИЙ, доктор ветеринарних наук, професор кафедри біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого

В. В. ПОСТОЙ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: ruslana-postoy@meta.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.014>

Анотація. У статті наведено дані щодо впливу основних характеристик коркових процесів та типу автономної регуляції серцевого ритму на показники обміну ліпідів у крові свиноматок. У досліді використовували холостих свиноматок великої білої породи 3-річного віку. Залежно від типу вищої нервової діяльності сформовано 4 дослідні групи свиноматок: сильного врівноваженого рухливого, сильного врівноваженого інертного, сильного незрівноваженого та слабкого типів. Залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму сформовано 3 дослідні групи свиноматок: нормотоніків, ваготоніків та симпатикотоніків. У сироватці крові визначали вміст холестеролу та триацилгліцеролів, отримані дані обробляли за допомогою кореляційного та дисперсійного методів аналізу. Результати досліджень показали, що відсутні вірогідні відмінності за вмістом холестеролу та триацилгліцеролів у крові свиноматок залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму. Встановлено, що у свиноматок слабкого та сильних типів вищої нервової діяльності вірогідно відрізняється рівень триацилгліцеролів та холестеролу в сироватці крові. За даними кореляційного аналізу встановлено вірогідні взаємозв'язки між силою ($r=0,77$; $p<0,01$), врівноваженістю ($r=0,47$; $p<0,05$) та рухливістю коркових процесів ($r=0,55$; $p<0,05$) та вмістом триацилгліцеролів у крові, а також силою і врівноваженістю ($r=0,56-0,59$; $p<0,01$) коркових процесів та вмістом холестеролу в крові. За цих умов, ступінь впливу показників умовно-рефлекторної діяльності на вміст триацилгліцеролів та холестеролу в крові складав $\eta^2_x=0,31-0,41$ за $p<0,05$. Таким чином, типологічні особливості вищої нервової діяльності чинять вірогідний вплив на показники обміну ліпідів у крові свиноматок, тоді як ступінь впливу типу автономної регуляції серцевого ритму незначний.

Ключові слова: свиноматки, тип автономної регуляції серцевого ритму, тип вищої нервової діяльності, триацилгліцероли, холестерол, кров

Актуальність. Свиня (*Sus scrofa*) є унікальним одомашненим видом тварин, що приносить значну користь людству. З одного боку, вони забезпечують фізіологічні потреби людей у смачних та корисних

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

нутрієнтах, а з іншого – використовуються у численних біомедичних наукових дослідженнях, як найбільш близький до людини вид [1, 2]. Свиноматки відіграють провідну роль у виробництві свинини, оскільки вони є репродуктивною одиницею, а їх продуктивність та генетичний потенціал визначають максимальну потенційну продуктивність всієї системи загалом [3]. Реалізація генетично обумовленої продуктивності свиней значною мірою визначається вищою нервовою діяльністю (ВНД). Тому, на нашу думку, особливої уваги заслуговує вивчення ролі індивідуальних особливостей діяльності нервової системи у процесах обміну речовин в організмі свиноматок.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Автономна нервова система (АНС) є частиною нервової системи, що іннервує усі внутрішні органи і тканини та регулює їх діяльність. Автономні нерви активують або гальмують роботу органів, секрецію залоз, змінюють просвіт судин і таким чином забезпечують гомеостаз [4]. Традиційно, АНС поділяють на симпатичну та парасимпатичну, хоча, останнім часом окремо виділяють і ентеричну нервову систему. Залежно від домінуючого відділу АНС у тварин розрізняють 3 типи автономної регуляції серцевого ритму – нормотонічний, парасимпатикотонічний

(ваготонічний) та симпатикотонічний. Цікавим є той факт, що методом варіаційної пульсометрії у курей, на відміну від ссавців, вдалося встановити лише 2 типи автономної регуляції серцевого ритму – основний симпатикотонічний та перехідний симпатонормотонічний [5].

Кора півкуль великого мозку є вищим регуляторним відділом усіх фізіологічних процесів в організмі тварин та забезпечує зв'язок організму із навколишнім середовищем. В залежності від сили, врівноваженості та рухливості процесів збудження і гальмування коркових процесів виділяють 4 основні типи ВНД у тварин – сильний врівноважений рухливий, сильний врівноважений інертний, сильний нерівноважений та слабкий [6]. Встановлено, що тип ВНД впливає на процеси обміну речовин та продуктивність свиней [7–9]. У молодняку свиней 4–6-місячного віку залежно від типологічних особливостей ВНД та типу автономної регуляції серцевого ритму описано окремі показники обміну ліпідів [8, 11]. Дослідження літературних джерел показало, що питання щодо впливу індивідуальних особливостей діяльності нервової системи на рівень холестеролу та триацилгліцеролів у крові холостих свиноматок є недостатньо вивченим.

Мета. Дослідити показники обміну ліпідів у крові холостих

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

свиноматок із урахуванням типу автономної регуляції серцевого ритму та типу ВНД.

Методи. Досліди виконані на холостих свиноматках великої білої породи 3-річного віку в умовах виробничої свиноферми ТОВ СП «Ідна», с. Острожець, Млинівського району, Рівненської області. Раціон та умови утримання для всіх піддослідних тварин були ідентичними. Дослідні групи свиноматок формували з урахуванням типологічних особливостей ВНД та вихідного вегетативного статусу. Визначення типів ВНД проводили за методикою визначення типів ВНД свиней у виробничих умовах, розробленою кафедрою біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого НУБіП України, суть якої полягає в оцінці рухової реакції тварини до місця підкріплення кормом, швидкості вироблення та переробки умовного рухово-харчового рефлексу, ступеня орієнтувальної реакції та зовнішнього гальмування [12]. Під час дослідження умовно-рефлекторної діяльності проводять оцінку сили, рухливості та врівноваженості процесів збудження та гальмування в корі великого мозку і результат виражають в умовних одиницях. На основі проведених досліджень було сформовано 4 дослідні групи тварин по 5 найтипівіших представників кожного типу (сильного врівноваженого рухливого, сильного

врівноваженого інертного, сильного неврівноваженого та слабкого) ВНД за принципом аналогів. Дослідження типу автономної регуляції серцевого ритму у піддослідних свиноматок проводили за допомогою тригеміновагального тесту, який дозволяє встановити збалансованість впливів на роботу серця симпатичного та парасимпатичного відділів АНС [13]. За результатами цього тесту було сформовано 3 дослідні групи по 5 тварин у кожній (нормотоніків, симпатикотоніків та ваготоніків).

Для проведення біохімічних досліджень у піддослідних свиноматок відбирали зразки крові з яремної вени із дотриманням правил асептики та антисептики. У сироватці крові визначали вміст холестеролу та триацилгліцеролів ензиматичним колориметричним методом [14, 15]. Одержані результати обробляли статистично. При цьому розраховували середнє арифметичне значення (M), помилку середнього арифметичного значення (m), коефіцієнт кореляції Пірсона (r) та ступінь впливу η^2_x [16]. Вірогідність відмінностей оцінювали за коефіцієнтом вірогідності таблиці Стьюдента (p) та вважали різницю між показниками вірогідною за $p \leq 0,05$ або в межах тенденції – за $p \leq 0,1$.

Результати. До важливих показників обміну ліпідів в організмі тварин належать холестерол та

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

триацилгліцероли. Холестерол – ненасичений спирт із класу стероїдів, який у крові знаходиться у вигляді естерів із вищими жирними кислотами. Холестерол є структурним компонентом плазматичних мембран ссавців і має важливе значення для біосинтезу стероїдних гормонів, вітаміну Д, оксистеролів та жовчних кислот [17]. Триацилгліцероли – це нейтральні жири, які складаються із однієї молекули гліцеролу та трьох вищих жирних кислот і відіграють провідну роль у депонуванні жирів в організмі.

Дослідження показників обміну ліпідів залежно від типологічних особливостей ВНД показали, що існують вірогідні відмінності між свиноматками за вмістом холестеролу в сироватці крові. Встановлено, що у свиноматок слабого типу ВНД вміст холестеролу в сироватці крові був вірогідно нижчим на 22,30 та 26,54 % за $p < 0,05-0,001$, ніж відповідно у свиноматок сильного врівноваженого рухливого та сильного врівноваженого інертного типів, а також у межах тенденції (на 17,21 %

за $p < 0,1$) – у порівнянні із значеннями свиноматок сильного неврівноваженого типу (табл. 1). Крім того, у свиноматок сильного врівноваженого інертного типу ВНД відмічали деякою мірою перевагу за вмістом холестеролу в сироватці крові (на 11,27 %) над свиноматками сильного неврівноваженого типу. За даними дисперсійного аналізу, основні характеристики процесів збудження і гальмування у корі великого мозку впливають на вміст холестеролу в сироватці крові. Встановлено, що сила та врівноваженість коркових процесів чинять вірогідний вплив на вміст холестеролу в сироватці крові – $\eta^2_x = 0,31-0,39$ за $p < 0,05$. Між основними показниками умовно-рефлекторної діяльності та рівнем холестеролу в крові свиноматок існує вірогідний взаємозв'язок. Встановлено, що між вмістом холестеролу в сироватці крові та силою і врівноваженістю коркових процесів наявна середня позитивна кореляція – $r = 0,56-0,59$ за $p < 0,01$.

1. Показники обміну ліпідів в сироватці крові холостих свиноматок різних типів вищої нервової діяльності, $M \pm m$, $n=5$

Показники	Тип вищої нервової діяльності			
	Сильний врівноважений рухливий	Сильний врівноважений інертний	Сильний неврівноважений	Слабкий
Холестерол, ммоль/л	2,70±0,21	2,86±0,09	2,53±0,21	2,10±0,13*
Триацилгліцероли, ммоль/л	0,55±0,04	0,53±0,04	0,46±0,05	0,35±0,04**

Примітка. * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ – відносно свиноматок сильного врівноваженого рухливого типу ВНД

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

Під час дослідження вмісту триацилгліцеролів у крові в залежності від приналежності до типу ВНД встановлено вірогідні відмінності між свиноматками сильних типів та слабкого. Зокрема, свиноматки слабкого типу ВНД, у яких відмічали найнижчий вміст триацилгліцеролів у сироватці крові, мали вірогідно нижчі значення, ніж свиноматки сильного врівноваженого рухливого та сильного врівноваженого інертного типів відповідно на 36,26 та 34,34 % за $p < 0,05$, та у межах тенденції (на 25,00 % за $p < 0,1$) – у порівнянні із свиноматками сильного неврівноваженого типу. Окрім того, свиноматки сильного неврівноваженого типу ВНД характеризувалися дещо нижчими значеннями вищезгаданого показника (на 12,45–15,02 %) у порівнянні з свиноматками сильного врівноваженого рухливого та сильного врівноваженого інертного типів. Згідно результатів кореляційного аналізу встановлено, що між основними властивостями нервових процесів у корі великого мозку та рівнем триацилгліцеролів у крові свиноматок існує вірогідний взаємозв'язок. Встановлено позитивну кореляцію вмісту триацилгліцеролів у сироватці крові свиноматок та сили ($r=0,77$; $p < 0,01$), врівноваженості ($r=0,47$; $p < 0,05$) і

рухливості коркових процесів ($r=0,55$; $p < 0,05$). Основні показники умовно-рефлекторної діяльності свиноматок чинять вірогідний вплив на вміст триацилгліцеролів у сироватці крові. Встановлено вірогідний вплив сили та врівноваженості коркових процесів на вміст триацилгліцеролів в сироватці крові – $\eta^2_x=0,35-0,41$ за $p < 0,01$.

Під час дослідження вмісту холестеролу у сироватці крові вірогідних відмінностей між свиноматками з різними типами автономної регуляції серцевого ритму не спостерігалось (табл. 2). У свиноматок нормо- та ваготоніків вміст холестеролу в сироватці крові був майже однаковим, тоді як у свиноматок симпатикотоніків – дещо нижчим (на 3,57–3,94 %). Згідно даних кореляційного аналізу, вірогідного взаємозв'язку між типом автономної регуляції серцевого ритму у свиноматок та вмістом холестеролу в сироватці крові не встановлено. Так, між вмістом холестеролу в сироватці крові та тонусом АНС кореляція була слабкою позитивною ($r=0,29-0,37$). Дослідження впливу тонусу АНС на вміст холестеролу в сироватці крові свиноматок показало, що вірогідний вплив відсутній. Зокрема, показник ступеня впливу нормотонії та ваготонії на вміст холестеролу в сироватці крові був нульовим, тоді як симпатикотонії складав $\eta^2_x=0,17$.

2. Показники обміну ліпідів в сироватці крові холостих свиноматок із різним типом автономної регуляції серцевого ритму, $M \pm m$, $n=5$

Показники	Тип автономної регуляції серцевого ритму		
	Нормотоніки	Ваготоніки	Симпатикотоніки
Холестерол, ммоль/л	2,64±0,18	2,63±0,22	2,54±0,30
Триацилгліцероли, ммоль/л	0,49±0,07	0,56±0,04	0,42±0,06

Дослідження показали, що залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму вірогідних відмінностей між свиноматками за вмістом триацилгліцеролів в сироватці крові не спостерігалось. Разом з тим, у свиноматок ваготоніків відмічали найвищий вміст триацилгліцеролів в сироватці крові і вони мали тенденцію до переваги над свиноматками симпатикотоніками на 24,37 % за $p < 0,1$. У свиноматок нормотоніків вміст триацилгліцеролів в сироватці крові був нижчим на 14,34 %, ніж у свиноматок ваготоніків та вищим на 13,52 %, ніж у свиноматок симпатикотоніків. Кореляційний аналіз показав, що між вмістом триацилгліцеролів у сироватці крові свиноматок та ваготонією спостерігалася позитивна тісна кореляція – $r=0,87$. Разом з тим, тип автономної регуляції серцевого ритму не чинить вірогідного впливу на вміст триацилгліцеролів у сироватці крові свиноматок, хоча показники ступеня впливу ваготонії та симпатикотонії склали $\eta^2_x=0,17-0,18$, а нормотонії – $\eta^2_x=0,00$.

Отримані нами результати, свідчать про вищу інтенсивність обміну ліпідів в організмі холостих

свиноматок сильних типів ВВД, ніж у свиноматок слабкого типу. Результати дисперсійного та кореляційного аналізів даних доводять беззаперечну роль кортикальних механізмів у регуляції окремих показників обміну ліпідів у крові свиноматок, тоді як роль типу автономної регуляції серцевого ритму була менш суттєвою.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що холості свиноматки слабкого типу вищої нервової діяльності характеризуються вірогідно нижчим вмістом холестеролу в сироватці крові на 22,30–26,54 % ($p < 0,05-0,001$), ніж свиноматки сильного врівноваженого рухливого та сильного врівноваженого інертного типів. Вміст холестеролу в сироватці крові взаємопов'язаний ($r=0,56-0,59$ за $p < 0,01$) із силою та врівноваженістю коркових процесів, а ступінь їх впливу складав $\eta^2_x=0,31-0,39$ ($p < 0,05$). Натомість, вірогідних відмінностей за вмістом холестеролу в сироватці крові свиноматок залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму не відмічалось.

