

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»**

№ 3 (85) (Червень), 2020

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 8 від 30 квітня 2020 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Федорко А. С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.** Прооксидантно-антиоксидантна рівновага у тканинах серця і мозку гусей за ембріонального та раннього постнатального онтогенезу
- 2. Ніколенко Ю. В.** Вміст радіонуклідів у фітопланктоні на різних ділянках Запорізького водосховища
- 3. Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.** Вплив кармоїзину на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої
- 4. Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.** Визначення основних екологічних чинників зникнення видів біоти в Україні

Агрономія

- 5. Телекало Н. В., Мельник М. В.** Насіннева продуктивність люцерни посівної залежно від елементів технології вирощування
- 6. Стригун О. О., Ляска Ю. М.** Оцінювання стійкості гібридів кукурудзи проти стеблового кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)
- 7. Пасічник Н. А., Лисенко В. П., Бикін А. В., Опришко О. О.** Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого
- 8. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю.О., Тищенко А.В., Забара П.П.** Прояв і мінливість біометричних ознак у ліній–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм при зрошенні
- 9. Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.** Дослідження анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці в агроценозах Правобережного Лісостепу України
- 10.Цюк О. А.** Зміна енергопотенціалу чорнозему типового зернопросапної сівозміни

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 11.Левченко І. С., Любенко О. І.** Канібалізм птиці та його профілактика

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 12.Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.** Детекція генетично модифікованих рослин у продукції агропромислового комплексу
- 13.Левицька В. А., Мушинський А. Б., Березовський А. В., Тимошенко Н. В.** Розробка комплексної схеми боротьби з іксодовими кліщами
- 14.Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.** Токсигенність штамів *Yersinia enterocolitica*, ізольованих з різних об'єктів

Biology, biotechnology, ecology

1. **Fedorko A. S., Danchenko O. O., Yakoviichuk O. V.** Support of prooxidant-antioxidant balance in goose myocardium and brain tissues in embryonal and early postnatal ontogenesis
2. **Nikolenko Y. V.** The content of radionuclides in the phytoplankton in different sites of the Zaporisky reservoir
3. **Kukol K. P., Vorobey N. A., Kots S. Ya.** The effect of karmoizin on germination energy and laboratory germination of soybean seeds
4. **Miniaylo A. A., Miniaylo N. V., Chayka V. M.** Main environmental factors identification of disappearance of biota species in Ukraine

Agronomy

5. **Telekalo N. V., Melnyk V. V.** Dependence of alfalfa seed productivity on the elements of the growing technology
6. **Strygun O. O., Liaska Yu. L.** Evaluation of corn hybrids resistance against european corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)
7. **Pasichnyk N. A., Lysenko V. P., Bykin A. V., Opryshko O. O.** Indication stress indices of technological nature for winter rapes
8. **Marchenko T. Yu., Lavrynenko Yu. O., Tishchenko A. B., Zabara P. P.** Manifestation and variability of biometric signs in line-parental components and maize hybrids using different genetic plasma under irrigation
9. **Mazur V. A., Pantsyreva H. V., Kopytchuk Y. M.** Research of anatomo-morphological structure of winter wheat stem in agrocenosis of the coastal forest landscape of Ukraine
10. **Tsyuk O. A.** Change of energy potential of black earth of a type of grain organization

Technology of production and processing of livestock products

11. **Levchenko I. S., Liubenko O. I.** Cannibalism in poultry and methods to prevent it

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

12. **Plotnitska A. V., Tkachenko T. A., Kalakailo L. I., Ischenko V. D., Tkachenko V. V., Ishchenko Ya. A., Ushkalov V. O., Ischenko L. M.** Detection of genetically modified plants in the agricultural products
13. **Levytska V. A., Mushynskyi A. B., Berezovskyi A. V., Tymoshenko N. V.** Development of the control methods for ixodid ticks

14.Kozlovs`ka G. V., Skibitsky V. G., Borisevich B. V., Spiridonov V. G.
Toxigenity of *Yersinia enterocolitica* strains isolated from various objects

ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНА РІВНОВАГА У ТКАНИНАХ СЕРЦЯ І МОЗКУ ГУСЕЙ ЗА ЕМБРІОНАЛЬНОГО ТА РАННЬОГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗУ

А.С. ФЕДОРКО¹, здобувач

О.О. ДАНЧЕНКО², доктор сільськогосподарських наук, професор

О.В. ЯКОВІЙЧУК¹, здобувач

¹*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького*

²*Таврійський агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

E-mail: fedorkoanastasiya@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.001>

Анотація. Переваги гусей породи Легарт зумовлюють достатньо широкий попит та їхнє швидке розповсюдження в господарствах країни. Втім, гуси цієї породи достатньо чутливі до незбалансованих кормів, особливо в перші тижні життя. Розуміння механізмів формування адаптивної відповіді на пошкоджуючий вплив сприятиме вірному вибору стратегії, спрямованої на регуляцію стану redox системи організму птаці та розкриття генетичного потенціалу продуктивності даної породи. Мета досліджень – з'ясування особливостей підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в тканинах гусей породи Легарт під час ембріонального і раннього постнатального розвитку. Досліджено специфічність підтримки рівноваги між про- і антиоксидантами в тканинах серця та мозку гусей цієї породи. Доведено, що в мозку генетично запрограмована активізація антиоксидантної системи, спрямована на адаптацію організму гусей до гіпероксії початку атмосферного дихання, відбувається шляхом підвищення активності антиоксидантних ензимів і зниження вмісту ненасичених жирних кислот. У міокарді підтримка прооксидантно-антиоксидантної рівноваги здійснюється переважно за рахунок активізації ферментативної складової антиоксидантної системи. Втім, з урахуванням протилежно спрямованих змін коефіцієнта антиоксидантної активності і активності антиоксидантних ензимів з одного боку, а з іншого, стабільно високого вмісту ненасичених жирних кислот, саме в міокарді дуже висока ймовірність реалізації альтернативних механізмів антиоксидантного захисту.

Ключові слова: гуси, Легарт, онтогенез, мозок, міокард, система антиоксидантного захисту

Актуальність. У підтримці гомеостазу на всіх етапах розвитку будь-якого організму важлива роль належить системі антиоксидантного захисту (АОЗ). Вона забезпечує інактивацію вільних радикалів, продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), запобігає їхньому

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

накопиченню в тканинах та сприяє відновленню окиснених сполук [1, 2, 7]. Фізіологічне функціонування організму можливе лише за умови підтримки балансу між продукуванням та знешкодженням вільних радикалів, оскільки неконтрольована продукція вільних радикалів призводить до порушення мембранного транспорту, процесів біосинтезу, інших функцій клітини та активує процеси пероксидного окиснення ліпідів [7].

Інтенсивність метаболізму і, в тому числі, функціонування redox системи залежить від видових і вікових особливостей свійських тварин, а також умов утримання і складу раціону. Птиці сучасних високопродуктивних порід і кросів характеризуються особливою чутливістю до впливу техногенного навантаження на організм, що зростає в умовах інтенсифікації птахівництва. Тому з'ясування механізмів підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в організмі птиці в ранньому онтогенезі, а також у подальшому розвитку, зумовлює можливість вищого ступеня реалізації генетичного потенціалу нових порід і кросів птиці. Огляд джерел зарубіжної та вітчизняної літератури свідчить про наявність досліджень з даної проблеми для різних видів свійської птиці [2, 17, 25], в тому числі, гусей [6, 7, 8, 10, 16, 18, 19].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В ряді досліджень останніх років з'ясовано особливості метаболізму і, в першу чергу, підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в найбільш поширених в Україні порід гусей в онтогенезі та за різного антропогенного навантаження, зокрема для порід Велика сіра, Італійська, Горьківська, Велика біла, Харківська [10, 13, 16, 18]. Також є достатньо відповідної інформації про породи гусей, які розводяться в інших країнах [5, 6, 9, 11, 12].

Однією з відносно нових порід гусей в Україні є датський Легарт. Гуси цієї породи мають високу живу масу в ранньому забійному віці, у них відмінні якості м'яса та пухо-перової сировини [24, 26, 29, 31]. Порівняно з іншими породами гусей вони споживають на 20 % менше кормів. Перелічені переваги цієї породи зумовлюють достатньо широкий попит на них та їхнє швидке розповсюдження в господарствах країни. Втім, датські Легарти достатньо чутливі до незбалансованих кормів, особливо в перші тижні життя [28]. Онтогенетичні та екзогенні механізми регуляції прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у тканинах гусей цієї породи достатньо не з'ясовано, що зумовлює актуальність та необхідність даного дослідження. Розуміння механізмів формування адаптивної відповіді на пошкоджуючий вплив у гусей породи

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

Легарт сприятиме вірному вибору стратегії, спрямованої на регуляцію стану redox системи організму птиці та розкриття генетичного потенціалу продуктивності даної породи.

Тому **метою досліджень** було з'ясування особливостей підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у тканинах мозку і міокарді гусей породи Легарт під час ембріонального і раннього постнатального розвитку. Саме ці тканини гусей характеризуються найвищим рівнем споживання кисню і, відповідно, напруги під час переходу до атмосферного дихання.

Матеріали і методи дослідження. Для інкубації відбирали яйця гусей породи Легарт з середньою масою ($150,52 \pm 7,53$) г. Дослідження системи АОЗ в ембріогенезі проводили у фізіологічно обґрунтовані терміни: 15 діб (15-е) – замикання алантоїсу, наявність сформованої печінки, 22 доби (22-е) – перехід з білкового типу живлення до жовткового, 28 діб (28-е) – перенесення ембріонів на виведення. У постнатальному періоді дослідження обмежувались 14-добовим віком (період постнатальної адаптації) [19]. Після декапітації пташенят під ефірним наркозом,

видаляли тканини серця і мозку. Видалені тканини промивали у фізіологічному розчині та гомогенізували в 50 мМ фосфатному буфері (pH = 7,4). Активність антиоксидантних ензимів визначали за відомими методиками: СОД-активності (КФ 1.15.1.1.) [22], КАТ-активності (КФ 1.11.1.6.) [21], ГПО-активності (КФ 1.11.1.9.) [15].

Інтенсивність ПОЛ у тканинах пташенят оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують із 2-тіобарбітуровою кислотою – ТБК-активних продуктів (ТБКАП) [14]. Визначення цих продуктів проводили в гомогенатах тканин (ТБКАП_{вих}) та за ініціації Fe²⁺ ПОЛ (ТБКАП_{інк}). Для інтегральної оцінки стану системи АОЗ застосовували коефіцієнт антиоксидантної активності (K_{АОА}), який розраховували як відношення ТБКАП_{вих} до ТБКАП_{інк} оскільки в гомогенатах тканин міститься не тільки субстрат пероксидації, а й компоненти АОЗ, здатні гальмувати пероксидацію ліпідів [16].

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз результатів свідчить, що гуси цієї породи характеризуються відносно невисоким і стабільним рівнем ТБКАП_{вих} (Табл.) [10, 18].

1. Вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність антиоксидантних ензимів у тканинах мозку та міокарді гусей ($M \pm m$, $n=6$)

Вік, доба	Вміст ТБКАП _{вих} нМоль/г	Вміст ТБКАП _{інк} нМоль/г	Активність антиоксидантних ензимів		
			СОД, ум. од./ (хв.×г)	КАТ, нкат/(хв.×г)	ГПО, мМоль/(хв.×г)
Мозок					
15-е	4,47±0,50	35,32±1,49	4,80±0,44	11,83±0,72	14,06±0,66
22-е	6,09±0,10*	36,54±0,10	14,68±0,83*	29,17±2,87*	12,00±0,68
28-е	16,24±0,50*	42,22±1,99*	11,61±0,67*	27,33±1,43	9,91±0,63*
1	9,34±0,50*	46,28±2,58	11,44±0,57	35,33±2,87*	79,31±6,18*
7	4,87±0,86*	44,66±0,50	15,53±0,80*	26,67±1,43*	83,26±3,08
14	5,28±0,50	41,41±0,10*	15,54±1,50	42,11±2,08*	17,72±0,72*
Міокард					
15-е	17,05±0,86	85,26±0,86	11,34±0,55	12,00±0,00	13,14±0,39
22-е	6,09±0,10*	36,54±0,10*	14,08±0,84*	50,06±3,14*	63,52±2,54*
28-е	6,50±0,99	40,60±2,49*	16,22±0,67	36,67±2,87*	10,34±0,51*
1	2,84±0,50*	6,90±0,50*	8,02±0,69*	31,78±2,66	3,69±0,07*
7	12,18±0,86*	38,16±0,90*	9,14±0,30	45,00±0,10*	25,84±0,78*
14	6,90±0,50*	42,22±0,50*	12,55±1,09*	47,89±2,08	13,42±0,54*

Примітка: Різниця вірогідна відносно попереднього значення: де, * - $\leq 0,05$.

Максимальний вміст кінцевих продуктів ПОЛ у мозку встановлено одразу ж після накльовування шкаралупи 28-добовими ембріонами (збільшення у 2,67 рази порівняно з попереднім значенням). На тлі активізації пероксидного окиснення

синхронно підвищується активність антиоксидантної системи, що підтверджується сталим рівнем ТБКАП_{інк} і, відповідно, збільшенням K_{AOA} в 2,29 рази (рис.), що може бути наслідком підвищення активності антиоксидантних ензимів мозку [16].

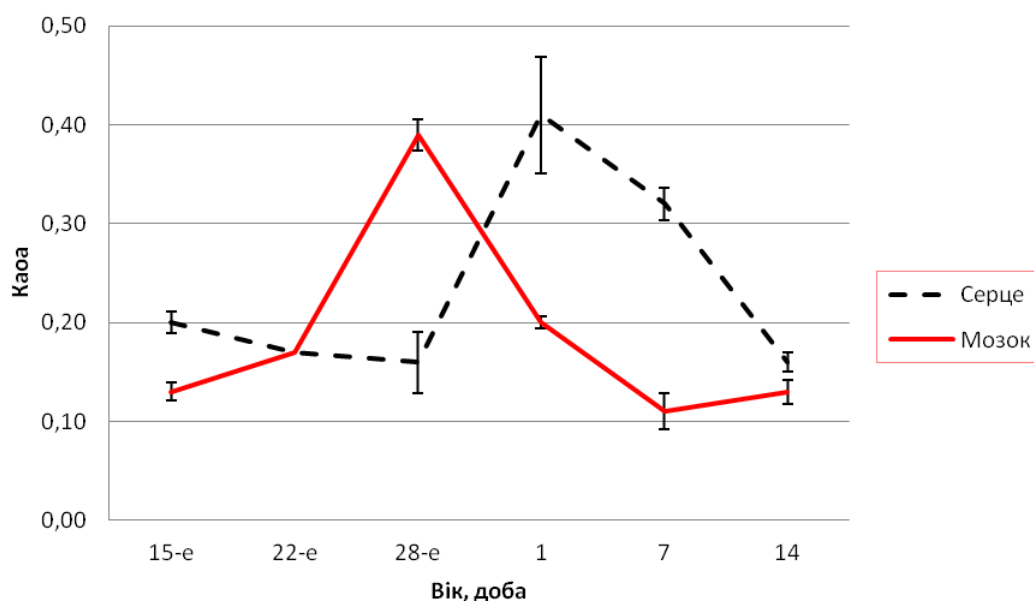


Рис. Динаміка K_{AOA} в досліджених тканинах гусей

Дійсно, впродовж третього тижня ембріонального розвитку (з 15-

ої до 22-ої доби) СОД-активність в мозку ембріонів зросла в 3,06 рази, а

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

КАТ-активність – у 2,47 рази на тлі стабільного рівня ГПО-активності. Збалансованість функціонування ферментативної складової АОЗ мозку підтверджується результатами кореляційного аналізу: кореляційний зв'язок між СОД- і КАТ-активністю в мозку на рівні достатньо тісного ($r = 0,768$ за $p \leq 0,1$), але прямої залежності $K_{АОЗ}$ мозку від активності досліджених антиоксидантних ензимів не встановлено.

Окрім того, раніше оприлюднені результати цього ж дослідження [3], що стосуються динаміки жирнокислотного складу (ЖКС) ліпідів мозку, свідчать про суттєві зміни ЖКС мозку в цей період. Саме впродовж останнього тижня ембріогенезу сумарний вміст ненасичених жирних кислот (НЖК) мозку суттєво знизився (на 39,4 %), а серед усіх НЖК спостерігалось найбільше падіння вмісту докозопентаєнової кислоти (у 6,65 рази). Такі зміни субстрату пероксидації НЖК у мозку ембріонів на тлі гіпероксії початку атмосферного дихання є одним з механізмів гальмування ПОЛ. Отже, генетично запрограмований перехід від гіпоксії кінця ембріонального періоду до гіпероксії атмосферного дихання у 28-добових ембріонів передбачає активізацію антиоксидантної системи в цілому і, в першу чергу, ензимів СОД і КАТ ($r=0,767$; $p \leq 0,1$ і $r=0,811$; $p \leq 0,05$ у часі відповідно). Окрім того, зниження

вмісту головного субстрату ліпопероксидації НЖК впродовж четвертого тижня ембріогенезу, що відбувається шляхом вибіркового модулювання синтезу жирних кислот, також зумовлює зменшення здатності тканин мозку до порушення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в напрямку активізації пероксидного окиснення.

У міокарді впродовж другої половини ембріонального періоду (з 15-ої до 28-ої доби) відбувалось поступове зниження вмісту $TБКАП_{вих}$ і мінімального рівня цей показник досяг вже після вилуплення гусенят. Аналогічним чином змінювався і вміст $TБКАП_{інк}$. Високий рівень узгодженості динаміки цих показників підтверджується коефіцієнтом кореляції на рівні дуже тісного ($r=0,888$; $p \leq 0,05$). Зниження вмісту продуктів ліпопероксидації є ознакою підвищення антиоксидантної активності, яка з певними коливаннями досягає максимального рівня вже на першу добу постнатального онтогенезу, що свідчить про високий адаптаційний потенціал породи Легарт, адже за оприлюдненою інформацією [10] для харківської породи гусей максимального значення антиоксидантна активність міокарду досягає на 14-у добу постнатального онтогенезу, а в гусей Італійської породи – на 28-у добу ембріонального періоду [18]. Така активізація АОЗ на початку постнатального періоду

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

відбувається за рахунок антиоксидантних ензимів: саме з 22-ої доби ембріогенезу активність усіх досліджених ензимів спадає від максимального до мінімального рівня, а саме: СОД — у 2,1; КАТ — 1,58; ГПО — 17,2 рази. Результати кореляційного аналізу також підтверджують вирішальну роль ключового ензиму АОЗ СОД у підтримці прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в міокарді: коефіцієнт кореляції $K_{АОА}$ і СОД-активності $r=0,881$ ($p \leq 0,05$). Що стосується змін ЖКС ліпідів міокарду під час переходу до постнатального розвитку, то вірогідним є тільки зменшення вмісту арахідонової кислоти в 2,28 рази, сумарний вміст НЖК впродовж дослідів залишався на сталому рівні [27]. Отже, підтримка прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в міокарді реалізується, головним чином, за рахунок ферментативної складової АОЗ міокарду.

За середнім рівнем СОД- і КАТ-активності міокард перевищує мозок на 22,8 % і 53,9 % відповідно, а ГПО-активності — на 39,9 % поступається.

Відсутність відповідних вірогідних кореляційних зв'язків досліджених показників на міжтканинному рівні доводить специфічність механізмів антиоксидантного захисту мозку і міокарду. З усіх можливих кореляційних зв'язків досліджених біохімічних показників тільки для

вмісту ТБКАП_{інк} цих тканин встановлено вірогідний зв'язок ($r = -0,881$; $p \leq 0,05$).

Висновки і перспективи.

Специфічність підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у мозку і міокарді гусей породи Легарт при переході від ембріонального до постнатального розвитку зумовлена функціональним навантаженням тканин у цей період. У мозку генетично запрограмована активізація системи АОЗ, спрямована на адаптацію організму гусей до гіпероксії атмосферного дихання відбувається шляхом активізації антиоксидантних ензимів і зниження вмісту ненасичених жирних кислот. У міокарді підтримка прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в умовах гіпоксичного стану здійснюється переважно за рахунок ферментативної складової системи. Втім, з урахуванням протилежно спрямованих змін коефіцієнта антиоксидантної активності і активності антиоксидантних ензимів з одного боку, а з іншого, стабільно високого вмісту ненасичених жирних кислот, саме в міокарді дуже висока ймовірність реалізації інших механізмів антиоксидантного захисту.

На основі отриманих результатів в подальшому планується провести дослідження прооксидантно-антиоксидантної рівноваги та жирнокислотного складу в тканинах гусей породи Легарт та інших порід,

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

за екзогенної індукції їхньої redox системи біологічно активними речовинами рослин, які володіють

антиоксидантними властивостями, зокрема, вівса посівного.

Список використаних джерел

1. Antonyak H., Olijnyk Ch., Koval N., Fediakov R., Dosviadchynska M., Panchuk I., Chekh B. Effects of aflatoxin b1 on lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in rat organs and erythrocytes. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*. 2015. Issue 69. P. 41–48.

2. Essays U.K. Nutritional Modulation of the Antioxidant Capacities in Poultry. 2018. Retrieved from <https://www.ukdiss.com/examples/nutritional-modulation-antioxidant-poultry.php?vref=1>.

3. Fedorko A.S., Danchenko O.O., Nikolaeva Yu.V., Yakoviichuk A.V. Fatty acid composition of tissue lipids goslings and goose embryos. 2015. 17(1). P. 132-139.

4. Li Y., Ma Q., Zhao L., Duan G., Zhang J., Ji C. Wei H. Effects of lipoic acid on immune function, the antioxidant defense system, and inflammation-related genes expression of broiler chickens fed aflatoxin contaminated diets. *Int J Mol Sci*. 2014. 15(4). P. 5649-62. doi: 10.3390/ijms15045649.

5. Liang JR, Dai H, Yang HM, Yang Z, Wang ZY. The effect of dietary vitamin A supplementation in maternal and its offspring on the early growth performance, liver vitamin A content, and antioxidant index of goslings. *Poult Sci*. 2019. 98(12). P. 6849-6856. doi: 10.3382/ps/pez432.

6. Ma WQ, Cheng HZ, Zhao DH, Yang J, Wang SB, Wu HZ, Lu MY, Xu L, Liu GJ. Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese. *Poult Sci*. 2020. 99(2). P. 1062-1068. doi: 10.1016/j.psj.2019.10.003.

7. Surai P.F., Kochish I.I., I. Fisinin V.I., Kidd M.T. Antioxidant Defence Systems and Oxidative Stress in Poultry Biology: An Update. *Antioxidants*. 2019. 8(7). P. 235. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>.

8. Wan X, Ju G, Xu L, Yang H, Wang Z. Selenomethionine Improves Antioxidant Capacity of Breast Muscle in Geese Via

Stimulating Glutathione System and Thiol Pool. *Biol Trace Elem Res*. 2020. doi: 10.1007/s12011-020-02052-8.

9. Wan XL, Ju GY, Xu L, Yang HM, Wang ZY. Dietary selenomethionine increases antioxidant capacity of geese by improving glutathione and thioredoxin systems. *Poult Sci*. 2019. 98(9). P. 3763-3769. doi: 10.3382/ps/pez066.

10. Yakoviichuk O.V., Danchenko, O. O., Kurtyak, B., Nikolaeva, Y., Fedorko, A. S., Halko, T.I. Ontogenetic features of redox reactions in the myocardium of geese. *Biologija*. 2018. 64(4). P. 259-266.

11. Zhang X, Farnell MB, Lu Q, Zhou X, Farnell YZ, Yang H, Wan X, Xu L, Wang Z. Evaluation of the Effects of Pre-Slaughter High-Frequency Electrical Stunning Current Intensities on Lipid Oxidative Stability and Antioxidant Capacity in the Liver of Yangzhou Goose (*Anser cygnoides domesticus*). *Animals (Basel)*. 2020. 10(2). P. 311. doi: 10.3390/ani10020311.

12. Zhao J, He J, Dang Y, Cao J, Sun Y, Pan D. Ultrasound treatment on the structure of goose liver proteins and antioxidant activities of its enzymatic hydrolysate. *J Food Biochem*. 2020. 44(1). P. 13091. doi: 10.1111/jfbc.13091.

13. Васильцева Л.П., Параняк Р.П. Вплив селеніту натрію та аскорбату селену на біохімічні показники плазми крові гусей за навантаження їх організму кадмієм. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок*. 2008. 9(4). С. 18-22.

14. Владимиров Ю. А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. Москва: Наука, 1972. 252 с.

15. Гаврилова А.Р., Хмара Н.В. Определение активности глутатионпероксидазы эритроцитов. *Лаб. Дело*. 1986. 12. С.721-724.

16. Данченко О. О. Антиоксидантний статус свійських гусеподібних за різного антропогенного

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

навантаження. Автореф.дис. ... докт.с.-г. наук. Київ, 2010. 44 с.

17. Дух О. І., Вовк С.О. Активність каталази та супероксиддисмутази і рівень церулоплазміну в печинці курей та їх ембріонів залежно від рівня вітаміну А в раціоні. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2010. Т. 12, 2(44). С. 86–91.

18. Здоровцева Л.М., Пащенко Ю.П., Данченко О.О. Проксидантно-антиоксидантна рівновага в тканинах мозку і серця гусей в умовах гіпо- і гіпероксії. Наукові доповіді НУБіП. 2011.4(26). Режим доступу - http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11zlm.pdf

19. Іонов І. А. Фізіологічний статус птиці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості: автореф. дис. ... д-ра. с.-г. наук: 03.00.13. Харків, 1997. 32 с.

20. Колісник М. І., Колісник Г.В., Нідзюлка В.В., Влізло В.В. Активні форми кисню та їх роль у метаболізмі клітин. Біологія тварин. 2009. 11 (1–2). С. 58–69.

21. Корольок М.А., Иванова М.И., Майорова И.Т., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы. Лаб. Дело. 1988. 1. С. 16-19.

22. Макаревич О.П., Голиков П.П. Определение активности супероксиддисмутази. Лаб. Дело. 1983. 6. С.24-28.

23. Олійник А. В., Козак М.Р., Заїченко О.С., Влізло В.В. Гідроперекиси ліпідів і ТБК-активні продукти в органах мишей за дії ад'ювантів - полімера МГ-4 і гідроксиду алюмінію. Біологія тварин. 2012.14(1-2). С. 174-178.

24. Петров Ю. Сільськогосподарська водоплавна птиця в Україні. «Аграрний тиждень. Україна», тез. доп. наук. – практ. конф., 9 лютого 2012. – Режим доступу: <http://agrokraina.com.ua/animals/210-slsgospodarskavodoplavna-pticya-vukrayin.html>.

25. Романович Л.В., Куртяк Б.М., Романович М.С., Мудрак Д.И. Інтенсивність процесів ПОЛ у крові курчат-бройлерів на тлі вакцинації проти

хвороби Ньюкасла та за дії вітамінів Е та С. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2016. – №18. С. 200–203.

26. Терещенко О.В., Катеринич О.О., Рожковський О.В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України: Стан та перспективи наукового забезпечення галузі. Ефективне птахівництво. 2011. 11(83). С. 7–12.

27. Федорко А., Яковійчук О., Ніколаєва Ю., Данченко О. Особливості змін жирнокислотного складу ліпідів м'язових тканин гусей в ембріональному і ранньому постнатальному онтогенезі. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. 73. С. 221-225.

28. Федорович Є. І., Заплатинський В. С. Сучасний стан та перспективи розвитку гусівництва України. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2015. Т. 17, 3(63). С. 322–330.

29. Хвостик В. П. Як отримати найкращих: гусівництво. Наше птахівництво. 2013. 4. С. 33–35.

30. Цехмістренко С.І., Поліщук В.М. Вікові особливості функціонування системи антиоксидантного захисту крові страусів. Укр. біохім. журн. 2010. 82(5). С. 92-97.

31. Шеремет Д.О., Мельник В.В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. Сучасне птахівництво. 2014. 6. С. 14–15.

References

1. Antonyak H., Olijnyk Ch., Koval N., Fediakov R., Dosviadchynska M., Panchuk I., Chekh B. (2015). Effects of aflatoxin b1 on lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in rat organs and erythrocytes. Visnyk of the Lviv University. Series Biology. Issue 69. P. 41–48.

2. Essays U.K. Nutritional Modulation of the Antioxidant Capacities in Poultry. (2018). URL: <https://www.ukdiss.com/examples/nutritional-modulation-antioxidant-poultry.php?vref=1>.

3. Fedorko A.S., Danchenko O.O., Nikolaeva Yu.V., Yakoviichuk A.V. (2015). Fatty acid composition of tissue lipids goslings and goose embryos. 17(1). 132-139.