Різниця за вмістом триацилгліцеролів у сироватці крові

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

між свиноматками слабкого та сильних врівноважених типів вищої нервової діяльності складала 34,34–36,26 % ($p < 0,05$). Встановлено вірогідну кореляцію між показниками умовно-рефлекторної діяльності у свиноматок та рівнем триацилгліцеролів у крові ($r = 0,47–0,77$; $p < 0,05–0,01$). Сила та врівноваженість коркових процесів чинять вірогідний вплив на вміст

References

1. Carnagey, K. M., Lewis, D. S., Stewart, J. W., & Beitz, D. C. (2004). Improvement of Lipid Absorption in Young Pigs as a Model for Preterm Infants. In *Animal Industry Report*, AS 650, ASL R1958. doi: 10.31274/ans_air-180814-833
2. Corominas, J., Ramayo-Caldas, Y., Puig-Oliveras, A., Estellé, J., Castelló, A., Alves, E., ... Folch, J. M. (2013). Analysis of porcine adipose tissue transcriptome reveals differences in de novo fatty acid synthesis in pigs with divergent muscle fatty acid composition. *BMC genomics*, 14, 843. doi:10.1186/1471-2164-14-843
3. Ball, R. O., Samuel, R. S., & Moehn, S. (2008). Nutrient requirements of prolific sows. In *Advances in Pork Production*, 19, 223–237.
4. Prylutskyi, O. K. (2013). VEHETATYVNA NERVOVA SYSTEMA [The autonomic nervous system]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 1 (2), 55–59. (in Ukrainian)
5. Tybinka, A. M. (2012). Pokaznyky variatsiinoi pulsometrii kurei riznykh typiv avtonomnoho tonusu [Indicators of variational heart rate of chickens of different types of autonomous tone]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 14 (2 (1)), 337–340. (in Ukrainian)
6. Naumenko, V. V. (2004). Osoblyvosti umovno-reflektornoï diïalnosti, typu nervovoi systemy ta yikh zviazok z deïakymy funktsiiamy u svyneï [Features of conditioned reflex activity, types of the nervous system and their connection with some

триацилгліцеролів у сироватці крові – $\eta^2_x = 0,35–0,41$ ($p < 0,01$). Залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму вірогідних відмінностей між свиноматками за вмістом триацилгліцеролів у сироватці крові не встановлено.

Перспективними є дослідження впливу кортико-вегетативних механізмів регуляції на вміст окремих класів ліпідів у крові свиноматок.

functions in pigs]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho ahrarynoho universytetu*, 78, 13–34. (in Ukrainian)

7. Karpovskiy, V. I., Trokoz, V. A., Danchuk, A. V., Postoi, R. V., Karpovskiy, V. V., & Vasil'ev, A. P. (2016). Vliyanie osnovnykh korkovykh processov na produktivnost` svinej v period tekhnologicheskogo stressa [The influence of the main cortical processes on pig productivity during technological stress]. *E`kologiya i zhivotny`j mir*, 2, 8–13. (in Russian)

8. Karpovskiy, V. V. (2016). Vmist kholesterolu u syrovattsi krovi svyneï riznykh typiv vyshchoï nervovoi diïalnosti [Cholesterol content in blood serum of pigs with different types of higher nervous activity]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (1 (2)), 59–64. (in Ukrainian)

9. Landsman, A. A. (2014). Rol pechinky v protsesakh bilkovoho obminu u svyneï z riznymy typamy vyshchoï nervovoi diïalnosti [The role of the liver in the processes of protein metabolism in pigs with different types of higher nervous activity]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 16 (3 (60)), 193–199. (in Ukrainian)

10. Shesterynska, V. V., Trokoz, V. O., Karpovskiy, V. I., Kryvoruchko, D. I., Trokoz, A. V., Vasylyv, A. P. (2012). Pokaznyky vuhlevodnoho obminu u svyneï riznykh typiv nervovoi systemy [Indicators of carbohydrate metabolism in pigs of different types of nervous system]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho*

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

ahroekolohichnoho universytetu: Veterynarna medytsyna, 1 (3 (1)), 407–410. (in Ukrainian)

11. Karpovskiy, V. V., Karpovskiy, P. V., Landsman, A. A., Skripkina, V. N., Postoj, R. V., Krivoruchko, D. I. ... Karpovskiy, V. I. (2015). Soderzhanie kholesterola i triacilglycerolov v plazme krovi porosyat v zavisimosti ot osobennostej korkovoj i vegetativnoj nervnoj regulyaczii [The content of cholesterol and triacylglycerols in the blood plasma of piglets, depending on the characteristics of cortical and autonomic nervous regulation]. Ucheny`e zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj medicziny». 51 (1(1)), 54–56. (in Russian)

12. Karpovsky, V. I., Trokoz, V. O., Kryvoruchko, D. I., Trokoz, A. V., Shesterinskaya, V. V., Vasiliv, A. P. (2012). Metodyka vyznachennia typiv vyshchoi nervovoi diialnosti svynei u vyrobnychkh umovakh [Methods of determination of types of higher nervous activity of pigs in production conditions Naukovo–tehnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo–doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ

ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn, 13 (1/2), 105–108.

13. Derevianko, I. D., & Diachynskiy, A. S. (Eds.) (2009). Fiziolohiia silskohospodarskykh tvaryn : praktykum. (3rd ed.) [Physiology of farm animals]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury.

14. Allain, C. C., Poon, L. S., Chan, C. S. G., Richmond, W., & Fu, P. C. (1974). Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol. Clinical Chemistry, 20 (4), 470–475.

15. Fossati, P., & Prencipe, L. (1982). Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. Clinical Chemistry, 28 (10), 2077–2080.

16. Kamy`shnikov, V. S. (2004). Spravochnik po kliniko-biokhimiicheskim issledovaniyam i laboratornoj diagnostike [Handbook of Clinical-Biochemical Research and Laboratory Diagnostics]. Moskva: MEDpress-inform.

17. Oguro, H. (2019). The Roles of Cholesterol and Its Metabolites in Normal and Malignant Hematopoiesis. Frontiers in Endocrinology, 10, 204. doi: 10.3389/fendo.2019.00204

ВЛИЯНИЕ КОРТИКО-ВЕГЕТАТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ХОЛЕСТЕРОЛА И ТРИАЦИЛГЛИЦЕРОВ В КРОВИ ХОЛОСТЫХ СВИНОМАТОК

Р. В. Постой, В. И. Карповский, В. В. Постой

Аннотация. В статье приведены данные о влиянии основных характеристик корковых процессов и типа автономной регуляции сердечного ритма на показатели обмена липидов в крови свиноматок. В опыте использовали холостых свиноматок крупной белой породы 3-летнего возраста. В зависимости от типа высшей нервной деятельности сформированы 4 опытные группы свиноматок: сильного уравновешенного подвижного, сильного уравновешенного инертного, сильного неуравновешенного и слабого типов. В зависимости от типа автономной регуляции сердечного ритма сформировано 3 опытные группы свиноматок: нормотоников, ваготоников и симпатикотоников. В сыворотке крови определяли содержание холестерина и триацилглицеролов, полученные данные обрабатывали с помощью корреляционного и дисперсионного методов анализа. Результаты исследований показали, что отсутствуют достоверные различия по содержанию холестерина и триацилглицеролов в крови свиноматок в зависимости от типа автономной регуляции сердечного ритма. Установлено, что у свиноматок

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

слабого и сильных типов высшей нервной деятельности достоверно отличается уровень триацилглицеролов и холестерина в сыворотке крови. По данным корреляционного анализа установлено достоверные взаимосвязи между силой ($r=0,77$; $p<0,01$), уравновешенностью ($r=0,47$; $p<0,05$) и подвижностью ($r=0,55$; $p<0,05$) корковых процессов и содержанием триацилглицеролов в крови, а также силой и уравновешенностью корковых процессов ($r=0,56-0,59$; $p<0,01$) и содержанием холестерина в крови. В этих условиях, степень влияния показателей условно-рефлекторной деятельности на содержание триацилглицеролов и холестерина в крови составлял $\eta^2_x=0,31-0,41$ при $p<0,05$. Таким образом, типологические особенности высшей нервной деятельности оказывают достоверное влияние на показатели обмена липидов в крови свиноматок, тогда как степень влияния типа автономной регуляции сердечного ритма незначительна.

Ключевые слова: свиноматки, тип автономной регуляции сердечного ритма, тип высшей нервной деятельности, триацилглицеролы, холестерол, кров

CHOLESTEROL AND TRIACYLGLYCEROLS CONTENT IN BLOOD OF DRY SOWS DEPENDING ON PECULIARITIES OF NERVOUS SYSTEM ACTIVITY

R. V. Postoi, V. I. Karpovskiy, V. V. Postoi

Abstract. The article presents data on the influence of the basic characteristics of cortical processes and the type of autonomic regulation of cardiac rhythm on indicators of lipid metabolism in sows' blood. In experiment dry sows of a large white breed of 3 years old were used. Depending on the type of higher nervous activity, 4 experimental groups of sows were formed: strong balanced mobile, strong balanced inert, strong unbalanced and weak types. Depending on the type of autonomic regulation of cardiac rhythm, 3 experimental groups of sows were formed: normotonic, vagotonic and sympathicotonic. Cholesterol and triacylglycerol content were determined in serum, and the data were processed using correlation methods and analysis of variance. The results of studies have shown that there are no significant differences by the cholesterol and triacylglycerol content of sows' blood depending on the type of autonomic regulation of cardiac rhythm. It has been established that sows with weak and strong types of higher nervous activity are significantly different by serum triacylglycerols and cholesterol levels. According to the correlation analysis, significant relationships were found between strength ($r=0.77$; $p<0.01$), balance ($r=0.47$; $p<0.05$) and mobility ($r=0.55$; $p<0.05$) of cortical processes and triacylglycerols content in blood, as well as the strength and balance of cortical processes ($r=0.56-0.59$; $p<0.01$) and cholesterol content in blood. Under these conditions, the degree of influence of indicators of conditioned reflex activity on triacylglycerols and cholesterol content in blood was $\eta^2_x=0.31-0.41$ for $p<0.05$. Thus, the typological features of higher nervous activity have a significant effect on indicators of lipid metabolism in sows' blood, whereas the degree of influence of the type of autonomic regulation of cardiac rhythm is negligible.

Постой Р. В., Карповський В. І., Постой В. В.

Keywords: *sows, type of autonomic regulation of heart rate, type of higher nervous activity, triacylglycerols, cholesterol, blood*

**АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

Д. Ю. КАЛІНІЧЕНКО, аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-3689-3467>

І. Л. РОГОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, с. н. с.,

<https://orcid.org/0000-0002-6957-1616>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: rogovskii@nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.015>

***Анотація.** У залежності від постановки задачі оптимізації можливі різні варіанти її вирішення, в тому числі такі, що передбачають зміни не тільки параметрів технічного стану зернозбиральних комбайнів, але й структури самого режиму технічного контролю, в частині розробки і використання різних комбінаторних і комплексних моделей з різними видами технічного контролю; за фактичним технічним станом, що може бути пов'язано з необхідністю його безперервного або періодичного технічного контролю.*

Поряд з критерієм граничного допустимої ймовірності відмови для визначення тривалості експлуатації комбайна між почерговими технічними контролюями використовуються також економіко-математичні критерії. При цьому вимоги до технічної готовності комбайна виконують роль обмеження. Тоді задача керування технічною готовністю зернозбирального комбайна при експлуатації може бути формалізована за загальновідомим принципом, який представляє собою алгебраїчну суму добутку всіх можливих ймовірностей втрати працездатності і збитків від простоїв комбайна з цих подій. Доведено доцільність застосування методу визначення оптимальної періодичності технічного контролю зернозбиральних комбайнів при заданих параметрах інтенсивностей відмов, трудомісткістю технічного контролю і відношення затрат при відмові до затрат на технічний контроль дозволяє мінімізувати значення величини сукупної оптимізаційної функції забезпечення технічного готовності комбайна і забезпечить оптимальне керування цим процесом.

***Ключові слова:** модель, стохастичність, адекватність, оптимізація, режим, контроль, комбайн*

Актуальність. В більшості практично значимих випадках оптимальності режимів технічного контролю зернозбиральних комбайнів [1] може бути оцінена визначенням рішень двох задач:

- забезпечення нормативного рівня технічної готовності зернозбирального комбайна (тобто значення якого-небудь показника ремонтпридатності і безвідмовності) за мінімальних витрат трудових і

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

затрат фінансових ресурсів на технічний контроль [2];

- забезпечення максимального з можливих рівня технічної готовності за обмежених витрат трудових і затрат фінансових ресурсів на технічний контроль (обернена задача оптимізації) [3].

Для найбільш складних і вартісних зернозбиральних комбайнів, відмова або зниження працездатності яких нижче допустимого рівня [4] може призвести до аварійних наслідків, показники безвідмовності і ремонтпридатності [5], як більш впливові характеристики, зазвичай розглядаються в якості обмеження, а фінансові затрати – як цільова функція оптимізації [6]. Тому в більшості випадків вирішується пряма задача оптимізації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вирішення задач оптимізації режимів технічного контролю зернозбиральних комбайнів включає, як правило, побудову як моделей функціонування [7] і можна виділити ряд характерних груп потоків (переходів з одного стану в другий): виникнення відмов і несправностей [8], усунення відмов і несправностей [9], вивід комбайна на різні режими технічного контролю, вивід із стану проведення технічного контролю [10]. При цьому марковська апроксимація можлива, якщо випадкові потоки є простішими, тобто задовольняють умовам

ординарності, стаціонарності і відсутності наслідків [11]. В більшості задач прикладного характеру використання марковської апроксимації приводить до отримання рішень з похибкою в межах точності вихідних даних і, в більшості випадків, не перевищує 3-5% [12]. Тому використання властивостей марковських процесів для рішення практичних задач технічної готовності зернозбиральних комбайнів, як правило, є достатньо виправданим.

Мета дослідження. Наукове обґрунтування оптимальних режимів технічного контролю зернозбиральних комбайнів із забезпеченням нормативного рівня технічної готовності зернозбирального комбайна.

Завдання дослідження полягало у визначенні методу визначення оптимальної періодичності технічного контролю зернозбиральних комбайнів при заданих параметрах інтенсивностей відмов, трудомісткістю технічного контролю і відношення затрат при відмові до затрат на технічний контроль дозволяє мінімізувати значення величини сукупної оптимізаційної функції забезпечення технічної готовності комбайна і забезпечить оптимальне керування цим процесом.

Матеріали і методи дослідження. Так прийємо простіший випадок безперервно

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

контрольованого параметру технічного стану зернозбиральних комбайнів в процесі експлуатації (рис. 1) можливі тільки два стани (працездатність і стан відмови) і при визначеній інтенсивності відмов λ

модель режимів технічного контролю включає тільки один керований параметр – середній час T_B або інтенсивність відновлення μ (при цьому $T_B = 1/\mu$).