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

4. Li Y., Ma Q., Zhao L., Duan G., Zhang J., Ji C. Wei H. (2014). Effects of lipoic acid on immune function, the antioxidant defense system, and inflammation-related genes expression of broiler chickens fed aflatoxin contaminated diets. *Int J Mol Sci.* 15(4). P. 5649-62. doi: 10.3390/ijms15045649.
5. Liang JR, Dai H, Yang HM, Yang Z, Wang ZY. (2019). The effect of dietary vitamin A supplementation in maternal and its offspring on the early growth performance, liver vitamin A content, and antioxidant index of goslings. *Poult Sci.* 98(12). P. 6849-6856. doi: 10.3382/ps/pez432.
6. Ma WQ, Cheng HZ, Zhao DH, Yang J, Wang SB, Wu HZ, Lu MY, Xu L, Liu GJ. (2020). Effects of dietary Enteromorpha powder supplementation on productive performance, egg quality, and antioxidant performance during the late laying period in Zi geese. *Poult Sci.* 99(2). P. 1062-1068. doi: 10.1016/j.psj.2019.10.003.
7. Surai P.F., Kochish I.I., I. Fisinin V.I., Kidd M.T. (2019). Antioxidant Defence Systems and Oxidative Stress in Poultry Biology: An Update. *Antioxidants.* 8(7). P. 235. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>.
8. Wan X, Ju G, Xu L, Yang H, Wang Z. (2020). Selenomethionine Improves Antioxidant Capacity of Breast Muscle in Geese Via Stimulating Glutathione System and Thiol Pool. *Biol Trace Elem Res.* doi: 10.1007/s12011-020-02052-8.
9. Wan XL, Ju GY, Xu L, Yang HM, Wang ZY. (2019). Dietary selenomethionine increases antioxidant capacity of geese by improving glutathione and thioredoxin systems. *Poult Sci.* 98(9). P. 3763-3769. doi: 10.3382/ps/pez066.
10. Yakoviichuk O.V., Danchenko, O. O., Kurtyak, B., Nikolaeva, Y., Fedorko, A. S., Halko, T.I. (2018). Ontogenetic features of redox reactions in the myocardium of geese. *Biologija.* 64(4). P. 259-266.
11. Zhang X, Farnell MB, Lu Q, Zhou X, Farnell YZ, Yang H, Wan X, Xu L, Wang Z. (2020). Evaluation of the Effects of Pre-Slaughter High-Frequency Electrical Stunning Current Intensities on Lipid Oxidative Stability and Antioxidant Capacity in the Liver of Yangzhou Goose (*Anser cygnoides domesticus*). *Animals (Basel).* 10(2). P. 311. doi: 10.3390/ani10020311.
12. Zhao J, He J, Dang Y, Cao J, Sun Y, Pan D. (2020). Ultrasound treatment on the structure of goose liver proteins and antioxidant activities of its enzymatic hydrolysate. *J Food Biochem.* 44(1). P. 13091. doi: 10.1111/jfbc.13091.
13. Vasylytseva L.P., Paraniak R.P. (2008). Vplyv selenitu natriiu ta askorbatu selenu na biokhimichni pokaznyky plazmy krovi husei za navantazhennia yikh orhanizmu kadmiiem. *Nauk.-tekhn. biul. In-tu biolohii tvaryn ta Derzh. n.-d. kontrol. in-tu vetpreparativ ta korm. dobavok.* 9(4). S. 18-22.
14. Vladimirov Yu.A., Archakov A.I. (1972). Lipid peroxidation in biological membranes. Moscow: Science, 252 p.
15. Gavrilova A.R., Hmara N.V. (1986). Determination of erythrocyte glutathione peroxidase activity. *Lab. Work.* 12. P.721-724.
16. Danchenko O.O. Antioxidant status of caterpillars under different anthropogenic load. Author's thesis ... dr. agricultural sciences: 03.00.04. Kyiv, 2010. 44 p.
17. Duch O.I., Vovk S.O. (2010). Catalase and superoxide dismutase activity and the level of ceruloplasmin in the liver of chickens and their embryos depending on the level of vitamin A in the diet. Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 12, 2(44). P. 86–91.
18. Zdorovtseva L.M., Pashchenko Y.P., Danchenko O.O. (2011). Prooxidant-antioxidant balance in tissues of the brain and heart of geese in hypo- and hyperoxia conditions. *NUBiP Scientific Reports.* 4(26). Access Mode – http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_4/11zlm.pdf
19. Ionov I.A. (1997). Physiological status of bird in embryogenesis and postnatal ontogeny depending on its A-, E- and K-vitamin supply: author. diss. ... dr. agricultural Sciences: 03.00.13. Kharkiv, 32 p.
20. Kolesnik M.I., Kolesnik G.V., Nidzhulka V.V., Vizlo V.V. (2009). Reactive oxygen species and their role in cell metabolism. *Animal biology.* 11 (1-2). P. 58–69.
21. Korolyuk M.A., Ivanova M.I., Mayorov I.T., Tokarev V.E. (1988). A method

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

for catalase activity determination. Lab. Work. 1. P. 16-19.

22. Makarevich O.P., Golikov P.P. (1983). Determination of superoxide dismutase activity. Lab. Work. 6. P.24-28.

23. Oliynyk A.V., Kozak M.R., Zaichenko O.S., Vizlo V.V. (2012). Lipid hydroperoxide and TBK-active products in the organs of mice due to the action of adjuvants - MG-4 polymer and aluminum hydroxide. Animal biology. 14(1-2). P. 174-178.

24. Petrov Y. (2012). Farm waterfowl bird. in Ukraine. "Agrarian Week. Ukraine", thesis. ext. of sciences. - practice. conf., February 9, URL: <http://agrokraina.com.ua/animals/210-slskogospodarskavodoplavna-pticya-vukrayin.html>.

25. Romanovich L.V., Kurtyak B.M., Romanovich M.S., Mudrak D.I. (2016). Intensity of processes of LOP in blood of broiler chickens during vaccination against Newcastle disease and under the action of vitamins E and C. Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. №18. P. 200–203.

26. Tereshchenko O.V., Ekaterinich O.O., Rozhkovsky O.V. (2011). Current trends in poultry development in Ukraine: Status and prospects of scientific support of the industry. Effective poultry farming. 11(83). P. 7–12.

27. Fedorko A., Yakovychuk O., Nikolaeva Y., Danchenko O. (2016). Features of changes in the fatty acid composition of goose muscle tissues in embryonic and early postnatal ontogeny. Bulletin of the University of Lviv. The series is biological. 73. P. 221-225.

28. Fedorovych Ye. I., Zaplatynskyi V. S. (2015). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku husivnytstva Ukrainy. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho. T. 17, 3(63). S. 322–330.

29. Khvostik V.P. (2013). How to get the best: geese farming. Our poultry. 4. C. 33–35.

30. Ciechmistrenko S.I., Polishchuk V.M. (2010). Age peculiarities of ostrich blood antioxidant protection system functioning. Ukr. biochem. . 82(5). P. 92-97.

31. Sheremet D.O., Melnik V.V. (2014). Breeding geese in a farm: selection of breed and formation of parent flock. Modern poultry farming. 6. P. 14–15.

ПОДДЕРЖКА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО РАВНОВЕСИЯ В ТКАНЯХ МИОКАРДА И МОЗГА ГУСЕЙ В ЭМБРИОНАЛЬНОМ И РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

А. С. Федорко, Е. А. Данченко, А. В. Яковейчук

Аннотация. Преимущества гусей породы Легарт обуславливают достаточно широкий спрос и их быстрое распространение в хозяйствах страны. Однако гуси этой породы достаточно чувствительны к несбалансированным кормам, особенно в первые недели жизни. Понимание механизмов формирования адаптивного ответа на повреждающее влияние будет способствовать верному выбору стратегии, направленной на регуляцию состояния *redox* системы организма птицы и раскрытие генетического потенциала продуктивности данной породы. Цель исследований - выяснение особенностей поддержки прооксидантно-антиоксидантного равновесия в тканях гусей породы Легарт во время эмбрионального и раннего постнатального развития. Исследована специфика поддержки равновесия между про- и антиоксидантами в тканях сердца и мозга гусей этой породы. Доказано, что в мозге генетически запрограммированная активизация антиоксидантной системы, направленная на адаптацию организма гусей к гипероксии начала атмосферного дыхания, происходит путем повышения активности антиоксидантных ферментов и снижения содержания

Федорко А.С., Данченко О. О., Яковійчук О. В.

ненасыщенных жирных кислот. В миокарде поддержка равновесия происходит преимущественно за счет активизации ферментативной составляющей системы. Впрочем, с учетом противоположно направленных изменений коэффициента антиоксидантной активности и активности антиоксидантных энзимов, с одной стороны, а с другой, стабильно высокого содержания ненасыщенных жирных кислот, именно в миокарде очень высокая вероятность реализации альтернативных механизмов антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: гуси, Легарт, онтогенез, мозг, миокард, система антиоксидантной защиты

SUPPORT OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT BALANCE IN GOOSE MYOCARDIUM AND BRAIN TISSUES IN EMBRYONAL AND EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

A. S. Fedorko, O. O. Danchenko, O. V. Yakoviichuk

Abstract. *The advantages of Legart geese cause a fairly wide demand and their rapid distribution in the country's farms, however, geese of this breed are quite sensitive to unbalanced feed, especially in the first weeks of life. Understanding the mechanisms of the formation of adaptive responses to a damaging effect contribute to the right choice of a strategy aimed at regulating the state of the redox system of the bird's body and revealing the genetic potential of this breed's productivity. The purpose of the research is to elucidate the features of supporting the prooxidant-antioxidant balance in the tissues of Legart geese during embryonic and early postnatal development. The specifics of maintaining the balance between pro- and antioxidants in the tissues of the heart and brain of geese of this breed is investigated. It has been proved that activation of the antioxidant system in the brain is genetically programmed, aimed at adapting the geese organism to hyperoxia of the onset of atmospheric respiration by increasing the activity of antioxidant enzymes and reducing the content of unsaturated fatty acids. In the myocardium, maintaining equilibrium occurs mainly due to the activation of the enzymatic component of the system. However, taking into account the opposite changes in the coefficient of antioxidant activity and the activity of antioxidant enzymes, on the one hand, and on the other, a stably high content of unsaturated fatty acids, it is in the myocardium that there is a very high probability of implementing of alternative mechanisms of antioxidant defense.*

Key words: geese, Legart, ontogenesis, brain, myocardium, antioxidant defense system

ВМІСТ РАДІОНУКЛІДІВ У ФІТОПЛАНКТОНІ НА РІЗНИХ ДІЛЯНКАХ ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Ю. В. НІКОЛЕНКО, аспірант

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

E-mail: jul.nikolenko@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.002>

Анотація. Фітопланктон – первинна автотрофна ланка гідроекосистем, маючи величезну сумарну сорбційну поверхню, здатний поглинати, утримувати та передавати радіонукліди ланцюгами живлення, призводячи до погіршення екологічного стану водойми.

Відбір проб фітопланктону проводилися влітку 2019 року на 5 ділянках вздовж русла Запорізького водосховища. Визначення питомої радіоактивності проб фітопланктону здійснювали загальноприйнятими гамма-спектрометричними та радіохімічними методами.

Вміст радіонуклідів у фітопланктоні Запорізького водосховища у середньому становив: ^{137}Cs – $7,61 \pm 0,501$ Бк/кг; ^{90}Sr – $1,13 \pm 0,242$ Бк/кг; ^{226}Ra – $95,45 \pm 7,010$ Бк/кг; ^{232}Th – $85,66 \pm 4,013$ Бк/кг; ^{40}K – $185,26 \pm 23,74$ Бк/кг. Встановлено, що питома активність природних радіонуклідів (^{226}Ra , ^{232}Th та ^{40}K) в 80–320 разів перевищувала штучні (^{90}Sr і ^{137}Cs).

За коефіцієнтами накопичення відносно води у фітопланктоні Запорізького водосховища встановлена послідовність акумуляції радіонуклідів за вибуванням: $^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K} > ^{90}\text{Sr}$. За більшістю досліджуваних радіонуклідів максимальні значення коефіцієнтів накопичення виявлені у фітопланктоні в районі Фестивального причалу (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{232}Th) та гирла ріки Мокра Сура (^{226}Ra , ^{40}K). Останнє пов'язано, як з гідрохімічними та гідрологічними умовами даних ділянок, так і з посиленням антропогенним впливом, особливо у районі гирла ріки.

Отримані дані свідчать, що існує потенційна загроза накопичення радіонуклідів у фітопланктоні та передачі їх далі по трофічним ланцюгах.

Ключові слова: радіонукліди, фітопланктон, Запорізьке водосховище, питома активність, коефіцієнт накопичення

Актуальність. Водна оболонка біосфери є найважливішим депо надходження і захоронення природних і штучних радіонуклідів. Вміст у воді навіть незначних концентрацій радіонуклідів сприяє її радіоактивному забрудненню, що

становить небезпеку для довкілля [11].

Особливо гостро питання забруднення радіонуклідами стосується прісних екосистем, адже слабо мінералізована вода сприяє підвищенню активності радіонуклідів

Ніколенко Ю. В.

у донних відкладеннях в порівнянні з водою – у 10 разів і більше, а в гідробіонтах – у сотні і тисячі разів.

Ускладнює ситуацію те, що континентальні водойми можуть відігравати роль транспортних магістралей для перенесення радіонуклідів із забруднених до чистих водойм, а також резервуарів для накопичення радіонуклідів [6, 7, 3, 4].

У природі радіонукліди, що випали на дзеркало водоймища з атмосфери і принесені з поверхневим рідким і твердим стоком, швидко перерозподіляються і значною мірою переходять із водної фази у донні відкладення, інша ж їх частина накопичується в суспензіях та гідробіонтах [8]. Депонування та переведення радіонуклідів гідробіонтами з розчинного у зв'язаний стан призводить до очищення води, але в гідробіонтах відбувається накопичення радіоактивних речовин [2]. У помірних широтах водні організми здатні накопичувати близько 1% від загальної кількості радіонуклідів, що містяться в гідроекосистемі [8].

У зв'язку зі здатністю гідробіонтів до накопичення радіоактивних речовин важливо проводити моніторинг вмісту радіонуклідів у фітопланктоні з метою мінімізації перенесення по ланцюгам живлення та збереження біорізноманіття водних екосистем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сучасному етапі функціонування гідроекосистема Запорізького водосховища зазнає посиленого антропогенного впливу [1, 4]. Вміст радіонуклідів у воді визначається в основному інтенсивністю надходження радіонуклідів з радіоактивно забруднених територій Чорнобильської зони, наприклад в багатоводні періоди [8], а також за рахунок скидів від урбанізованих підприємств [10].

У літературі є значна кількість робіт присвячена накопиченню радіонуклідів різними групами гідробіонтів (моллюсками, рибами, вищими рослини), однак внаслідок труднощів відбору проб зовсім мало уваги приділяється фітопланктону [1–7, 9, 11]. Проте фітопланктон є важливим елементом гідроекосистем, первинною ланкою у ланцюгах живлення, маючи величезну сумарну сорбційну поверхню, поглинає і утримує радіонукліди та стабільні хімічні елементи, в зв'язку з чим може слугувати показником забруднення водного середовища [5, 12].

Мета роботи. Визначити вміст природних та штучних радіонуклідів у фітопланктоні на різних ділянках Запорізького водосховища.

Матеріали та методи дослідження. Проби фітопланктону відбирали влітку 2019 року на 5 ділянках вздовж русла Запорізького водосховища, які відрізняються

Ніколенко Ю. В.

гідрологічними та гідрохімічними умовами (рис. 1): Самарська затока, Фестивальний причал,

о. Монастирський, гирло р. Мокра Сура та нижня ділянка водосховища (у районі с. Військове).

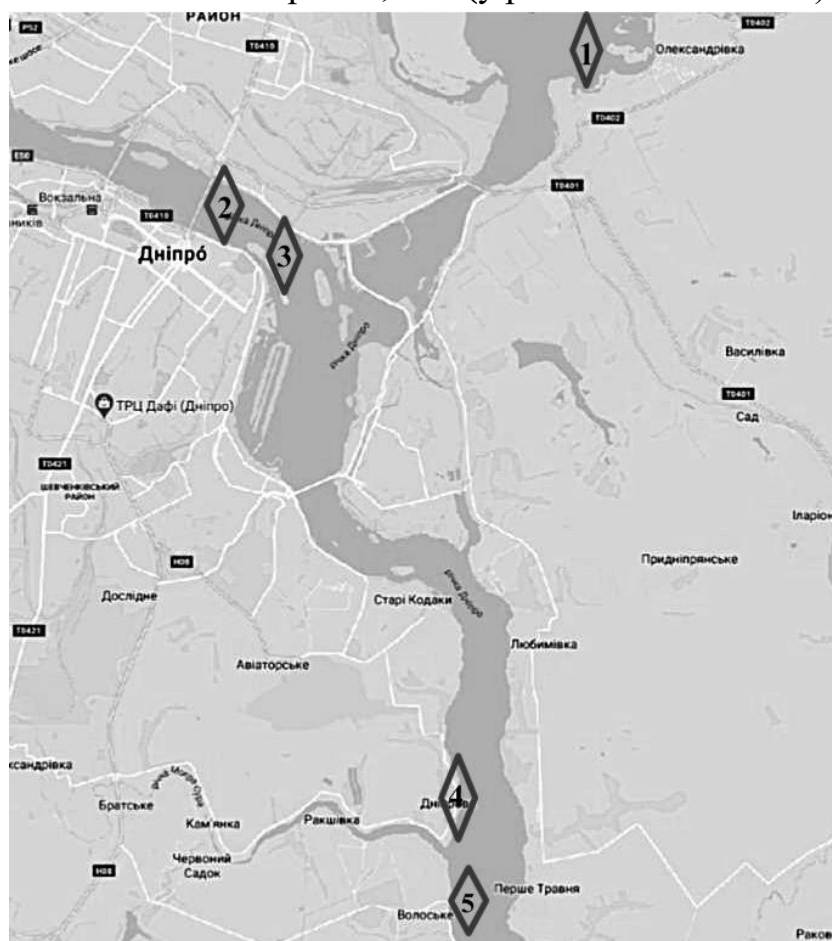


Рис. 1. Схема розміщення точок відбору проб: 1 – Самарська затока; 2 – Фестивальний причал; 3 – о. Монастирський; 4 – гирло р. Мокра Сура; 5 – нижня ділянка водосховища (в районі с. Військове).

Підготовка проб до радіоспектрометричних вимірювань полягала у їх висушуванні за температури 105°C у сухо-жаровій шафі. Питому активність радіонуклідів у підготовлених зразках визначали за допомогою сцинтиляційного спектрометра енергії гамма-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» та спектрометра бета-випромінювання СЕБ01-150. Пітома радіоактивність радіонуклідів наведена в бекерелях на кілограм

(Бк/кг) сирови, природної ваги. В зразках фітопланктону визначали вміст штучних (^{137}Cs та ^{90}Sr) та природних (^{232}Th , ^{226}Ra та ^{40}K) радіонуклідів.

Статистична обробка результатів досліджень проводилася загальноприйнятими методами варіаційної статистики для малої вибірки з використанням програмного пакету Excel 2010.

Результати дослідження та їх обговорення. Гідросфера є одним із

Ніколенко Ю. В.

основних резервуарів, куди в кінцевому результаті надходять штучні радіонукліди, що утворюються під час ядерних вибухів та у процесі експлуатації атомних електростанцій. Так, внаслідок аварій на атомних електростанціях, зокрема на ЧАЕС, значний внесок у формування радіоактивності викидів здійснюють «довгоживучі» радіонукліди – ^{90}Sr і ^{137}Cs [4, 10]. В досліджуваний період вміст ^{137}Cs у фітопланктоні Запорізького водосховища знаходився в межах 6,41–9,53 Бк/кг, в середньому $7,61 \pm 0,501$ Бк/кг (рис.2). Питома радіоактивність ^{90}Sr на різних ділянках змінювалася від 0,83 до 2,1

Бк/кг, в середньому – $1,13 \pm 0,242$ Бк/кг. Максимальні значення вмісту штучних радіонуклідів у фітопланктоні зафіксовані в районі Фестивального причалу, мінімальні – в районі с. Військове (за ^{137}Cs) та Самарській затоці (за ^{90}Sr). Останнє можна пояснити утворенням в районі Фестивального причалу «ям-пасток», для накопичення радіонуклідів, що можуть слугувати джерелом повторного забруднення даної ділянки. Загалом у фітопланктоні спостерігається порівняно невисокий вміст штучних радіонуклідів, що пояснюється низьким його вмістом у воді [3, 10].

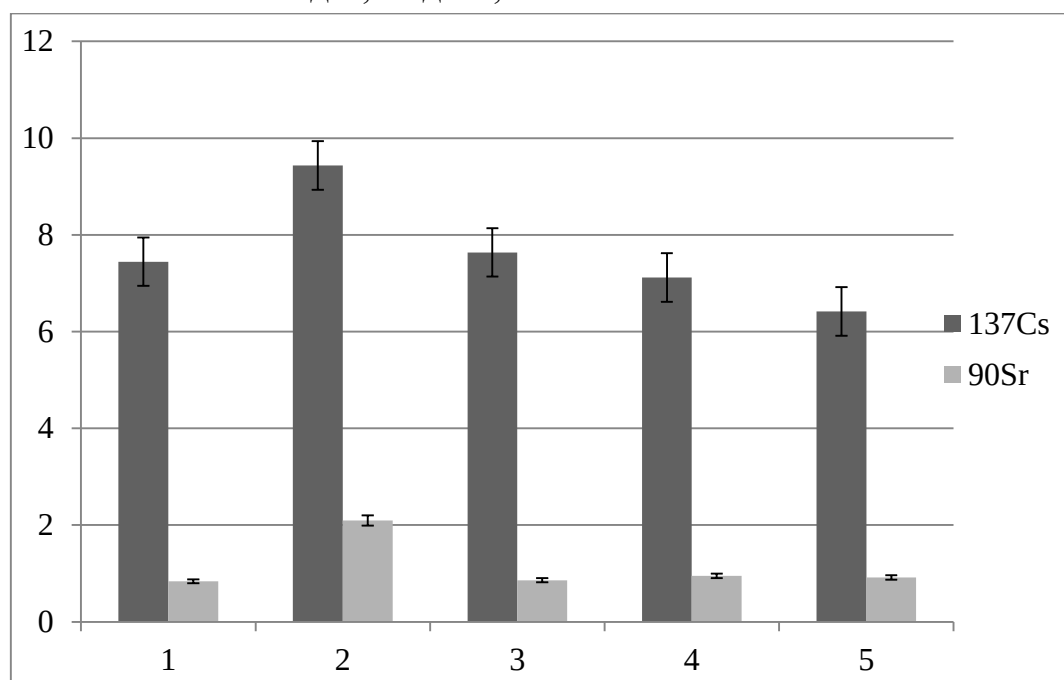


Рис. 2. Вміст штучних радіонуклідів у фітопланктоні на різних ділянках Запорізького водосховища, Бк/кг. 1 – Самарська затока; 2 – Фестивальний причал; 3 – о. Монастирський; 4 – гирло р. Мокра Сура; 5 – нижня ділянка водосховища (в районі с. Військове).

Вміст ^{137}Cs в 4,5–9 разів поглинається донними відкладами і перевищував вміст ^{90}Sr , адже розчинений у воді ^{137}Cs інтенсивніше відбувається біологічне очищення

Ніколенко Ю. В.

водосховища від радіонуклідів цезію [2].

Основну частину опромінення гідробіонти отримують від природних джерел радіації, до яких належать космічне випромінювання і природні радіоактивні ізотопи, або радіонукліди, що містяться в земній корі, атмосфері, гідросфері та біоті. Істотним джерелом надходження у біосферу природних радіонуклідів є природне органічне паливо, що використовується транспортом, енергетичними установками і тепловими електростанціями, використання мінеральних добрив у сільському господарстві [9].

У природі виявлено близько 300 природних радіонуклідів, серед яких значний внесок в загальну природну радіоактивність чинять: ^{226}Ra , ^{232}Th та ^{40}K . Вміст природних радіонуклідів у фітопланктоні Запорізького

водосховища становив: ^{226}Ra – $95,45 \pm 7,010$ Бк/кг; ^{232}Th – $85,66 \pm 4,013$ Бк/кг; ^{40}K – $185,26 \pm 23,74$ Бк/кг (рис.3). Найменший вміст за природними радіонуклідами спостерігався у фітопланктоні Самарської затоки, адже проби були відібрані на рибогосподарській ділянці, яка віддалена від прямих джерел надходження радіонуклідів. Крім того, вода Самарської затоки має підвищений рівень мінералізації, що сприяє зниженню активності радіонуклідів. Максимальна зафіксована питома активність ^{226}Ra та ^{40}K спостерігалась в гирлі ріки Мокра Сура, що може свідчити про підвищений вміст радіонуклідів у водах даної річки, адже на всьому протязі ріка забруднюється промисловими, сільськогосподарськими та комунальними стоками.

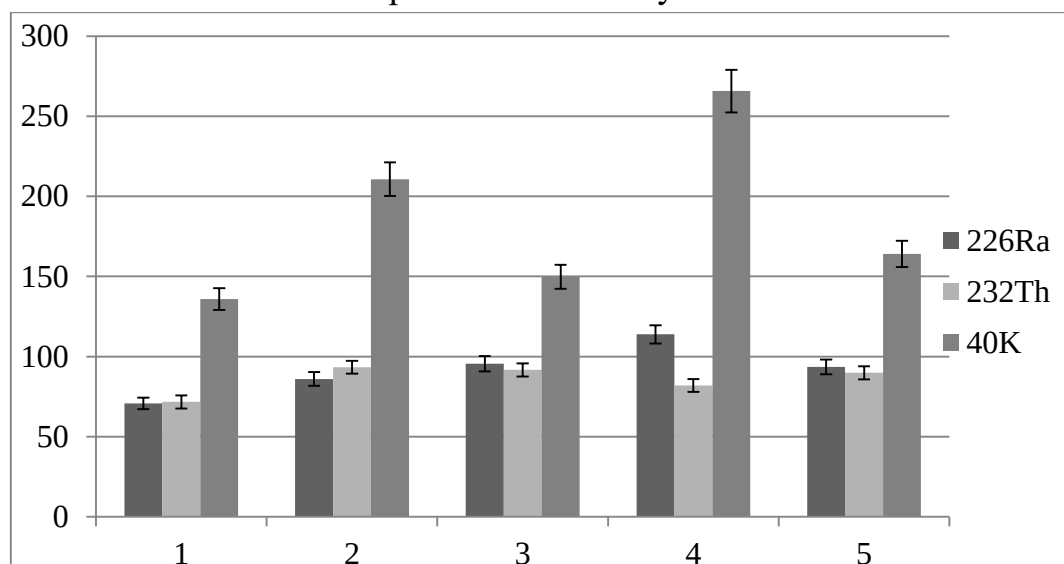


Рис. 3. Вміст природних радіонуклідів на різних Запорізького водосховища, Бк/кг. 1 – Самарська затока; 2 – Фестивальний причал; 3 – о. Монастирський; 4 – гирло р. Мокра Сура; 5 – нижня ділянка водосховища (в районі с. Військове).

Ніколенко Ю. В.

Природний ізоотоп калію перевищував вміст торію та радію у середньому в 2 рази, адже ^{40}K є досить поширеним радіонуклідом, особливо у Придніпровському регіоні, його питома радіоактивність доволі висока, а вміст в будь-яких живих клітинах завжди значний [2].

У досліджуваних пробах вміст природних радіонуклідів значно переважає штучні, це пояснюється їх вищою концентрацією у екосистемі Запорізького водосховища.

Розподіл радіонуклідів серед елементів екосистеми прісноводного водоймища характеризується коефіцієнтами накопичення – відношенням питомої активності радіонуклідів у системах. Загальновідомо, що накопичення радіонуклідів фітопланктоном із води найбільш інтенсивно протікає в літній період, тому на основі опрацьованих даних концентрації радіонуклідів у пробах фітопланктону розраховано коефіцієнти накопичення (K_H) (табл. 1).

1. Середні значення коефіцієнтів накопичення радіонуклідів фітопланктоном Запорізького водосховища

Місце відбору проб фітопланктону	Коефіцієнт накопичення				
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
Самарська затока	248,16	13,96	67,36	152,46	27,78
Фестивальний причал	277,48	23,29	81,86	198,50	43,09
о. Монастирський	254,55	14,32	90,91	194,97	30,65
Гирло ріки Мокра Сура	237,29	15,82	108,47	174,18	54,35
Нижня ділянка (с. Військове)	213,92	15,28	89,06	191,16	33,56

Середні коефіцієнти накопичення радіонуклідів фітопланктоном Запорізького водосховища дозволяють розмістити досліджувані радіоізотопи в такій послідовності за вибуванням: $^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K} > ^{90}\text{Sr}$.

Найвищі значення K_H зафіксовані для ^{137}Cs та ^{232}Th . Коефіцієнти накопичення ^{40}K та ^{90}Sr в 11–22 рази менші ніж ^{137}Cs і ^{232}Th , що є цілком закономірно, адже прісноводні водорості в найбільшій мірі здатні накопичувати ^{137}Cs .

Як штучні так і природні радіонукліди мали високі значення коефіцієнтів накопичення, що підтверджує потенційну небезпеку передачі їх по трофічним ланцюгам та впливу на живі організми. За більшістю досліджуваних радіонуклідів максимальні значення коефіцієнтів накопичення виявлені в фітопланктоні у районі Фестивального причалу (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{232}Th) та гирла ріки Мокра Сура (^{226}Ra , ^{40}K). Останнє пов'язано як з гідрохімічними та гідрологічними

Ніколенко Ю. В.

умовами даних ділянок, так і з посиленням антропогенним впливом, особливо в районі гирла ріки.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що вміст штучних радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у фітопланктоні Запорізького водосховища знаходиться в низьких межах, проте вміст ^{137}Cs в 4,5–9 разів перевищував ^{90}Sr .

По акваторії Запорізького водосховища у фітопланктоні спостерігається відносно рівномірний розподіл ізотопів ^{137}Cs та ^{90}Sr , за виключенням точки відбору – Фестивальний причал, де зафіксовано максимальний вміст штучних радіонуклідів.

Питома активність природних радіонуклідів: ^{226}Ra , ^{232}Th та ^{40}K . у 80–320 разів перевищувала штучні, що

пов'язано з їх вищою концентрацією у екосистемі Запорізького водосховища.

Вміст природних радіонуклідів змінювався в залежності від виду ізотопу та точки відбору, більш-менш рівномірним розподілом характеризувався ^{232}Th , найбільшим коливанням піддавався вміст ^{40}K .

За коефіцієнтами накопичення відносно води у фітопланктоні Запорізького водосховища встановлена послідовність акумуляції радіонуклідів за вибуванням: $^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K} > ^{90}\text{Sr}$.

Незважаючи на незначні концентрації радіонуклідів у водних екосистемах існує загроза їх накопичення у фітопланктоні та передача далі трофічними ланцюгами.

Список використаних джерел

1. Ананьева Т. В., Маренков О. Н., Шаповаленко З. В. Биоиндикация радиоактивного загрязнения Запорожского водохранилища (Днепропетровская обл., Украина) по ихтиофауне. *Чернобыль: 30 лет спустя: материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 21-22 апреля 2016 г.)*. Гомель: Ин-т радиологии, 2016. С. 19–22.
2. Ананьева Т. В., Федоненко О. В., Клименко О. Ю. Особливості накопичення радіонуклідів білим товстолобиком Запорізького водосховища. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки*, 2018. № 1. С. 23–29
3. Ананьева Т. В., Федоненко О. В., Шаповаленко З. В. Міграція радіонуклідів у молоді плітки звичайної на акваторії Запорізького водосховища. *Питання біоіндикації та екології*. Вип. 21, № 1–2, 2016 С. 110–121.
4. Білоконь Г., Ананьева Т., Просяник Ю. Моніторингові дослідження

накопичення радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr рибами Запорізького водосховища. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. Вип. 67, 2014. С. 123–128.

5. Вернадский В.И. Биосфера в космосе. М.: Издво АН СССР, 1960. Т. 5. 286 с.

6. Волкова О. М., Беляев В. В. Вплив гідрологічних факторів на формування радіонуклідного забруднення гідробіонтів. *Ядерна фізика та енергетика*. Т. 10, № 1, 2009. С. 80–85.

7. Волкова О. М., Беляев В. В., Каглян О. Є. Метод оцінки радіоекологічного стану водних екосистем за вмістом радіонуклідів у гідробіонтах. *Природничий альманах. Біологічні науки*. Вип. 8., 2006. С. 7–12.

8. Гудков І. М.. Радіобіологія: Підручник для вищ. навчальних закладів. К.: НУБіП України, 2016. 485 с.

9. Кравець Н. М., Бурбело Т. І. Радіонуклідне забруднення водних екосистем та його дія на гідробіонти.

Ніколенко Ю. В.

Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. Вінниця : ВНТУ, 2019.

Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2019/paper/view/7066> (дата звернення: 20.03.2020).

10. Шугуров О.О. Стригіна Т. А. Современный уровень β -радиоактивности в Запорожском водохранилище. *Ecology and noospherology*. Vol. 28, no. 3–4, 2017. P. 21–27.