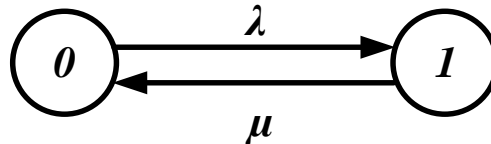


Рис. 1. Граф простішого випадку безперервно контрольованого параметру технічного стану зернозбиральних комбайнів в процесі експлуатації: 0 – працездатність, 1 – відмова

Для усталеного режиму експлуатації зернозбиральних комбайнів ($t \rightarrow \infty$) система диференційних рівнянь відносно

ймовірності стану комбайна $P_0(t)$ і $P_1(t)$ перетворюється в систему алгебраїчних рівнянь відносно граничних ймовірностей $P_0(t)$ і $P_1(t)$:

$$-\lambda P_0 + \mu P_1 = 0, \quad -\mu P_1 + \lambda P_0 = 0, \quad (1)$$

з якої (2.6), з врахуванням нормуючої умови $P_0 + P_1 = 1$, можливо отримати:

$$\mu = \lambda \frac{P_0}{1-P_0} = \lambda \frac{1-P_1}{P_1}. \quad (2)$$

При визначеній інтенсивності відмов комбайна λ і заданому рівні технічної готовності P_0 (ймовірність готовності комбайна до безвідмовної експлуатації) або ймовірності аварійної відмови $Q = P_1 = 1 - P_0$ (технічний ризик) можливо визначити граничне значення математичного очікування часу відновлення комбайна і, відповідно, інші значення режиму технічного контролю.

В більш складних випадках для рішення задач оптимізації режимів технічного контролю

зернозбирального комбайна необхідно визначити деякі додаткові характеристики, які не можуть бути заданими виходячи з експериментальних досліджень або виробничої практики експлуатації комбайна. Для цього доцільно скористатись основними властивостями марковських процесів з безперервним часом.

Так в моделі нерезервованої відмови зернозбирального комбайна з періодичним технічним контролем (рис. 2) можливі переходи чотирьох видів.

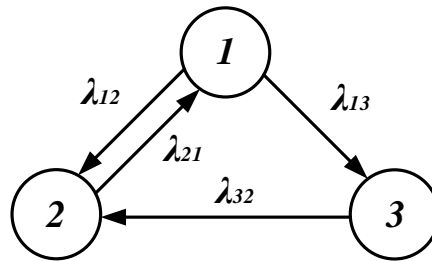


Рис. 2. Граф стану нерезервованої відмови зернозбирального комбайна з періодичним технічним контролем: 1 – працездатність; 2 – технічний контроль; 3 – нерезервована відмова (до проведення технічного контролю)

Перший вид (рис. 2). З працездатності (або стан технічної готовності комбайна до експлуатації) 1 в стані технічного контролю 2 з періодичністю t_{tc} і, відповідно, з інтенсивністю переходів $\lambda_{12} = 1/t_{tc}$.

Другий вид (рис. 2). Стан технічної готовності комбайна 1 в стані відмови 3 з інтенсивністю переходів, рівною інтенсивності відмов λ (або параметру потоку відмов): $\lambda_{13} = \lambda$.

Третій вид (рис. 2). Стан за режимом технічного контролю 2 в стані технічної готовності комбайна 1 з інтенсивністю, яка визначається тривалістю технічного контролю τ_{tc} : $\lambda_{21} = 1/\tau_{tc}$.

Четвертий вид (рис. 2). Стан за відмови комбайна 3 в стані за режимом технічного контролю 2 (перехід обумовлений віднайденням прихованої відмови при технічному контролі) з інтенсивністю λ_{32} .

Єдиним стан за повної працездатності комбайна є стан технічної готовності 1 і тому основним показником необхідно вважати ймовірність цього стану P_1 . При аналізі технічної готовності комбайна основним значенням є ймовірність відмови (технічний ризик) $Q = P_3$.

Результати дослідження та їх обговорення. Значення t_{tc} , λ , τ_{tc} і, відповідно, інтенсивність переходів λ_{12} , λ_{13} , λ_{21} можуть бути отримані за результатами експериментальних досліджень і випробувань або задаються регламентом технічного контролю комбайна і при побудові моделі їх можна вважати дійсними. Для віднайдення невідомих інтенсивностей λ_{32} можна скористатись властивостями марковських процесів з безперервним часом. Так як перехід 3-2 одиничний, то $p_{32} = 1$, і, очевидно, $t_3 = t_{tc} - t_{13}$, а $t_{13} = t_1$, тоді:

$$\lambda_{32} = p_{32}/t_3 = 1/t_3 = 1/(t_{tc} - t_{13}) = 1/(t_{tc} - t_1). \quad (3)$$

Крім того $\lambda_1 = \lambda_{12} + \lambda_{13} = \lambda + 1/t_{tc}$ і для простішого потоку відмов:

$$t_1 = \int_0^{\infty} [1 - F_1(t)] dt = \int_0^{\infty} \exp(-\lambda_1 t) dt = \int_0^{\infty} \exp[-(\lambda + 1/t_{tc})t] dt = \frac{1}{\lambda + 1/t_{tc}}. \quad (4)$$

Тоді,

$$t_3 = t_{tc} - t_1 = t_{tc} - \frac{1}{\lambda + 1/t_{tc}}, \quad (5)$$

і у відповідності до формули (5)

$$\lambda_{32} = \frac{1}{t_{tc} - \frac{1}{\lambda + 1/t_{tc}}} = \frac{1 + \lambda t_{tc}}{\lambda t_{tc}^2}. \quad (6)$$

Система диференціальних рівнянь для орієнтованого графа станів комбайна (рис. 2) має вид:

$$\begin{cases} \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1(t) + \lambda_{21}P_2(t) = -(\lambda + 1/t_{tc})P_1(t) + P_2(t)/\tau_{tc} \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{12}P_1(t) - \lambda_{21}P_2(t) + \lambda_{32}P_3(t) = P_1(t)/t_{tc} - P_2(t)/\tau_{tc} + \left(\frac{1 + \lambda t_{tc}}{\lambda t_{tc}^2}\right)P_3(t). \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = \lambda_{13}P_1(t) - \lambda_{32}P_3(t) = \lambda P_1(t) - \left(\frac{1 + \lambda t_{tc}}{\lambda t_{tc}^2}\right)P_3(t) \end{cases} \quad (7)$$

Так як система рівнянь (7) з рівнянь необхідно замінити лінійно залежна, то для рішення одне нормуючою умовою виду:

$$P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) = 1. \quad (8)$$

Крім того, необхідно задати початкові умови, $P_1(0) = 1$, $P_2(0) = P_3(0) = 0$.

$$\begin{cases} \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\lambda + 1/t_{tc})P_1(t) + P_2(t)/\tau_{tc} \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = P_1(t)/t_{tc} - P_2(t)/\tau_{tc} + \left(\frac{1 + \lambda t_{tc}}{\lambda t_{tc}^2}\right)P_3(t). \\ P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) = 1 \end{cases} \quad (9)$$

Для вирішення системи диференціальних рівнянь (9) можна скористатись перетворенням Лапласа. Нехай $P_1(t)$ має зображення $P_1(x)$, тоді, у відповідності з властивостями диференціювання оригіналу, якщо $f(t)$, $f'(t)$, $f''(t)$,

..., $f^{(n)}(t)$ – оригінали і його похідні, і $f(t) \xrightarrow{L} F(t)$, тоді $f'(t) \xrightarrow{L} xF(t) - f(0)$, $f^{(n)}(t) \xrightarrow{L} x^{(n)}F(t) - x^{(n-1)}f(0) - K - x^{(n-2)}f(0) - x^{(n-1)}f(0)$.

$$\frac{dP_1(t)}{dt} \xrightarrow{L} xP_1(x) - P_1(0). \quad (10)$$

Застосувавши перетворення задаючись початковими умовами, $t = 0$, $P_1(0) = 1$, $P_2(0) = P_3(0) = 0$ і

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

враховуючи,

ЩО

 $1 \xrightarrow{L} 1/x$, система (2.14) приймає вид:

$$\begin{cases} xP_1(x) - 1 + (\lambda + 1/t_{tc})P_1(x) - P_2(x)/\tau_{tc} = 0 \\ xP_2(x) - P_1(x)/t_{tc} + \tau_{tc}P_2(x) - \left(\frac{1+\lambda t_{tc}}{\lambda t_{tc}^2}\right)P_3(x) = 0, \\ P_1(x) + P_2(x) + P_3(x) - 1/x = 0 \end{cases} \quad (11)$$

або, виконавши перехід до інтенсивності переходів:

$$\begin{cases} xP_1(x) - 1 + (\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1(x) - \lambda_{21}P_2(x) = 0 \\ xP_2(x) - \lambda_{12}P_1(x) + \lambda_{21}P_2(x) - \lambda_{32}P_3(x) = 0, \\ P_1(x) + P_2(x) + P_3(x) - 1/x = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Надалі представлено рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь (12):

$$P_1(x) = \frac{\lambda_{32}x + x^2 + \lambda_{21}x + \lambda_{32}\lambda_{21}}{x(\lambda_{32}x + \lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{32}\lambda_{13} + x^2 + \lambda_{12}x + \lambda_{13}x + \lambda_{21}x + \lambda_{21}\lambda_{13} + \lambda_{32}\lambda_{21})}. \quad (13)$$

$$P_2(x) = \frac{\lambda_{12}x + \lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{32}\lambda_{13}}{x(\lambda_{32}x + \lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{32}\lambda_{13} + x^2 + \lambda_{12}x + \lambda_{13}x + \lambda_{21}x + \lambda_{21}\lambda_{13} + \lambda_{32}\lambda_{21})}. \quad (14)$$

$$P_3(x) = \frac{x + \lambda_{21}}{x(\lambda_{32}x + \lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{32}\lambda_{13} + x^2 + \lambda_{12}x + \lambda_{13}x + \lambda_{21}x + \lambda_{21}\lambda_{13} + \lambda_{32}\lambda_{21})}. \quad (15)$$

Для віднайдення шуканих розрив функцій $P_1(x)$, $P_2(x)$, $P_3(x)$. ймовірностей $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$ Крім того, частина полінома необхідно виконати обернене знаменника (в скобках), що перетворення Лапласа. Однак залишилась, має другу степінь і, поліном в знаменнику формул (13), відповідно, має ще дві точки розриву (14) і (15) при $x_1 = 0$ відбувається (полюси):

$$x_2 = -\frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} - \\ - \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - \right)^{\frac{1}{2}} \\ - \left(-2\lambda_{21}\lambda_{13} + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \end{array} \right]. \quad (16)$$

$$x_3 = -\frac{1}{2} \left[\begin{array}{l} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - \right)^{\frac{1}{2}} \\ + \left(-2\lambda_{21}\lambda_{13} + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \end{array} \right]. \quad (17)$$

Для усунення даної проблеми – правильні раціональні дроби, то використовуємо метод теорії ймовірності визначаємо як суму вираховань. Так як $P_1(x)$, $P_2(x)$, $P_3(x)$ вираховань в полюсах:

$$P_1(t) = \int_{k=1}^3 \operatorname{Re} s [P_1(x) \exp(xt)]_{x_k}, \quad (18)$$

$$P_2(t) = \int_{k=1}^3 \operatorname{Re} s [P_2(x) \exp(xt)]_{x_k}, \quad (19)$$

$$P_3(t) = \int_{k=1}^3 \operatorname{Re} s [P_3(x) \exp(xt)]_{x_k}, \quad (20)$$

де $\operatorname{Re} s [P_1(x) \exp(xt)]_{x_k} = \lim_{x \rightarrow x_k} [P_1(x) \exp(xt)(x - x_k)]$,

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

$$\operatorname{Res}_{x_k} [P_2(x) \exp(xt)] = \lim_{x \rightarrow x_k} [P_2(x) \exp(xt)(x - x_k)],$$

$$\operatorname{Res}_{x_k} [P_3(x) \exp(xt)] = \lim_{x \rightarrow x_k} [P_3(x) \exp(xt)(x - x_k)],$$

де k – кількість полюсів (точок розриву).

Після перетворень за ймовірність стану зернозбирального комбайну при різних поєднаннях залежностями (18), (19), (20) із заданих значень періодичності і застосуванням пакети прикладних програм Solve System of Equations MathCad 15 отримано аналітичну модель, які дозволяють визначити

$$P_1(t) = \begin{bmatrix} \lambda_{13}^2 + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 - \lambda_{32}\lambda_{13} - \lambda_{32}\lambda_{12} - \lambda_{21}\lambda_{13} + \lambda_{21}\lambda_{12} - \\ -\lambda_{13} \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \\ -\lambda_{12} \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{bmatrix} \times \\ \times \begin{bmatrix} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{bmatrix}^{-1} \times \\ \times \exp \left\{ \frac{1}{2} t \left[-\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \right. \right. \\ \left. \left. + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \right. \right. \\ \left. \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \right] \right\} + \\ + \begin{bmatrix} \lambda_{13}^2 + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + (\lambda_{13} + \lambda_{12}) \times \\ \times \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \\ - (\lambda_{32}(\lambda_{13} + \lambda_{12}) + \lambda_{21}(\lambda_{13} - \lambda_{12})) \end{bmatrix} \times \\ \times \begin{bmatrix} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{bmatrix}^{-1} \times \\ \times \exp \left\{ -\frac{1}{2} t \left[\lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \right. \right. \\ \left. \left. + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \right. \right. \\ \left. \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \right] \right\} - \\ - 4\lambda_{32}\lambda_{21} \times$$

$$\begin{aligned}
& \times \left[\left\{ + \left(\begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ \lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right)^{1/2} \right\} \times \right]^{-1} \\
& \times \left[\left\{ + \left(\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ \lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right)^{1/2} \right\} \right]^{-1} \quad (21) \\
P_2(t) = & \left[\begin{array}{c} -\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 - \lambda_{12} \times \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \\ - 2\lambda_{32}\lambda_{13} \end{array} \right] \times \\
& \times \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right]^{-1} \times \\
& \times \exp \left\{ -\frac{1}{2}t \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} - \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right] \right\} + \\
& + \left[\begin{array}{c} \lambda_{32}\lambda_{12} - \lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}\lambda_{12} - \lambda_{12}^2 - \lambda_{12} \times \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \\ + 2\lambda_{32}\lambda_{13} \end{array} \right] \times \\
& \times \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right]^{-1} \times \\
& \times \exp \left\{ -\frac{1}{2}t \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} - \\ \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right)^{1/2} \\ + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \end{array} \right] \right\} - \\
& - 4\lambda_{32}(\lambda_{12} + \lambda_{13}) \times
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \times \left[\left\{ \begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right\} \times \right]^{-1} \\
& \times \left[\left\{ \begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right\} \right]^{-1} \quad (22) \\
P_3(t) = & \left[\begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} + \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right] \times \\
& \times \left[\begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right]^{-1} \times \\
& \times \lambda_{13} \exp \left\{ \frac{1}{2} t \left[\begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - \right. \\ \left. - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right] \right\} - \\
& - \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} - \lambda_{13} + \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right] \times \\
& \times \left[\begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right]^{-1} \times \\
& \times \lambda_{13} \exp \left\{ -\frac{1}{2} t \left[\begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - \right. \\ \left. - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right] \right\} - \\
& - 4\lambda_{32}\lambda_{21} \times
\end{aligned}$$

$$\times \left[\left\{ \begin{array}{c} -\lambda_{32} - \lambda_{13} - \lambda_{21} - \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right\} \times \right]^{-1} \quad (23)$$

$$\times \left[\left\{ \begin{array}{c} \lambda_{32} + \lambda_{13} + \lambda_{21} + \lambda_{12} + \\ + \left(\lambda_{32}^2 - 2\lambda_{32}\lambda_{13} - 2\lambda_{32}\lambda_{21} - 2\lambda_{32}\lambda_{12} + \lambda_{13}^2 - 2\lambda_{21}\lambda_{13} + \right. \\ \left. + 2\lambda_{13}\lambda_{12} + \lambda_{21}^2 + 2\lambda_{21}\lambda_{12} + \lambda_{12}^2 \right)^{1/2} \end{array} \right\} \right]$$

Результати аналітичних визначень за формулами (21), (22) і (23) дозволяють констатувати, що ймовірність стану технічної готовності зернозбирального комбайна і, відповідно, технічні відмови визначаються, в першу чергу,

інтенсивністю відмов комбайна (таблиця 1) і періодичністю технічного контролю (рис. 3,а), в незначній мірі залежить від тривалості технічного контролю (рис. 3,б).

1. Ймовірність стану технічної готовності комбайна ($\tau_{tc} = 10$ год)

t_{tc} , діб	λ , год ⁻¹	Термін експлуатації t , років						Фінальна ймовірність
		0,1	0,5	1	2	5	10	
0,5	10^{-4}	0,9358	0,8826	0,8798	0,8797	0,8797	0,8797	0,8797
	10^{-5}	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958	0,9958
	10^{-6}	0,9977	0,9977	0,9977	0,9977	0,9977	0,9977	0,9977
1	10^{-4}	0,9232	0,7728	0,7228	0,7093	0,7086	0,7086	0,7086
	10^{-5}	0,9938	0,9918	0,9918	0,9918	0,9918	0,9918	0,9918
	10^{-6}	0,9988	0,9988	0,9988	0,9988	0,9988	0,9988	0,9988
2	10^{-4}	0,9187	0,7020	0,5724	0,4914	0,4734	0,4724	0,4724
	10^{-5}	0,9920	0,9785	0,9747	0,9739	0,9739	0,9739	0,9739
	10^{-6}	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991

Крім того, результати обрахунків дозволяють констатувати про тривалість перехідних процесів, протягом яких ймовірність стану технічної готовності комбайна знижується до нормативної фінальної ймовірності, і, відповідно, про

можливість застосування для визначення стаціонарної моделі. Так, наприклад, при $\lambda = 10^{-4}$, год⁻¹ і $t_{tc} = 2$ доби після 3 років експлуатації значення P_1 практично не змінюється (рис. 3).

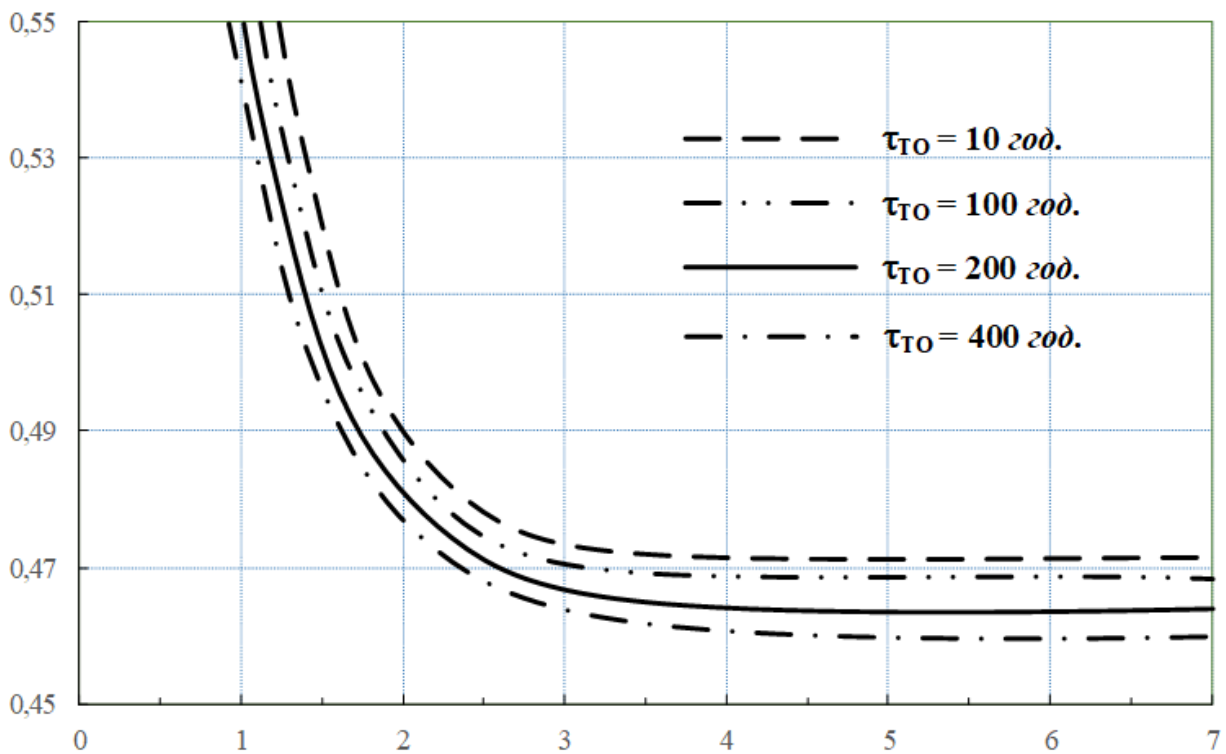
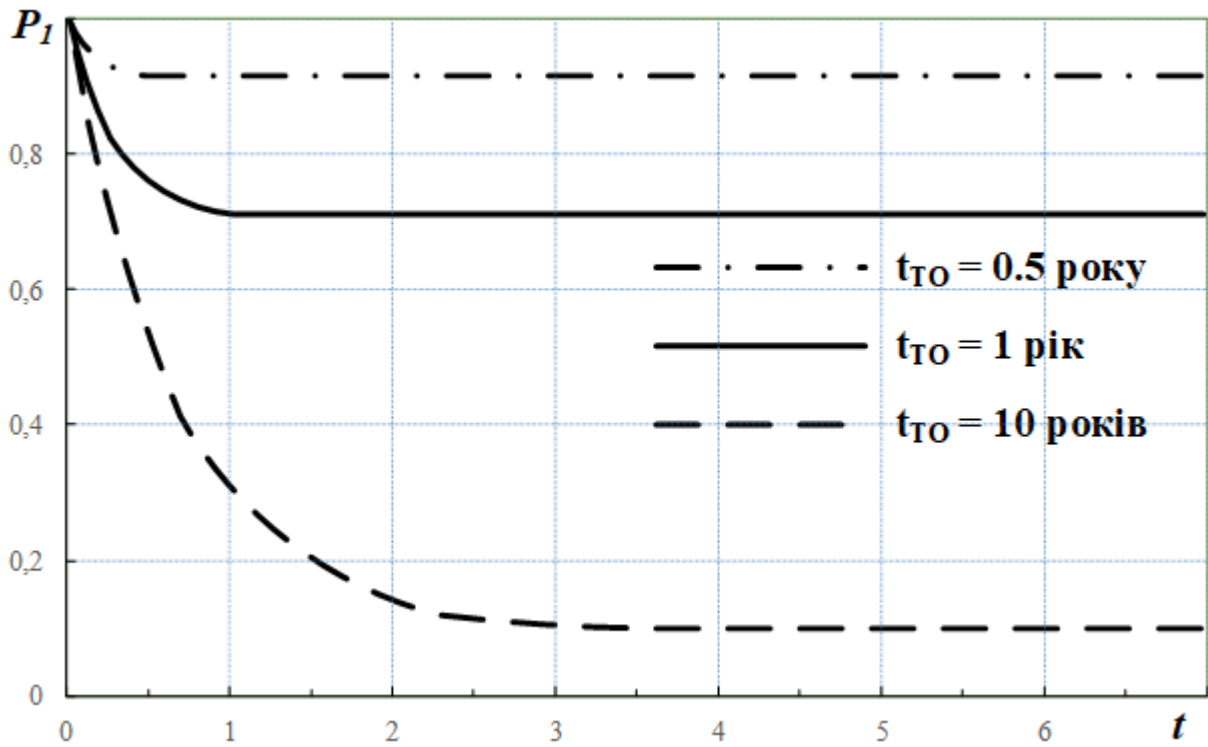


Рис. 3. Залежність ймовірності технічного стану зернозбирального комбайна від терміну експлуатації.

Для усталеного режиму експлуатації $dP_1/dt = 0$, $dP_2/dt = 0$, $dP_3/dt = 0$ і система диференціальних рівнянь (6) набуде свого перетворення в систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} -(\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1 + \lambda_{21}P_2 = -(t_{tk}^{-1} + \lambda)P_1 + \tau_{tk}^{-1}P_2 = 0 \\ \lambda_{12}P_1 - \lambda_{21}P_2 + \lambda_{32}P_3 = t_{tk}^{-1}P_1 - \tau_{tk}^{-1}P_2 + [t_{tk} - (t_{tk}^{-1} + \lambda)^{-1}]^{-1}P_3 = 0, \\ \lambda_{13}P_1 - \lambda_{32}P_3 = \lambda P_1 - [t_{tk} - (t_{tk}^{-1} + \lambda)^{-1}]^{-1}P_3 = 0 \end{cases} \quad (24)$$

При доповненні системи (24) ймовірностей стану можна отримати нормуючою умовою $P_1 + P_2 + P_3 = 1$ у виді:

$$P_1 = \frac{t_{tk}(1+t_{tk}\lambda)}{\lambda^2 t_{tk}^2 \tau_{tk} + \tau_{tk} + 2\lambda t_{tk} \tau_{tk} + \lambda^2 t_{tk}^3 + t_{tk} + \lambda t_{tk}^2}, \quad (25)$$

$$P_2 = \frac{t_{tk}(2\lambda t_{tk} + \lambda^2 t_{tk}^2 + 1)}{\lambda^2 t_{tk}^2 \tau_{tk} + \tau_{tk} + 2\lambda t_{tk} \tau_{tk} + \lambda^2 t_{tk}^3 + t_{tk} + \lambda t_{tk}^2}, \quad (26)$$

$$P_3 = \frac{\lambda^2 t_{tk}^3}{\lambda^2 t_{tk}^2 \tau_{tk} + \tau_{tk} + 2\lambda t_{tk} \tau_{tk} + \lambda^2 t_{tk}^3 + t_{tk} + \lambda t_{tk}^2}, \quad (27)$$

Фінальні ймовірності P_1 за формулою (24) представлені в табл. 1, де-які за формулами (25), (26), (27) графічно представлені на рис. 4, як залежність ймовірності стану технічної готовності комбайна P_1 від періодичності технічного контролю t_{tk} , при різних поєднаннях значень інтенсивності відмов λ і тривалості технічного контролю τ_{tk} . А на рис. 5 графічна інтерпретація залежності ймовірності стану комбайна в непрацездатному стані від періодичності технічного контролю. Необхідно відзначити наявний екстремум (максимум), тобто при заданих значеннях λ і τ_{tk} існує оптимальна періодичність технічного контролю і, відповідно, граничне максимальне значення ймовірності стану технічної готовності комбайна.

Отримані математичні моделі (21), (22), (23) для неусталеного і (25), (26), (27) усталеного режимів експлуатації комбайна дають можливість визначити оптимізацію процесу технічної готовності.

Значна кількість технічних систем, а саме механізмів, вузлів і агрегатів зернозбиральних комбайнів, з метою підвищення безвідмовності мають дубльовану схему основних робочих органів, а робота систем керування параметрами технічного стану формуються за мажоритарною схемою. Наприклад, в моделі комбайна з резервованими системами з періодичним технічним контролем параметрів технічного стану кількість станів складає шість і, відповідно, можливі переходи восьми видів (рис. б).

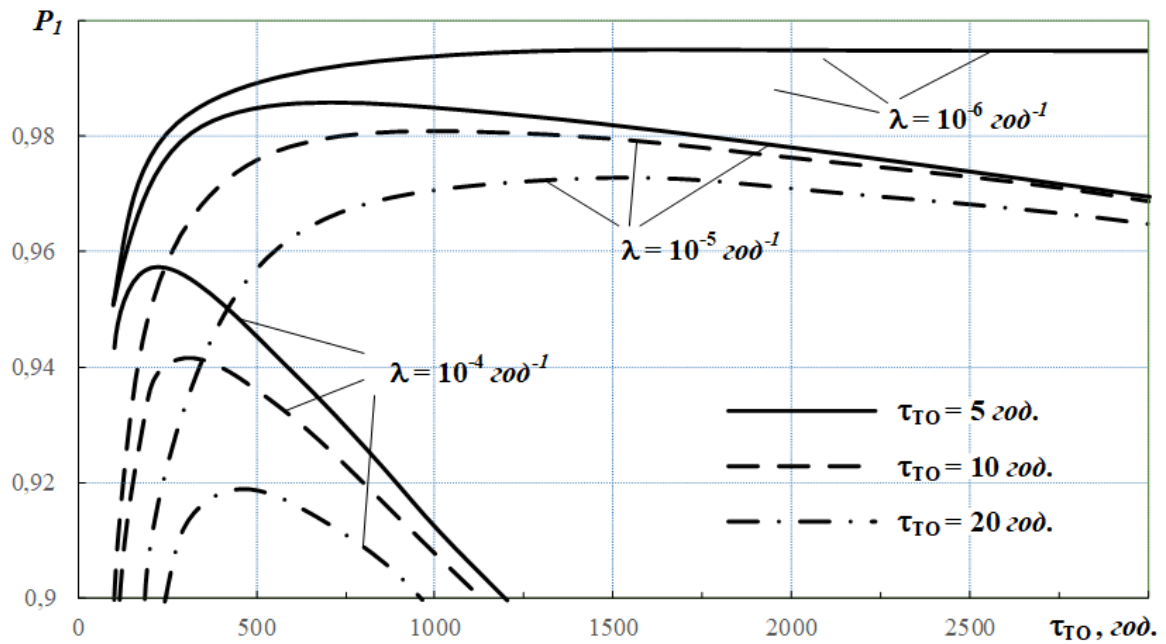


Рис. 4. Залежність ймовірності стану технічної готовності від періодичності технічного контролю комбайна