11. Шумигай І. В. Радіоекологічна та токсикологічна характеристика води річки Уж. *Агроєкологічний журнал*. № 1, 2016. С. 152–157.

12. Эрхард Ж.П., Сежен Ж. Планктон. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 254 с.

References

1. Anan'eva, T. V., Marenkov, O. N., Shapovalenko, Z. V. (2016) Bioindikatsiya radioaktivnogo zagryazneniya Zaporozhskogo vodokhranilishcha (Dnepropetrovskaya obl., Ukraina) po ikhtiofaune. Chernobyl': 30 let spustya: materialy mezhdunar. nauch. konf. (Gomel', 21-22 aprelya 2016 g.), 19–22.

2. Ananieva, T. V., Fedonenko, O. V., Klymenko, O. Yu. (2018) Osoblyvosti nakopychennia radionuklidiv bilym tovstolobykom Zaporizkoho vodoshkovyshcha. Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Biolohichni nauky, 1, 23–29.

3. Ananieva, T. V., Fedonenko, O. V., Shapovalenko, Z. V. (2016) Mihratsiia radionuklidiv u molodi plitky zvychnoi na akvatorii Zaporizkoho vodoshkovyshcha. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii, 21 (1–2), 110–121.

4. Bilokon H., Ananieva T., Prosianyk Yu. (2014) Monitorynhovi doslidzhennia nakopychennia radionuklidiv ^{137}Cs ta ^{90}Sr rybamy Zaporizkoho vodoshkovyshcha. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna, 67, 123–128.

5. Vernadskiy, V.I. (1960). Biosfera v kosmose. Moscow: Izdvo AN SSSR, 5, 286.

6. Volkova, O. M., Beliaiev, V. V. (2009) Vplyv hidrolohichnykh faktoriv na formuvannia radionuklidnoho zabrudnennia hidrobiontiv. Yaderna fizyka ta enerhetyka, 10 (1), 80–85

7. Volkova, O.M. Beliaiev, V.V., Kahlia, O. Ie. (2006) Metod otsinky radioekolohichnoho stanu vodnykh ekosystem za vmistom radionuklidiv u hidrobiontakh . Pryrodnychiy almanakh. Biolohichni nauky, 8, 7–12.

8. Hudkov, I. M. (2016) Radiobiolohiia: Pidruchnyk dlia vyshch. navchalnykh zakladiv. K.:NUBiP Ukrainy, 485.

9. Kravets, N. M., Burbelo, T. I. (2019) Radionuklidne zabrudnennia vodnykh ekosystem ta yoho diia na hidrobionty. Materialy XLVIII nauково-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU, Vinnytsia, 13-15 bereznia 2019 r. Available at: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2019/paper/view/7066>.

10. Shugurov, O.O. Strigina, T. A. (2017) Sovremennyy uroven' β -radioaktivnosti v Zaporozhskom vodokhranilishche. *Ecology and noospherology*, 28 (3–4), 21–27.

11. Shumyhai, I. V. (2016) Radioekolohichna ta toksykolohichna kharakterystyka vody richky Uzh. Ahroekolohichnyi zhurnal. 1, 152–157.

12. Erkhhard, Zh.P. Sezhen, Zh. P. (1984) Plankton. L.: Gidrometeoizdat, 254.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ФИТОПЛАНКТОНА НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю. В. Ніколенко

Аннотация. Фитопланктон – первичное автотрофное звено гидроэкосистем, имея огромную суммарную сорбционной поверхности, способен поглощать, удерживать и передавать радионуклиды по цепям питания, приводя к ухудшению экологического состояния водоема.

Ніколенко Ю. В.

Отбор проб фитопланктона проводились летом 2019 на 5 участках вдоль русла Запорожского водохранилища. Определение удельной радиоактивности проб фитопланктона осуществляли общепринятыми гамма-спектрометрическим и радиохимическими методами.

Содержание радионуклидов в фитопланктоне Запорожского водохранилища в среднем: ^{137}Cs - $7,61 \pm 0,501$ Бк / кг; ^{90}Sr - $1,13 \pm 0,242$ Бк / кг; ^{226}Ra - $95,45 \pm 7,010$ Бк / кг; ^{232}Th - $85,66 \pm 4,013$ Бк / кг; ^{40}K - $185,26 \pm 23,74$ Бк / кг. Установлено, что удельная активность природных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K) в 80-320 раз превышала искусственные (^{90}Sr и ^{137}Cs).

По коэффициентам накопления относительно воды в фитопланктоне Запорожского водохранилища установлена последовательность аккумуляции радионуклидов за выбыванием: $^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K} > ^{90}\text{Sr}$. По большинству исследуемых радионуклидов максимальные значения коэффициентов накопления обнаружены в фитопланктоне в районе Фестивального причала (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{232}Th) и устья реки Мокрая Сура (^{226}Ra , ^{40}K). Последнее связано как с гидрохимическим и гидрологическим условиям данных участков, так и с усиленным антропогенным влиянием, особенно в районе устья реки.

Полученные данные свидетельствуют, что существует потенциальная угроза накопления радионуклидов в фитопланктоне и передачи их дальше по трофическим цепям.

Ключевые слова: радионуклиды, фитопланктон, Запорожское водохранилище, удельная активность, коэффициент накопления

THE CONTENT OF RADIONUCLIDES IN THE PHYTOPLANKTON IN DIFFERENT SITES OF THE ZAPORISKY RESERVOIR

Y. V. Nikolenko

Abstract. Phytoplankton is the fundamental autotrophic link of aquatic ecosystems. Due to a large total sorption surface, it is able to absorb, retain and transmit radionuclides along the food chains, leading to a deterioration of the environmental position of the reservoir.

Phytoplankton was sampled in the summer of 2019 at 5 sites along the course of the Zaporizke reservoir. The specific radioactivity of phytoplankton samples was determined using generally accepted radiochemical methods and gamma spectrometry.

The content of radionuclides in the phytoplankton of the Zaporizke reservoir averaged as follows: ^{137}Cs – 7.61 ± 0.501 Bq/kg; ^{90}Sr – 1.13 ± 0.242 Bq/kg; ^{226}Ra – 95.45 ± 7.010 Bq/kg; ^{232}Th – 85.66 ± 4.013 Bq/kg; ^{40}K – 185.26 ± 23.74 Bq/kg. It has been found that the specific activity of natural radionuclides ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K was 80-320 times higher than that of the artificial ones (^{90}Sr and ^{137}Cs).

According to the accumulation coefficients with respect to water, the sequence of accumulation of radionuclides in the phytoplankton of the Zaporizke reservoir has been arranged in descending order: $^{137}\text{Cs} > ^{232}\text{Th} > ^{226}\text{Ra} > ^{40}\text{K} > ^{90}\text{Sr}$.

Ніколенко Ю. В.

For most of the radionuclides studied, the maximum values of accumulation coefficients have been recorded in phytoplankton in the area of the Festivalnyi pier (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{232}Th) and the creek of the Mokra Sura river (^{226}Ra , ^{40}K).

The data obtained indicate that there is a potential threat of accumulation of radionuclides in phytoplankton and their transfer further along food chains.

Keywords: *radionuclides, phytoplankton, Zaporizke reservoir, specific activity, accumulation coefficient*

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

УДК 633.34:631.547.1:631.811.98

ВПЛИВ КАРМОЇЗИНУ НА ЕНЕРГІЮ ПРОРОСТАННЯ ТА ЛАБОРАТОРНУ СХОЖІСТЬ НАСІННЯ СОЇ

К. П. КУКОЛ, кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу
симбіотичної азотфіксації

Н. А. ВОРОБЕЙ, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
відділу симбіотичної азотфіксації

С. Я. КОЦЬ, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН
України, провідний науковий співробітник

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

E-mail: katerinakukol@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovid2020.03.003>

Анотація. Зростання попиту на сипкі форми бактеріальних добрив, виготовлених на основі активних штамів мікроорганізмів-азотфіксаторів, зумовлює пошук способів контролю якості нанесення біологічних препаратів на насіння. Актуальними є дослідження можливості використання з цією метою фарбувальних агентів, відібраних серед сполук хімічної природи не токсичних для посівного матеріалу. Тому метою роботи було дослідити вплив на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сої (згідно чинного ДСТУ) різних концентрацій кармоїзину, що пропонується як барвник-ідентифікатор контролю якості обробки насіння твердофазними бактеріальними препаратами. У результаті проведених досліджень було встановлено відсутність негативного впливу синтетичного барвника кармоїзину у концентраціях 0,5 та 1,0 % на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої сортів Алмаз і Васильківська. Незначене пригнічення ростових процесів відмічено у варіантах із обробкою насіння сої сорту Васильківська використаними розчинами барвника, як наслідок довжина коренів у 5 та 8-ми денних проростків була на 3,4–10,2 % меншою порівняно з контролем. При цьому отримані дані вказують на відсутність або слабкий рівень фітотоксичності синтетичного барвника кармоїзину на проростання насіння сої сортів, які належать до різних груп стиглості.

Ключові слова: соя, кармоїзин, енергія проростання, лабораторна схожість, барвники, бактеріальні препарати

Актуальність. Біологічна фіксація азоту є ефективним, природним джерелом надходження цього елемента для забезпечення потреб рослин та у ґрунтові екосистеми. Ця унікальна здатність дає змогу рослинам засвоювати за

вегетацію 125–480 кг/га азоту повітря, що сприяє отриманню дешевого рослинного білка без застосування дорогих і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив [1].

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

Застосування якісних інокулянтів із високим вмістом активних азотфіксувальних бактерій для оброблення насіння бобових культур на сьогодні є необхідною практикою, що дозволяє повною мірою реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, забезпечуючи найвищі врожаї за найкращої окупності інвестицій [2].

У світовій практиці найбільш широко розповсюджені тверді (сипкі) форми бактеріальних препаратів на основі органічних та мінеральних субстратів із великою адсорбуючою поверхнею (торф, перліт, вермикуліт, лігнін, каолін та ін.). У таких препаратах бульбочкові бактерії залишаються життєздатними протягом 6–12 місяців. Оскільки надзвичайно важливим є контроль якості нанесення бактеріальних добрив на поверхню насіння особливої актуальності набувають дослідження методів забезпечення візуалізації розподілення сипких носіїв. За аналогією з хімічними засобами захисту рослин, після передпосівної обробки якими насіння набуває яскравого забарвлення (залежно від діючих речовин протруйників) доцільним та обґрунтованим є вивчення можливості застосування фарбувальних агентів при бактеризації сої препаратами на вермикулітній основі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У всьому світі сьогодні спостерігається підвищений інтерес до біопрепаратів для сільського господарства на основі бактерій-азотфіксаторів. Винятково важливе значення має біологізація сільськогосподарського виробництва у розвинених країнах [3].

Актуальною проблемою у мікробіологічному виробництві є пошук нових та удосконалення існуючих препаративних форм бактеріальних добрив на основі живих культур агрономічно цінних штамів ризобій. Мікроорганізми у природі, зокрема у ґрунті, знаходяться в адсорбованому на твердих частках стані, зберігаючи тривалий час життєздатність, тому в технології виготовлення бактеріальних препаратів використовують різні сорбенти-носії [4]. Зокрема, вермикуліт може використовуватись у ролі сорбенту, меліоранту, добрива і радіопротектора. Цей мінерал добре піддається стерилізації, при цьому не відбувається структурних змін і виділення токсичних побічних продуктів. Інокулянти виготовлені на його основі добре прилипають до насіння [5].

Із давніх часів у різних галузях господарства широко використовуються натуральні рослинні барвники, які виділялися з коріння, листів, квітів рослин через сумарні екстракти і вижимки, а

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

також продукти органічного та мінерального походження. Проте більшість природних барвників характеризуються нестабільністю кольору під час зберігання, нагрівання, дії сонячного світла та повітря. Внаслідок цього на початку ХХ століття з'явилися яскраві та стійкі синтетичні барвники, які в більшості випадків витіснили натуральні.

Сьогодні барвники застосовуються у харчовій, фармацевтичній, косметичній та текстильній промисловостях, сільському господарстві для надання продуктам певного кольору, а також для маскуванню або підсилення існуючого. Важливою характеристикою синтетичних барвників є їх фарбувальна здатність, а також стійкість до дії світла, окисників, відновників та зміни рН [6]. Синтетичні харчові барвники класифікують за хімічною будовою (азобарвники, триарилметанові, хінофталонові та ксантенові) та за забарвленням водного розчину.

Азобарвники – синтетичні речовини, за хімічною будовою належать до сполук, які містять у своїх молекулах азогрупу(и). Найбільш стабільні в інтервалі рН від 3 до 7. До азобарвників належать представники різних кольорів і відтінків, вони прості у виробництві і застосуванні та відносно дешеві. На їх частку припадає більше половини всіх барвників за асортиментом [6].

Перед використанням будь-яких синтетичних речовин у тому числі і для контролю рівномірності нанесення на насіння бактеріальних препаратів на вермикулітній основі важливим є встановлення впливу цих сполук на енергію проростання і лабораторну схожість насіння.

У літературі дані про вплив штучних барвників на живі організми висвітлені недостатньо і вони є досить суперечливими, тому виникає необхідність у додаткових дослідженнях із використанням різних тест-об'єктів, таких як рослини, комахи та культури клітин *in vitro* [7]. Так, наприклад, науковцями було проведено оцінку токсичного впливу червоного і жовтого синтетичних барвників на ріст коренів і пагонів кукурудзи (*Zea mays*), вміст хлорофілу та активність α -амілази. Автори дійшли висновку що залежно від концентрації (у роботі використовували розчини від 15 до 30 г/л⁻¹) обидва барвника проявляють інгібуючу дію на ріст коренів, впливають на вміст хлорофілів а і b та інші біохімічні показники [8].

Для уникнення можливості токсичної дії барвників на рослини у ароценозі актуальним є завчасне визначення їх впливу на проростання насіння та формування проростків.

Тому **мета роботи** – дослідити вплив на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сої різних концентрацій кармоїзину,

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

який пропонується випробувати як барвник-ідентифікатор контролю якості обробки насіння твердофазними бактеріальними препаратами.

Матеріали і методи досліджень. У дослідженнях використовували насіння сортів Алмаз та Васильківська урожаю 2018 року. Визначення енергії проростання і лабораторної схожості здійснювали методом пророщування у вологій камері у чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно ДСТУ 4138-2002 [9].

Насіння сої сорту Алмаз (оригіна́тор – Полтавська державна аграрна академія), що занесений до Реєстру сортів рослин України з 2007 року і рекомендований для вирощування у Лісостепу.

Насіння сої сорту Васильківська (спільної селекції ІФРГ НАН України, Селекційно-генетичного інституту та Інституту землеробства НААН), адаптований до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

У двох варіантах досліду насіння обробляли розчинами харчового барвника кармоїзину: розчин І (0,5 %); розчин ІІ (1,0 %). Тривалість замочування 1 година.

Кармоїзин (динатрію 4-гідрокси-3-[(4-сульфонато-1-нафтилазо)]-нафталін-1-сульфонат) – синтетичний азобарвник червоного кольору, є діазотованим похідним сульфонафталинів; кристалічна

речовина з температурою плавлення вище 300°C, добре розчинна у воді та етиловому спирті; частково розчинна у бутанолі, що широко використовується як харчовий барвник, а також у фармації та косметології [6]. Даний барвник застосовується окремо або в суміші з іншими барвниками для фарбування кондитерських виробів, напоїв, морозива, десертів та фруктових консервів. За умов змішування з синіми барвниками можна отримати фіолетовий колір, а з жовтими – коричневий [10].

На аналіз закладали по 25 насінин у чашку Петрі у 8 кратній повторності. Насіння інкубували при температурі +20–25°C. Обліки проводили на 5-й та 8-й день. Кількість нормально пророслих насінин на п'яту добу, виражене у відсотках, характеризує енергію проростання, а на восьму – його схожість [9]. Вимірювали також довжину проростків. Контроль – насіння змочене стерильною водопровідною водою без обробки фарбувальним агентом.

Результати досліджень та їх обговорення. Загальні тенденції українського ринку біопрепаратів свідчать, що протягом останніх років значно зріс попит на біологічні препарати в рослинництві, тваринництві та птахівництві. На відміну від хімічних протруйників, до біопрепаратів не додають кольорового маркера, тому

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

контролювати рівномірність їх нанесення досить складно. Введення маркуючих речовин стримує те, що вони здебільшого хімічного походження і можуть негативно вплинути на мікроорганізми у складі препаратів [11].

У результаті проведеного нами дослідження впливу різних концентрацій харчового барвника кармоїзину на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої встановлено відсутність токсичного впливу на вказані показники. Так, енергія проростання насіння сої сортів Васильківська та Алмаз за впливу 0,5 % розчину барвника була вищою на 1,8–3,0 % порівняно з контролем. За обробки насіння сої

сорту Васильківська більш концентрованим розчином кармоїзину (1,0 %) відмічено тенденцію до зменшення енергії проростання на 1,2 %.

Лабораторна схожість насіння скоростиглого сорту Алмаз була вищою порівняно з контролем на 1,7 % за впливу кармоїзину у концентрації 0,5 % та на рівні контролю за дії більш насиченого розчину барвника. У середньораннього сорту сої Васильківська за дії розчину барвника 1,0 % відмічено меншу кількість нормально пророслих насінин на 8-му добу експерименту на 3,8 % порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).

1. Вплив різних концентрацій кармоїзину на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої сортів Алмаз і Васильківська

Варіант		Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
сорт Алмаз			
Контроль		82,5±5,6	96,3±2,5
Кармоїзин	0,5 %	85,0±3,5	98,0±2,0
	1,0 %	83,5±4,0	96,3±2,5
сорт Васильківська			
Контроль		83,5±2,6	97,5±2,0
Кармоїзин	0,5 %	85,0±3,5	97,5±2,0
	1,0 %	82,5±3,7	93,8±5,0

Таким чином, отримані дані вказують на відсутність інгібуючого впливу на досліджувані показники використаного у роботі синтетичного харчового барвника кармоїзину у різних концентраціях.

Високі значення енергії проростання і лабораторної схожості насіння у експерименті можна

пояснити тим, що у роботу було залучено сою минулорічного врожаю (2018 р). Насіння було зібрано з дотриманням усіх рекомендацій і зберігалося за оптимальних умов.

Із літератури відомо, що соя належить до рослин, у яких при зберіганні в неконтрольованих умовах схожість насіння досить

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

швидко втрачається. Це пов'язано з тим, що її зерно багате на білок і олію, гігроскопічне, а тонка насіннева оболонка легко пошкоджується, за рахунок чого полегшується доступ повітря, вологи і збудників хвороб [1].

Згідно отриманих нами даних, різниця між варіантами за показниками енергії проростання та лабораторної схожості, у сої сортів Алмаз і Васильківська не перевищувала 3,8% незалежно від діючих концентрацій кармоїзину. Це вказує на високу життєздатність насіння і означає, що за оптимальних умов для росту і розвитку воно має можливість прорости у досить короткий термін.

У результаті проведення запланованих у досліді обліків проростків з аномаліями розвитку виявлено не було. Не відмічено фітотоксичного впливу розчинів кармоїзину з різним вмістом барвника (0,5 та 1,0 %) на довжину проростків сої сорту Алмаз. Так, у насіння сої цього сорту за обробки розчином кармоїзину, що містив 0,5 % барвника довжина проростків була більшою на 11,3 та 6,4 % порівняно з контролем на 5 і 8-му добу пророщування відповідно. За впливу на насіння більш концентрованого розчину барвника (1,0 %) ці показники були меншими на 9,9 та 2,1 % (табл. 2; рис. 1).

2. Вплив різних концентрацій кармоїзину на довжину проростків сої сортів Алмаз та Васильківська

Варіант		Довжина проростка, мм	
		на 5-ту добу	на 8-му добу
сорт Алмаз			
Контроль		34,4±2,0	74,8±3,4
Кармоїзин	0,5 %	38,3±2,2	79,6±4,5
	1,0 %	37,8±2,1	76,4±4,2
сорт Васильківська			
Контроль		40,8±2,3	95,8±7,6
Кармоїзин	0,5 %	41,4±2,5	92,5±5,3
	1,0 %	43,0±3,1	86,0±5,8

Довжина проростків насіння сої сорту Васильківська на 5-ту добу інкубування домінувала на 1,5 та 5,4 % за впливу використаних різних концентрацій барвника порівняно з контролем. На 8-му добу експерименту, за даними проведених

обліків, насіння сої сорту Васильківська сформувало проростки, що на 3,4 та 10,2 % менші за довжиною відносно проростків контрольного варіанту (табл. 2; рис. 2).

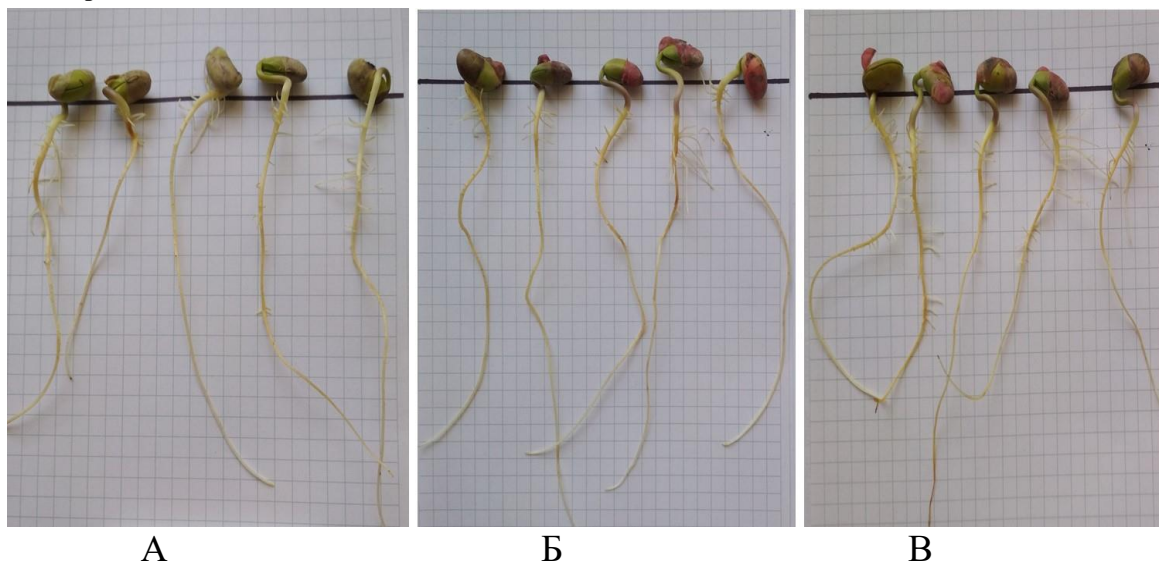


Рис. 1. Проростки сої сорту Алмаз на 8-му добу експерименту: А – контроль; Б – за впливу I розчину барвника (0,5 %); В – за впливу II розчину барвника (1,0 %)

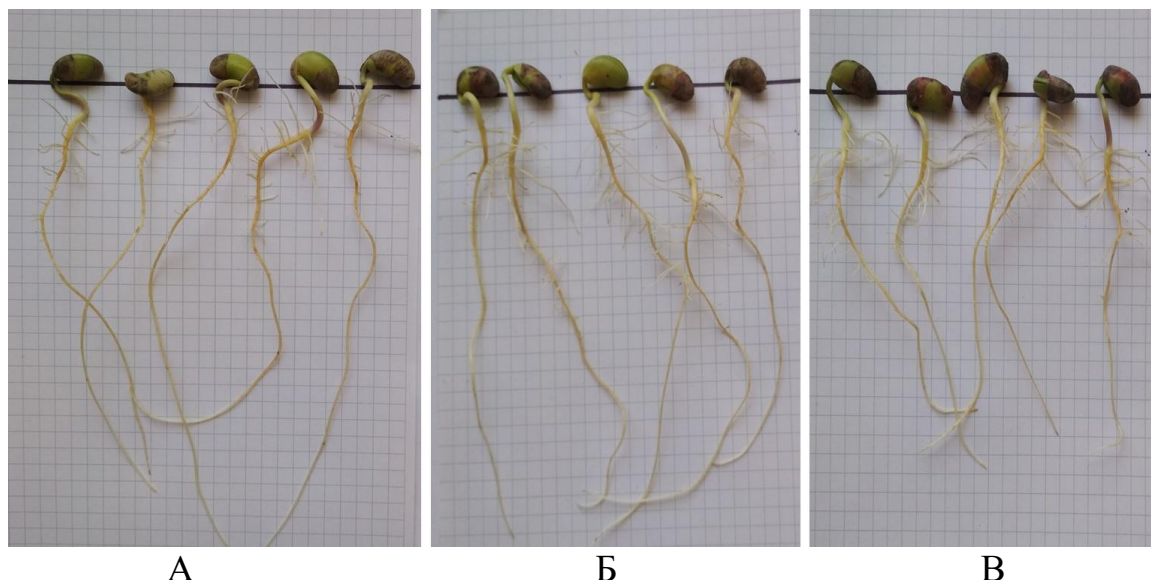


Рис. 2. Проростки сої сорту Васильківська на 8-му добу експерименту: А – контроль; Б – за впливу I розчину барвника (0,5 %); В – за впливу II розчину барвника (1,0 %).

Фітоіндикація є одним із провідних біологічних методів дослідження. В основі даного методу лежить чутливість рослин до факторів хімічного впливу, що виявляється у зміні ростових і морфологічних характеристик. Основними перевагами застосування вказаного методу є:

експресність, доступність і простота експериментів, відтворюваність та достовірність отриманих результатів, економічність.

Існує навіть самостійний науковий напрям названий фітотоксикологією, що почав формуватися у процесі генетичних, біохімічних та фізіологічних

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

досліджень патогенезу рослин на організменному, популяційному і фітоценотичному рівнях у зв'язку аномальним станом та розвитком абіотичних факторів. Під останніми розуміється усе розмаїття хронічного та імпактного забруднення екосистем матеріалом хімічного та фізико-хімічного походження, тобто йдеться про дослідження природи механізмів та наслідків дії різних сполук (часто токсикантів) на функціонування рослинних організмів [12].

У дослідженнях з оцінки токсичності різних субстратів із використанням рослинних тест-систем фітотоксичний ефект прийнято визначати у відсотках до довжини коренів, враховуючи показники середньої довжини коренів рослин, вирощених на контрольному середовищі (субстраті) і довжини коренів рослин, вирощених під впливом певного (часто токсичного) фактора. Оцінку токсичності проводять за п'ятибальною шкалою, де рівень пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект) від 0 до 20 % вказує на відсутність або слабкий рівень токсичності [13].

Таким чином, у результаті проведених нами досліджень встановлено, що розчини кармоїзину у концентраціях 0,5 та 1,0 % не спричиняють істотного пригнічення ростових процесів сої сортів Алмаз та Васильківська, що вказує на відсутність або надто слабкий

фітотоксичний вплив на 5 та 8-мі денні проростки.

Згідно стандартизованих методик оцінки посівного матеріалу насіння сої повинно мати схожість (мінімум) від 75 % залежно від його категорії [1]. У проведеному нами експерименті насіння сортів Алмаз та Васильківська як у контролі, так і за впливу двох концентрацій синтетичного харчового барвника кармоїзину характеризувалося високими показниками енергії проростання та лабораторної схожості (відповідно понад 80 та 90 %).

У літературі є дані про дослідження, проведене Gomes et al., де повідомлялося, що барвники захід сонця жовтий, бордо червоний та окремі тартразинові сполуки викликають статистично значущу кількість мітотичних аберацій і зменшення мітотичного індексу в клітинах коренів *Allium cepa*, порівняно з рослинами контрольної групи [7]. Macioszek and Kononowicz [14] тестували ефекти двох харчових барвників таких як блискучий чорний (E 151) і жовтий хіноліновий (E 104) на рослини *Vicia faba* з проведенням специфічних тестів і дійшли висновку, що обидва харчові барвники знизили мітотичний індекс і проявили генотоксичні ефекти. Ці дані свідчать про поширеність застосування фітоіндикації у тому числі і для виявлення токсичного впливу фарбувальних агентів на ряд

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

показників і фізіологічних процесів у рослинах.

Із літератури відомо, що ефекти впливу стресорів реалізуються в послідовності реакцій, що відбуваються на різних рівнях організації біосистем. Всі реакції на вплив стресових факторів розвиваються в рамках структурно-функціональної ієрархії конкретної біологічної системи (від клітини до екосистем) [15]. Сучасні дослідження проблем біологічної фіксації азоту виявляють можливості для реалізації продуктивного потенціалу рослин у симбіозі з бульбочковими бактеріями як за оптимальних умов, так і за дії екстремальних чинників довкілля та дозволяють використовувати отримані результати для вдосконалення й переходу на якісно новий рівень технологій вирощування сільськогосподарських культур [2]. У свою чергу збільшення виробництва і застосування бактеріальних добрив дозволить отримувати екологічно чисту продукцію рослинництва, сприятиме зниженню антропогенного (хімічного) навантаження на

екосистемами та відновленню родючості ґрунтів [3]. Тобто удосконалення існуючих та розробка нових елементів технології застосування мікробних препаратів – це шлях до підвищення кількості та покращення якості урожаїв цінних сільськогосподарських культур із широким спектром використання.

Висновки і перспективи.

Таким чином нами досліджено вплив синтетичного барвника кармоїзину, що пропонується використовувати для контролю якості обробки сої твердофазними бактеріальними препаратами на енергію проростання і лабораторну схожість насіння сортів Алмаз і Васильківська та встановлено відсутність фітотоксичної дії досліджених концентрацій барвника на ці показники. Отримані дані відкривають перспективу продовження робіт над розробкою елементів технології застосування кармоїзину у якості фарбувального агента для забезпечення візуалізації якості нанесення вермикулітних препаратів на посівний матеріал.

Список використаних джерел

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя. Вінниця: *Діло*, 2016. 400 с.
2. Коць С.Я., Воробей Н.А., Кириченко О.В. та ін. Мікробіологічні препарати для сільського господарства. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Київ: *Логос*, 2016. 48 с.
3. Моргун В.В., Коць С.Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. *Вісник НАН України*. 2018. № 1. С.

62–74.

URL:

<https://doi.org/10.15407/visn2018.01.062>

4. Курдиш И.К. Гранулированные микробные препараты для растениеводства: наука и практика. Киев: *Квіц*, 2001. 142 с.
5. Graham-Weiss L., Lynn-Bennett M., Alan S. Paa. Production of bacterial inoculants by direct fermentation on nutrient-supplemented vermiculite. *Appl. and Environ. Microbiology*. 1987. 53, N 9. P. 2138–2141.

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

6. Смирнов Е.В. Пищевые красители: справочник. СПб.: *Профессия*, 2009. 352 с.