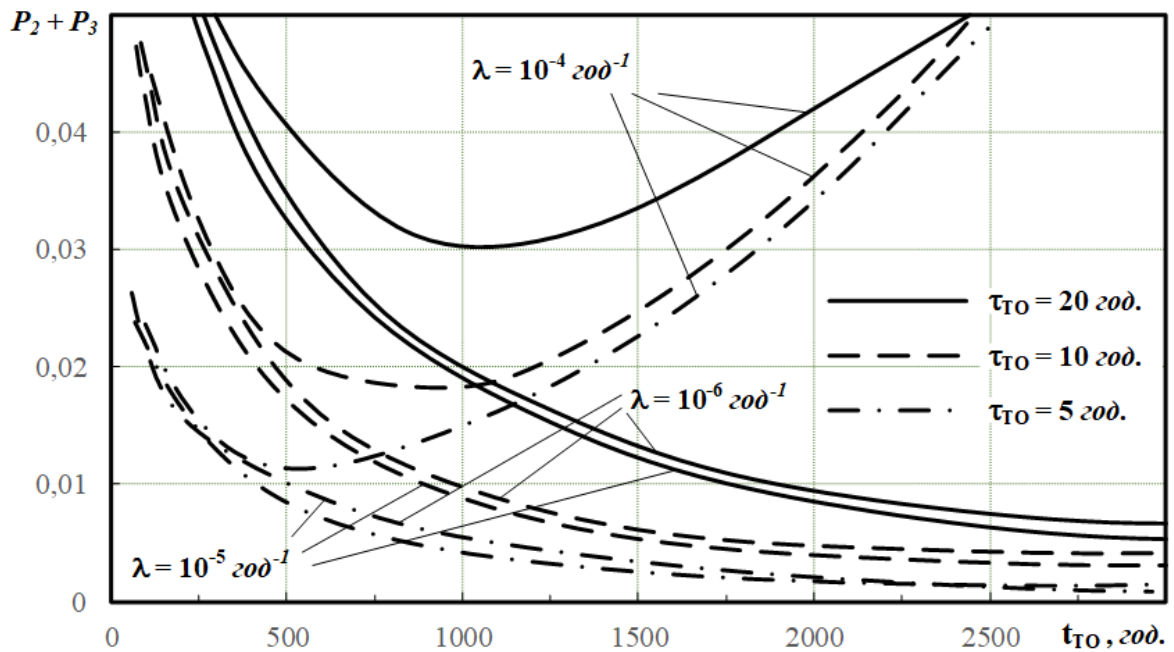


Рис. 5. Залежність ймовірності непрацездатного стану комбайна від періодичності його технічного контролю

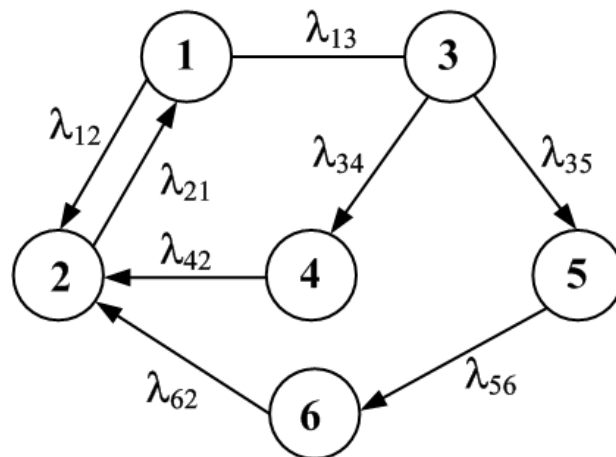


Рис. 6. Граф станів комбайна з резервованими системами з періодичним технічним контролем параметрів технічного стану: 1 – працездатний стан (готовність до експлуатації) основної і резервної систем; 2 – періодичність технічного контролю при двох працездатних системах; 3 – працездатний стан (готовність до експлуатації) однієї із систем; 4 – періодичний технічний контроль при одній працездатній системі комбайна; 5 – неявна відмова обох систем; 6 – періодичний технічний контроль при двох відмовивших системах і усуненні відмов.

Необхідно відмітити, що граф станів (рис. 6), передбачає необхідність зниження технічної готовності комбайна навіть при усуненні відмови одного каналу (перехід 4-2). Якщо для періодичного технічного контролю комбайни виводяться із працездатного стану (стану технічної готовності), тобто вимикаються, тоді працездатним є тільки стани 1 і 3 (технічної готовності до експлуатації двох і однієї системи, відповідно) і тому основним показником технічного готовності можна вважати сумарну ймовірність $P_{1-3} = P_1 + P_3$. Якщо ж технічний контроль здійснюється без вимикань, тоді працездатними є стани 1, 2, 3 і 4 (рис. 6) та основним

показником безвідмовності є сумарна ймовірності $P_{1-4} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$.

Інтенсивність відмов комбайнів λ , періодичність технічного контролю t_{tk} , математичне очікування трудомісткості технічного контролю τ_{tk} і усунення відмов τ_f і, відповідно, інтенсивності переходів $\lambda_{12} = 1/t_{tk}$, $\lambda_{13} = 2\lambda$, $\lambda_{21} = 1/\tau_{tk}$, $\lambda_{35} = \lambda$, $\lambda_{42} = \lambda_{62} = 1/(\tau_{tk} + \tau_f)$ можуть бути отримані за результатами експериментальних досліджень або задаються регламентом. Для знаходження інтенсивностей переходів λ_{34} і λ_{56} можна використати властивості марковських процесів з безперервним часом:

$$\lambda_{34} = \left[t_{tk} - \left(2\lambda + \frac{1}{t_{tk}} \right)^{-1} \right]^{-1} \left[\lambda \left\{ t_{tk} - \left(2\lambda + \frac{1}{t_{tk}} \right)^{-1} \right\} \right]^{-1} = \frac{(1+2\lambda t_{tk})^2}{\lambda t_{tk}^2 \{1+(1+2\lambda t_{tk})^2\}} \quad (28)$$

$$\lambda_{56} = \left[-\frac{t_{tk}}{2} + \left(2\lambda + \frac{1}{t_{tk}} \right)^{-1} \right]^{-1} = \frac{2(1+2\lambda t_{tk})}{t_{tk}(1-2\lambda t_{tk})} \quad (29)$$

Система диференціальних рівнянь має вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_1(t)}{dt} = -(\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1(t) + \lambda_{21}P_2(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{12}P_1(t) - \lambda_{21}P_2(t) + \lambda_{42}P_4(t) + \lambda_{62}P_6(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = \lambda_{13}P_1(t) - (\lambda_{34} + \lambda_{35})P_3(t) \\ \frac{dP_4(t)}{dt} = \lambda_{34}P_3(t) - \lambda_{42}P_4(t) \\ \frac{dP_5(t)}{dt} = \lambda_{35}P_3(t) - \lambda_{56}P_5(t) \\ \frac{dP_6(t)}{dt} = \lambda_{56}P_5(t) - \lambda_{62}P_6(t) \end{array} \right. \quad (30)$$

Систему рівнянь (30) необхідно доповнити нормуючою умовою виду: $P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) + P_4(t) +$

$P_5(t) + P_6(t) = 1$ і початковими умовами, $P_1(0) = 1, P_2(0) = P_3(0) = P_4(0) = P_5(0) = P_6(0) = 0$.

2. Ймовірність стану технічної готовності комбайна $P_{1,3}$ при $t_{tk} = 6$ міс., $\tau_{tk} = 3$ год, $\tau_f = 10$ год

$\lambda, \text{год}^{-1}$	Термін експлуатації t , років			
	0,5	1	2	3
10^{-4}	0,949444	0,947142	0,945093	0,943068
10^{-5}	0,998882	0,998882	0,998841	0,998838
10^{-6}	0,999278	0,999272	0,999264	0,999256

Чисельний аналіз системи диференціальних рівнянь (30) в інтервалах значень основних параметрів $\lambda = 10^{-4} \div 10^{-6} \text{ год}^{-1}$, $t_{tk} = 12 \div 120 \text{ год}$, $\tau_{tk} = 0,3 \div 3 \text{ год}$, і $\tau_f = 1 \div 10 \text{ год}$ показує, що при $\lambda \leq 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ перехідні процеси в моделі практично відсутні (табл. 2).

Висновки і перспективи. Запропонований метод і результат

визначення оптимальної періодичності технічного контролю зернозбиральних комбайнів при заданих параметрах інтенсивностей відмов, трудомісткістю технічного контролю і відношення збитків (затрат) при відмові до затрат на технічний контроль дозволяє мінімізувати значення величини сукупної оптимізаційної функції S_{min} забезпечення технічного готовності

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

комбайна і забезпечить оптимальне керування цим процесом.

Список використаних джерел

1. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, pp. 1166-1172.

2. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal, vol. 19, 2017, pp. 158-163.

3. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. Environmental Chemistry Letters, vol. 16, 2018, pp. 79-84.

4. Masek J., Novak P., Jasinskas A. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, pp. 1180-1185.

5. Rogovskii I., Grubrin O. Accuracy of converting videoendoscopy combine harvester using generalized mathematical model. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: technique and energy of АПК. Kyiv, Ukraine. vol. 298, 2018, pp. 149-156. doi: 10.31548/me.2018.04.149-156.

6. Viba J., Lavendelis E. Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME, 22 April 2006. Tallinn, Estonia, pp. 95-98.

7. Luo A.C.J., Guo Y. Vibro-impact Dynamics. Berlin: Springer-Verlag, 2013. 213 p.

8. Astashev V., Krupenin V. Efficiency of vibration machines. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, pp. 108-113.

9. Zagurskiy O., Ohienko M., Rogach S., Pokusa T., Titova L., Rogovskii I. Global supply chain in context of new model of economic growth. Conceptual bases and trends for development of social-economic processes. Monograph. Opole. Poland, 2018, pp. 64-74.

10. Drga R., Janacova D., Charvatova H. Simulation of the PIR detector active function. Proceedings of 20th International conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2016), July 14-17, 2016, E D P Sciences, 17 Ave Du Hoggar Parc D Activites Coutaboeuf Bp 112, F-91944 Cedex A, France, vol. 76, UNSP 04036.

11. Novotny J. Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. Proceedings of 15th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2016, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 15, pp. 16-20.

12. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. Journal of Sound and Vibration, vol. 266 (3), 2016, pp. 407-441.

References

1. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. (2018). Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, 1166-1172.

2. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. (2017). Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal, vol. 19, 158-163.

3. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. (2018). Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. Environmental Chemistry Letters, vol. 16, 79-84.

4. Masek J., Novak P., Jasinskas A. (2017). Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions.

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, 1180-1185.

5. Rogovskii I., Grubrin O. (2018). Accuracy of converting videoendoscopy combine harvester using generalized mathematical model. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: technique and energy of APK. Kyiv, Ukraine. vol. 298, 149-156. doi: 10.31548/me.2018.04.149-156.

6. Viba J., Lavendelis E. (2006). Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME, 22 April 2006. Tallinn, Estonia, 95-98.

7. Luo A.C.J., Guo Y. (2013). Vibro-impact Dynamics. Berlin: Springer-Verlag. 213.

8. Astashev V., Krupenin V. (2017). Efficiency of vibration machines. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, 108-113.

9. Zagurskiy O., Ohienko M., Rogach S., Pokusa T., Titova L., Rogovskii I. (2018).

Global supply chain in context of new model of economic growth. Conceptual bases and trends for development of social-economic processes. Monograph. Opole. Poland, 64-74.

10. Drga R., Janacova D., Charvatova H. (2016). Simulation of the PIR detector active function. Proceedings of 20th International conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC 2016), July 14-17, 2016, E D P Sciences, 17 Ave Du Hoggar Parc D Activites Coutaboeuf Bp 112, F-91944 Cedex A, France, vol. 76, UNSP 04036.

11. Novotny J. (2016). Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. Proceedings of 15th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 15, 16-20.

12. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. (2016). Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. Journal of Sound and Vibration, vol. 266 (3), 407-441.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕЖИМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Д. Ю. Калиниченко, И. Л. Роговский

Аннотация. В зависимости от постановки задачи оптимизации возможны различные варианты ее решения, в том числе такие, которые предполагают изменения не только параметров технического состояния зерноуборочных комбайнов, но и структуры самого режима технического контроля, в части разработки и использования различных комбинаторных и комплексных моделей с различными видами технического контроля, за фактическим техническим состоянием, что может быть связано с необходимостью его непрерывного или периодического технического контроля.

Наряду с критерием предельного допустимой вероятности отказа для определения продолжительности эксплуатации комбайна между поочередными техническими контролями используются также экономико-математические критерии. При этом требования к технической готовности комбайна выполняют роль ограничения. Тогда задача управления технической готовностью зерноуборочного комбайна при эксплуатации может быть

Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л.

формализована с общеизвестным принципом, который представляет собой алгебраическую сумму произведения всех возможных вероятностей потери трудоспособности и ущерб от простоев комбайна из этих событий. Доказана целесообразность применения метода определения оптимальной периодичности технического контроля зерноуборочных комбайнов при заданных параметрах интенсивности отказов, трудоемкостью технического контроля и отношение затрат при отказе от затрат на технический контроль позволяет минимизировать значение величины совокупной оптимизационной функции обеспечения технической готовности комбайна и обеспечит оптимальное управление этим процессом.

Ключевые слова: модель, стохастичность, адекватность, оптимизация, режим, контроль, комбайн

ANALYTICAL MODEL OF MODES TECHNICAL CONTROL OF GRAINHARVESTER COMBINES

D. Yu. Kalinichenko, I. L. Rogovskii

Abstract. Depending on the optimization problem of the various possible solutions, including those that involve changes not only the parameters of the technical state of the combine harvesters, but also the structure of the regime of technical control, development and use of various combinatorial and complex models with different types of technical control over the actual technical condition that can be related to the need for its continuous or periodic technical inspection.

Along with the criterion of maximum allowable failure probability to determine the duration of operation of the processor between successive technical controls are also used mathematical criteria. The requirements for technical readiness of the combine perform the role of the constraints. Then the task management of the technical readiness of the combine harvester during operation can be formalized with the well-known principle, which is the algebraic sum of works of all possible probabilities of disability, and the damage from the downtime of the processor of these events. The article proves expediency of application of the method of determining the optimal frequency of technical control of combine harvesters for specified failure rate, complexity of technical control and the ratio of costs in case of refusal in maintenance control allows to minimize the value of the aggregate of the optimization functions to ensure the technical readiness of the processor and ensure optimum management of this process.

Key words: model, stochasticity, adequacy, optimization, mode, control, combine

**АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ РЕЖИМІВ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ
СИЛОВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО АГРЕГАТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ
КОМБАЙНІВ**

Д. І. МАРТИНЮК, аспірант

І. Л. РОГОВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: rogovskii@nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.05.016>

Анотація. У статті представлені результати обґрунтування підвищення технічної готовності зернозбиральних комбайнів, зменшення перевитрат палива і втрат потужності силового енергетичного агрегату за рахунок вчасного діагностування та усунення несправностей.

Завдання дослідження полягало у дослідженні віброакустичних процесів, що протікають у форсунках дизельного силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів під час вприскування палива з метою їх використання для діагностування форсунок і досліджень, пов'язаних з розробкою технологічних карт та засобів для діагностування сільськогосподарських машин вітчизняного та зарубіжного виробництва. На першому етапі експериментальних досліджень форсунка з датчиком прискорень встановлювалась на стенд для регулювання паливної апаратури. За допомогою спектрального аналізу вібрацій форсунки уточнено діапазон частот, в якому найбільш активно проявляється енергія вібрацій. При обробці вхідного сигналу проаналізовано вплив дефектів форсунки на амплітуду та фазові параметри сигналу, а також на спектр вібрацій силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів.