7. Gomes K.M.S., Oliveira M.V.G.A.D., Carvalho F.R.D.S., Menezes C.C., Peron A.P. Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tatrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. *Food Science and Technology*. 2013. Vol. 33. N 1. P. 218–223. URL: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000012>

8. Dikilitaş S., Aksoy Ö. The genotoxic effects of some food colorants on *Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt. *Caryologia*. 2018. T. 71. N 4. P. 438–445. URL: <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1503494>

9. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (Інформація та документація).

10. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навчальний посібник. Львів: *Центр Європи*, 2009. 836 с.

11. Чабанюк Я.В., Клименко А.М., Ящук В.У. Екологічні аспекти передпосівної обробки насіння біопрепаратами. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 2. С. 136–138.

12. Козьякова Н.О. Фітотоксикологічна оцінка впливу Cd, Pb, Zn, Cu у системі «грунт-рослина». Актуальні проблеми токсикології гігієни та аналітичної хімії пестицидів та агрохімікатів: тези наук.-практ. конф. (Київ, 16-17 жовтня 2003 р.). Київ, 2003. С.517–519.

13. Бешлей З.М., Бешлей С.В., Баранов В.І., Терек О.І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Біологія*. 2014. № 1. С. 97–102.

14. Macioszek V.K., Kononowicz A.K. The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: Quinoline Yellow (E 104) and Brilliant Black BN (E 151).

Cellular and Molecular Biology Letters. 2004. Vol. 9. N 1. P. 107–122.

15. Міхєєв О.М., Гуца М.І., Шиліна Ю.Б., Овсяннікова Л.Г. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії стресорів різної природи на екосистеми. *Наук. праці. Екологія*. 2006. 53 (40). С. 56–64.

References

1. Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V. & Ivaniuk, S.V. ta in. (2016). Soya [Soybean]. Vinnytsia: Dilo, 400 p. [in Ukrainian]

2. Kots, S.Ya., Vorobey, N.A., Kyrychenko, O.V. ta in. (2016). Mikrobiolohichni preparaty dlia silskoho hospodarstva. Instytut fiziologii roslyn i genetyky NAN Ukrainy [Microbiological preparations for agriculture. Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine]. Kyiv: Logos, 48 p. [in Ukrainian]

3. Morgun, V.V. & Kots, S.Ya. (2018). Rol biolohichnoho azotu v azotnomu zhyvleni roslyn [The role of biological nitrogen in nitrogen nutrition of plants]. Visnyk NAN Ukrainy. № 1. P. 62-74. [in Ukrainian] URL: <https://doi.org/10.15407/visn2018.01.062>

4. Kurdish, I.K. (2001). Granulirovannyye mikrobynye preparaty dlya rastenievodstva: nauka i praktika [Granular microbial preparations for crop production: science and practice]. Kiev: Kvits, 142 p. [in Russian]

5. Graham-Weiss, L., Lynn-Bennett, M. & Alan S. Paa (1987). Production of bacterial inoculants by direct fermentation on nutrient-supplemented vermiculite. Appl. and Environ. Microbiology. 53, N 9. P. 2138-2141. [in English]

6. Smirnov, E.V. (2009). Pischevyie krasiteli: spravochnik [Food colors: a guide]. SPb.: Professiya, 352 p. [in Russian]

7. Gomes, K.M.S., Oliveira, M.V.G.A.D., Carvalho, F.R.D.S., Menezes, C.C. & Peron, A.P. (2013). Citotoxicity of food dyes sunset yellow (E-110), bordeaux red (E-123), and tatrazine yellow (E-102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. Food Science and Technology, 33(1), P. 218-223. [in English] URL:

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000012>

8. Dikilitaş, S. & Aksoy, Ö. (2018). The genotoxic effects of some food colorants on *Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt. *Caryologia*. T. 71. N 4. P. 438-445. [in English]

URL: <https://doi.org/10.1080/00087114.2018.1503494>

9. Nasinnia silskogospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: DSTU 4138-2002 [Chynnyi vid 2004-01-01]. [Seeds of agricultural crops. Quality assurance methods: State specifications 4138-2002]. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 s. [in Ukrainian]

10. Lastukhin, Yu.O. (2009). Kharchovi dobavky. E-kody. Budova. Oderzhannia. Vlastyvoli. Navchalnyi posibnyk [Nutritional supplements. E-codes. The structure. Obtaining. Properties]. Lviv: Tsentrv Yevropy, 836 p. [in Russian]

11. Chabanyuk, Ya.V., Klymenko, A.M. & Yashchuk, V.U. (2015). Ekolohichni aspekty peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy [Environmental aspects of pre-sowing seed treatment with biological products]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. № 2. P. 136-138. [in Ukrainian]

12. Koziakova, N.O. (2003). Fitotoksykologichna otsinka vplyvu Cd, Pb,

Zn, Cu u systemi «hrunt-roslyna» [Phytotoxicological evaluation of the influence of Cd, Pb, Zn, Cu in the soil-plant system]. Topical problems of toxicology of hygiene and analytical chemistry of pesticides and agrochemicals: abstracts of scientific-practical. Conf. (Kyiv, October 16-17, 2003). Kyiv, P.517-519. [in Ukrainian]

13. Beshley, Z.M., Beshley, S.V., Baranov, V.I. & Terek, O.I. (2014). Vykorystannia roslynnykh test-system dlia otsinky toksychnosti tekhnogenno zabrudnenykh substrativ [Use of plants system for assess the toxicity of polluted substrates]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo agrarnogo universytetu. Ser.: Biologiya. № 1. P. 97-102. [in Ukrainian]

14. Macioszek, V.K. & Kononowicz, A.K. (2004). The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: Quinoline Yellow (E 104) and Brilliant Black BN (E 151). *Cellular and Molecular Biology Letters*, 9 (1), P. 107-122. [in English]

15. Mikheev, O.M., Gushcha, M.I., Shilina, Yu.V. & Ovsyannikova, L.G. (2006). Zastosuvannya roslinnikh test-sistem dlya otsinki kombinovanoi dii stresoriv riznoi prirodi na ekosistemi [The use of plant test systems to evaluate the combined effect of stressors of different nature]. *Nauk. pratsi. Ekologiya*. 53(40). P. 56-64. [in Ukrainian].

ВЛИЯНИЕ КАРМОИЗИНА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

Е. П. Кукол, Н. А. Воробей, С. Я. Коць

Аннотация. Увеличение спроса на сыпучие формы бактериальных удобрений, изготовленных на основе активных штаммов микроорганизмов-азотфиксаторов, обуславливает поиск способов контроля качества нанесения биологических препаратов на семена. Актуальным является исследование возможности использования с этой целью красящих агентов, отобранных среди соединений химической природы не токсичных для посевного материала. По этому целью нашей работы было исследовать влияние на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои различных концентраций кармоизина, что предлагается в качестве красителя-идентификатора контроля равномерности обработки семян твердофазными бактериальными препаратами. В результате проведенных исследований было установлено отсутствие негативного влияния синтетического красителя кармоизина в

Кукол К. П., Воробей Н. А., Коць С. Я.

концентрациях 0,5 и 1,0 % на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сои сортов Алмаз и Васильковская. Незначительное угнетение ростовых процессов отмечено в вариантах с обработкой семян сои сорта Васильковская использованными растворами красителя, как следствие длина корней в 5 и 8-ми дневных проростков была на 3,4-10,2% меньше по сравнению с контролем. При этом полученные данные указывают на отсутствие или слабый уровень фитотоксичности синтетического красителя кармоизина на прорастание семян сои сортов, которые принадлежат к разным группам спелости.

Ключевые слова: соя, кармоизин, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, красители, бактериальные препараты

THE EFFECT OF KARMOIZIN ON GERMINATION ENERGY AND LABORATORY GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS

K. P. Kukol, N. A. Vorobey, S. Ya. Kots

Abstract. The increase in demand for bulk forms of bacterial fertilizers made on the basis of active nitrogen-fixing bacteria microorganisms strains determines the search for ways to control the quality of applying biological preparations to seeds. There are relevant studies on the possibility of using coloring agents for this purpose, selected among compounds of a chemical nature that are not toxic to seed. Therefore, the aim of the work was to investigate the influence of different concentrations of karmoizin on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds (according to the current DSTU), which is proposed as a dye-identifier of the quality control of seed treatment with solid-phase bacterial preparations. As a result of the studies, it was found that there is no negative effect of the synthetic dye karmoizin in concentrations of 0,5 and 1,0 % on the germination energy and laboratory germination of soybean seeds of varieties Almaz and Vasylykivska. Insignificant inhibition of growth processes was noted in the variants with treatment of soybean seeds of Vasylykivska variety of dye solutions used, as a consequence of root length in 5 and 8-day seedlings was by 3,4-10,2 % less compared to the control. Moreover, the obtained data indicate the absence or weak level of phytotoxicity of the synthetic dye karmoizin on the germination of soybean seeds of varieties that belong to different ripeness groups.

Keywords: soybean, karmoizin, germination energy, laboratory germination, dyes, bacterial preparations

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ЗНИКНЕННЯ
ВИДІВ БІОТИ В УКРАЇНІ****А. А. МІНЯЙЛО**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент**Н. В. МІНЯЙЛО**, аспірант***В. М. ЧАЙКА**, доктор сільськогосподарських наук, професор*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: nadia.minyaylo@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.004>

Анотація. Біорізноманіття забезпечує екологічну стійкість екосистем, підтримку постійного кругообігу речовини, енергії та інформації, який забезпечує відновлення природних ресурсів біосфери. Екологи вважають, що планета переживає епоху шостого масового вимирання біоти, найбільшого, починаючи з пізнього пермського і крейдяного періодів. Актуальність нашого дослідження обумовлена необхідністю визначення основних екологічних чинників збіднення видів біоти в Україні. Ця проблема досліджена недостатньо.

Вплив різних груп екологічних чинників на флору і фауни визначали за допомогою розрахунку RDB-індексу. Отримані результати засвідчили, що до головної причини збіднення біорізноманіття слід віднести такі види діяльності людини, які призводять до знищення екологічних ніш. Впровадження екологічних заходів щодо збереження біорізноманіття може уповільнити процес деградації біосфери.

Ключові слова: антропогенний тиск, біорізноманіття, червонокнижні види, RDB-індекс

Актуальність. Головна роль біорізноманіття пов'язана із забезпеченням стійкості екосистем та біосфери в цілому і з його регулюючою функцією в здійсненні всіх біогеохімічних, кліматичних та інших процесів на Землі (Болотова Н.Л., 2017). Тому біорізноманіття має життєво важливе значення для підтримки екологічних процесів і в даний час розглядається як основний

параметр, що характеризує стан екологічних систем. (He Jianhua, 2018).

Екологи вважають, що планета переживає епоху шостого масового вимирання біоти, найбільшого, починаючи з пізнього пермського і крейдяного періодів (Barnosky A.D., 2011). Так, за даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) середня чисельність популяцій хребетних

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. М. Чайка

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

видів за 40 років зменшилась у 2 рази (WWF., 2014). Особливе занепокоєння викликає збіднення популяцій комах, оскільки останні становлять близько двох третин усіх видів біоти на планеті та мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем. За останні 27 років втрати біомаси комах становлять біля 75 %, і це спостерігається навіть в середовищі існування з низьким рівнем антропогенного порушення (Hallmann C., 2017). На сьогодні щорічні втрати біомаси комах оцінюються у 2,5 %. На даний час близько третини всіх видів комах знаходяться під загрозою вимирання. (Sanchez-Bayo, F., 2019).

У 2007 р. сформувався новий напрямок наукових досліджень – економіка екосистем і біорізноманіття, в рамках якого були сформульовані наступні ключові принципи: визнання цінності екосистем, ландшафтів, біорізноманіття, її вираження в економічних категоріях, а також вироблення механізмів обліку в плануванні господарської діяльності послуг / благ, що надаються екосистемами (Болотова Н.Л., 2017).

Екосистеми забезпечують людство продовольством, прісною водою, чистим повітрям, енергією, лікарською сировиною, можливостями для відпочинку тощо. Економічна оцінка глобальних екосистемних послуг, яка була

проведена у 2011 році, засвідчила, що ефект становить від 125 до 145 трильйонів доларів США на рік. Відповідно, втрати біорізноманіття тільки впродовж 1997-2011 рр. обумовили глобальні економічні збитки на суму \$ 4,3-20,2 трлн. (Costanza R.K., 2014). Економічна значущість екосистемних послуг в окрузі Міюнь (КНР) оцінена від 2968,34 до 3759,77 мільйона юанів. З точки зору функції екосистемного обслуговування сільського господарства, найбільшу частку – до 35% становила підтримка екологічної стабільності ґрунтів (Ping Zhang et al., 2015).

Крім глобальних кліматичних змін, серед основних чинників, що сприяють втраті біологічного різноманіття, Всесвітній союз охорони природи відзначає наступні: опустелювання; втрата і фрагментація природного середовища; забруднення навколишнього середовища; конкуренція з боку інвазійних видів; зростання населення, надмірне споживання і безрозсудне використання природних ресурсів (Болотова Н.Л., 2017).

Проблема вивчення причин збіднення біорізноманіття в Україні досліджена недостатньо (Чайка В.М., 2016). Визначення основних чинників зникнення видів біоти дозволить скорегувати першочергові національні заходи із збереження навколишнього природного

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

середовища, що обумовлює актуальність нашого дослідження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені за допомогою розрахунку індикатора «Сила антропогенного тиску: відповідь червонокнижних видів на антропогенний тиск (RDB-індекс)», який було розроблено в результаті співпраці Міністерства охорони навколишнього природного середовища України із Світовим центром моніторингу збереження природи (UNEP-WCMC), Кембридж, Велика Британія, та Національним інститутом з питань охорони здоров'я та довкілля (RIVM), Більтховен, Королівство Нідерланди (Проект BINU) (Індикатори біорізноманіття для національних потреб Агробіорізноманіття. Україна).

Індикатор визначається за допомогою статистичної обробки результатів експертних оцінок причин переходу видів до категорій вразливі, зникаючі, зниклі, як відношення кількості “червонокнижних видів” (%) із певної групи антропогенної діяльності до загальної кількості видів, що потрапили до Червоної книги внаслідок усіх інших видів антропогенної діяльності. Фактично індикатор віддзеркалює силу тиску різних екологічних чинників на біорізноманіття (Буравльов Є., 2005).

Аналізували вплив наступних груп екологічних чинників: I – забруднення навколишнього

середовища (евтрофування водойм; забруднення водойм, повітря, ґрунту; використання пестицидів, добрив; зміна режиму солоності); II – деградація ґрунтів (розорювання земель); III – зміна режиму ґрунтових вод (зміна рівня води в дельтах рік, лиманах, водосховищах; зміна гідрологічного режиму; створення штучних водойм; осушувально-меліоративні заходи); IV – знищення екотонів (осушування боліт, заплав річок; вирубування лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності; санітарні рубки; заміна первинних лісів вторинними; деградація місць гніздування; затоплення заплав річок); V – трансформування та руйнування ландшафтів (ерозійні процеси; штучне заліснення з порушенням первинного стану екосистем; терасування схилів; скорочення площ лісів; зарегулювання стоку річок); VI – будівництво (забудова прибережних частин; будівництво ГЕС, АЕС; створення водосховищ, прокладання густої мережі доріг); VII – добування корисних копалин (пісок, щебінь, граніт, камінь, вапняк; розробка торфовищ); VIII – сільськогосподарська діяльність (нераціональне використання сільськогосподарських угідь); IX – рекреаційне навантаження (туризм); X – нераціональне добування ресурсів (браконьєрство; полювання;

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

колекціонування; збирання заготівельними організаціями); XI – природні чинники (тенденція виду до вимирання, епізоотії; генетичні порушення; знищення видами-конкурентами, повільне розмноження; зміна кліматичних умов) (Буравльов Є., 2003).

Джерелом експертних оцінок слугувала Червона книга України (Рослинний та Тваринний світ); перелік червонокнижних видів за територіями дослідження визначали за Екологічними паспортами регіонів України (Екологічні паспорти регіонів). Статистичну обробку матеріалів дослідження проводили за комп'ютерною програмою Excel.

Результати та їх обговорення.

Результати проведеного нами дослідження сили впливу різних груп

екологічних чинників на види рослин і тварин, які, за думкою експертів, обумовили отримання статусу «червонокнижних», наведено у таблиці 1 та 2.

Аналіз наведених результатів за регіонами дослідження засвідчив, що найбільший тиск на різноманіття флори і фауни I групи чинників реєструється у Дніпровській і Житомирській областях – 20,48 і 20,31 %, відповідно. II група найбільше проявляє себе в умовах Херсонської області (20,49 %), рівень розораності якої серед найбільших в Україні. III група має найбільший вплив на чисельність популяцій рослин в умовах Волинської, Рівненської, Київської, Чернігівської та Сумської областях.

1. Потужність тиску (%) різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність червонокнижних видів рослин за областями України

Групи чинників	Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська	Сумська	Кропивницька	Дніпровська	Херсонська
I	5,88	3,76	20,31	7,41	3,76	6,27	2,31	20,48	9,84
II	1,84	0,54	2,60	4,40	0,63	7,01	8,46	3,61	20,49
III	18,38	17,74	6,25	18,68	17,74	14,76	6,92	10,84	3,28
IV	20,59	29,57	23,44	14,29	29,57	14,39	23,08	21,68	24,59
V	12,13	16,67	12,50	12,64	16,67	12,55	14,62	7,22	5,74
VI	1,47	1,61	5,73	1,65	1,61	2,58	4,62	6,62	2,46
VII	2,57	2,69	0,52	1,65	2,69	1,48	1,54	0,60	0,82
VIII	12,13	5,91	5,21	12,64	5,91	14,39	14,62	7,22	14,75
IX	6,62	8,60	4,69	8,79	8,60	7,01	9,23	3,61	4,92
X	11,40	8,06	8,85	12,36	8,06	14,39	10,0	12,65	4,01
XI	6,99	4,84	9,90	5,49	4,84	5,17	4,62	5,42	6,56

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

Показники тиску становлять, відповідно, 18,38, 17,74, 18,68, 17,74 та 14,76 %. IV група створює потужний вплив на біорізноманіття в усіх регіонах України. V – помітно впливає в усіх досліджених регіонах, окрім Дніпровської і Херсонської областей. VI – чинить помітний вплив в умовах Кропивницької і Дніпровської областей, відповідно, 4,62 і 6,62 %. VII – найбільш помітний вплив у Рівненській і Чернігівській областях – 2,69 %. ПХ – помітно впливає на біорізноманіття у Сумській, Кропивницькій та

Херсонській областях, відповідно, 14,39, 14,62 та 14,75 %. IX – найбільше пригнічує біорізноманіття у Київській (8,79 %) та Кропивницькій (9,23 %) областях. X – найбільший тиск на біорізноманіття реєструється у Волинській, Київській та Дніпровській областях, відповідно, 11,4, 12,36 і 12,65 %. XI група чинників – тиск проявляється майже однаково у всіх досліджених регіонах і розподіляється в діапазоні від 4,62 (Кропивницька обл.) до 9,9 % (Житомирська обл.).

2. Потужність тиску (%) різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність червонокнижних видів тварин за областями України

Групи чинників	Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська	Сумська	Кропивницька	Дніпровська	Херсонська
I	16,91	15,25	8,53	18,0	15,25	17,44	16,38	1,38	6,80
II	2,42	1,69	2,39	4,38	1,69	7,56	2,59	8,75	1,94
III	13,04	10,73	22,53	9,49	10,73	10,47	5,17	4,83	8,74
IV	20,29	25,42	16,38	20,19	25,42	22,09	28,45	18,86	31,07
V	12,56	10,73	12,29	12,90	10,73	12,21	15,95	13,36	17,48
VI	3,38	5,65	2,39	5,35	5,65	3,49	4,74	3,45	0
VII	0,97	0	3,41	0,49	0,3	0	0	1,61	3,88
ПХ	6,76	3,39	10,92	6,33	3,39	5,23	6,47	9,67	6,80
IX	3,38	3,95	5,80	2,68	3,95	1,74	2,59	14,28	2,91
X	12,08	14,69	10,92	10,71	14,69	10,74	9,05	15,20	17,48
XI	8,21	8,47	4,44	9,49	8,47	9,30	8,62	8,75	0

Наведені результати засвідчили, що тиск I групи екологічних чинників на біорізноманіття тварин у досліджених регіонах був найбільшим у Київській, Сумській, Волинській і Кропивницькій

областях, відповідно – 18, 17,44, 16,91 та 16,38 %. II групи – Дніпровській, Сумській та Київській областях, відповідно – 8,75, 7,56 та 4,38 %. Чинники III групи створювали найбільший тиск на тварин у регіонах

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

Полісся. Чинники IV групи потужно впливали на стан біорізноманіття у всіх досліджених областях, максимально – Херсонській і Кропивницькій, відповідно, 31,07 і 28,45 %. V – ландшафтні чинники помітно впливали на біорізноманіття тварин у всіх досліджених областях, найбільший – 17,48 – 15,95 – в регіонах Степу. VI – тиск цієї групи чинників розподілявся майже рівномірно в досліджених областях в діапазоні від 0 до 5,65 %. VII – помірно впливали на біорізноманіття досліджених областей в діапазоні 0-3,88 %. ІХ – помірно впливали у всіх досліджених областях на рівні 3,39-10,92%. ІХ – помірно впливали на біорізноманіття тварин у діапазоні 1,74-14,28 %. Х – помітно рівномірно пригнічували біорізноманіття у досліджених областях на рівні 9,05-17,48 %. ХІ – природні чинники у досліджених областях помірно впливали на стан біорізноманіття в діапазоні 0-9,49 %.

Узагальнення результатів експертних оцінок щодо впливу різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність «червонокнижних» видів біоти в досліджених областях України наведено на рис. 1

Наведені дані свідчать, що досліджені групи чинників сукупно визначають чисельність «червонокнижних» видів рослин і тварин, але «вага» їх впливу різна. До найбільш «потужних» чинників, які в деяких регіонах обумовлюють втрату до 30% різноманіття видів рослин і тварин належать ті, дія яких призводить до знищення екосистем (що включає в себе осушення боліт, заплав річок; вирубку лісів, знищення водойм, розорювання цілинних земель, розчленування ареалів під впливом господарської діяльності; санітарні рубки; заміна первинних лісів вторинними; деградація місць гніздування; затоплення заплав річок). До 15 % втрат різноманіття видів рослин і тварин обумовлює група ландшафтних чинників (ерозійні процеси; штучне заліснення з порушенням первинного стану екосистем; терасування схилів; скорочення площ лісів; регулювання стоку річок). Серед чинників, які помітно впливають на стан різноманіття рослин і тварин слід зазначити забруднення навколишнього середовища (10-13 %), сільськогосподарська діяльність (6-10 %), зміна режиму ґрунтових вод (10-13 %), нераціональне добування ресурсів (10-13 %).

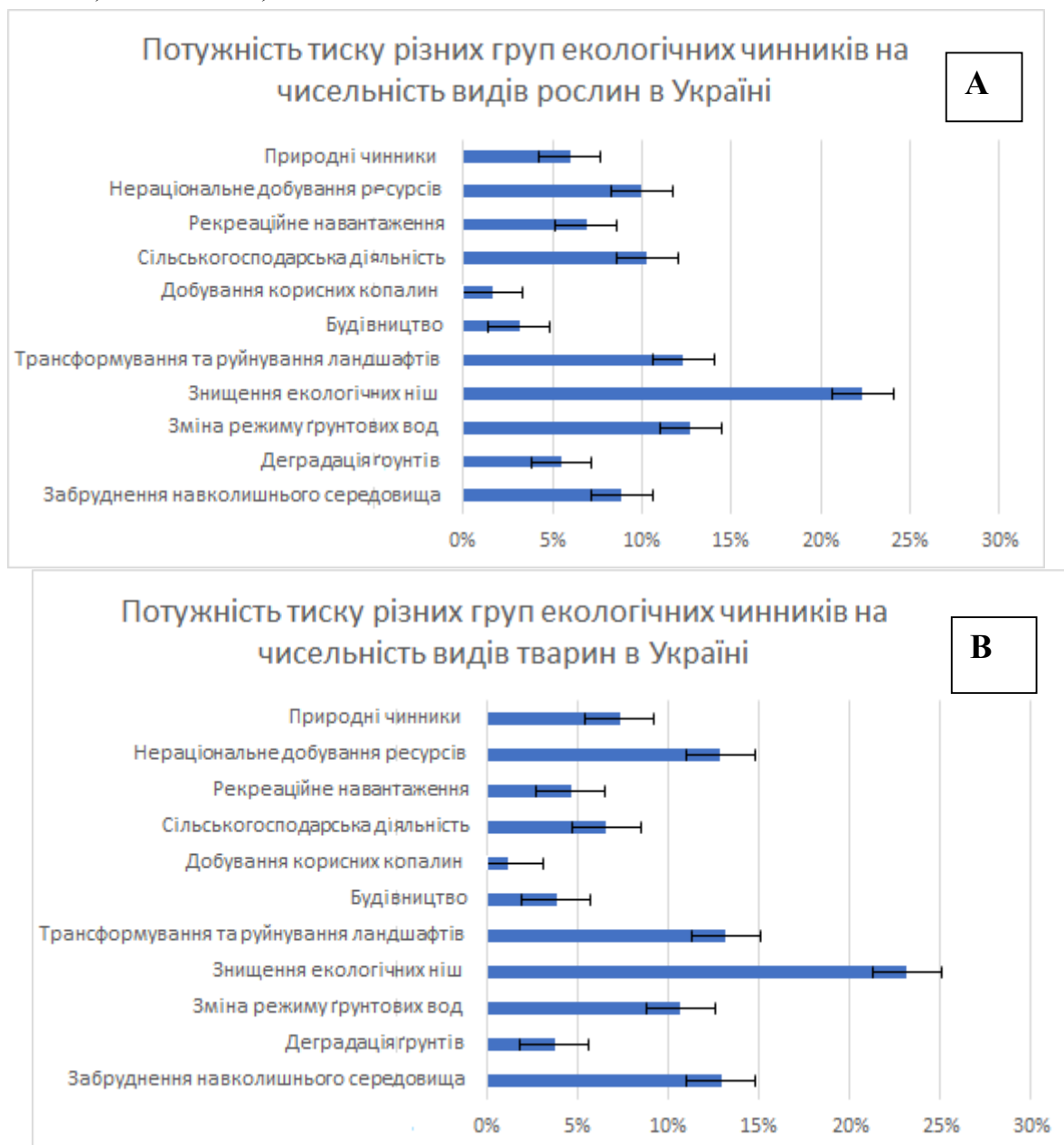


Рис. 1. Тиск різних груп екологічних чинників, які обумовлюють чисельність «червонокнижних» видів рослин (А) та тварин (Б) в досліджених областях України

Фахівці Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) обґрунтували п'ять груп основних екологічних чинників, які обумовлюють глобальне збіднення біорізноманіття: 1). втрата і деградація середовища існування. Це передбачає зміну місця існування виду в результаті повного знищення або фрагментації

місцеперебування, а також погіршення його основних характеристик. Типовими причинами є ведення сільського господарства, лісозаготівлі, забудова, виробництво енергії та видобуток корисних копалин. До частих причин деградації прісноводних середовищ існування відносяться фрагментація річок та

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

інших водотоків, а також водозабір. 2). надмірна експлуатація видів. Форми надмірної експлуатації включають нестійкий промисел, видобуток або браконьєрство, ненавмисне знищення особин непромислових видів тощо. 3). забруднення. Може впливати на види безпосередньо, перетворюючи середовище проживання в несприятливе для їх життя (наприклад, в разі розливу нафти). Або опосередковано, викликаючи зниження чисельності кормових видів, репродуктивної активності і приводячи таким чином до зниження чисельності виду. 4). чужорідні види і захворювання. Чужорідні види можуть конкурувати з місцевими за території або акваторії, харчові або інші ресурси. Вони можуть бути хижаками для місцевих видів або сприяти поширенню захворювань, які раніше не зустрічалися в даній місцевості. Люди також здатні переносити збудників захворювань з одного регіону планети в інший. 5). зміни клімату. За змін температур деякі види будуть змушені адаптуватися шляхом переміщення в райони з більш сприятливими умовами. Вплив зміни клімату на види часто буває непрямим. Так, зміни температурного режиму можуть призводити до «помилкових сигналів» для початку важливих

подій в життєвому циклі виду, наприклад, міграції або розмноження. Як наслідок результату, наприклад, період розмноження може не збігатися з часом найкращою доступності їжі в даному місцеперебуванні (WWF Living Planet Report, 2016).

Результати проведеного нами дослідження добре узгоджуються з висновками фахівців Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) – вони свідчать, що до головної причини збіднення біорізноманіття слід віднести такі види діяльності людини, які призводять до знищення екологічних ніш. Коло інших зазначених антропогенних чинників визначають помітний внесок в процес деградації біосфери.

Наведені результати дослідження слід враховувати при плануванні національних екологічних дій щодо виконання Конвенції про збереження біорізноманіття.

Висновок

Дослідження основних причин збіднення різноманіття флори і фауни України за допомогою обрахунку RDB-індексу засвідчили, що до головної причини збіднення біорізноманіття слід віднести такі види діяльності людини, які призводять до знищення екологічних ніш.

Список використаних джерел

1. Болотова Н.Л. Биологическое разнообразие и проблемы его сохранения.

2017. URL: <http://www.spass-sci.ru/documents/detail.php?>

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

2. He Jianhua, Huang Junlong, Liu Dianfeng, Wang Han, Li Chun. Updating the habitat conservation institution by prioritizing important connectivity and resilience providers outside. *Ecological Indicators*, 2018. V.88. P. 219-231/

3. Barnosky A.D., Matzke N., Tomiya S., Wogan G.O.U., Swartz B., Quental T.B., Marshall C., McGuire J.L., Lindsey E.L., Maguire K.C., Mersey B., Ferrer E.A. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 2011. Vol. 471. P. 51-57

4. WWF. 2014. *Living Planet Report 2014: people and places, species and spaces*. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds). WWF, Gland, Switzerland, 178

5. Hallmann C., Sorg M., Jongejans E. et al. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*. 2017. 12(10): e0185809: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809/>

6. Sanchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A.G. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*. 2019. 8-27

7. Costanza R.K., Farber S.R., Turner, K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 26. 152–158.

8. Ping Zhang et al. Ecosystem Service Value Assessment and Contribution Factor Analysis of Land Use Change in Miyun County, China/ *Sustainability* 2015, 7, 7333-7356; doi:10.3390/su7067333/

9. Чайка В.М., Лісовий М.М., Мухаммед М.З. Основні екологічні чинники збіднення природного біорізноманіття України. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 3. С. 66-69. www.iogu.gov.ua 2016/12.

10. Індикатори біорізноманіття для національних потреб Агробіорізноманіття. Україна. URL: <http://www.ulrmc.org.ua/services/binu/index.ua.html>

11. Буравльов Є., Пньовська О., Коваль Г., Придатко В. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Кн. 1. К.: ЗАТ «Нічлава», 2005. С. 235–240.

12. Буравльов Є., Пньовська О., Коваль Г. Підхід до моніторингу антропогенного впливу на біорізноманіття. *Екологія і ресурси. Збірник наукових праць*. Випуск 5. Київ. 2003. С. 64-68.