Ключові слова: вібрація, спектр, діагностування, адекватність, оптимізація, режим, комбайн

Актуальність. Технічна діагностика паливної системи силового енергетичного агрегату є важливою ланкою в системі керування надійністю зернозбиральних комбайнів [1]. Знання технічного стану паливної системи силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів в будь-який момент часу дозволяє

використати її з найбільшою ефективністю [2], визначити обсяги робіт під час технічного обслуговування [3] та ремонту [4].

Для цього, в першу чергу, необхідні діагностичні засоби та технологія діагностування з врахуванням нових моделей комбайнів [5].

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

Створення бази діагностичних засобів необхідно здійснювати на основі динамічних методів діагностування [6], які дозволяють використати для діагностування параметри робочих процесів [7], що безпосередньо характеризують стан об'єкта [8], розробляються електронні діагностичні засоби [9]. Це особливо актуально з одночасною роботою в напрямку взаємної пристосованості засобів та комбайнів до діагностування [10]. Цього вимагає поява комбайнів, які оснащені бортовою діагностикою на основі вбудованих датчиків [11] та електронної техніки [12].

Актуальністю роботи є підвищення технічної готовності комбайнів, зменшення перевитрат палива і витрат потужності двигунів за рахунок вчасного діагностування паливної системи силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів та усунення несправностей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Послідовність діагностування силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів залежить від конкретних виробничих умов [13], прийнятих організаційних форм обслуговування [14], забезпеченості діагностичними засобами та інших факторів [15]. В загальному випадку процес діагностування будується так, щоб уникнути виконання зайвих робіт і невиправданого завантаження цього

процесу найпростішими профілактичними операціями [16]. Основний принцип полягає в тому, що глибоку перевірку стану складових частин машини треба виконувати лише в разі дійсної потреби [17]. В іншому випадку обмежуються загальною перевіркою якості функціонування складових частин та стану регулювання параметрів [18]. Наприклад [19], якщо при допустимих значеннях тиску впорскування палива, фаз паливоподачі, зазорів у клапанному механізмі, тиску в масляній магістралі та чистоту повітряному фільтрі потужність та питома витрата палива двигуном не виходять за межі допустимих, то недоцільно перевіряти під час технічного обслуговування витрату картерних газів, стан паливного насоса, турбокомпресора, фази газорозподілу тощо. В разі відхилення основних показників двигуна від допустимих треба визначити причину їх порушень поглибленим діагностуванням [20]. При проведенні цього виду робіт значну роль відіграє пояснення тракториста про обставини [21], що передували відмові: стуки; поява диму чи стороннього запаху; зменшення тягового зусилля; перегрівання двигуна; нерівномірність руху машини тощо.

Під час передремонтного діагностування схема [22] дещо змінюється в зв'язку з тим, що її метою в цьому випадку є визначення

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

спрацювання спряжень основних складових частин незалежно від значень основних показників – потужності та витрати палива [23]. Отже, перевіrivши та встановивши номінальні значення регульованих параметрів, контролюють всі ресурсні параметри. Для якості діагностування за ресурсними параметрами велике значення має підготовка зернозбиральних комбайнів, або приведення її до стандартного стану.

Мета дослідження. Наукове обґрунтування підвищення технічної готовності зернозбиральних комбайнів, зменшення перевитрат палива і втрат потужності силового енергетичного агрегату за рахунок вчасного діагностування та усунення несправностей.

Завдання дослідження полягало у дослідженні віброакустичних процесів, що протікають в форсунках дизельного силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів під час впорскування палива з метою їх використання для діагностування форсунок і досліджень, пов'язаних з розробкою технологічних карт та засобів для діагностування сільськогосподарських машин вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Матеріали і методи дослідження. Для розгляду механізмів віброакустичних процесів, що виникають у форсунці при впорскуванні палива, визначали два основні фактори: ударні дії голки

розпилювача при її підйманні і посадці та гідродинамічні явища, аналізувався процес паливоподачі у вихідному перерізі паливопровода біля форсунки.

При аналізі враховувалось, що в процесі паливоподачі від насоса до форсунки із швидкістю звука проходить первинна хвиля тиску, а скачкоподібний перехід перерізу нагнітального паливопровода до прохідних перерізів розпилюючих отворів призводить до гідравлічного удару. У момент впорскування палива через розпилюючі отвори потік палива мав турбулентний характер. Це викликало пульсацію як швидкості потоку, так і тиску, що мав досить широкий спектр амплітуд.

При аналізі процесів враховувалися напрацювання [5, 6]. Загалом результатами аналізу була встановлена можливість діагностування форсунок на дизелі за віброакустичними характеристиками, отримані вихідні дані для підбору вимірювально-реєструючої апаратури та розроблена методика експериментальних досліджень.

Експериментальна установка для досліджень вібраційних характеристик форсунок дизелів створювалась на базі комп'ютеризованої вимірювальної установки. Програми обробки сигналів, пристрою для випробування форсунок та стенда для регулювання паливної апаратури з стендовим паливним насосом та комплектом

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

паливопроводів. Датчик віброприскорень закріплювався на форсунці за допомогою спеціального затискача.

Експериментальна установка забезпечувала створення необхідного швидкісного режиму і вимірювання подачі палива форсункою. Програма обробки сигналів здійснювала на комп'ютері запис сигналу з датчика прискорень та його обробку в режимі спектрального аналізу коливань.

На першому етапі експериментальних досліджень форсунка з датчиком прискорень встановлювалась на стенд для регулювання паливної апаратури. Сигнал з датчика подавався на плату вводу-виводу сигналів L-1250. Реєстрація сигналу здійснювалась при полосовій фільтрації фільтром з частотою пропускання 9 кГц, орієнтуючись на діапазон вібрацій форсунки від 7 до 16 кГц [5]. Сигнал записувався в буфер оперативної пам'яті комп'ютера.

За допомогою спектрального аналізу вібрацій форсунки уточнювався діапазон частот, в якому найбільш активно проявляється енергія вібрацій. В процесі досліджень частота обертів кулачкового вала паливного насоса змінювалась від обертів холостого ходу до номінальних, а тиск початку впорскування в діапазоні від 13 до 25 МПа. При обробці вхідного сигналу аналізувався вплив дефектів форсунки на амплітуду та фазові

параметри сигналу, а також на спектр вібрацій форсунки.

На другому етапі проводились дослідження на силовому енергетичному агрегаті зернозбиральних комбайнів «Славутич» з використанням датчика віброприскорень і комп'ютеризованої системи. Обробка сигналів здійснювалась за методикою, що використовувалася при стендових випробуваннях. Запис сигналу проводився при номінальному значенні тиску початку впорскування та при моделюванні таких дефектів, як поломка пружини та зависання голки розпилувача на режимі холостого ходу. Особлива увага приділялася фільтрації сигналу для виділення діагностичної інформації. Для аналізу вібросигналів застосовувалося перетворення (трансформанта) Гільберта і вибирався варіант, який дозволяв локалізувати складову спектра, що містив діагностичну інформацію.

Форсунка є одним із основних елементів паливної апаратури, який впливає на формування характеристики впорскування, і особливо її кінцевої фази. Тому, оцінка роботоздатності форсунок безпосередньо на дизелі дозволить вчасно запобігти порушенням процесу паливоподачі. Одним із можливих напрямків пошуку методів діагностування є використання віброакустичних процесів, які протікають в форсунці при

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

впорскуванні палива. Основними факторами, що викликають такі процеси є ударні дії голки розпилувача при її підйомі і опусканні та гідродинамічні явища в процесі паливоподачі. Розглянемо механізм виникнення цих віброакустичних процесів.

Після того, як хвиля тиску, що утворюється біля насоса, пройде паливопровод, тиск в порожнині розпилувача підвищується. Як тільки цей тиск почне перевищувати тиск початку підйому голки, вона відривається від сідла. З цього моменту тиск діє на ту частину голки,

$$m_g \frac{d^2 h_g}{dt^2} = (f_g - f'_g)(P_f - P_{fo}) - \delta_{pr}(h_g - h_{pr}) + f'_g P'_f, \quad (1)$$

де δ_{pr} – жорсткість пружини, Н/м;

m_g – маса голки, кг;

h_g – підйом голки, м;

h_{pr} – попереднє стискання пружини, м;

f_g – площа поперечного перерізу голки, мм²;

f'_g – площа, що визначається посадочним діаметром конуса голки, мм²;

P_f, P_{fo} – тиск палива в порожнині розпилувача вище запірного конуса поточний і в момент початку руху голки, МПа;

P'_f – тиск між запірним конусом і розпилюючі ми отворами розпилувача (протитиск), МПа;

t – час, с.

З наведеного рівняння (1) видно, що величина $m_g \frac{d^2 h_g}{dt^2}$, що визначає інтенсивність удару голки при досягненні упору, буде залежати від зусилля попередньої зтяжки пружини форсунки $P_z = \delta_{pr} h_{pr}$.

Процес подачі палива форсункою на етапі, коли голка

яка до підйому голки була закрита сідлом. Це призводить до різкого зростання швидкості підйому голки від 1,6 до 2,2 м/с. Переміщення голки з такою швидкістю і ударний характер її підйому і посадки викликають інтенсивне співударяння і вібрацію корпусу форсунки.

Скориставшись методом гідродинамічного розрахунку процесу паливоподачі [4] і розглянувши рівняння граничних умов для вихідного перерізу паливопроводу (біля форсунки) можна записати рівняння руху голки розпилувача в такому вигляді:

притиснута до упору можна описати рівнянням:

$$\alpha V_\Phi \frac{dP_\Phi}{dt} = f_n C'_n - \mu_c f_c C_p, \quad (2)$$

де α – коефіцієнт стискає мості палива, МПа⁻¹;

V_Φ – об'єм розпилувача форсунки, мм³;

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

f_n, f_c – площа поперечного перерізу каналу в паливопроводі і площа соплових отворів розпилювача, мм²;

C_n, C_p – швидкість руху палива на виході з паливопроводу і перерізі соплових отворів, мм/с;

μ_c – коефіцієнт розходу палива через соплові отвори.

Відомо, що процес подачі палива є короткочасним неусталеним рухом стискання рідини, при якому від насоса до форсунки зі швидкістю звука йде первинна хвиля тиску. Різкий перехід від поперечного перерізу каналу паливопроводу до перерізу соплових отворів гальмує рух палива і викликає гідравлічний удар. В момент впорскування через розпилюючі отвори потік палива має турбулентний характер. Турбулентність виникає також і в результаті стискання струменю в соплі і наступного розширення. Турбулентний рух рідини характеризується нерегулярно, неупорядкованою зміною (пульсацією) швидкості в часі в кожній точці потоку і пульсацією тиску. Спектр амплітуд і частот пульсацій швидкості і тиску досить широкий.

Таким чином, коливальні процеси в форсунці, які викликані

ударними діями голки, обумовлені зусиллям зтяжки пружини форсунки. Тому, зміна P_z в процесі експлуатації безпосередньо впливатиме на параметри вібросигналу.

Аналіз робіт з цього напрямку [5, 6] свідчить, що енергія вібрації форсунок найбільш активно проявляється в діапазоні частот від 12 до 18 кГц. Частота власних коливань форсунки знаходиться в ультразвуковому частотному діапазоні. Однак, автори неоднозначні у впливі ударної дії голки розпилювача на вібраційні характеристики форсунки. Найбільш реальним, з практичної точки зору, є використання вібраційних характеристик форсунок для оцінки ідентичності їх роботи на дизелі, визначення кута випередження початку впорскування, виявлення таких відмов, як поломка пружини форсунки та зависання голки розпилювача.

Дослідження проводились з метою використання вібраційних характеристик для оцінки технічного стану форсунок. Для цього була підготовлена експериментальна установка (рис. 1).

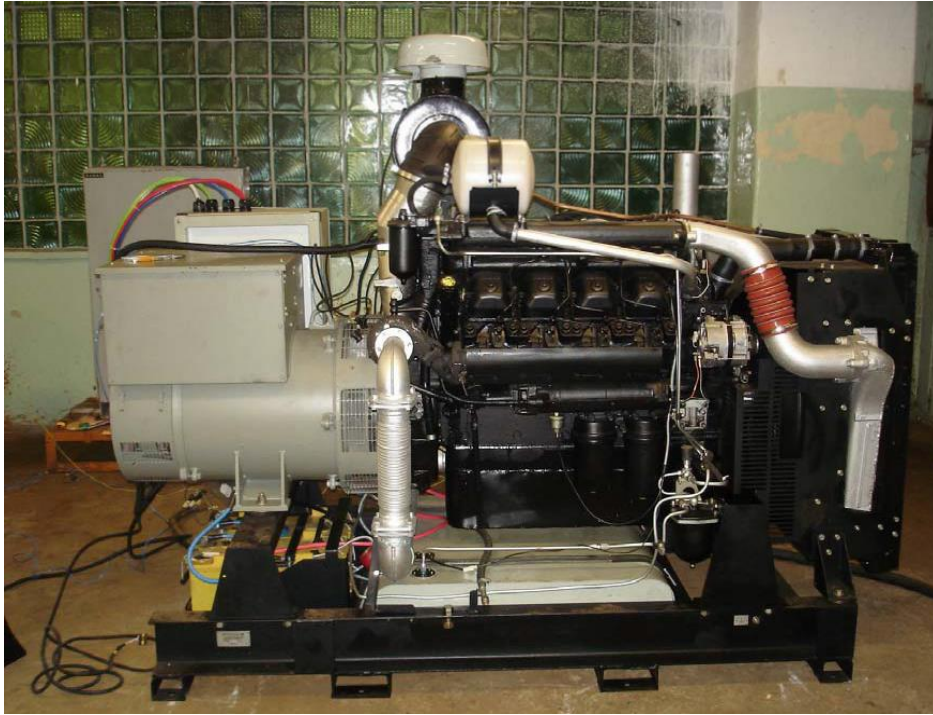


Рис. 1. Експериментальна установка і стенд віброакустичної діагностики

Результати дослідження та їх обговорення. При дослідженні використовували стандартний комплект діагностування дизельних двигунів, а саме: два датчика ультразвуку та датчик низьких частот, які були встановлені на головці двигуна; датчик прив'язки «дизель» і датчик високих частот, які встановлювалися на кожну паливну магістраль високого тиску та форсунку відповідно. Дослід мав на меті визначити динамічні показники спрацювання плунжера паливного насоса та роботи форсунки вибраної

секції. Досліди були проведені для кожного циліндра двигуна окремо, що дало можливість потім порівняти результати між ними.

Загальна картина знятих показників роботи першої секції паливного насоса та форсунки першого циліндра двигуна зображено на рис. 2.

При більш детальному аналізі результатів, ми виділили і залишили на екрані лише ті показники датчиків, які потрібні для дослідження, які можна побачити на рис. 3.