13. Екологічні паспорти регіонів – Міністерство екології та природи URL: <https://menr.gov.ua/.../ekologichni-pasporti-regioniv.html>

14. WWF Living Planet Report, 2016: URL: awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf

Reference

1. Bolotova N.L. (2017). Biodiversity and conservation issues. URL: Access mode: <http://www.spass-sci.ru/documents/detail.php?>

2. He Jianhua (2018). Updating the habitat conservation institution by prioritizing important connectivity and resilience providers outside. He Jianhua, Huang Junlong, Liu Dianfeng, Wang Han, Li Chun. *Ecological Indicators*. V.88. P. 219-231

3. Barnosky A.D., Matzke N., Tomiya S., Wogan G.O.U., Swartz B., Quental T.B., Marshall C., McGuire J.L., Lindsey E.L., Maguire K.C., Mersey B., Ferrer E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? Barnosky A.D. *Nature*. Vol. 471. P. 51-57

4. WWF. (2014). *Living Planet Report 2014: people and places, species and spaces*. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds). WWF, Gland, Switzerland, 178

5. Hallmann C. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. Hallmann C., Sorg M., Jongejans E. et al. *PLoS ONE*. 12 (10): e0185809: (URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809/>

6. Sanchez-Bayo, F. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. Sanchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A.G. *Biological Conservation*. 2019. 8-27

7. Costanza R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. Costanza R.K., Farber S.R., Turner, K. 26. 152–158.

8. Ping Zhang et al. (2015). *Ecosystem*

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

Service Value Assessment and Contribution Factor Analysis of Land Use Change in Miyun County, China. Ping Zhang et al. Sustainability 7, 7333-7356; doi:10.3390/su7067333

9. Chaika VM, (2018). Main Environmental Factors for Depleting Ukraine's Natural Biodiversity - Agroecological Journal. Chaika VM, Lisovy MM, Mohammed MZ № 3. С. 66-69. (Access mode: www.iogu.gov.ua 2016/12).

10. Biodiversity indicators for national agrobiodiversity needs. Ukraine URL: http://www.ulrnc.org.ua/services/binu/index_ua.html.

11. E. Buravlev, Pnevskaya O., Koval G., Prydatok V. (2005). Agrobiodiversity of

Ukraine: theory, methodology, indicators, examples. Book. 1. K.: Nichlava CJSC. P. 235– 240.

12. E. Buravlev Pnevskaya O., and Koval G. (2003). An approach to monitoring anthropogenic impact on biodiversity. Ecology and resources. Collection of scientific works. Issue 5. G. Kiev. 2003. С. 64-68.

13. Ecological passports of the regions. Ministry of Ecology and Natural URL: <https://menr.gov.ua/.../ekologichni-pasporti-regioniv.html>

14. WWF Living Planet Report, (2016): URL: awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ИСЧЕЗНОВЕНИЕ ВИДАМ БИОТЫ В УКРАИНЕ

А. А. Миняйло, Н. В. Миняйло, В. Н. Чайка

Аннотация. Биоразнообразие обеспечивает экологическую устойчивость экосистем, поддержание постоянного круговорота вещества, энергии и информации, который обеспечивает восстановление природных ресурсов биосферы. Экологи считают, что планета переживает эпоху шестого массового вымирания биоты, большого, начиная с позднего пермского и мелового периодов. Актуальность нашего исследования обусловлена необходимостью определения основных экологических факторов обеднение видов биоты в Украине. Эта проблема исследована недостаточно.

Влияние различных групп экологических факторов на флору и фауны определяли с помощью расчета RDB-индекса. Полученные результаты показали, что в главной причины обеднения биоразнообразия следует отнести такие виды деятельности человека, которые приводят к уничтожению экологических ниш. Внедрение экологических мероприятий по сохранению биоразнообразия может замедлить процесс деградации биосферы.

Ключевые слова: антропогенное давление, биоразнообразие, краснокнижные виды, RDB-индекс

MAIN ENVIRONMENTAL FACTORS IDENTIFICATION OF DISAPPEARANCE OF BIOTA SPECIES IN UKRAINE

A. A. Miniaylo, N. V. Miniaylo, V. M. Chayka

Abstract. Biodiversity ensures ecological stability of ecosystems, maintaining a constant cycle of substance, energy and information, which ensures restoration of natural resources of the biosphere. Ecologists believe that the planet is experiencing

Міняйло А. А., Міняйло Н. В., Чайка В. М.

an era of the sixth mass extinction of biota, large since the late Permian and Cretaceous periods. The actuality of our research is caused by need of definition of the main ecological factors' impoverishment of biota species in Ukraine. This problem is not sufficiently investigated.

The effects of different groups of environmental factors on flora and fauna were determined by calculating RDB-index. The results showed that the main cause of biodiversity depletion is human activities that lead to the destruction of ecological niches. The introduction of environmental biodiversity conservation measures may slow the degradation of the biosphere.

Keywords: *anthropogenic pressure, biodiversity, red-book species, RDB-index*

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЮЦЕРНИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Н. В. ТЕЛЕКАЛО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7337-0008>

М. В. МЕЛЬНИК, аспірантка*

<https://orcid.org/0000-0001-8517-1690>

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: nataliiatelekalo@gmail.com, marynab1611@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.005>

Анотація. *За результатами власних досліджень та опрацьованих літературних джерел, встановлено, що за використання передпосівної обробки насіння та посівів люцерни посівної стимуляторами і мікродобривами поліпшуються умови росту та розвитку культури та підвищується індивідуальна продуктивність.*

Вдосконалено агротехнологічні прийоми вирощування посівів люцерни посівної за рахунок оптимізованої системи обробки насіння стимуляторами росту на посівів добривами з повним набором макро- і мікроелементів.

Встановлено, тісний кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю насіння люцерни посівної та: густиною рослин, висотою рослин та індивідуальною насіннєвою продуктивністю однієї рослини.

Виявлено, найвищий вихід насіння з однієї рослини зафіксовано на варіанті обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал – 1,0 г, що на 11,0 % більше, ніж на варіанті без обробки посіву стимуляторами і мікродобривами. Порівняння величини виходу насіння з однієї рослини люцерни посівної за різних комбінацій стимуляторів росту і мікродобрив показало, що комбінація обробки посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові забезпечує на 10,7 % вищий вихід, ніж комбінація обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал.

Встановлено, найбільшу урожайність насіння люцерни посівної отримано на варіантах обробки посіву стимулятором росту Люцис і мікродобрива Урожай бобові, що становила 0,48 т/га. Очікувані результати виконання досліджень спрямовані на підвищення рівня реалізації урожайного сортового потенціалу багаторічних трав, а саме, люцерни посівної, росту рентабельності її виробництва у комплексі із забезпеченням екологічного та соціального ефектів.

Ключові слова: *люцерна посівна, обробка насіння, стимулятори росту, урожайність, індивідуальна продуктивність*

* Науковий керівник – доцент, кандидат сільськогосподарських наук Н. В. Телекало Н.В.

Актуальність дослідження.

Люцерна посівна – одна з найбільш продуктивних бобових культур, що забезпечує високе виробництво білка. Однак вона не тільки є важливим джерелом протеїну і незамінних амінокислот, але і збагачує ґрунти біологічним азотом, що підвищує родючість орних земель. Люцерна займає провідне місце серед бобових культур за активністю симбіотичного апарату та обсягом фіксованого атмосферного азоту [1, с. 3–13].

Агротехнічне і екологічне значення багаторічних трав носить визначний характер, що описано у дослідженнях відомих науковців (В.Ф. Петриченко, Г.І. Демидась, Г.П. Квітко, В.Д., Бугайов, О. П. Ткачук та ін.), а саме розкрито їх роль не тільки в зміцненні кормової бази, але і у відновленні структури ґрунту, накопиченні в ній біологічного азоту, поліпшенні природних кормових угідь, побудові правильних сівозмін за участю багаторічних бобових і злакових трав, розсоленням засолених ґрунтів.

Використання люцерни різноманітно: для випасу худоби, як зеленого корму, для приготування сіна, сінажу, силосу, а також трав'яного борошна. Люцерна – основна бобова кормова культура в системі кормового конвеєра, і одна з найцінніших трав для польового травосіяння. Люцерна відома своєю високою харчовою цінністю: в 100 кг зеленої маси міститься 21,7 кормових

одиниць та 4,1 кг перетравного протеїну, а в сіні, відповідно, 50,2 кормових одиниць та 13,7 кг протеїну. Найбільш цінне сіно люцерни, зібране в фазі бутонізації. В ньому міститься до 10% білка, а у висушеному листі – до 20% білка. У кормі міститься багато вітамінів, фосфору і кальцію. Із мінеральних речовин в рослинах люцерни великих кількостях міститься кальцій, сірка, фосфор. Люцерна має потужну, глибоко розташовану кореневу систему, яка сприяє поліпшенню структури ґрунтів, підвищенню їх водопроникності, накопичення гумусу, елементів мінерального живлення з більш глибоких шарів. Багаторічні бобові трави, мають більш тривалий вегетаційний період, у порівнянні з однорічними культурами, і тому, повніше використовують сонячну енергію і мають об'єктивну можливість сформувати більшу біологічну масу. Обробіток багаторічних бобових трав дозволяє виключити енергозатрати на щорічний обробіток ґрунту, насіння, посів. Бобові рослини виробляють білок за рахунок біологічної фіксації азоту повітря, тобто без витрат енергоємних і дорогих азотних добрив, чистий дохід від посівів багаторічних бобових трав вище на величину економії витрат на мінеральні азотні добрива [2, с. 27–37; 3, с. 35–41; 4, с. 102–110; 5, с. 56–63; 6, с. 169–175].

Завдяки багаторічним травам у ґрунті нагромаджується біологічний азот, що сприяє підвищенню продуктивності наступних культурних рослин і отримується екологічно безпечна продукція. Нагальною є необхідність розширення площ під посівами багаторічних трав в Україні, щоб у кінцевому рахунку не залишитися зі збідненими на елементи мінерального живлення ґрунтами. Тому, одним із актуальних і пріоритетних напрямів у розробці технологій вирощування багаторічних бобових трав є підвищення продуктивності за рахунок вивчення процесів росту і розвитку сортів за умов зміни клімату та дії організованих чинників, що суттєво впливатимуть на формування величини та якості врожаю насіння та листостебельної маси.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування науково обґрунтованих систем удобрення та режимів сприяли підвищенню інтенсивності ростових процесів, де ефективність застосування мінеральних добрив зростала на 13,0 %, а в комплексі з інокуляцією насіння урожай листостебelloвої маси збільшувався від 3,5 до 11,5 % залежно від виду біологічного препарату [7, с. 3–9].

Підводячи підсумок вивченню росту і розвитку рослин, слід зазначити, що люцерна відрізняється більш повільним темпом розвитку в перший рік життя в порівнянні з

наступними роками. Біологічні особливості люцерни і екологічні умови дозволяють в рік посіву отримувати два повноцінних укоси, а в послідуєчі роки – до чотирьох укосів зеленої маси. Істотний вплив на висоту рослин надають кліматичні умови року, а також забезпеченість рослин біологічно зв'язаним азотом. У варіантах з кращого забезпечення посівів азотом (Штам-1000, Штам-1600 і Штам-2000) висота рослин досягає 98,4 см [8, с. 51–57; 9, с. 49–56; 10, с. 56–63]. При використанні біопрепаратів серії «Різов АКС» виявлено збільшення основних показників врожайності люцерни. Використання бактерій *Sinorhizobium meliloti* ІМВ Л5-1, (200мл) забезпечує збільшення схожості насіння люцерни на 23 % в порівнянні з контролем і у другому укосі – врожайність зеленої маси – 274 ц/га, сухої маси – 14,8 ц/га та висоту рослин – 65,3 см [11, с. 64–70]. Встановлено, що за використання стимуляторів росту та бактеріальних препаратів зрідженість посівів спостерігається на 3-4 % менше, ніж у варіантах без обробки насіннєвого матеріалу та посівів [12; 13, с. 70–74].

Мета дослідження – встановити впливу передпосівної обробки насіння, строку і комбінації внесення стимуляторів росту і мікродобрив на формування насіннєвої продуктивності люцерни посівної та її структури.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне, Вінницького району впродовж 2016–2018 років. Висівали сорт Синюха (2010 р). Польові (проведення фенологічних спостережень та обліків), лабораторні (облік насіннєвої продуктивності та її структури), математично-статистичний (об'єктивна оцінка отриманих результатів досліджень).

Результати дослідження та їх обговорення. Повноцінний урожай насіння посіви люцерни посівної починають формувати починаючи з другого року вегетації. Вегетували посіви люцерни посівної впродовж чотирьох років.

У середньому за другий-четвертий рік вегетації маса насіння з однієї рослини люцерни посівної на варіанті без обробки стимуляторами росту рослин та мікродобривами становила 0,89 г (табл. 1).

1. Індивідуальна насіннєва продуктивність рослин люцерни посівної та урожайність насіння залежно від обробки стимуляторами і мікродобривами (середнє за 2-4-й рік вегетації)

Обробка насіння	Строк і комбінація внесення стимулятора росту і мікродобрив	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність насіння, т/га
Без обробки насіння	Без обробки стимулятором і мікродобривом	0,89±0,02	0,41±0,01
Обробка насіння стимулятором росту Сапрогум (фон)	Фон + обробка посіву Сапрогум у фазу гілкування	0,93±0,01	0,43±0,02
	Фон + обробка посіву Сапрогум у фазу бутонізації	0,96±0,02	0,44±0,01
	Фон + обробка посіву Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації	0,97±0,03	0,44±0,02
	Фон + поза кореневе підживлення посіву Вуксал у фазу бутонізації	0,96±0,02	0,44±0,01
	Фон + обробка посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал	1,00±0,03	0,46±0,02

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На варіанті обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування маса насіння з однієї рослини була на 4,3 % більша, ніж на контролі і становила 0,93 г. За використання стимулятора росту Сапрогум у фазу бутонізації вихід насіння з однієї рослини становив

0,96 г, що на 7,2 % більше, ніж на варіанті без обробки посіву стимуляторами росту. Аналогічну масу насіння з однієї рослини отримано на варіанті обробки посіву мікродобривом Вуксал у фазу бутонізації. Обробка посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу

Телекало Н. В., Мельник М. В.

гілкування та бутонізації зумовила отримання насіння з однієї рослини 0,97 г, що на 8,2 % більше, ніж на варіанті без обробки посіву.

Найвищий вихід насіння з однієї рослини зафіксовано на варіанті обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал – 1,0 г, що на 11,0 % більше, ніж на варіанті без обробки посіву стимуляторами і мікродобривами.

Спостереження за рівнем урожайності насіння люцерни посівної залежно від обробки посіву стимуляторами росту та мікродобривами показало, що на варіанті без обробки було зібрано 0,41 т/га насіння.

Обробка посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування зумовило зростання урожайності насіння на 0,02 т/га і отримання урожайності 0,43 т/га. Варіанти з обробкою посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування, у фазу бутонізації, подвійного застосування стимулятора росту у фазу гілкування і бутонізації та при обробці посіву мікродобривом Вуксал у фазу бутонізації забезпечило зростання урожайності на 0,03 т/га до рівня 0,44 т/га.

Найвищу урожайність насіння забезпечив варіант обробки посіву

стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал – 0,46 т/га, що на 0,05 т/га більше, ніж на варіанті без внесення стимуляторів росту і мікродобрива.

Спостереження за масою насіння люцерни посівної з однієї рослини при застосуванні комбінації стимулятора росту Люцис та мікродобрива Урожай бобові показало, що обробка посіву стимулятором Люцис у фазу гілкування сприяє підвищенню маси насіння на 5,3 % – до величини 0,94 г (табл. 2).

Обробка посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування або у фазу бутонізації, а також подвійна обробка посіву у ці дві фази стимулятором росту Люцис та обробка посіву мікродобривом Урожай бобові забезпечує однаковий вихід насіння з однієї рослини – 0,97 г, що на 8,2 % більше, ніж на варіанті без використання препаратів. Найвищий вихід насіння люцерни посівної з однієї рослини був виявлений при обробці посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові – 1,12 г, що на 25,8 % більше, ніж на контролі.

2. Індивідуальна насіннєва продуктивність рослин люцерни посівної та урожайність насіння залежно від обробки стимуляторами і мікродобривами (середнє за 2-4-й рік вегетації)

Обробка насіння	Строк і комбінація внесення стимулятора росту і мікродобрив	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність насіння, т/га
Без обробки насіння	Без обробки стимулятором і мікродобривом	0,89±0,02	0,41±0,01
Обробка насіння стимулятором росту Люцис (фон)	Фон + обробка посіву Люцис у фазу гілкування	0,94±0,01	0,44±0,02
	Фон + обробка посіву Люцис у фазу бутонізації	0,97±0,01	0,45±0,02
	Фон + обробка посіву Люцис у фазу гілкування та бутонізації	0,97±0,02	0,45±0,03
	Фон + позакореневе підживлення посіву Урожай бобові у фазу бутонізації	0,97±0,02	0,46±0,02
	Фон + обробка посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові	1,12±0,03	0,48±0,02

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Порівняння величини виходу насіння з однієї рослини люцерни посівної за різних комбінацій стимуляторів росту і мікродобрив показало, що комбінація обробки посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові забезпечує на 10,7 % вищий вихід, ніж комбінація обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал.

Урожайність насіння люцерни посівної з варіантів обробки посіву стимулятором росту Люцис і мікродобрива Урожай бобові становила 0,44-0,48 т/га. Найменшу

прибавку урожаю насіння забезпечує внесення стимулятора Люцис у фазу гілкування – 0,44 т/га, що на 6,8 % більше, ніж на контролі, а найбільшу – за обробки посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові – 0,48 т/га, що на 14,6 % більше, ніж на контролі.

Порівняння комбінацій стимуляторів росту і мікродобрив, що були поставлені на вивчення показало підвищення на 4,2 % урожайності насіння люцерни посівної за обробки посіву стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові

Телекало Н. В., Мельник М. В.

порівняно з комбінацією обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал. Цей варіант відповідав урожайності насіння люцерни посівної за позакореневого

підживлення посіву Урожай бобові у фазу бутонізації.

Залежність урожайності насіння люцерни посівної від густоти рослин відображається рівнянням регресії, представленим на рисунку 1. Коефіцієнт детермінації залежних величин становить 0,722.

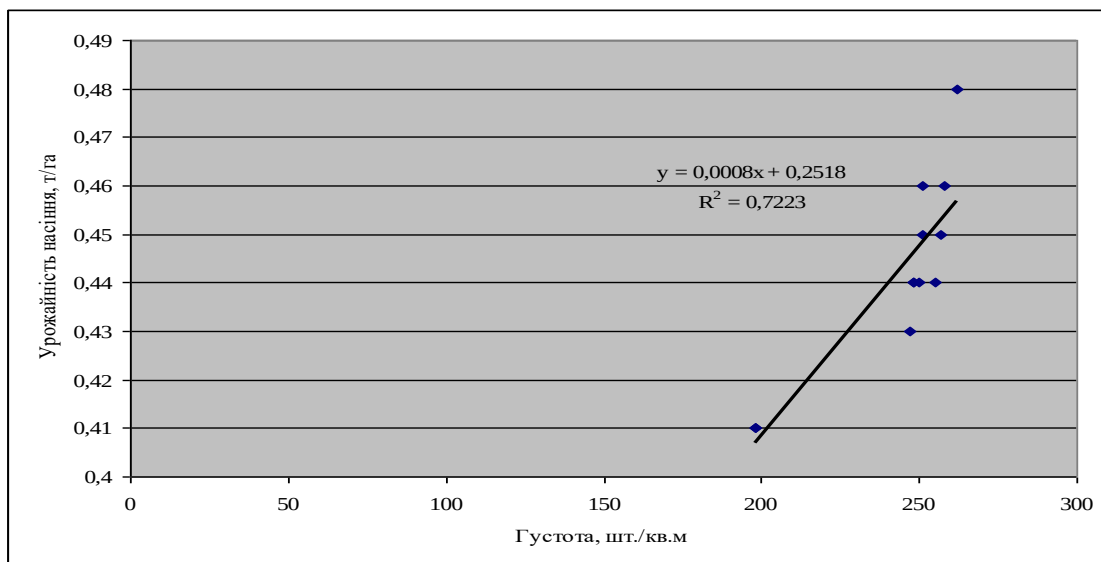


Рис. 1. Регресійна залежність між густотою рослин та урожайністю насіння люцерни посівної

Залежність урожайності насіння люцерни посівної від індивідуального виходу насіння з однієї рослини визначається рівнянням регресії,

представленим на рисунку 2. Коефіцієнт детермінації залежних величин становить 0,841.

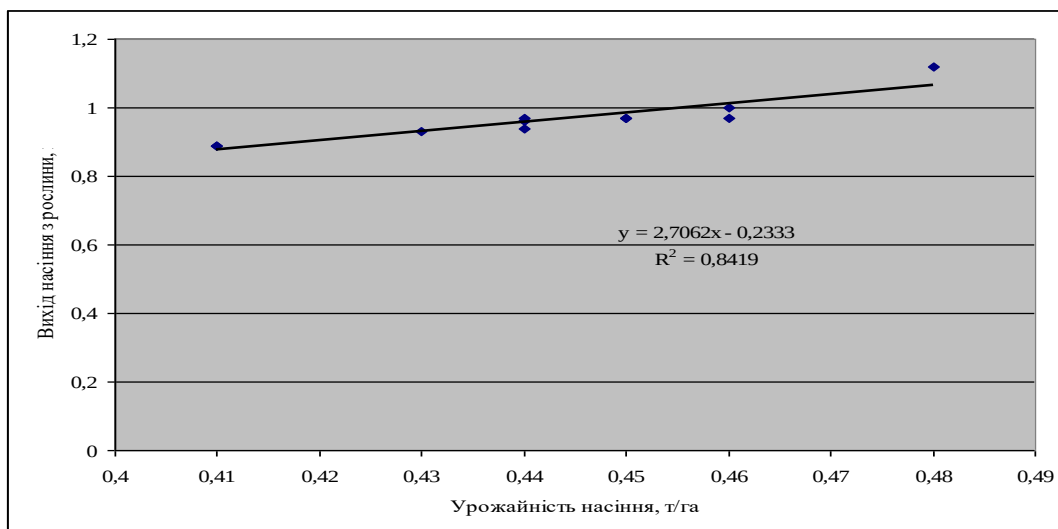


Рис. 2. Регресійна залежність між індивідуальною насіннєвою продуктивністю рослин та урожайністю насіння люцерни посівної

Залежність урожайності насіння люцерни посівної від висоти рослин визначається рівнянням регресії,

представленим на рисунку 3. Коефіцієнт детермінації залежних величин становить 0,862.

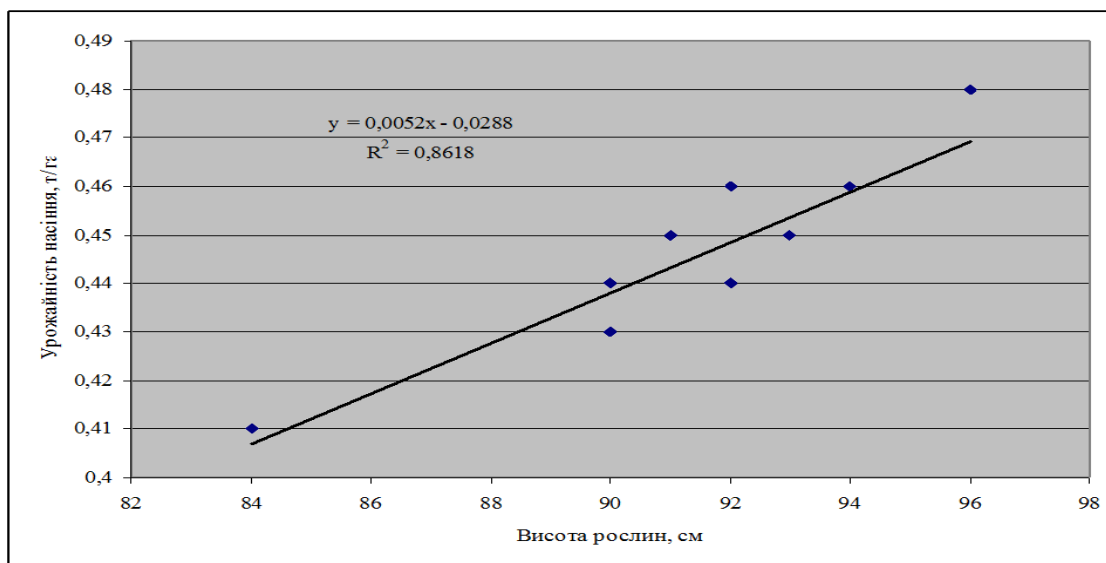


Рис. 3. Регресійна залежність між висотою рослин та урожайністю насіння люцерни посівної

Встановлено тісний кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю насіння люцерни посівної та: густотою рослин, висотою рослин та індивідуальною насіннєвою продуктивністю однієї рослини.

Висновки та перспективи. Найвищий вихід насіння з однієї рослини зафіксовано на варіанті обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал – 1,0 г, що на 11,0 % більше, ніж на варіанті без обробки посіву стимуляторами і мікродобривами. Порівняння величини виходу насіння з однієї рослини люцерни посівної за різних комбінацій стимуляторів росту і мікродобрив показало, що комбінація обробки посіву

стимулятором росту Люцис у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Урожай бобові забезпечує на 10,7 % вищий вихід, ніж комбінація обробки посіву стимулятором росту Сапрогум у фазу гілкування та бутонізації + підживлення посіву у фазу бутонізації мікродобривом Вуксал. Найбільшу урожайність насіння люцерни посівної отримано на варіантах обробки посіву стимулятором росту Люцис і мікродобрива Урожай бобові, що становила 0,48 т/га. Дослідження наукових установ підтверджують необхідність проведення таких агротехнічних прийомів, а саме: позакоренових підживлень польових культур комплексними добривами із вмістом стимуляторів, амінокислот,

мікроелементів. Проводити дослідження у подальшому є доцільним, оскільки відбувається

Список використаних джерел

1. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічні підходи до інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2008. № 60. С. 3–13.

2. Петриченко В.Ф., Антипова Л.К., Цуркан Н.К. Вплив гідротермічних умов на продуктивність багаторічних трав у Південному Степу України. *Корми і кормовиробництво*. 2019. № 88. С. 27–37. URL: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/88.pdf

3. Антипова Л.К., Цуркан Н.В., Адамовичта О.М. та ін. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 4. С. 35–41. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5

4. Антипова Л.К. Трави на Півдні України: проблеми і шляхи їх подолання. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. № 4(87). С. 102–110. URL: <https://visnyk.mnau.edu.ua/n87v4r2015antipova/>

5. Телекало Н.В., Мельник М.В. Шляхи підвищення продуктивності люцерни посівної на насіння. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2019. № 15. С. 56–63. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2019/ipsXaRCPbYPbTNvhV7r5.pdf>

6. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafar H., Matsera O. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. №9(1). 169–175. URL: <https://publons.com/publon/27050680/>

7. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я. Фактори підвищення продуктивності агрофітоценозів багаторічних бобових трав в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2017. № 84. С. 3–9. URL: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/84.pdf

оновлення сортового складу та з'являються нові біологічні препарати для обробки насіння та посівів.

8. Nikolova I., Georgieva N. Effect of biological products on the population of aphids and chemical components in alfalfa. *Banat's Journal of Biotechnology*. 2018. IX (18). P. 51–57. doi: 10.7904/2068–4738–IX(18)–38

9. Квітко М.Г. Формування облиствленості люцерни посівної за фазами росту і розвитку. *Корми і кормовиробництво*. 2019. №87. С. 49–56. URL: http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/87.pdf

10. Marinova D.H., Ivanova I.I., Zhekova E.D. Evaluation of Romanian alfalfa varieties under the agro–environmental conditions in northern Bulgaria. *Banat's Journal of Biotechnology*. 2018. IX (18). P. 56–63. doi: 10.7904/2068–4738–IX(18)–56

11. Цуциев Р.А., Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Басиев А.Е., Кануков З.Т., Хадиков А.Ю. Рост и развитие растений люцерны в зависимости от удобрений. Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий. *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Горского ГАУ*. 2018. С. 64–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36638178>

12. Жакеева М.Б., Бекенова У.С., Жумадилова Ж.Ш., Шорабаев Е.Ж., Абдиева К.М., Саданов А.К. Влияние разных доз биопрепаратов на урожайность и биометрический показатель люцерны. Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2015/5/239.pdf>

13. Гетман Н.Я., Векленко Ю.А., Ткачук Р.О. Формування екологічно стійких агрофітоценозів люцерни посівної залежно від умов вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2017. № 84. С. 70–74. URL: file:///C:/Users/USER/Downloads/kik_2017_84_13.pdf

References

1. Petrychenko, V.F., Hetman, N.Ya. & Kvitko, H.P. (2008). Ahrobiolohichni pidkhody do intensyfikatsii polovoho kormovyrobnytstva

Телекало Н. В., Мельник М. В.

v Ukraini [Agrobiological approaches to the intensification of field fodder production in Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production*, 60, 3–13. [in Ukrainian].

2. Petrychenko, V.F., Antypova, L.K. & Tsurkan, N.K. (2019). Vplyv hidrotermichnykh umov na produktyvnist bahatorichnykh trav u Pivdennomu Stepu Ukrainy [Influence of hydrothermal conditions on the productivity of perennial grasses in the Southern Steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production*, 88, 27–37. Retrieved from http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/88.pdf [in Ukrainian].

3. Antypova, L.K., Tsurkan, N.V., Adamovych, O.M. ta in. (2018). Bahatorichni travy – vazhlyva skladova ekolohichnoho zemlerobstva i kormovyrobnytstva [Perennial grasses are an important component of organic farming and forage production]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia – Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 4, 35–41. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5 [in Ukrainian].

4. Antypova, L.K. (2015). Travy na Pivdni Ukrainy: problemy i shliakhy yikh podolannia [Grasses in southern Ukraine: problems and ways to overcome them]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia – Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 4(87), 102–110. Retrieved from <https://visnyk.mnau.edu.ua/n87v4r2015antipova/> [in Ukrainian].

5. Telekalo, N.V. & Melnyk, M.V. (2019). Shliakhy pidvyshchennia produktyvnosti liutserny posivnoi na nasinnia [Ways to improve the productivity of alfalfa sowing on seeds]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU «Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo» – Collection of scientific works of VNAU «Agricultural Sciences»*, 15, 56–63. Retrieved from <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2019/ipsXaRCPbYPbTNvhV7r5.pdf> [in Ukrainian].

6. Telekalo, N., Mordvaniuk, M., Shafar, H. & Matsera, O. (2019). Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1), 169–175. Retrieved from

<https://publons.com/publon/27050680/> [in Ukrainian].