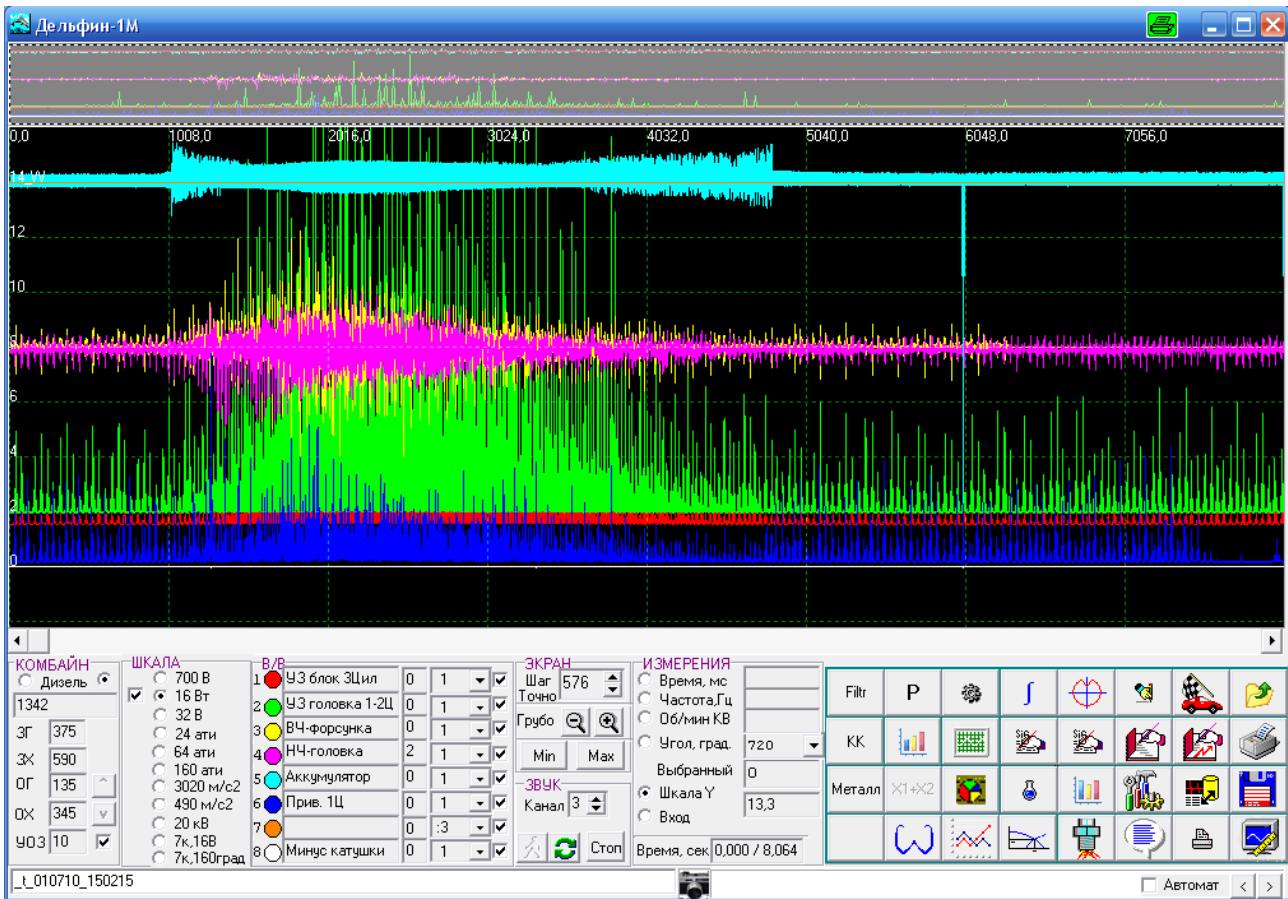


Рис. 2. Показники роботи першої секції паливного насосу та форсунки першого циліндра силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів

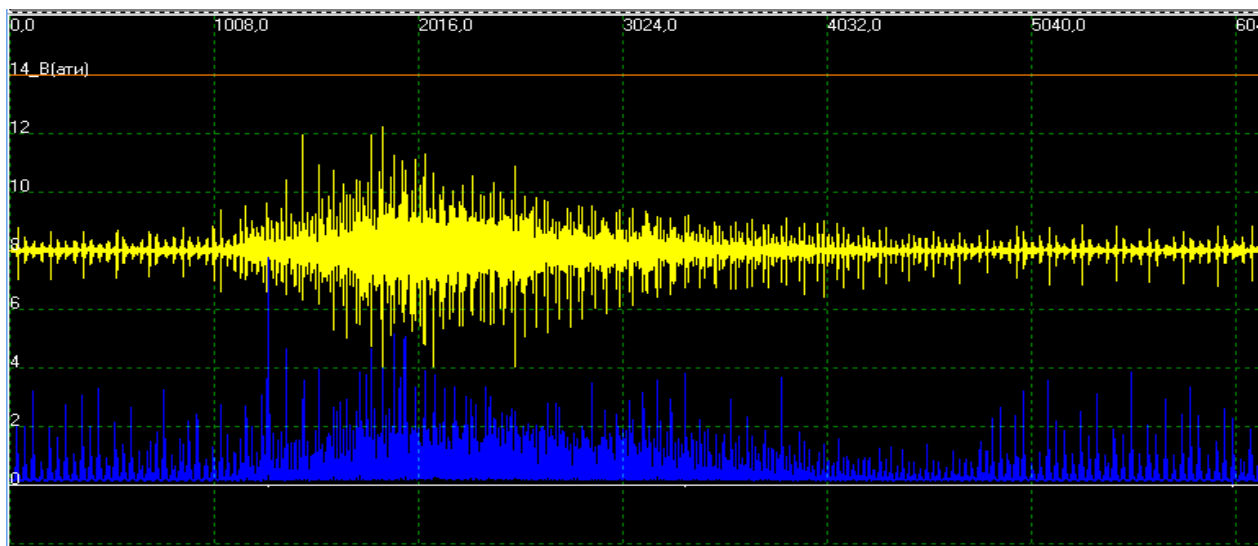


Рис. 3. Показники датчиків прив'язка силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів (знизу) та датчика високої частоти (зверху).

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

За результатами знятих показників оцінили орієнтовний час розпилення палива форсункою, який склав в середньому 1,5...2 мс. в залежності від режиму роботи дизеля. Час передачі тиску від плунжера до форсунки – 0,47 мс.

Знявши показники з паливної системи дизельного двигуна дійшли наступних висновків. Відсічні клапани плунжерів паливного насосу знаходяться не в найкращому стані, про це кажуть нерівномірні покази датчика. Це свідчить про те, що на клапанах вже є певні відкладення. Також можна з упевненістю сказати, що стан клапанів тісно пов'язаний з якістю сучасного дизельного палива. Форсунки мають помітне закоксування посадочних місць, що на осцилограмі відображається в більш плавних характеристиках відкриття і закриття форсунок, коли у нової характеристики максимально різкі.

Більш ретельні дослідження були проведені по діагностичним параметрам форсунок силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів. Аналізуючи роботу форсунки за даними високочастотного датчика видно, що при відкритті форсунка веде себе досить тихо, рухомі складові (голка) не мають ударних контактів з іншими деталями конструкції. Така робота забезпечується в першу чергу протидією пружини форсунки та

центруванні голки розпилювача тиском впорскуваного палива. Після характерного впорскування палива в камеру згорання, відбувається закриття форсунки, яке характеризується потужним сплеском ВЧ складової показників. Це пояснюється самою суттю впорскування в даний момент. Форсунка повинна максимально різко закінчувати процес впорскування, від цього залежить підтікання палива в розпилювачі. Якщо форсунка недостатньо швидко закриється, то залишки палива будуть підтікати в розпилювачі, що в подальшому відіб'ється закоксуванням розпилювача, яке веде за собою порушення утворення факела розпилення та горіння палива. Як наслідок збільшується токсичність вихлопних газів двигуна. Ці всі фактори тягнуть за собою втрату потужнісних характеристик та підвищене споживання палива двигуном, яке в подальшому обов'язково відіб'ється недешевим ремонтом паливної апаратури.

Дослідивши роботу форсунки другого циліндра виявили дефект, а саме: закоксування посадочного місця голки розпилювача. Це видно по осцилограмі, зображеній на рис. 4: відсутність різких сплесків закриття форсунки знаменує про утруднений рух голки розпилювача і нечітке закінчення процесу впорскування палива до камери згорання.

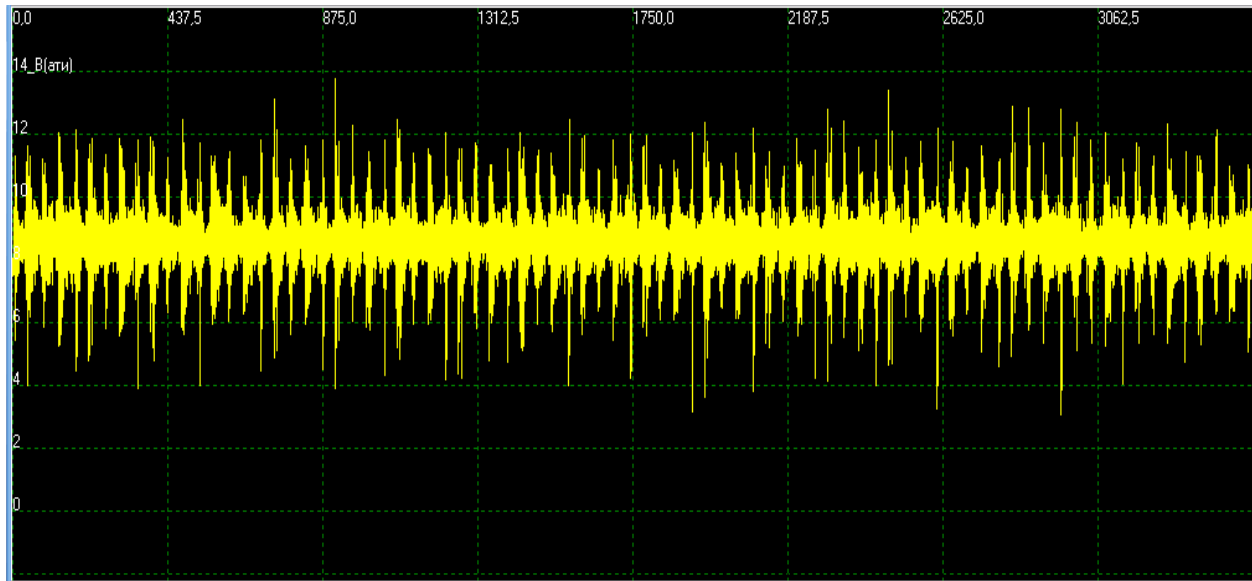


Рис. 4. Робота форсунки другого циліндра силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів

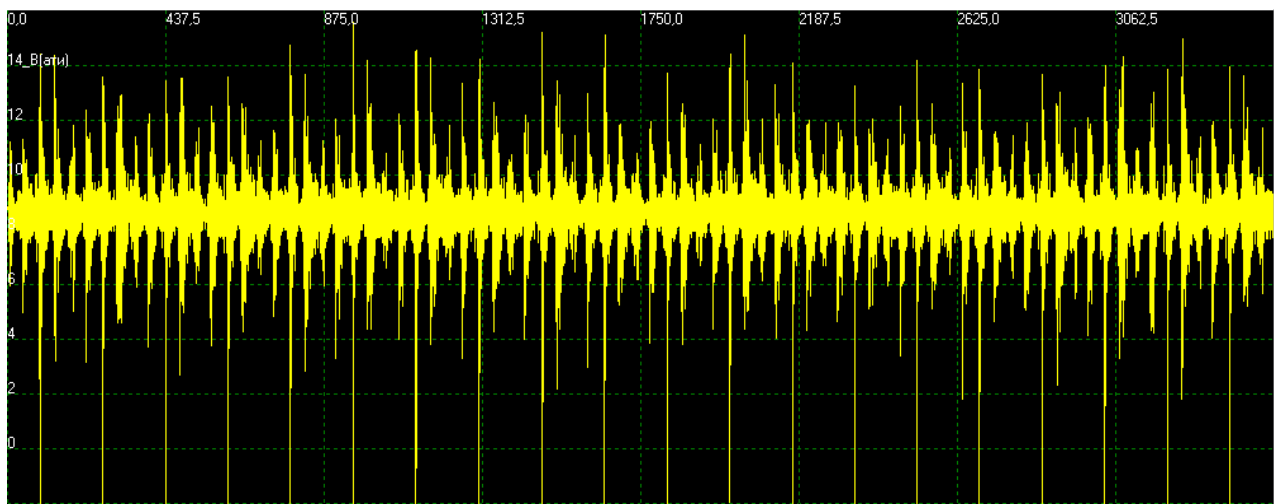


Рис. 5. Робота форсунки третього циліндра силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів

Характеристика роботи форсунки третього циліндра зображена на рис. 5. Форсунка має дещо завищену енергію закривання по сигналу датчика, що вказує на спрацювання sprzęження голки та її посадочного місця.

На сигналі датчика, як і на трансформанті Гільберта чітко проглядається два характерних

віброімпульси, які відповідають підйому і посадці голки розпилувача. При збільшенні частоти обертання в 2 рази зростає амплітуда першого віброімпульса. На наступному етапі імітувалась поломка пружини форсунки зменшенням тиску P_{ϕ} до 8,0 МПа. Положення рейки насоса залишалось незмінним. На режимі $n=300 \text{ хв}^{-1}$ зменшилась амплітуда

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

другого віброімпульси в 1,5 рази. При збільшенні частоти обертання при такому дефекті в 6 разів зростає амплітуда першого віброімпульса і зникає другий віброімпульс, що навіть візуально відображає таку несправність форсунки.

Одна з реалізацій вібрації форсунки під час зависання голки розпилувача. Герметичність розпилувача незадовільна, циклова подача зменшилася до 8,7 мм³/цикл. Такий дефект призводить до суттєвих змін сигналу вібродатчика. Тривалість його збільшується у 3 рази, а амплітуда зменшується у 4 рази. Такі зміни відображає і перетворення Гільберта. Зменшення амплітуди вібросигналу пояснюється тим, що коли голка знаходиться в завислому стані, паливо без затримки надходить до розпилюючих отворів. Внаслідок цього зменшується тиск перед розпилюючими отворами, що зменшує швидкість турбулентного руху частинок палива, яка також визначає енергію вібрацій форсунки. Аналогічне явище спостерігається і у випадку послаблення зтяжки пружини внаслідок її поломки. Паливо, практично, вільно проходить через розпилувач. При збільшенні частоти обертання різко збільшується тиск палива, що і підвищує інтенсивність вібрацій.

Загалом, результати проведених експериментів свідчать про можливість оцінки ідентичності роботи форсунок і виявлення таких дефектів, як поломка пружини і зависання голки розпилувача за віброакустичними параметрами.

На основі розгляду та аналізу існуючих технологій діагностування було визначено перелік діагностичних параметрів технічного стану дизельної паливної апаратури, які наведені в табл. 1.

Послідовність діагностування паливної системи силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів залежить від конкретних виробничих умов, прийнятих організаційних форм обслуговування, забезпеченості діагностичними засобами та інших факторів. В загальному випадку процес діагностування будується так, щоб уникнути виконання зайвих робіт і не виправданого завантаження цього процесу найпростішими профілактичними операціями. Основний принцип полягає в тому, що глибоку перевірку стану складових частин машини треба виконувати лише у разі дійсної потреби. В іншому випадку обмежуються загальною перевіркою якості функціонування складових частин та стану регулювання параметрів.

1. Діагностичні параметри технічного стану паливної системи силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів.

Паливна система і її складові	Назва параметра
Паливний насос	- об'ємні витрати палива; - установочний кут початку нагнітання (подачі) палива); - кут початку впорскування палива
Регулятор обертів	- частота обертання колінчастого вала (мінімальна, максимальна); - нерівномірність частоти обертання колінчастого вала
Автоматична муфта випередження подачі палива	- зміна кута початку подачі палива
Плунжерна пара	- тиск, який розвиває плунжерна пара на пусковій частоті обертання
Нагнітальний клапан	- герметичність
Форсунка	- тиск початку впорскування
Паливopідкачувальний насос	- тиск перед фільтром тонкої очистки палива при прокрутці колінчастого вала пусковим пристроєм і виключеній подачі палива; - максимальний тиск, який розвиває насос при запущеному вихідному штуцері
Фільтр тонкої очистки палива	- тиск на вході в фільтр при подачі палива ручним підкачувальним насосом і відкритому виході з фільтра

До комп'ютеризованої системи діагностування паливної системи двигуна комбайна ставляться такі вимоги:

а) ввід аналогової і ввід-вивід цифрової інформації через плату типу L-1250;

б) розрядність 12 (16) бит;

в) число каналів входів – 16;

г) діапазон вхідних напруг – від 0,1 В до 10 В;

д) наявність датчиків для отримання сигналів тиску в системі паливоподачі, положень верхньої мертвої точки кулачкового вала насоса, вібродатчики для отримання інформації про фазові параметри паливоподачі;

е) запис і відображення на моніторі характеристики зміни тиску в паливопроводі;

ж) наявність підсилюючих пристроїв, комутаторів сигналів, можливість синхронізації сигналів;

к) програма оброблення сигналів повинна забезпечувати цифрову фільтрацію, інтегрування сигналу, спектральний аналіз сигналів вібродатчиків на основі швидкого перетворення Гільберта.

Склад і число датчиків визначаються сукупністю діагностичних параметрів, які підлягають вимірюванню з врахуванням ряду технічних вимог.

Електронні засоби, на наш погляд, слід застосовувати, в першу

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

чергу, для вимірювання діагностичних параметрів, які характеризують робочі процеси системи дизеля.

Діагностичні ж параметри, які відображають робочі процеси, наприклад характеристика зміни тиску в паливопроводі високого тиску, містить декілька діагностичних ознак. Так, залишковий тиск в паливопроводі характеризує стан нагнітального клапана і голки розпилювача; швидкість зростання тиску в паливопроводі залежить від стану плунжерних пар. Максимальний тиск визначає тиск затяжки пружини форсунки.

Одночасно характеристика зміни тиску в паливопроводі містить ознаки занадто різних рівнів. Так залишковий тиск і максимальний тиск в паливопроводі можуть відрізнитись в 5-10 разів, що ставить жорсткі вимоги до датчиків по точності і здатності до перевантажень.

Частотний діапазон зміни діагностичних параметрів віброакустичних процесів в форсунках дизеля становить 10-20 кГц, параметрів робочих процесів 5-10 кГц. Тиск оливи в системі мащення має пульсуючий характер відносно середнього рівня з частотою пульсації до 40%.

Список використаних джерел

1. Rademacher T. Trends in the Process Technology of Grain Crop Harvesting. Agritechnica, No 6, 2017, pp. 362-368.

Датчики повинні мати достатньо високий рівень вихідного сигналу, лінійність вихідної характеристики у всьому робочому діапазоні, (1,5-2,0)-кратну перевантажувальну здатність і стабільність вихідних характеристик.

Крім цього, до датчиків ставиться вимога взаємозамінності. Це особливо необхідно при аналізі ідентичності процесів, наприклад характеристики зміни тиску в паливопроводі по лініях нагнітання.

Висновки і перспективи. Дослідження вібраційних характеристик форсунок силового енергетичного агрегату зернозбиральних комбайнів показали, що енергія вібрацій форсунки найбільш активно проявляється на частоті від 5 кГц до 10 кГц. Застосування перетворення Гільберта для аналізу вібросигналу дозволило встановити можливість використання його для контролю ідентичності роботи форсунок та визначення таких дефектів, як поломка пружини форсунки та зависання голки розпилювача. При зміні тиску початку впорскування від 27,0 МПа до 8,0 МПа тривалість сигналу, яка виміряна між переднім і заднім фронтами з максимальними амплітудами, зменшується в 2 рази.

2. Shinnars K., Bennett R., Hoffman D. Single- and two-pass corn grain and stover harvesting. Transactions of the ASABE. Vol. 55 (2), 2018, pp. 341-350.

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

3. Pisarenko Georgiy, Voinalovych Oleksandr, Rogovskii Ivan, Motrich Myhailo. Probability of boundary exhaustion of resources as factor of operational safety for agricultural aggregates. Proceedings of 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 22-25, 2019, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 18, pp. 291-298. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N248. Scopus.

4. Novotny J. Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. Proceedings of 15th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2016, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 15, pp. 16-20.

5. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. Journal of Sound and Vibration, vol. 266 (3), 2016, pp. 407-441.

6. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 23-25, 2018, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, pp. 1166-1172.

7. Bulgakov V., Nikolaenko S., Holovach I., Ivanovs S., Vartukapteinis K. Theoretical investigations of oscillations of root crop head cleaner hanged on integral row-crop tractor. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, pp. 1395-1408.

8. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal, vol. 19, 2017, pp. 158-163.

9. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. Nanoscience in food and agriculture: research,

industries and patents. Environmental Chemistry Letters, vol. 16, 2018, pp. 79-84.

10. Rogovskii I.L., Melnyk V.I. Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2016. Vol. 241. pp. 387-395.

11. Masek J., Novak P., Jasinskas A. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 24-26, 2017, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, pp. 1180-1185.

12. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Solomka O. V., Popyk P. S., Shvidia V. O., Stepanenko S. P. Experimental studies of drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. 2019. Vol. 57. No 1. 141–146. Scopus. WoS.

13. Zareei S. Regression and Neuro-Fuzzy Models for Prediction of Combine Header Loss. Ivecro Journal of Science and Technology, vol.8. 2012, pp. 43-47.

14. Miodragovic R., Djeric M. Cotemporary combine harvesters in corn harvesting. Annals of faculty of Iginering Hunedoarara, Tome IV, Fasciccole 3, 2016, pp. 199-206.

15. Maertens K., Reyniers M., De Bardemaeker J. Design of a Dynamic Grain Flow Model for a Combine Harvester. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 01. 2015, vol. III. pp. 1-13.

16. Mahmoudi A., Mirzazadch A., Abdollahpor S. Minimizing combine harvester rear losses by intelligent modeling of MOG1 passing concave. Elixir Agriculture. №52, 2012. pp.11397-11401.

17. Evaluation Report. John Deere Sidehill 6600 Self-Propelled Combine. Prairie Agricultural Machinery institute, 2015, pp. 1-9.

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

18. Laverda M400 Series. New Lewellinc concept. Published by New Holland Brand Communications. Bts Adv. Printed in Italy- 05/12.2012. pp. 2-7.

19. Viba J., Lavendelis E. Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In *Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME*, 22 April 2006. Tallinn, Estonia, pp. 95-98.

20. Luo A.C.J., Guo Y. *Vibro-impact Dynamics*. Berlin: Springer-Verlag, 2013. 213 p.

21. Lovarelli D., Bacenetti J. Bridging the gap between reliable data collection and the environmental impact for mechanised field operations. *Biosystems engineering*, vol. 160, 2017, pp. 109-123.

22. Lee J.W., Kim, J.S., Kim K.U. Computer simulations to maximise fuel efficiency and work performance of agricultural tractors in rotovating and ploughing operations. *Biosystems engineering*, vol. 142, 2016, pp. 1-11.

23. Tiwari V.K, Pandey K.P. Pranav P.K. A review on traction prediction equations. *Journal of Terramechanics*, vol. 47, 2010, pp. 191-199.

References

1. Rademacher T. (2017). Trends in the Process Technology of Grain Crop Harvesting. *Agrotechnica*, No 6, 2017, 362-368.

2. Shinnars K., Bennett R., Hoffman D. (2018). Single- and two-pass corn grain and stover harvesting. *Transactions of the ASABE*. Vol. 55 (2), 341-350.

3. Pisarenko Georgiy, Voinalovych Oleksandr, Rogovskii Ivan, Motrich Myhailo. (2019). Probability of boundary exhaustion of resources as factor of operational safety for agricultural aggregates. *Proceedings of 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 22-25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 18, 291-298. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N248. Scopus.

4. Novotny J. (2016). Technical and natural sciences teaching at engineering faculty of FPTM UJEP. *Proceedings of 15th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava,

Latvia, May 23-25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 15, 16-20.

5. Pinzi S., Cubero-Atienza A.J., Dorado M.P. (2016). Vibro-acoustic analysis procedures for the evaluation of the sound insulation characteristics of agricultural machinery. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 266 (3), 407-441.

6. Sergejeva N., Aboltins A., Strupule L., Aboltina B. (2018). Mathematical knowledge in elementary school and for future engineers. *Proceedings of 17th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 23-25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 17, 1166-1172.

7. Bulgakov V., Nikolaenko S., Holovach I., Ivanovs S., Vartukapteinis K. (2017). Theoretical investigations of oscillations of root crop head cleaner hanged on integral row-crop tractor. *Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, 1395-1408.

8. Dubbini M., Pezzuolo A., De Giglio M., Gattelli M., Curzio L., Covi D., Yezekyan T., Marinello F. (2017). Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. *CIGR Journal*, vol. 19, 158-163.

9. Yata V.K., Tiwari B.C., Ahmad, I. (2018). Nanoscience in food and agriculture: research, industries and patents. *Environmental Chemistry Letters*, vol. 16, 79-84.

10. Rogovskii I.L., Melnyk V.I. (2016). Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*. Kyiv. Vol. 241, 387-395.

11. Masek J., Novak P., Jasinskas A. (2017). Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. *Proceedings of 16th International Scientific Conference “Engineering for rural development”*. Jelgava, Latvia, May 24-26, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 16, 1180-1185.

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

12. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Solomka O. V., Popyk P. S., Shvidia V. O., Stepanenko S. P. (2019). Experimental studies of drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. Vol. 57, No 1, 141–146. Scopus. WoS.

13. Zareei S. (2012). Regression and Neuro-Fuzzy Models for Prediction of Combine Header Loss. Ivecro Journal of Science and Technology, Vol. 8. 43-47.

14. Miodragovic R., Djeric M. (2016). Cotemporary combine harvesters in corn harvesting. Annals of faculty of Igeenring Hunedoarara, Tome IV, Fascicole 3, 199-206.

15. Maertens K., Reyniers M., De Bardemaeker J. (2015). Design of a Dynamic Grain Flow Model for a Combine Harvester. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Manuscript PM 01, vol. III. 1-13.

16. Mahmoudi A., Mirzazadch A., Abdollahpor S. (2012). Minimizing combine harvester rear losses by intelligent modeling of MOG1 passing concave. Elixir Agriculture. № 52, 11397-11401.

17. Evaluation Report. (2015). John Deere Sidehill 6600 Self-Propelled Combine. Prairie Agricultural Machinery institute, 1-9.

18. Laverda M400 Series. (2012). New Lewellinc consept. Published by New Holland Brand Communications. Bts Adv. Printed in Italy- 05/12.2012. 2-7.

19. Viba J., Lavendelis E. (2006). Algorithm of synthesis of strongly non-linear mechanical systems. In Industrial Engineering – Innovation as Competitive Edge for SME, 22 April 2006. Tallinn, Estonia, 95-98.

20. Luo A.C.J., Guo Y. (2013). Vibro-impact Dynamics. Berlin: Springer-Verlag, 213.

21. Lovarelli D., Bacenetti J. (2017). Bridging the gap between reliable data collection and the environmental impact for mechanised field operations. Biosystems engineering, vol. 160, 109-123.

22. Lee J.W., Kim, J.S., Kim K.U. (2016). Computer simulations to maximise fuel efficiency and work performance of agricultural tractors in rotovating and ploughing operations. Biosystems engineering, vol. 142, 1-11.

23. Tiwari V.K, Pandey K.P. Pranav P.K. (2010). A review on traction prediction equations. Journal of Terramechanics, vol. 47, 191-199.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕЖИМОВ ВИБРОДИАГНОСТИКИ СИЛОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АГРЕГАТА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Д. И. Мартинюк, И. Л. Роговский

Аннотация. В статье представлены результаты обоснования повышения технической готовности зерноуборочных комбайнов, уменьшение перерасхода топлива и потери мощности силового энергетического агрегата за счет своевременного диагностирования и устранения неисправностей.

Задача исследования состояла в исследовании виброакустических процессов, протекающих в форсунках дизельного силового энергетического агрегата зерноуборочных комбайнов во время впрыскивания топлива с целью их использования для диагностирования форсунок и исследований, связанных с разработкой технологических карт и средств для диагностирования сельскохозяйственных машин отечественного и зарубежного производства. На первом этапе экспериментальных исследований форсунка с датчиком ускорений устанавливалась на стенд для регулировки топливной аппаратуры. С помощью спектрального анализа вибраций форсунки уточнен диапазон частот, в

Мартинюк Д. І., Роговський І. Л.

котором наиболее активно проявляется энергия вибраций. При обработке входного сигнала проанализировано влияние дефектов форсунки на амплитуду и фазовые параметры сигнала, а также на спектр вибраций силового энергетического агрегата зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: вибрация, спектр, диагностирования, адекватность, оптимизация, режим, комбайн

ANALYTICAL MODEL OF MODES OF VIBRODIAGNOSIS OF POWER UNIT GRAINHARVESTER COMBINES

D. I. Martynyuk, I. L. Rogowski

Abstract. *The article presents the results justify raising the technical readiness of combine harvesters, reducing fuel consumption and power loss power unit due to timely diagnosis and Troubleshooting.*

The objective of the study was the study of vibroacoustic processes in the injectors of a diesel power unit combine harvesters during the injection of fuel with a view to their use for the diagnosis of the injectors and studies related to the development of process maps and tools for diagnostics of agricultural machinery of domestic and foreign production. In the first stage of experimental investigations the injector with the acceleration sensor was mounted on a stand to adjust the fuel equipment. Using spectral analysis of the vibration of the nozzle specified frequency range, which are most actively manifests the energy of the vibrations. When processing the input signal we analyze the influence of nozzle defects on the amplitude and phase parameters of the signal and the spectrum of vibrations of the power unit combine harvesters.

Key words: *vibration, spectrum, diagnosis, adequacy, optimization, mode, combine*