7. Petrychenko, V.F. & Hetman, N.Ya. (2017). Faktory pidvyshchennia produktyvnosti ahrofitotsenoziv bahatorichnykh bobovykh trav v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Factors of increase of productivity of agrophytocenoses of perennial legumes in the conditions of the Forest-steppe right-bank]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production*, 84, 3–9. Retrieved from http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/s84.pdf [in Ukrainian].

8. Nikolova, I. & Georgieva, N. (2018). Effect of biological products on the population of aphids and chemical components in alfalfa. *Banat's Journal of Biotechnology*, IX (18), 51–57. doi: 10.7904/2068–4738–IX(18)–38. [in Romania].

9. Kvitko, M.H. (2019). Formuvannia oblystvlenosti liutserny posivnoi za fazamy rostu i rozvytku [Formation of alfalfa seedlings by the phases of growth and development]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production*, 87, 49–56. Retrieved from http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/s87.pdf [in Ukrainian].

10. Marinova, D.H., Ivanova, I.I. & Zhekova, E.D. (2018). Evaluation of Romanian alfalfa varieties under the agro–environmental conditions in northern Bulgaria. *Banat's Journal of Biotechnology*, IX (18), 56–63. doi: 10.7904/2068–4738–IX(18)–56. [in Romania].

11. Tsutsiev, R.A., Dzanagov, S.H., Lazarov, T.K., Basiev, A.E., Kanukov, Z.T. & Hadikov, A.Yu. (2018). Rost i razvitie rasteniy lyutsernyi v zavisimosti ot udobreniy. *Nauchnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa gornyyh i predgornyyh territoriy* [Growth and development of alfalfa plants depending on fertilizers. Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex of mountain and foothill territories]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschayonnoy 100-letiyu Gorskogo GAU*, 64–70. Retrieved from <https://elibrary.ru/item.asp?id=36638178> [in Russian].

12. Zhakeeva, M.B., Bekenova, U.S., Zhumadilova, Zh.Sh., Shorabaev, E.Zh.,

Телекало Н. В., Мельник М. В.

Abdieva, K.M. & Sadanov, A.K. (2015). Vliyanie raznyih doz biopreparatov na urozhaynost i biometricheskiy pokazatel lyutsernyi. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [The effect of different doses of biological products on the yield and biometric indicator of alfalfa], 5. Retrieved from <https://www.science-education.ru/pdf/2015/5/239.pdf> [in Russian].

13. Hetman, N.Ya., Veklenko, Yu.A. & Tkachuk, R.O. (2017). Formuvannia

ekolohichno stiikykh ahrofitotsenoziv liutserny posivnoi zalezho vid umov vyroshchuvannia [Formation of ecologically sustainable agrophytocenoses of alfalfa sowing depending on growing conditions]. Kormy i kormovyrobnytstvo – Feeds and Feed Production, 84, 70–74. Retrieved from file:///C:/Users/USER/Downloads/kik_2017_84_13.pdf

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ Н. В. Телекало, М. В. Мельник

Аннотация. По результатам собственных исследований и обработанных литературных источников, установлено, что при использовании предпосевной обработки семян и посевов люцерны посевной стимуляторами и микроудобрениями улучшаются условия роста и развития культуры и повышается индивидуальная производительность.

Усовершенствованы агротехнологические приемы выращивания посевов люцерны посевной за счет оптимизированной системы обработки семян стимуляторами роста на посевах удобрениями с полным набором макро- и микроэлементов.

Установлено, тесная корреляционно-регрессионная связь между урожайностью семян люцерны посевной и: густотой растений, высотой растений и индивидуальной семенной продуктивностью одного растения.

Выявлено, высокий выход семян с одного растения зафиксировано на варианте обработки посева стимулятором роста Сапрогум в фазу ветвления и бутонизации + подпитки посева в фазу бутонизации микроудобрения Вуксал - 1,0 г, что на 11,0 % больше, чем на варианте без обработки посева стимуляторами и микроудобрениями. Сравнение величины выхода семян с одного растения люцерны посевной при различных комбинаций стимуляторов роста и микроудобрений показало, что комбинация обработки посева стимулятором роста Люцис в фазу ветвления и бутонизации + подпитки посева в фазу бутонизации микроудобрения Урожай бобовые обеспечивает на 10,7% выше выход, чем комбинация обработки посева стимулятором роста Сапрогум в фазу ветвления и бутонизации + подпитки посева в фазу бутонизации микроудобрения Вуксал.

Установлено, наибольшую урожайность семян люцерны посевной получено на вариантах обработки посева стимулятором роста Люцис и микроудобрения Урожай бобовые, которая составляла 0,48 т/га. Ожидаемые результаты выполнения исследований направлены на повышение уровня реализации урожайного сортового потенциала многолетних трав, а именно, люцерны

Телекало Н. В., Мельник М. В.

посевной, роста рентабельности ее производства в комплексе с обеспечением экологического и социального эффектов.

Ключевые слова: *люцерна посевная, обработка семян, стимуляторы роста, урожайность, индивидуальная производительность*

DEPENDENCE OF ALFALFA SEED PRODUCTIVITY ON THE ELEMENTS OF THE GROWING TECHNOLOGY

N. V. Telekalo, V. V. Melnyk

Abstract. *According to the results of our own researches and the analyzed literature sources, it is established that the use of pre-sowing treatment of seeds and crops of alfalfa with sowing stimulants and microfertilizers improves the conditions of growth and development of culture and improves individual productivity.*

Agrotechnological techniques for growing alfalfa crops under sowing have been improved through an optimized system of seed treatment with growth stimulants for crop fertilizers with a complete set of macro and microelements.

A close correlation-regression relationship was established between the yield of alfalfa seeds and: plant density, plant height and individual seed productivity of one plant.

The highest seed yield from one plant was recorded on the variant of sowing treatment with the growth stimulator Saprogum in the branching and budding phase + fertilizing of the budding phase by the microfertilizer Vuxal - 1.0 g, which is 11.0% more than the variant without sowing with stimulants and microfertilizers. Comparison of the magnitude of the seed output from one alfalfa plant under different combinations of growth stimulants and microfertilizers showed that the combination of sowing with a growth stimulants Lucis in the branching and budding phase + fertilizing the crop in the budding phase with microfertilizers of sowing treatment with a growth stimulant Saprohum in the branching and budding phase + fertilizing of the budding phase by the microfertilizer phase Vuxal. The highest yields of alfalfa seeds were obtained by sowing variants with the Lucis growth stimulants and microfertilizers «Urozhay bobovi» was 0.48 t/ha.

The expected results of the research are aimed at increasing the level of realization of the crop varietal potential of perennial grasses, namely, alfalfa, increasing the profitability of its production in combination with environmental and social effects.

Keywords: *alfalfa, seed treatment, growth stimulants, yield, individual productivity*

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

УДК: 632.7:632.78:632.93:632.938.1:633.1:633.15.

ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ПРОТИ СТЕБЛОВОГО КУКУРУДЗЯНОГО МЕТЕЛИКА (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.)

О. О. СТРИГУН, доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0001-7315-1473>

Ю. М. ЛЯСКА, аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-6718-4284>

Інститут захисту рослин НААН

E-mail: strygun@meta.ua, juljabug@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.006>

Анотація. Відомо, що основним шкідником кукурудзи у Лісостепу України являється стебловий кукурудзяний метелик, втрати від якого сягають 12–25 %. Тому, пошук імунних гібридів кукурудзи до цього фітофага має надзвичайну актуальність. У 2017–2019 рр. для аналізу на стійкість було проаналізовано 11 гібридів кукурудзи різних груп стиглості селекції Інституту зернових культур НААН та два гібриди іноземної селекції. Встановлено, що пошкодженість ранньостиглих гібридів кукурудзи гусеницями фітофага була найменшою і становила – 0,9 %; середньоранніх – 1,5 %; середньостиглих – 2,1 %, що більше ніж удвічі порівняно з ранньостиглими гібридами. Система обліків чисельності та заселеності рослин кладками яєць та пошкодженості гусеницями стеблового кукурудзяного метелика дала змогу визначити два типи стійкості (антибіоз та антиксеноз), встановити наявність стійких серед досліджуваних гібридів, а саме серед ранньостиглих гібридів Почаївський 190 МВ (5,4 бали), ДН Позитив (6,2 балів); серед середньоранніх – ДН Світязь (6,3 бали), ДН Віта (5,3 бали) та ДКС 3472 (Монсанто) (5,4 бали). Дослідження механізмів стійкості сучасних різностиглих гібридів проти стеблового кукурудзяного метелика свідчить про реальну можливість вирішення проблеми захисту кукурудзи від цього фітофагів за допомогою використання стійких гібридів.

Ключові слова: стебловий кукурудзяний метелик, гібриди кукурудзи, стійкість, антиксеноз, антибіоз, пошкодженість рослин, заселеність рослин, яйцекладки

Актуальність. В нинішніх умовах кукурудза – одна з основних зернових культур як в Україні, так і в цілому світі, а її вирощування дає змогу стабільно отримувати високий прибуток. Відтак збільшуються площі її вирощування. Якщо у 2000 р. в Україні кукурудза (при вирощуванні

на зерно) займала близько 1,4 млн га, то в 2019 р. цю культуру вже вирощували на площі близько 4,97 млн га, що на 8,6 % більше ніж у 2018 р. На даний час на виробництво кукурудзи припадає вже понад 50 % від загального обсягу виробництва зерна в країні, причому ця цифра

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

зростала поступово впродовж 20 років [1].

Сучасні гібриди кукурудзи характеризуються потенційною продуктивністю 12–15 т/га реалізація якої в умовах України здійснюється на 45–50 % за низки чинників, серед яких важлива частка недобору урожаю належить шкідливим організмам і, зокрема, шкідникам [2, с. 327–334].

Поширеним і небезпечним шкідником в зонах Лісостепу і Степу є стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) ряд Lepidoptera, родина Pyraustidae.

Втрати врожаю зерна кукурудзи від шкідників становлять 1,33 т/га, або 14,3 %. Показник шкідливості дротяників у фазу сходи – 4 листки становить 1,03; у фазу 5–7 листків: шведської мухи – 0,79, озимої совки – 0,4; у фазу викидання волотей: попелиць – 0,98, стеблового метелика – 2,47 [3, с. 22–28].

З метою підвищення ефективності захисних заходів та уникнення можливих негативних наслідків за застосування інсектицидів у період формування молочно-воскової стиглості зерна кукурудзи необхідно більш широко використовувати стійкі гібриди та поглиблювати вивчення безпечного застосування інсектицидів [4, с. 17].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У Поліссі і Лісостепу України *Ostrinia nubilalis* Hbn. розвивається переважно в одному

поколінні, в окремі сприятливі роки буває друге факультативне. У степовій зоні завершується розвиток двох поколінь [5, с. 148–149].

Шкідливість стеблового метелика залежить від строків, ступеня, характеру ушкодження рослин, чисельності гусені та стану культури. Так, ушкодження волоті і листків не завдає значних втрат. Більш негативними є наслідки живлення гусені стеблами і качанами. Дуже заселені нею стебла легко переламуються, унаслідок чого порушується живлення рослин і знижується врожай зерна. За ушкодження ніжки в ранньому періоді розвитку качан гине або не розвивається; більш пізньому — зерно в качанах передчасно дозріває і стає щуплим. За ушкодження стебловим кукурудзяним метеликом рослин зменшується маса врожаю, погіршується його якість, ускладнюється збирання культури. Окрім прямої шкоди гусениці шкідника, пошкоджуючи рослини кукурудзи, створюють умови для проникнення таких збудників небезпечних захворювань, як пухирчаста сажка, фузаріоз і цвіль качанів [6, с. 14–15].

Відомо, що розселення *Ostrinia nubilalis* Hbn. в межах України більш стабільне, ніж інших фітофагів кукурудзи. Найбільша заселеність посівів кукурудзи та шкідливість кукурудзяного метелика у період вегетації спостерігається, за 15-

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

річними даними, в зоні Лісостепу України [7, с. 14–15].

За даними дослідників в 2016–2017 рр. заселеність посівів кукурудзи у Полтавській області становила від 18,6 до 56 %, втрати врожаю від пошкоджень, завданих стебловим метеликом сягали 0,49–1,92 т/га [8, с. 34–37].

За даними Держпродспоживслужби України, за останнє десятиріччя поширення кукурудзяного стеблового метелика в агроценозах України сягає більш, ніж 80 % [9]. Водночас його шкідливість невинно зростає. Якщо на кінець дев'яностих років, продуктивність кукурудзяних агроценозів могла знижуватись на 5–7 %, максимум – на 12–15, то нині збитки можуть становити 20–25, а інколи більше 50 % [10, с. 92]. За даними С.О. Трибеля заселеність качанів даним фітофагом сягає 11–14 %, а стебел – 22–28 %. Зона найвищої шкідливості охоплює Чернівецьку, Вінницьку, Черкаську, Полтавську, Кіровоградську і Харківську області, де складаються найсприятливіші гідротермічні умови для розвитку і розмноження фітофага [11, с. 12]. Останні п'ять років кукурудзяний метелик заселяв в Україні 63–79 % посівних площ кукурудзи. Втрати врожаю зерна від пошкодження цим шкідником на теперішній час великі [12, с. 36–58]. У багатьох країнах СНД вони в середньому складають 12–15 % урожаю, а в роки масового

розмноження – можуть сягати 25 і більше відсотків [13, с. 102–106].

Тому, з розширенням площ під посівами кукурудзи, відчутно збільшилась пошкодженість рослин культури гусеницями *Ostrinia nubilalis* Hbn. У вітчизняній і зарубіжній літературі є інформація про наявність стійких сортів і гібридів кукурудзи проти кукурудзяного стеблового метелика [14, с. 123–135, 15, 16, с. 1214–1223].

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводилися на полях Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН» 2017–2019 рр.) (Драбівське відділення). Для вивчення рівня заселеності шкідником і ступеня пошкодження було висіяно 11 гібридів кукурудзи різних груп стиглості селекції Інституту зернових культур НААН та два гібриди іноземної селекції. Колекцію гібридів кукурудзи висівали насінням F_1 в один строк. Насіння протруйниками не оброблено. Розмір посівної ділянки 56 м², у чотирьох повтореннях.

Початок та інтенсивність льоту стеблового кукурудзяного метелика визначали за допомогою феромонів фірм «Syngenta» та «Биохим тех». Пастки встановлювали на висоті 1,30–1,40 м від поверхні ґрунту. Збір імаго самців проводили кожних три дні після початку льоту. Обліки заселеності рослин кладками яєць їх чисельності на рослинах і

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

пошкодженості різностиглих гібридів кукурудзи проводили в II–III декадах липня, при огляді 100 рослин кожного гібриду в чотирьох повтореннях. В результаті визначали середню чисельність яйцекладок із розрахунку на 100 рослин.

Чисельність гусениць та ступінь ушкодження ними рослин визначали оглядом 100 рослин у двадцяти місцях поля і підрахунком отворів з викидами червоточини в стеблах і качанах. Ушкоджені стебла й качани розтинали ножом уздовж і підраховували гусениць [17].

Для визначення відсотка зменшення пошкодженості рослин, стебел, листків, зернівок на

1. Визначення балів за відсотками зменшення показників пошкоджуваності (ураженості, заселеності) рослин порівняно з еталонним сортом

<i>Десяті балів</i> <i>Бал</i>	<i>Відсотки</i>								
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
9	>95,0	-	-	-	-	-	-	-	-
8	95,0	94,5	94,0	93,5	93,0	92,5	92,0	91,5	91,0
7	90,0	89,0	88,0	87,0	86,0	85,0	84,0	83,0	81,0
6	80,0	79,0	78,0	77,0	76,0	75,0	74,0	73,0	72,0
5	71,0	69,0	67,0	65,0	63,0	61,0	59,0	57,0	55,0
4	54,0	53,0	51,0	49,0	47,0	45,0	43,0	41,0	40,0
3	39,0	37,0	35,0	33,0	31,0	29,0	27,0	25,0	23,0
2	22,0	21,0	19,0	17,0	15,0	13,0	11,0	10,0	9,0
1	<9,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Мета дослідження. Встановити рівень заселеності та пошкоджуваності стебловим кукурудзяним метеликом різних за стиглістю гібридів кукурудзи. Визначити типи та адитивну

дослідному сортозразку порівняно з нестійким використовували формулу 1:

$$E = 0,01 \times (C_n - C_d) \div C_n; (1)$$

де E – зменшення показника порівняно з нестійким еталоном, %;

C_n – показник чисельності чи пошкодженості певних органів рослин на нестійкому сорті;

C_d – показник на досліджуваному сорті, %.

При порівнянні показників на дослідному сортозразку з нестійким еталоном використовували удосконалену шкалу для переведення відсотків у бали (табл. 1) [18, с. 21–22].

(сумарну) стійкість рослин кукурудзи проти даного фітофага.

Результати дослідження. Початок льоту метеликів у 2017 та 2018 рр. спостерігали в II–III декадах червня, а у 2019 р. – I декаді липня.

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

Яйцекладки на гібридах кукурудзи відмічали І–ІІ декадах липня. Фенологія кукурудзяного метелика тісно пов'язана з фенологією

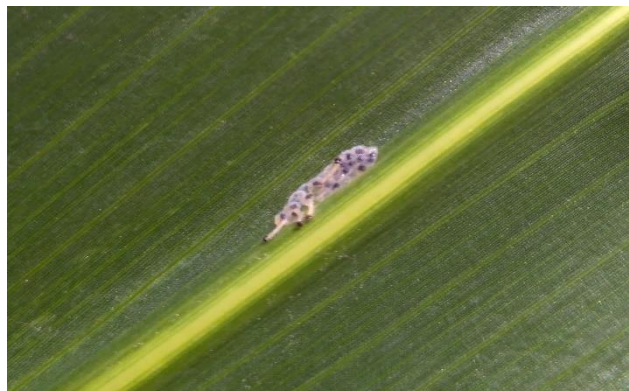
основної кормової культури, тому, метелики відкладають яйця на рослини кукурудзи, які перебувають у фазі цвітіння.



А



Б



В



Г



Д



Е

Рис. Стадії розвитку *Ostrinia nubilalis* Hbn та пошкодженість гусеницями різних частин рослин кукурудзи

А–імаго, Б–яйцекладка, В–відродження гусениць із яйця, Г–гусениці І віку, Д–пошкодження качана, Е–пошкодження стебла; (фото автора)

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

Результати обліків 2017–2019 рр. засвідчили, що заселеність рослин кладками яєць стеблового кукурудзяного метелика незначно відрізнялась між собою і становила: на ранньостиглих – 4,3 %; середньоранніх – 4,3 % і середньостиглих – 5,3 % (табл. 2). Щільність яйцекладок становила – 6,0, 6,4 та 7,1 шт./100 рослин

відповідно. За роки досліджень найбільшу кількість яйцекладок фітофага в порівнянні з всіма досліджуваними гібридами спостерігали на таких гібридах: ДН Меотида – 7,5, ДН Галатея – 8,7, Маххаліа (R.A.G.T.), ДН Дніпро – 10,2 та Моніка 350 МВ – 7,5 шт./100 рослин.

2. Заселеність і пошкодженість різних за стиглістю гібридів кукурудзи стебловим кукурудзяним метеликом (Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН»)

Назва гібриду	2017–2019 рр.		
	яйцекладок шт./100 рослин	заселено рослин кладками яєць, %	пошкоджено рослин, %
Ранньостиглі			
Почаївський 190 МВ	6,8	4,7	0,8
ДН Меотида	7,5	4,7	1,5
ДН Позитив	4,8	3,7	0,5
<i>середнє</i>	6,4	4,3	0,9
Середньоранні			
ДН Світязь	3,5	2,5	0,5
ДН Віта	5,3	4,2	1,2
ДН Галатея	8,7	6,0	2,2
Оржиця 237 МВ	6,7	5,0	1,8
ДКС 3472 (Монсанто)	3,3	2,7	1,2
Маххаліа (R.A.G.T.)	7,7	5,5	2,0
<i>середнє</i>	6,0	4,3	1,5
Середньостиглі			
ДН Дніпро	10,2	7,3	3,0
Моніка 350 МВ	7,5	5,8	2,7
ДН Аджамка	4,8	3,8	1,3
ДН Деметра	5,8	4,2	1,3
<i>середнє</i>	7,1	5,3	2,1
НІР ₀₅	3,0	2,5	2,8

Проте пошкодженість рослин гусеницями мала відчутну різницю.

Пошкодженість ранньостиглих гібридів була найменшою і становила

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

– 0,9 %; середньоранніх – 1,5 %; середньостиглих – 2,1 %, що більше ніж удвічі порівняно з ранньостиглими гібридами. Окрім того, відмічена і суттєва відмінність між гібридами в кожній із груп стиглості. Так, серед ранньостиглих гібридів найменше пошкоджувалися гібрид ДН Позитив (ФАО 170) (0,5 % рослин), найбільше – ДН Меотида (ФАО 190) (1,5 % рослин). Серед середньоранніх найменше пошкоджувався гібрид ДН Світязь (ФАО 250) – 0,5 %, найбільше ДН Галатея (ФАО 260) – 2,2 % рослин. В групі середньоранніх гібридів найменш пошкоджувалися гібриди ДН Аджамка (ФАО 320) і Деметра (ФАО 300) 1,3 %, значно більше пошкодженими були гібриди Моніка 350 МВ (ФАО 350) 2,7 % і ДН Дніпро (ФАО 300) 3 %.

Хочемо відмітити, що заселеність гібридів фітофагом у 2017 р. була дуже низькою, і становила від 0,5 до 4,0 %. Відсоток пошкоджених рослин відповідно був ще нижчим, для групи ранньостиглих гібридів кукурудзи він склав 0,3 %, для середньоранніх та середньостиглих – 0,5 %, у 2018 р. заселеність гібридів кукурудзи яйцекладками стеблового кукурудзяного метелика була в межах 5,8 – 7,3 %. Пошкодженість рослин гусеницями стеблового метелика для ранньостиглих гібридів склала 1,7 %, середньоранніх – 2,2 % та середньостиглих – 3,0 %. У 2019 році

відсоток заселених рослин склав 4,7–6,4, а пошкодженість рослин становила для середньоранніх – 1,8 %, середньостиглих – 2,7 % та ранньостиглих, як і в попередні роки була найнижчою і становила 0,8 %.

Таким чином, незначний рівень заселеності рослин кукурудзи стебловим метеликом в Лівобережному Лісостепу України ускладнює диференціацію гібридів за стійкістю проти шкідника методом порівняльної заселеності рослин фітофагом. Проте наявність даних щодо заселеності рослин кладками яєць і гусеницями дає можливість визначити такі типи стійкості як антиксеноз і антибіоз. Зменшення заселеності рослин кладками яєць у порівнянні з еталонним гібридом ДН Дніпро (10,2 шт./ 100 рослин) у відсотках дає змогу визначити бал стійкості за спеціальною шкалою табл. 1 за типом антиксеноз (непринадність рослин для відкладення яєць).

Різниця між заселеністю рослин кладками яєць та пошкодженістю їх гусеницями у відсотках дає можливість для визначення балу стійкості за типом антибіоз знову ж за даною шкалою. Адитивний бал стійкості дає змогу більш точно визначити рівень досліджуваних гібридів проти кукурудзяного стеблового метелика.

Аналіз даних таблиці 3 свідчить, що стійкість досліджуваних гібридів кукурудзи проти кукурудзяного

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

метелика за типом антиксеноз була Світязь (5,6 балів) і ДКС 3472 нижче середньої окрім гібридів ДН (Монсанто) (5,7 балів).

3. Визначення стійкості різностиглих гібридів кукурудзи проти кукурудзяного стеблового метелика за типам антиксеноз (2017–2019 рр.)

Гібриди	Яйцекладок шт./100 рослин	Зменшення до еталону, %	Стійкість, бал
Ранньостиглі			
Почаївський 190 МВ	6,8	33,3	3,6
ДН Меотида	7,5	26,5	3,3
ДН Позитив	4,8	52,9	4,8
<i>середнє</i>	6,4	37,6	3,9
Середньоранні			
ДН Світязь	3,5	67,5	5,6
ДН Віта	5,3	48,1	4,6
ДН Галатея	8,7	14,7	2,5
Оржиця 237 МВ	6,7	34,3	3,6
ДКС 3472 (Монсанто)	3,3	67,6	5,7
Маххаліа (R.A.G.T.)	7,7	24,5	3,2
<i>середнє</i>	6,0	42,5	4,3
Середньостиглі			
ДН Дніпро*	10,2	0	1,0
Моніка 350 МВ	7,5	26,5	3,3
ДН Аджамка	4,8	52,9	4,8
ДН Деметра	5,8	43,1	4,3
<i>середнє</i>	7,1	40,8	4,1

*Еталон – середньостиглий гібрид кукурудзи ДН Дніпро

Щодо антибіозу (пригнічення розвитку фітофага) (табл. 4) то окрім гібриду Моніка 350 МВ (4,8 бала) решта досліджуваних гібридів відзначились стійкістю вище середньої (5 балів). Причому ранньостиглі гібриди мали стійкість від 6,8 бала (5,7–7,5 балів). Найбільший бал стійкості належить гібриду кукурудзи ДН Позитив 7,5 бала. Дещо нижчий рівень стійкості

5,6 (5,1–6,9) балів притаманний групі середньоранніх гібридів. Найбільш високий рівень стійкості з цієї групи має гібрид ДН Світязь (6,9 балів). Трохи поступалися рівнем стійкості середньостиглі гібриди 5,4 (від 4,8–5,8) бали. Серед яких найбільш високий рівень стійкості має ДН Деметра (5,8 балів), найнижчий – Моніка 350 МВ (4,8 балів).

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

4. Визначення стійкості різностиглих гібридів кукурудзи проти кукурудзяного стеблового метелика за типам антибіоз (2017–2019 рр.)

Гібриди	Заселено рослин кладками яєць, %	Пошкоджено рослин, %	Зменшення пошкодження до кладок, %	Стійкість, бал
Ранньостиглі				
Почаївський 190 МВ	4,7	0,8	82,9	7,1
ДН Меотида	4,7	1,5	68,1	5,7
ДН Позитив	3,7	0,5	86,5	7,5
<i>середнє</i>	4,3	0,9	79,1	6,8
Середньоранні				
ДН Світязь	2,5	0,5	80,0	6,9
ДН Віта	4,2	1,2	71,4	5,9
ДН Галатея	6,0	2,2	63,3	5,5
Оржиця 237 МВ	5,0	1,8	64,0	5,5
ДКС 3472 (Монсанто)	2,7	1,2	55,5	5,1
Маххаліа (R.A.G.T.)	5,5	2,0	63,6	5,5
<i>середнє</i>	4,3	1,5	65,1	5,6
Середньостиглі				
ДН Дніпро	7,3	3,0	58,9	5,3
Моніка 350 МВ	5,8	2,7	53,4	4,8
ДН Аджамка	3,8	1,3	65,7	5,6
ДН Деметра	4,2	1,3	69,0	5,8
<i>середнє</i>	5,3	2,1	60,3	5,4

Маючи оцінку щодо типів стійкості антиксеноз і антибіоз доцільно визначити адитивний рівень стійкості досліджуваних гібридів (антиксеноз + антибіоз): 2. Це більш повна характеристика рівня стійкості досліджуваних гібридів, дані наведені в таблиці 5.

За адитивним рівнем стійкості в групі ранньостиглих гібридів вище середньої стійкості мали ДН Почаївському (5,4 балів) і ДН Позитив (6,2 балів), нижче середньої – ДН Меотида (4,5 бали). В групі середньоранніх стійким виявся ДН Світязь (6,3 бали) та вище середньої

стійкості мали гібриди ДН Віта і ДКС 3472 (Монсанто) 5,3 та 5,4 балів відповідно. Мають стійкість нижче середньої ДН Галатея (4,0 бали), ДН Оржиця (4,6 бали) і Маххаліа (R.A.G.T.) (4,4 бали). В групі середньостиглих рівень стійкості вище середнього мають ДН Аджамка (5,2 бали) і ДН Деметра (5,1 бали).

Щодо типу стійкості ухилення то ранньостиглі гібриди менше пошкоджувались ніж середньоранні і середньостиглі. Низький фон чисельності метелика і наявність інших фітофагів, період шкідливості яких співпадає з кукурудзяним

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

стебловим метеликом унеможливорює визначення типу стійкості толерантність.

5. Адитивна стійкість гібридів кукурудзи проти стеблового кукурудзяного метелика (2017–2019 рр.)

Гібриди	Бал стійкості за антиксенозом	Бал стійкості за антибіозом	Адитивна стійкість, бал
Ранньостиглі			
Почаївський 190 МВ	3,6	7,1	5,4
ДН Меотида	3,3	5,7	4,5
ДН Позитив	4,8	7,5	6,2
<i>середнє</i>	3,9	6,8	5,4
Середньоранні			
ДН Світязь	5,6	6,9	6,3
ДН Віта	4,6	5,9	5,3
ДН Галатея	2,5	5,5	4,0
Оржиця 237 МВ	3,6	5,5	4,6
ДКС 3472 (Монсанто)	5,7	5,1	5,4
Маххаліа (R.A.G.T.)	3,2	5,5	4,4
<i>середнє</i>	4,3	5,6	5,0
Середньостиглі			
ДН Дніпро	1,0	5,3	3,1
Моніка 350 МВ	3,3	4,8	4,1
ДН Аджамка	4,8	5,6	5,2
ДН Деметра	4,3	5,8	5,1
<i>середнє</i>	4,1	5,4	4,8

Висновки і перспективи. За результатами проведених обліків впродовж 2017–2019 рр. в Лівобережному Лісостепу України встановлено, що заселеність різностиглих гібридів кукурудзи кладками яєць стеблового кукурудзяного метелика незначно відрізнялась між собою і становила: на ранньостиглих – 4,3 %; середньоранніх – 4,3 % і середньостиглих – 5,3 %. Проте пошкодженість рослин гусеницями фітофага мала відчутну різницю. Пошкодженість ранньостиглих гібридів була найменшою і становила – 0,9 %; середньоранніх – 1,5 %; середньостиглих – 2,1 %, що більше ніж удвічі порівняно з ранньостиглими гібридами.

Наявність даних щодо кількості яйцекладок шкідника на гібридах кукурудзи та заселеність ними і пошкодженості гусеницями рослин дала можливість визначити два типи стійкості: антиксеноз і антибіоз.

Аналіз даних 2017–2019 свідчить, що стійкість досліджуваних гібридів кукурудзи проти кукурудзяного метелика за типом антиксеноз була нижче

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

середньої окрім гібридів ДН Світязь (5,6 балів) і ДКС 3472 (Монсанта) (5,7 балів).

Щодо стійкості за типом антибіозу (пригнічення розвитку фітофага), то окрім гібриду Моніка 350 МВ (4,8 бала) решта досліджуваних гібридів відзначились стійкістю вище середньої (5 балів). Найбільші бали стійкості належали таким гібридам кукурудзи: ДН Позитив (ранньостиглий) 7,5 бала, ДН Світязь (середньоронний) 6,9 балів. Трохи поступалися рівнем стійкості середньостиглі гібриди 5,4 (від 4,8–5,8) бали. Серед яких найбільш високий рівень стійкості має ДН Деметра (5,8 балів).

Маючи оцінку щодо типів стійкості антиксеноз і антибіоз, ми визначили адитивний рівень стійкості досліджуваних гібридів, що дає змогу більш повно охарактеризувати стійкість різностиглих гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. За адитивним рівнем стійкості в групі ранньостиглих гібридів вище середньої стійкості мали ДН Почаївському (5,4 балів) і ДН Позитив (6,2 балів), нижче середньої – ДН Меотида (4,5 бали). В групі середньоронних стійким виявся ДН Світязь (6,3 бали) та вище середньої стійкості мали гібриди ДН Віта і ДКС 3472 (Монсанта) 5,3 та 5,4 балів відповідно. Мають стійкість нижче середньої ДН Галатея (4,0 бали), ДН Оржиця (4,6 бали) і Маххаліа (R.A.G.T.) (4,4 бали). В групі середньостиглих рівень стійкості вище середнього мають ДН Аджамка (5,2 бали) і ДН Деметра (5,1 бали).

Отже, з метою підвищення ефективності захисних заходів та уникнення можливих негативних наслідків при застосуванні інсектицидів у період формування молочно-воскової стиглості зерна кукурудзи необхідно більш широко використовувати стійкі гібриди кукурудзи та поглиблювати вивчення щодо механізмів стійкості рослин проти шкідників. Тому, дослідження стійкості сучасних гібридів, а особливо вітчизняних, проти стеблового кукурудзяного метелика є надзвичайно актуальним і свідчить про реальну можливість вирішення проблеми захисту рослин від цього фітофагів за допомогою використання стійких гібридів.

Список використаних джерел

1. В Україні прогнозується збільшення площ під кукурудзою SuperAgronom.com. 2019. Електрон. ресурс URL: <https://superagronom.com/news/9207-v-ukrayini-prognozuetsya-zbilshennya-plosch-pid-kukurudzoyu> (дата звернення 20.02.20)
2. Bereś P., Konefał T. Distribution range of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on maize in 2004–2008 in Poland. *Journal of Plant Protection Research*. 2010. 50.(3). P. 327–334.

3. Бахмут О. О. Комплексна шкодочинність фітофагів кукурудзи в умовах південно-західного Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2007. Вип. 53. С. 22–28.
4. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование; под ред. Д. Шпар. Киев: Издательский дом «Зерно». 2012. С. 464.
5. Ентомологія: підручник; за ред. В. П. Федоренка. Київ: Фенікс, Колобіг, 2013. 344 с.

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

6. Фролов А. Н., Фролова Т. А., Гаркушка В. Г., Царегородцева О. Е. Кукурузный мотылек: заселенность растений и урожай зерна кукурузы. *Агро XXI*. 1999. № 1. С. 14–15.

7. Бахмут О.О. Кукурудзяний метелик. Стійкість нових гібридів і сортів культури щодо його пошкоджень. *Захист рослин*. 2001. №9. С. 14–15.

8. Колесников Л. О., Васильев А. А. Стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn) и его вредность на промышленных посевах современных гибридов кукурузы. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. №. 1–2. С. 34–37.

9. Довгань С.В. Моделі прогнозу розвитку та розмноження фітофагів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 208 с.

10. Круть М. В. Успіх боротьби з кукурудзяним метеликом. *Пропозиція*. 2005. № 4. С. 92.

11. Трибель С. О., Стригун О. О., Бахмут О. О. та ін. Шкідники кукурудзи. Київ: Колобіг, 2009. 52 с.

12. Неверовська Т., Грикун О, Бахмут О. Шкідники – важлива складова фітосанітарного стану кукурудзяного поля. *Спецпроект видання агробізнес сьогодні*. Здоров'я рослин: кукурудза. 2013. С. 36–58.

13. Переверзев Д.С. Сортотвоя устійчивость кукурудзы и снижение вредоносности стеблевого мотылька. *Труды ВИЗР*. 1976. Вып.48. С. 102–106.

14. Кузьминський А. В. Стійкість гібридів кукурудзи до лускокрилих шкідників. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2013. №. 4. С. 132–135.

15. Шапиро И. Д., Переверзев Д. С., Шура-Бура Г. Б. Методические указания для полевой оценки устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку Ленинград, *ВИЗР*. 1971. 12с.

16. Razze, J. M., C. E. Mason. Dispersal behavior of neonate European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt corn. *Journal of economic entomology*. 2012. 105.4. P 1214–1223.

17. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів: Навчальний посібник ; за ред. В.К. Пантелєєва. Харків: Еспада, 2005. 672с.

18. Стригун О. О. Стійкість сортів пшениці озимої та їх використання проти шкідників в інтегрованому захисті в Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.г. наук: 16.00.10. / Інститут захисту рослин НААН. Київ, 2016. 45 с.

References

1. V Ukraini prohnouzietsia zbilshennia ploshch pid kukurudzoiu. [In Ukraine, it is projected to increase the area under corn]. SuperAgronom.com. Available at: <https://superagronom.com/news/9207-v-ukrayini-prognouyetsya-zbilshennya-ploshch-pid-kukurudzoiu>

2 Bereś P., Konefał T. (2010). Distribution range of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on maize in 2004–2008 in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, 50 (3), 327–334.

3. Bakhmut O. O. (2007) Kompleksna shkodochynnist fitofahiv kukurudzy v umovakh pivdenno-zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Complex harmfulness of corn phytophages in the southwestern forest-steppe of Ukraine]. *Protection and quarantine of plants*, 53. 22–28.

4. Shpar, D. ed. (2012). Kukuruz: vyrashchivaniye, uborka, khraneniye i ispol'zovaniye [Corn: growing, harvesting, storage and use]. Kiev: Zerno, 464.

5. Fedorenko, V. P ed. (2013). Entomolohiia: pidruchnyk [Entomology: a textbook]. Kiev: Feniks, Kolobih, 344.

6. Frolov A. N., Frolova T. A., Garkushka V. G., Tsaregorodtseva O. Ye. (1999). Kukuruznyy motylek: zaselennost' rasteniy i urozhay zerna kukuruzy [The European corn borer: plant settlement and the corn crop]. *Агро XXI*, 1, 14–15.

7. Bakhmut O.O. (2001). Kukurudziyani metelyk. Stiikist novykh hibrydiv i sortiv kultury shchodo yoho poshkodzhen [The European corn borer. Immunity of new hybrids and varieties to his damage]. *Plant protection*, 9, 14–15.

8. Kolesnikov L. O., Vasil'yev A. A. (2017). Steblevoy motylek (*Ostrinia nubilalis* Hbn) i yego vrednost' na promyshlennykh posevakh sovremennykh gibridov kukuruzy [The European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn) and its harmfulness on industrial corn

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

crops]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 1–2, 34–37.

9. Dovhan S.V. (2009). Modeli prohnozu rozvytku ta rozmnozhenia fitofahiv [Models for predicting the development and reproduction of phytophages]. Kherson: Ailant, 208.

10. Krut M. V. (2005). Uspikh borotby z kukurudzianym metelykom [Success of the fight against The European corn borer]. Offer, 4, 92.

11. Trybel S. O., Stryhun O. O., Bakhmut O. O. ta in. (2009). Shkidnyky kukurudzy [Pests of corn]. Kiev: Kolobih, 52.

12. Neverovska T., Hrykun O, Bakhmut O. (2013). Shkidnyky – vazhlyva skladova fitosanitarnoho stanu kukurudzianoho polia [Pests are an important component of the phytosanitary state of the corn field]. Special project of agribusiness today. Plant health: Corn. 36–58.

13. Pereverzev D.S. (1976). Sortovaya ustoychivost' kukurudzy i snizheniye vredonosnosti stblevogo motyl'ka [Varietal immunity of corn and reduction of harmfulness the European corn borer]. All-Russian research Institute of plant protection, 48, 102–106.

14. Kuzmynskiy A. V. (2013). Stiikist hibrydiv kukurudzy do luskokrylykh shkidnykiv [Resistance of corn hybrids to

Lepidoptera pests]. Bulletin Of the Institute of agriculture of the steppe zone, 4, 132–135.

15. Shapiro I. D., Pereverzev D. S., Shura-Bura G. B. (1971). Metodicheskiye ukazaniya dlya polevoy otsenki ustoychivosti kukuruzy k stblevomu motyl'ku [Guidelines for field assessment of corn resistance to the European corn borer]. Leningrad: All-Russian research Institute of plant protection, 12.

16. Razze, J. M., C. E. Mason. (2012) Dispersal behavior of neonate European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt corn. Journal of economic entomology 105.4. 1214–1223.

17. Pantieliieieva V.K. ed. (2005). Zakhyst zlakovykh i bobovykh kultur vid shkidnykiv, khvorob i bur'ianiv: Navchalnyi posibnyk [Protection of grain and leguminous crops from pests, diseases and weeds: Textbook]. Kharkov: Espada, 672.

18. Stryhun O. O. (2016). Stiikist sortiv pshenytsi ozymoi ta yikh vykorystannia proty shkidnykiv v intehrovanomu zakhysti v Lisostepu Ukrainy [Stability of winter wheat varieties and their use against pests in integrated protection in the forest-Steppe of Ukraine]. Institute of plant protection, National Academy of agricultural Sciences of Ukraine. Kiev,.– 45 s.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРОТИВ СТЕБЛЕВОГО КУКУРУЗНОГО МОТИЛЬКА (OSTRINIA NUBILALIS HBN.)

А. А. Стригун, Ю. Н. Ляска

Аннотация. Известно, что основным вредителем кукурузы в Лесостепи Украины является стеблевой кукурузный мотылек, потери от которого достигают 12–25 %. Поэтому, поиск иммунных гибридов кукурузы к этому фитофагу имеет чрезвычайную актуальность. В 2017–2019 гг. Для анализа на устойчивость использовали 11 гибридов кукурузы различных групп спелости селекции Института зерновых культур НААН и два гибрида иностранной селекции. Установлено, что поврежденность раннеспелых гибридов кукурузы гусеницами вредителя была наименьшей и составила – 0,9 %; среднеранних – 1,5 %; среднеспелых – 2,1 %, что больше чем вдвое по сравнению с раннеспелыми гибридами. Система учетов численности и заселенности растений кладками яиц и поврежденности гусеницами стеблевого кукурузного мотылька позволила определить два типа устойчивости (антибиоз и антиксеноз), установить наличие устойчивых среди исследуемых гибридов, а именно среди раннеспелых

Стригун О. О., Ляска Ю. М.

гибридов это Почаевский 190 МВ (5,4 балла), ДН Позитив (6,2 баллов; среди среднеранних имеются устойчивые – ДН Свитязь (6,3 балла), ДН Вита (5,3 балла) и ДКС 3472 (Монсанто) (5,4 балла). Исследование механизмов устойчивости современных гибридов различных групп спелости против стеблевого кукурузного мотылька свидетельствует о реальной возможности решения проблемы защиты кукурузы от этого фитофагов посредством использования устойчивых гибридов.

Ключевые слова: стеблевой кукурузный мотылек, гибриды кукурузы, устойчивость, антиксеноз, антибиоз, поврежденность растений, заселенность растений, яйцекладки

EVALUATION OF CORN HYBRIDS RESISTANCE AGAINST EUROPEAN CORN BORER (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.)

O. Strygun, Yu. Liaska

Abstract. The main corn pest in the Forest-Steppe zone of Ukraine is European corn borer. Crop losses from this pest account for 12–25%. Therefore, the search of immune hybrids of corn to this phytophage is extremely important. 11 corn hybrids of different stages of maturing selected by GU Institute of grain crops NAAS of Ukraine and 2 hybrids of foreign selection were using for resistance analyzes In 2017–2019. The damage of early maturing corn hybrids by phytophagous caterpillars was the lowest – 0,9%; middle-early maturing – 1,5%; middle maturing – 2,1%, which is more than double compared to the early maturing ripening hybrids, was found. The system of number accounting and population of plants by eggs and damage by caterpillars of the European corn borer made possible to identify two types of resistance (antibiosis and antixenosis), and to establish the presence of resistant among the studied hybrids, namely, among early maturing hybrids Pochaivskiy 190 MB (5,4 points), DN Positiv (6,2 points); there are persistent ones among the middle-early ones - DN Svityaz (6,3 points), DN Vita (5,3 points) and DKS 3472 (Monsanto) (5,4 points). The study of the resistance of modern different maturing stage hybrids against the European corn borer testifies to the real possibility of solving the problem of plant protection against this phytophage by the use of resistant hybrids.

Key words: European corn borer, corn hybrids, resistance, antibiosis, antixenosis, plant damage, eggs

**ІНДИКАЦІЙНІ СТРЕСОВІ ІНДЕКСИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ
ДЛЯ РІПАКУ ОЗИМОГО****Н. А. ПАСІЧНИК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент**В. П. ЛИСЕНКО**, доктор технічних наук, професор**А. В. БИКІН**, доктор сільськогосподарських наук, професор**О. О. ОПРИШКО**, кандидат технічних наук, доцент**Національний університет біоресурсів та природокористування України**

E-mail: N.Pasichnyk@nubip.edu.ua; ozon.kiev@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.007>

Анотація. Стреси технологічного характеру є актуальним викликом у вирощуванні озимих культур, зокрема ріпаку, у промисловому виробництві з використанням агрохімії та засобів захисту рослин. Ефективні реанімаційні заходи можливі лише на початкових етапах вегетації, а тому потребують достовірної й доступної інформації про стан посівів. Метою роботи стала розробка індексу за результатами аналізу цифрових знімків із високою розподільчою здатністю, отриманих із використанням БПЛА, для ідентифікації стресів технологічного характеру. У польових дослідженнях встановлено, що на вражених ділянках рослини мають аномальне забарвлення двох нижніх листків, а саме жовтого і червоного кольорів. Використання монохроматичних зображень кожного зі спектральних каналів виявилось недостатнім для виділення таких листків. Тому для ідентифікації вражених рослин було запропоновано використовувати образ об'єкту, заснований на співвідношенні кількох каналів одночасно, що дозволило розрізнити вражені та здорові рослини, ґрунт, рослинні залишки. За результатами досліджень вперше було запропоновано новий клас спеціальних індексів, здатних в оптичному діапазоні ідентифікувати технологічний характер стресу для ріпаку озимого. Встановлено, що індекс $RLrg$, заснований на використанні червоного та зеленого каналів, забезпечує вибірковість щодо ідентифікації листків із аномальним забарвленням, ґрунту та зелених листків рослин. Завдяки використанню червоного і зеленого каналів $RLrg$ потенційно може бути адоптований для найбільш поширеного промислового мультиспектрального обладнання. Індекс $RLrgb = 2R - G - B$, за нижчої чутливості щодо ідентифікації червоних листків та ґрунту, здатний окремо ідентифікувати червоні та жовті листки, а також різницю між зеленими листками вражених і здорових листків ріпаку.

Ключові слова: ріпак, технологічний стрес, живлення рослин, індикаційні індекси, БПЛА

Актуальність.	Технології	інформації про стан вегетації рослин.
точного землеробства, що стають	Технічні рішення щодо моніторингу	
звичними у сучасному рослинництві,	були розроблені в минулому столітті	
потребують точної та оперативної	для супутників. Вегетаційні індекси	

створювалися на основі використання ґрунтової лінії і носили, здебільшого, індикативний характер щодо стану посівів [1, с. 4–14; 2, с. 754–757]. Для рослинників актуальним є не лише оцінка перспективи врожаю, а своєчасне встановлення причину стресу для прийняття рішення щодо технологічного втручання. Складність зазначеного обумовлена взаємодією факторів росту і розвитку рослин, описаною законом Мітчерліха-Тинемана-Бауле.

Згаданий закон стосувався сукупної дії природних факторів, проте може бути застосований до дій стресових чинників різного характеру. Здатність рослини протистояти стресовому фактору – імунітет – залежить, насамперед, від забезпечення її поживними речовинами і елементами, адже саме вони формують потенціал фізіологічних і біохімічних процесів. Це один із ключових моментів щодо ідентифікації характеру стресу, що особливо важливо для технологічних стресів, зокрема фітотоксичної дії гербіцидів і інших хімічних сполук.

Для наземних досліджень щодо ідентифікації характеру стресу ефективною є листова діагностика. Проте такі дослідження слабо масштабуються для значних виробничих площ. Можливість визначення на знімках високої розподільчої здатності ґрунту та частин рослин, отриманих із використанням безпілотних

літальних апаратів (далі БПЛА), дозволить адаптувати технології листової діагностики для масштабного використання за умов конкурентоспроможної вартості досліджень. Стандартні вегетаційні індекси, розроблені для супутникових технологій, не придатні для цих потреб. Для практичних рішень потрібні спеціальні стресові індекси, що нівелюватимуть суб'єктивність і дозволять з високою надійністю ідентифікувати проблемні посіви.

Тому, розробка індикативного індексу за результатами аналізу цифрових знімків із високою розподільчою здатністю, отриманих шляхом використання БПЛА для ідентифікації стресів технологічного характеру є актуальною задачею, що і склало мету нашої роботи.

Стан питання. На початкових етапах вегетації, коли площа куполу рослини є відносно малою, на знімку поряд із насадженнями фіксується ґрунт і інші об'єкти, зокрема рослинні рештки, опале листя тощо. Для ідентифікації рослин в оптичному діапазоні у роботах [3, с. 43–52] та [4, с. 105–114] було запропоновано спеціальні індекси $ExG = (2G - R - V) / (R + G + V)$ та $MNVI = 2G - 2B - 2.4R$. Особливістю таких індексів є те, що додатне значення індексу означає приналежність відповідного пікселя зображення рослині, а від'ємне – ґрунту. Оскільки спектральні параметри рослин індивідуальні для кожної культури та сорту, до того ж

Пасічник Н. А., Лисенко В. П., Бикін А. В., Опришко О. О.

колір вражених частин відрізняється від загального, для якісного визначення спектральної характеристики зображення використовують еталонні зразки. У роботі [5, с. 105-223] було визначено мінімально можливий та бажаний розміри еталону, що для оптичного діапазону складали 13×13 та 23×23 пікселів відповідно.

Матеріал і методи досліджень.

Полеві дослідження проводились 10.11.2019 у Бориспільському районі на виробничих посівах ріпаку озимого, гібрид ДК Імплемент КЛ (координати дослідного поля $50^{\circ}16' N$, $30^{\circ}58' E$). У межах дослідної ділянки поля попередниками були дві культури – пшениця озима і картопля рання. Різні технологічні карти і режими живлення попередників зумовили істотну різницю фону для ріпаку, сівба якого проводилась 16.08.2019 р.

Інтенсивний прояв стресу як в осінній період, так і за відновлення весняної вегетації, зафіксовано на частині поля після посівів пшениці. Фотозйомку здійснювали з використанням камери SM-J600F.

За даними метеостанції Бориспільського аеропорту, що знаходиться на відстані до 10 км від дослідних ділянок, температурні умови були сприятливими для культивування ріпаку. На полі проводили супутні наземні дослідження. Зокрема, щільність ґрунту оцінювали за допомогою цифрового пенетрометра DATAFIELD із GPS позиціонуванням. Було встановлено, що на обох ділянках наявне некритичне ущільнення шару ґрунту під ріллею.

Обробку результатів цифрової фотозйомки формату jpeg здійснювали в програмі MathCad [6, с. 244-250].

Результати дослідження та їх обговорення. Візуальним обстеженням дослідних ділянок було встановлено (рис. 1):

- різницю в габаритах між здоровими рослинами і враженими, зумовлену стресом технологічного характеру;
- забарвлення нижніх листків ріпаку в червоний і жовтий і проміжні кольори.



Рис. 1. Посіви ріпаку озимого (2019.11.10), де пунктирною лінію показано межу між ділянками: 1 - із ознаками стресу технологічного характеру, 2 - непошкоджені посіви

Найбільш перспективним для вибіркової щодо визначення стресів саме технологічного характеру є фіксація аномального забарвлення листків. Спектральному аналізу піддавали зразки листків червоного,

жовтого і перехідних кольорів, а також зелені верхні листки вражених і непошкоджених рослин. Окремо аналізували зразки ґрунту із рослинними рештками. Отримані результати наведені на рис. 2.

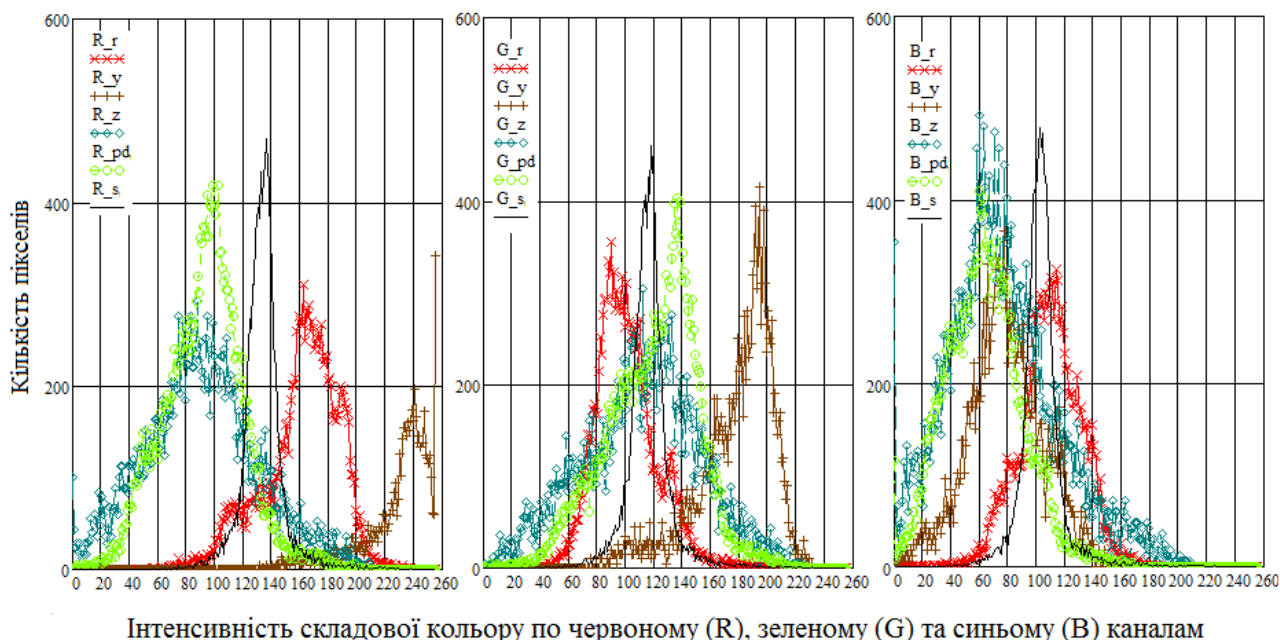


Рис. 2. Залежність для дослідних ділянок кількості пікселів від інтенсивності складової кольору: де г – червоний та у - жовтий листки, зелені листки від рд вражених та z непошкоджених рослин, s – рілля з рослинними рештками

Отримані результати засвідчать, що саме червоний канал в оптичному діапазоні найбільш придатний для ідентифікації аномального забарвлення листків ріпаку, що є індикатором стресу технологічного характеру. Так, для червоного каналу зелені листки відносились до діапазону 0-210, червоні 70-230, жовті 140-255, а ґрунт – до 90-180. Тобто, жовті листки можна досить точно ідентифікувати, оскільки в сумісному діапазоні 150-160 червоного каналу було зафіксовано до 4 % пікселів зелених листків і до 6 % жовтих. Визначення червоного листка за таким принципом виявилось невдалим через істотний збіг спектральних показників за умов використання монохромних зображень. Для найбільш придатного червоного каналу при значеннях

інтенсивності складової кольору на діапазон 100-140 припадає близько 30% і 8% пікселів зелених і червоних листків відповідно.

Для впевненої ідентифікації листків жовтого і червоного кольорів пропонується застосувати образ об'єкту, що враховує кілька спектральних каналів одночасно. Врахувавши найбільш розповсюджені спектральні канали оптичного діапазону наявного на ринку промислового мультиспектрального обладнання для моніторингу посівів (Slantrange та Parrot SEQUOIA), окремо розглядали комбінацію трьох RGB та двох RG каналів. На рис.3 наведено результати розподілу кількості пікселів для двох запропонованих індексів $RL_{rgb} = 2R - G - B$ та $RL_{rg} = R - G$.

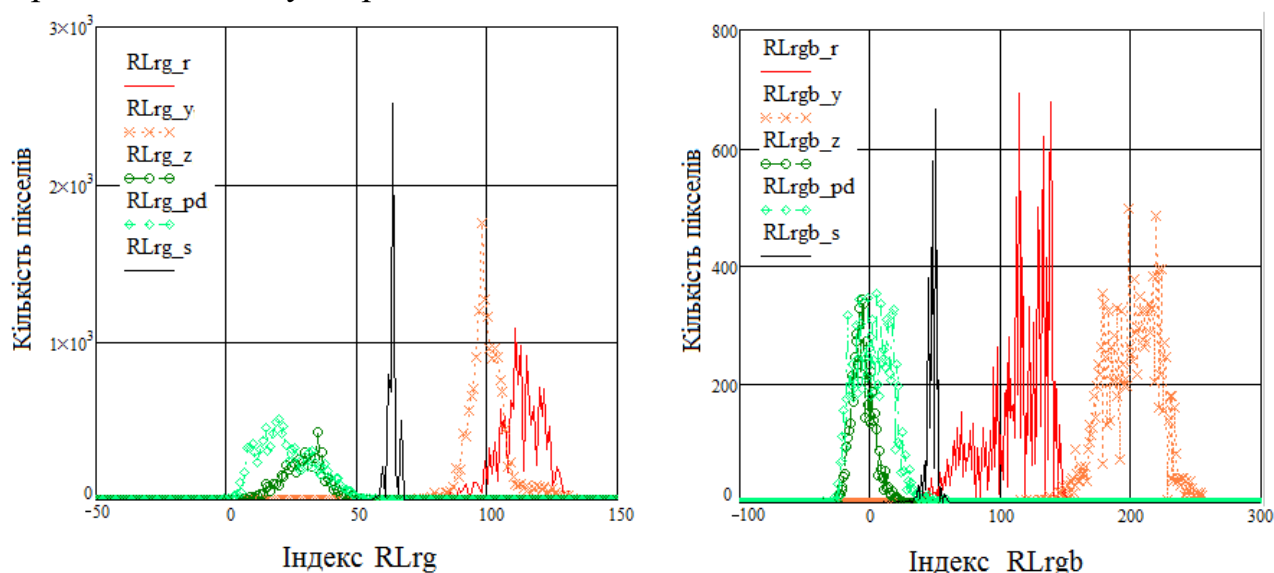


Рис. 3. Залежність для дослідних ділянок кількості пікселів від величин індексів RL_{rg} та RL_{rgb} : де r – червоні листки, y – жовті листки, від pd – зелені листки вражених рослин, z – зелені листки непошкоджених рослин, s – ґрунт із рослинними рештками

Серед запропонованих індексів краща чутливість щодо ідентифікації листків червоного та жовтого кольорів належить індексу RL_{rg} . Тобто значення індексу понад 75 свідчать про наявність стресів технологічного характеру. Індекс RL_{rgb} за дещо гіршої вибіркості щодо ідентифікації вражених листків та ґрунту дозволяє виокремити листки червоного та жовтого кольорів, що є перспективним для інтерпретації причин стресу. Окрім того, для ріпака озимого встановлено, що розподіл пікселів зелених листків у вражених і здорових рослинах розміщений в діапазоні 32 та 15 додатніх значень індексу RL_{rgb} відповідно. Оскільки для здорових та вражених рослин мінімальне значення індексів RL_{rgb} для зелених листків виявилось однаковим, цю особливість можна використовувати як додаткову для ідентифікації технологічного стресу ріпаку.

Напрямок подальших досліджень. В універсальних фотокамерах оптичного діапазону можливе накладання спектральних каналів, чого немає в

References

1. Lichtenthaler, Hartmut K. (1996) Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. Journal of Plant Physiology. Vol.148. №1-2. P. 4-14.
2. Main, Russell, Main, Russell; Cho, Moses Azong; Mathieu, Renaud; O'Kennedy, Martha M.; Ramoelo, Abel; Koch, Susan (2011) An investigation into robust spectral indices for leaf chlorophyll estimation. ISPRS

мультиспектральних промислових. Таким чином, створений індекс RL_{rgb} потрібно перевірити на ефективність для цього обладнання.

Висновки:

Вперше запропоновано новий клас спеціальних індикаційних індексів, здатних ідентифікувати стреси технологічного характеру для ріпаку озимого. Такі індекси зручні для проведення моніторингу та автоматизованої обробки даних. Встановлено, що індекс $RL_{rg} = R - G$ забезпечує вибіркості щодо ідентифікації листків із аномальним червоним та жовтим забарвленням, ґрунту та зелених листків рослин. Оскільки при цьому використовується червоний та зелений канали, RL_{rg} потенційно може бути адоптований для найбільш поширеного промислового мультиспектрального обладнання. Індекс $RL_{rgb} = 2R - G - B$, за нижчої чутливості щодо ідентифікації червоних листків та ґрунту, здатний окремо ідентифікувати червоні та жовті листки, а також різницю між зеленими листками вражених і здорових листків ріпаку.

Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. 66. P.751-761.

3. J. J.Torres-Sánchez, F.López-Granados, J.M.Peña (2015) An automatic object-based method for optimal thresholding in UAV images: Application for vegetation detection in herbaceous crops. Computers and Electronics in Agriculture, 114, 43–52, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.03.019>.
4. Xiuliang Jin, Shouyang Liu, Frédéric Baret, Matthieu Hemerlé, Alexis

Пасічник Н. А., Лисенко В. П., Бикін А. В., Опришко О. О.

Comar (2017) Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery Remote Sensing of Environment, 198, 105-114, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.007>.

5. Hengbiao Zheng, Xiang Zhou, Jiaoyang He, Xia Yao, Tao Cheng, Yan Zhu, Weixing Cao, Yongchao Tian (2020) Early season detection of rice plants using RGB, NIR-

G-B and multispectral images from unmanned aerial vehicle (UAV). Computers and Electronics in Agriculture, 169, 105223, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105223>.

6. N.A. Pasichnyk, O.O. Opryshko, D.S. Komarchuk, V.O. Miroshnyk (2019) Experience in using mathcad to analyze data from UAVS for remote sensing of crops. Roslynnystvo ta gruntoznavstvo 286. 244-250.

INDICATION STRESS INDICES OF TECHNOLOGICAL NATURE FOR WINTER RAPES

N. A. Pasichnyk, V. P. Iysenko, A. V. Bykin, O. O. Opryshko

Abstract. According to the results of research, for the first time a new class of specialized indices for UAVs has been proposed, which are able to identify the technological nature of stress for winter rape in the optical range. It was found that the RLrg index, based on the use of red and green channels, provides selectivity for the identification of leaves with abnormal color, soil and green leaves of plants. Due to the use of red and green channels, RLrg can potentially be adapted for the most common industrial multispectral equipment. The index RLrgb = 2R - G - B, with a lower sensitivity to the identification of red leaves and soil, is able to separately identify red and yellow leaves, as well as the difference between the green leaves of affected and healthy rapeseed leaves.

The aim of the work was to develop an index based on the results of analysis of digital images with high resolution, obtained using UAVs, to identify technological stresses. In field studies, it was found that the affected areas of the plant have an abnormal color of the two lower leaves, namely yellow and red. The use of monochromatic images of each of the spectral channels was insufficient to isolate such leaves. Therefore, to identify the affected plants, it was proposed to use the image of the object, based on the ratio of several channels simultaneously, which allowed to distinguish between affected and healthy plants, soil, plant remains.

Key words: rapeseed, technological stress, plant nutrition, indication indices, UAV

**ПРОЯВ І МІНЛИВІСТЬ БІОМЕТРИЧНИХ ОЗНАК У
ЛІНІЙ–БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА
ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ПЛАЗМ ПРИ ЗРОШЕННІ**

Т. Ю. МАРЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Ю. О. ЛАВРИНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

А. В. ТИЩЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

П. П. ЗАБАРА, аспірант

Інститут зрошуваного землеробства НААН України

E-mail: tmarchenko74@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.008>

***Анотація.** Встановлено прояв і мінливість ознак «висота рослини» та «висота кріплення качана» у ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм. Визначено рівень гетерозису у новостворених тесткросів в умовах зрошення. Встановлено залежності біометричних показників та їх співвідношення з урожайністю зерна у тест гібридів, що отримані за участі новостворених вихідних форм різних зародкових плазм.*

Показник генотипової мінливості (V_d) був вищим, ніж показник мінливості модифікаційної, що вказує на високий рівень генотипового різноманіття серед ліній-батьківських компонентів та на високий рівень стабільності показника «висота рослини». Стабільність прояву ознаки вказує на достатній рівень досягнення гомозиготності нового вихідного матеріалу.

Дослідження проводили протягом 2015–2019 рр. на дослідному полі ІЗЗ НААН, згідно загальновизнаних методик проведення польового дослідження та методичних рекомендацій. Використовували наступні методи: загальнонаукові, спеціальні, порівняльно-аналітичний, регресійний, інформаційно-логічного аналізу та математичного моделювання.

Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показали, що для середньоранньої групи, у фазі припинення лінійного росту, оптимальною є висота рослин 235–265 см, урожайність зерна при цьому становить 12,98–13,81 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 15,17–15,82 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимальна висота рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 15 т/га) знаходиться в межах від 270 до 280 см. Встановлена невисока стабільна позитивна кореляційна залежність між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи ($r = 0,361$), що пов'язано з підвищенням висоти рослин зі зростанням тривалості періоду вегетації. Не встановлена прямолінійна залежність між врожайністю та індексом співвідношення висоти кріплення

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

качана до висоти рослин. Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450. Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини генетично зумовлена ознака, що добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватись для складання опису та характеристики нового матеріалу.

Ключові слова: *лінії–батьківські компоненти, генетичні плазми, гібриди, кукурудза, висота рослин, висота прикріплення качана, урожайність, зрошення*

Актуальність. У зв'язку з інтенсифікацією робіт по розширенню нового вихідного матеріалу для селекції гібридів кукурудзи виникає потреба в універсальних та інформативних ознаках, які б дозволяли швидко та достовірно оцінювати переваги та недоліки селекційного матеріалу [1].

Однією із таких ознак для кукурудзи є висота рослин. Вона пов'язана з такими основними морфобіологічними характеристиками цієї культури: тривалість вегетаційного періоду, продуктивність, висота кріплення качана. Остання є важливою характеристикою гібридів та ліній для придатності до механізованого збирання, що є невід'ємним компонентом енергоощадних технологій вирощування. Особливо важливою є ця ознака при селекції на скоростиглість, оскільки низькорослість ранньостиглих форм може бути перешкодою для механізованого збирання. Показник «висота рослини» для певного

генотипу кукурудзи не є константною величиною і коливається залежно від технологічних заходів, погодних умов, освітлення, температури повітря та ґрунту, сумою ефективних температур. Найбільший вплив на неї мають умови зволоження [2].

Висота рослин має тісний кореляційний зв'язок з тривалістю вегетаційного періоду селекційного зразка, проте – досить відносний із урожайністю зерна. У зв'язку з цим при доборі кращих генотипів ознака «висота рослин» не є пріоритетною, але є невід'ємною при комплексній оцінці кращих форм за господарсько-цінними показниками [3].

Менш різкі коливання висоти рослин можуть розглядатися як стійкість до стресових умов зовнішнього середовища, оскільки вона пов'язана з адаптивністю і є одним із важелів регулювання гомеостазу рослинного організму. Особливої актуальності набирає це в умовах зони Степу. Низький показник мінливості за цією ознакою в роки недостатнього зволоження може

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

розглядатися як більш висока стійкість до умов посухи [4].

Мета досліджень. Встановити прояв і мінливість ознаки «висота рослини» у ліній–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм, визначити рівень гетерозису у новостворених тесткросів та визначити вплив морфометричних показників на рівень урожайності зерна в умовах зрошення.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводились на полях Інститут зрошуваного землеробства НААН протягом 2015–2019 рр. Об'єктом досліджень були самозапиленні лінії різних генетичних плазм, контрастних за групами стиглості та гібриди F_1 , що отримані від їх схрещування.

Основою для створення нового селекційного матеріалу були лінії різних генетичних плазм контрастні за групами стиглості (Lancaster, Iodent, Змішана, Reid (BSSS)). Гібриди вивчались у контрольному розсаднику. Повторність триразова, облікова площа – 9,8 м². Досліди проводились в умовах зрошення з рівнем РПВГ 80% НВ. Методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення та селекційних досліджень з кукурудзою [5, 6].

Результати дослідження та їх обговорення. Перед аналізом прояву і

мінливості ознаки «висота рослин» у F_1 гібридів доцільно проаналізувати характер прояву цієї ознаки у базових лінії (батьківських компонентів).

Найбільшими абсолютними показниками висоти рослин виділились лінії пізньої групи стиглості (ФАО 550), а саме: В73, Х84, Х908, Х902 (табл. 1).

У пізньостиглій групі батьківських форм була найбільша висота рослин (184,2 – 247,1 см). У ліній плазми Reid (BSSS), у середньому, зафіксовано перевищення ознаки у порівнянні з іншими групами зародкових плазм (237,0 – 245,1). Мінімальною вона була у ліній Х902 та Х908 і складала 230,4 см та 232,5 см відповідно.

У групи плазми Lancaster максимум був зафіксований у лінії Кр9698 (ФАО 420) – 219,7 см, мінімум – 158,7 см у середньостиглої лінії ДК296 (ФАО 250). Паратипова мінливість (V_m) ознаки була на низькому рівні, що свідчить про достатній рівень гомозиготності та стабільність прояву ознаки в умовах зрошення.

Висота рослин плазми Iodent коливалась від 169,2 см у лінії Х22 (ФАО 250) до 208,9 см у лінії Х221 (ФАО 270).

Показник генотипової мінливості (V_g) у межах плазми Lancaster був на значно більшим, ніж показник

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

мінливості модифікаційної – 11,9% проти 0,8%. У групі плазми Iodent теж спостерігалася така ж тенденція – показник генотипової мінливості був на 6,4% більшим, ніж модифікаційної. Значення генотипової мінливості

серед батьківських форм в цілому було 12,9%, що свідчить про пріоритетність впливу генотипу на характер прояву досліджуваної ознаки та достатню різноманітність базових вихідних ліній.

1. Характеристика базових ліній (батьківських компонентів) за ознакою «висота рослин» (2018-2019 рр.)

Батьківський компонент	$\bar{X}$, см	$S_{\bar{X}}$, см	V_m , %	Lim, см	
				min	max
1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ДК296 (ФАО 250)	158,7	0,8	0,93	155,4	160,1
Х417 (ФАО 320)	169,1	0,9	0,91	165,4	170,1
ДК2/17-3 (ФАО 380)	176,9	1,0	1,01	174,1	179,1
Х33 (ФАО 380)	174,6	0,5	1,00	172,1	178,1
ДК633/266 (ФАО 390)	176,5	1,2	0,80	174,6	178,9
Х450 (ФАО 400)	216,8	0,9	0,62	214,3	218,9
Кр9698 (ФАО 420)	219,7	0,7	0,61	217,3	221,4
Х475 (ФАО 420)	191,2	0,6	0,80	188,7	193,4
Середнє	184,8	0,8	0,84		
Lim (min-max), см				155,4	221,4
V_g , %	11,9				
Iodent					
ДК205710 (ФАО 380)	179,9	1,0	0,78	177,4	182,3
ДК2221 (ФАО 250)	173,7	0,4	0,83	171,2	176,1
Х22 (ФАО 250)	169,2	1,3	0,85	167,8	172,2
Х221 (ФАО 270)	208,9	0,8	0,53	206,7	210,4
Кр2772 (ФАО 330)	173,8	0,8	1,07	171,3	176,2
ДК257131 (ФАО 350)	181,3	0,6	0,71	180,1	184,3
ДК411 (ФАО 420)	183,7	0,7	0,57	181,6	184,9
Середнє	181,8	0,8	0,76		
Lim (min-max), см				167,8	210,4
V_g , %	7,2				
Змішана					
Х466 (ФАО 290)	184,7	0,9	0,91	182,4	186,7
ДК247 (ФАО 290)	216,7	1,3	0,81	214,6	219,4
Х5030 (ФАО 380)	187,9	0,8	0,60	185,8	189,4
ДК445 (ФАО 420)	186,9	0,6	0,84	184,3	189,1
ДК3070 (ФАО 430)	184,2	0,9	0,86	182,3	187,3
Х5040 (ФАО 500)	191,2	0,7	0,94	189,5	193,4

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

Продовження табл.1.

1	2	3	4	5	6
X44 (ФАО 550)	197,5	0,7	0,92	195,4	199,9
X18 (ФАО 550)	247,1	0,9	0,96	245,2	251,3
X18/2 (ФАО 550)	196,5	0,8	0,99	194,2	199,1
Середнє	199,2	0,8	0,87		
Lim (min-max), см				181,3	251,3
V _g , %	4,08				
Reid (BSSS)					
B73 (ФАО 500)	240,1	0,9	0,75	238,5	242,9
X902 (ФАО 550)	230,4	0,8	0,44	229,5	232,2
X84 (ФАО 550)	245,1	0,6	0,64	243,5	247,8
X908 (ФАО 550)	232,5	0,9	0,93	230,6	235,8
Середнє	237,0	0,8	0,69		
Lim (min-max), см				229,5	247,8
V _g , %	2,87				
по досліді					
Середнє, см	196,3				
Lim (min-max), см	155,4-251,3				
V _g , %	12,9				

Новостворені ліній (батьківські компоненти) у за висотою рослин мали дещо менші показники від 169,1 до 216,7 см (табл. 2). Максимальна висота

рослин спостерігалась у лінії ХН-52-16 (ФАО 400) плазми Iodent – 216,7 см. Мінімальна – у лінії ХН-16-16 (ФАО 250) плазми Змішана – 169,1 см.

2. Характеристика кращих новостворених ліній (батьківських компонентів) за ознакою «висота рослин» (2018-2019 рр.)

Батьківський компонент	$\bar{X}$, см	$S_{\bar{X}}$, см	V _m , %	Lim, см	
				min	max
1	2	3	4	5	6
Lancaster					
ХН-15-16 (ФАО 300)	184,1	0,8	0,95	183,3	187,3
ХН-35-16 (ФАО 300)	191,2	0,9	1,01	189,8	194,4
ХН-23-16 (ФАО 400)	196,5	1,0	1,11	194,3	199,6
ХН-19-16 (ФАО 400)	197,1	1,0	0,96	195,3	199,9
Середнє	192,2	0,9	1,01		
Lim (min-max), см				183,3	199,9
Lim (min-max), см				183,3	199,9
V _g , %	2,71				
Iodent					
ХН-20-16 (ФАО 280)	174,2	0,4	0,96	172,3	176,4

1	2	3	4	5	6
ХН-58-16 (ФАО 300)	176,4	1,3	0,94	175,4	179,3
ХН-46-16 (ФАО 400)	213,1	0,8	0,81	211,4	215,6
ХН-52-16 (ФАО 400)	216,7	0,8	1,01	213,3	218,5
Середнє	195,1	0,8	0,93		
Lim (min-max), см				172,3	218,5
V _g , %	10,2				
Змішана					
ХН-16-16 (ФАО 250)	169,1	0,9	1,21	168,4	173,3
ХН-44-16 (ФАО 250)	173,8	1,3	0,91	171,3	175,1
ХН-7-16 (ФАО 300)	181,3	0,8	0,94	179,4	183,6
ХН-5-16 (ФАО 380)	187,9	0,6	1,01	185,3	190,1
ХН-3-16 (ФАО 400)	208,6	0,7	0,95	205,6	210,4
ХН-54-16 (ФАО 400)	205,7	0,9	1,19	201,4	207,1
Середнє	187,7	0,9	1,03		
Lim (min-max), см					
V _g , %	8,73			168,4	210,4
по досліді					
Середнє, см	191,1				
Lim (min-max), см	168,4–218,5				
V _g , % -	8,16				

Новостворені лінії характеризувались низьким рівнем паратипової мінливості досліджуваної ознаки – 0,95–1,21 %, що вказує на високий рівень гомозитності та достатній рівень селекційної стабільності ознаки. Значення генотипової мінливості серед новостворених ліній (батьківських компонентів) у середньому становив 8,16 %. Показник генотипової мінливості (V_g) у межах ліній плазми Lancaster був майже у двічі вищим, ніж показник мінливості модифікаційної (2,71 % проти 1,01 % відповідно). Аналогічний тренд був зафіксований і у батьківських компонентів плазми Iodent та Змішана, де коефіцієнт

генотипової мінливості був значно більшим, ніж модифікаційної (10,2 % проти 0,93 % та 8,73 % проти 1,03 % відповідно). Це вказує на високий рівень генотипового різноманіття серед новостворених вихідних ліній та на високий рівень стабільності показника «висота рослини», що пов'язано з достатнім рівнем досягнення гомозиготності нового вихідного матеріалу.

Рівень ознаки «висота рослин» у гібридів F₁ досить зручно характеризувати через абстраговані показники істинного (Г_{іст}) та гіпотетичного (Г_{гіп}) гетерозису, що виражений у відсотках. Показник Г_{іст} показує відношення значення ознаки у

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

гібрида F_1 до батьківської форми з більшим значенням. Показник $\Gamma_{\text{гип}}$, в свою чергу, розраховується відношенням значення ознаки, що вивчалася у гібрида F_1 до середнього її значення у батьківських форм.

У наших дослідках найвищими показниками істинного та гіпотетичного гетерозису за ознакою «висота рослин» характеризувалися

такі гібридні комбінації: ДК 445 x ХН-19-16 ($\Gamma_{\text{ист}}=140,8\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=144,5\%$), ДК 205710 x ХН-15-16 ($\Gamma_{\text{ист}}=141,9\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=143,6\%$), ХН-7-16 x ХН-5-16 ($\Gamma_{\text{ист}}=127,9\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=148,7\%$), що належать до груп стиглості ФАО 300–400. У цих гібридів найбільш повно проявилися ефекти наддомінування високорослості (табл. 3).

3. Прояв істинного ($\Gamma_{\text{ист}}$) і гіпотетичного ($\Gamma_{\text{гип}}$) гетерозису за ознакою «висота рослин» у гібридів F_1 (2018-2019 рр.)

Комбінація	Висота рослин, см	$\bar{Sx}$, см	V_m , %	$\Gamma_{\text{ист}}$, %	$\Gamma_{\text{гип}}$, %	Висота кріплення качана, см	Індекс співвідношення	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Материнська форма ДК 445 плазми Змішана								
ДК 445 x ХН-52-16 (ФАО 380)	273,1	0,5	1,35	126,0	135,3	116,2	0,425	15,23
ДК 445 x ХН-54-16 (ФАО 380)	275,2	1,7	1,43	133,8	140,2	117,3	0,426	15,17
ДК 445 x ХН-3-16 (ФАО 400)	284,3	0,6	1,67	136,3	143,8	116,4	0,409	16,56
ДК 445 x ХН-19-16 (ФАО 400)	277,5	0,4	1,56	140,8	144,5	115,5	0,416	15,94
Середнє	277,5	0,8	1,50	134,2	141,0	116,4	0,419	15,73
Материнська форма ДК 205710 плазми Iodent								
ДК 205710 x ХН-7-16 (ФАО 280)	236,4	0,8	1,89	130,4	130,9	109,6	0,464	13,64
ДК 205710 x ХН-15-16 (ФАО 300)	261,3	0,8	1,19	141,9	143,6	111,2	0,426	13,25
ДК 205710 x ХН-35-16 (ФАО 300)	262,8	0,9	1,53	137,4	141,6	115,6	0,440	13,11
ДК 205710 x ХН-19-16 (ФАО 300)	239,7	0,8	2,02	121,6	127,2	111,4	0,465	14,19
ДК 205710 x ХН-5-16 (ФАО 350)	248,7	0,8	1,83	132,4	135,2	108,7	0,437	13,93
ДК 205710 x ХН-23-16 (ФАО 380)	257,3	0,6	1,64	130,9	136,7	110,2	0,428	14,52
ДК 205710 x ХН-54-16 (ФАО 400)	283,9	0,7	1,11	138,0	147,3	112,1	0,395	14,42
ДК 205/10 x ХН-3-16 (ФАО 400)	285,4	0,6	1,52	136,8	146,9	110,6	0,388	13,88
Середнє	259,4	0,7	1,59	133,7	138,7	111,2	0,429	13,87
Материнська форма ДК 247 плазми Змішана								
ДК 247 x ХН-20-16 (ФАО 280)	241,2	0,8	1,87	111,3	123,4	105,4	0,437	13,99
ДК 247 x ХН-58-16 (ФАО 280)	234,6	0,5	1,94	108,3	119,4	113,3	0,483	13,52
ДК 247 x ХН-7-16 (ФАО 280)	233,7	0,5	1,65	107,8	117,4	108,9	0,466	13,13
Середнє	236,5	0,6	1,82	109,1	120,1	109,2	0,462	13,55

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Материнська форма Кр 9698 Lancaster								
Кр 9698 x ХН-16-16 (ФАО 280)	289,3	0,7	0,98	131,7	148,8	107,4	0,371	13,42
Кр 9698 x ХН-44-16 (ФАО 280)	281,4	0,6	1,32	128,1	143,0	105,5	0,375	13,81
Кр 9698 x ХН-58-16 (ФАО 300)	264,6	1,0	1,69	120,4	133,6	113,3	0,428	14,82
Кр 9698 x ХН-20-16 (ФАО 300)	272,4	0,5	1,83	124,0	138,3	110,8	0,407	13,31
Середнє	276,9	0,7	1,46	126,1	140,9	109,3	0,395	13,84
Материнські лінії – новостворені лінії плазми Змішана								
ХН-44-16 x ХН-7-16 (ФАО 250)	244,9	1,1	1,78	135,1	137,9	98,4	0,402	12,98
ХН-7-16 x ХН-5-16 (ФАО 300)	268,7	0,9	1,88	143,0	145,6	109,9	0,409	14,64
ХН-5-16 x ХН-54-16 (ФАО 390)	251,4	0,7	1,74	122,2	127,7	111,5	0,444	15,82
ХН-3-16 x ХН-5040 (ФАО 500)	275,9	0,9	1,73	132,3	138,0	119,8	0,434	14,28
Середнє	260,2	0,9	1,8	133,2	137,3	109,3	0,422	14,48
Стандарти								
Скадовський (ФАО 290)	230,6	1,1	1,95			110,5	0,479	12,5
Каховський (ФАО 380)	245,9	1,0	1,88			111,8	0,454	13,0
Арабат (ФАО 430)	271,5	1,3	1,99			120,3	0,443	14,0

Найменші показники істинного та гіпотетичного гетерозису в нашому досліді мали такі гібридні комбінації: ДК 247 x ХН-7-16 ($\Gamma_{\text{іст}}=111,3\%$, $\Gamma_{\text{гіп}}=123,4\%$), ДК 247 x ХН-58-16 ($\Gamma_{\text{іст}}=108,3\%$, $\Gamma_{\text{гіп}}=119,4\%$), ДК 247 x ХН-7-16 ($\Gamma_{\text{іст}}=107,8\%$, $\Gamma_{\text{гіп}}=117,4\%$), що належать до середньоранньої групи стиглості.

Стабільність прояву висоти рослин у гібридів має важливе значення при проведенні кваліфікаційної експертизи у Державній службі з охорони прав на сорти рослин. У гібридів показники модифікаційної мінливості були дещо нижчими, ніж у їх батьківських форм або займали проміжне положення між ними. Варіювання ознаки «висота рослин» як у гібридів, так і у їхніх

батьківських парах, було на низькому рівні та не перевищувало 3%.

Таким чином, у переважній більшості гібридних комбінацій, отриманих від схрещування ліній, контрастних за групами стиглості, показник модифікаційної мінливості (V_m) у гібридів F_1 був меншим, ніж у вихідних батьківських компонентів, що вказує не лише на їх високу генотипову однорідність, а також і на вищу адаптивну здатність у порівнянні із батьківськими формами внаслідок прояву адаптивного гетерозису.

Перехід на енергоощадні технології вирощування кукурудзи, що спостерігається в останні роки, висуває свої специфічні умови до нових гібридів цієї культури. Одна із них – придатність до механізованого збирання з прямим обмолотом у полі.

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

Найбільш придатними для цього є рослини гібридів з певним співвідношенням висоти рослин та висоти кріплення качана, стійкістю до вилягання та поникання качанів [7, 8].

Висота кріплення качана має позитивну достовірну кореляцію зі стійкістю рослин до вилягання та синхронністю цвітіння у різних за групами стиглості формах кукурудзи. Крім того, ця ознака є однією із головних, що впливає на вихід зерна і, як наслідок, обумовлює потенційну та фактичну врожайність певного генотипу та напрям його використання у гетерозисній селекції [9, 10].

У гібридів висота кріплення качана залежить від значення цієї ознаки у батьківських форм та від ступеня прояву гетерозису і є менш стабільною, ніж висота рослин [11].

Найменша висота кріплення качана спостерігалась у гібридній комбінації – ХН-44-16 х ХН-7-16 (ФАО 250) – 98,4 см., максимальна висота прикріплення качана – ХН-3-16 х ХН-5040 (ФАО 500) – 119,8 см. Висота кріплення качана збільшувалась зі зростанням групи ФАО гібридів.

Розробка моделі гібриду кукурудзи певної групи стиглості та напряму використання потребує визначення впливу окремих морфометричних ознак на прояв продуктивності.

Невисока, проте стабільна позитивна кореляційна залежність була зафіксована між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи – $r = 0,361$ (рис. 1).

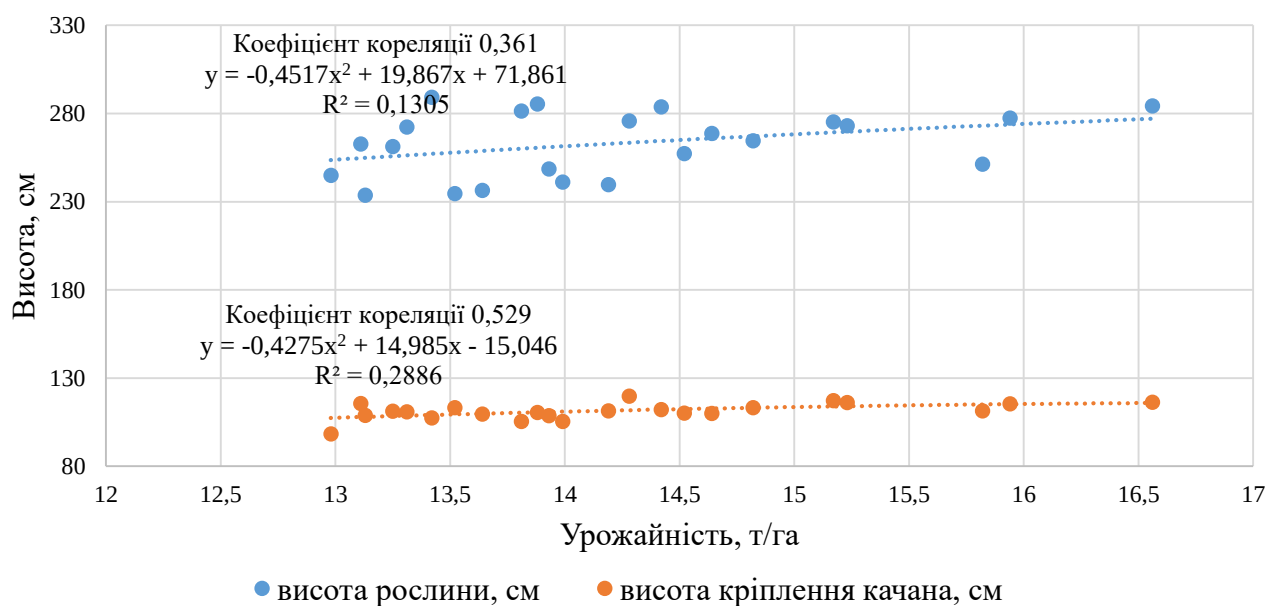


Рис. 1. Поліноміальна лінія тренда залежності висоти рослин та висоти кріплення качана і врожайності зерна (2018-2019 рр.)

У наших дослідженнях був зафіксований невисокий істотний позитивний рівень кореляційної залежності висоти прикріплення качана гібридів кукурудзи з ознакою урожайності зерна $r = 0,529$.

Результати отриманих даних свідчать про те, що висота рослини та висота прикріплення качана повинна мати певні обмеження для груп стиглості, а параметри розташування качана необхідно корегувати залежно від тривалості вегетаційного періоду гібридів кукурудзи.

Складовою частиною сертифікації насіння є проведення ділянкового та лабораторного сортового контролю (POSTcontrol) [12, 13], що здійснюється методом порівняльної оцінки стандартної і контрольної проби для встановлення автентичності з подальшому офіційним описом, за яким проведено державну реєстрацію. В зв'язку з тим, що ідентифікаційна ознака «рослина: співвідношення прикріплення качана до висоти рослини», за проведення морфологічного опису гібридів кукурудзи, входить до переліку

необхідних спостережень, вирішено визначити характер її прояву.

Вивчалися процеси формування вегетативних і генеративних органів рослин кукурудзи під час проведення ідентифікації гібридів за відповідною морфологічною ознакою: «рослина: співвідношення прикріплення качана до висоти рослини».

Ідентифікацію гібридів кукурудзи проводили методом морфологічного опису, який застосовують при проведенні кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність і стабільність, польовому інспектуванні та проведенні ділянкового і лабораторного сортового контролю [14].

Показник досліджуваних гібридів за «індексом співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослини» коливався в середньому від 0,371 до 0,483.

З метою пошуку зв'язку між біометричними параметрами рослини визначили коефіцієнти кореляції між урожайністю та індексом співвідношення кріплення качана до висоти рослини (рис. 2).

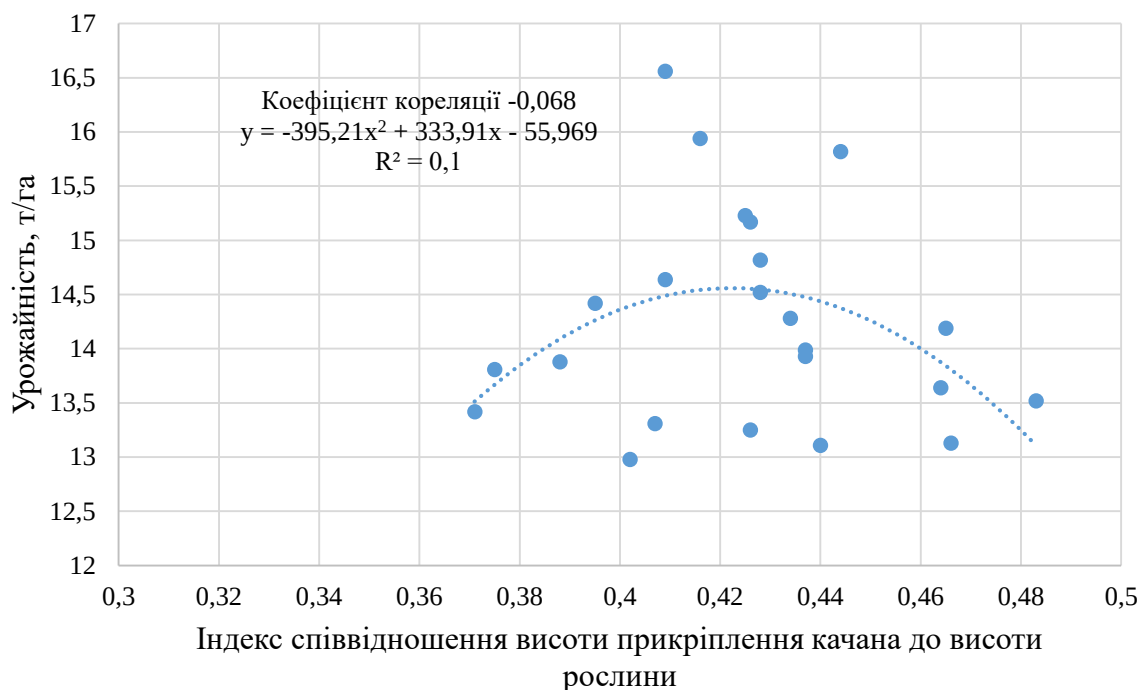


Рис. 2. Поліноміальна лінія тренда залежності урожайності та індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин

Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450. Проте, не існує прямолінійної залежності між цими показниками.

Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини генетично зумовлена ознака, що добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватись для складання опису та характеристики нового матеріалу.

Висновки і перспективи.

Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показало, що для середньоранньої групи у фазі

припинення лінійного росту оптимальною є висота рослин 235–265 см, урожайність зерна при цьому становить 12,98–13,81 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 15,17–15,82 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимум висоти рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 15 т/га) знаходиться в межах від 270 до 280 см. Оптимум висоти рослин і максимум урожайності може досягатися в умовах зрошення за використання гібридів кукурудзи відповідних груп стиглості.

Встановлена невисока стабільна позитивна кореляційна залежність між висотою рослини та урожайністю зерна гібридів кукурудзи ($r = 0,361$),

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

що пов'язано з підвищенням висоти рослин зі зростанням тривалості періоду вегетації.

Не встановлена прямолінійна залежність між врожайністю та індексом співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин. Максимальний врожай зерна новостворених гібридів кукурудзи

спостерігався за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,400 до 0,450.

Встановлено перспективність використання змішаної зародкової плазми в процесі створення нового вихідного матеріалу кукурудзи.

Список використаних джерел

1. Михаленко І. В., Хоменко Т. М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. Vol. 15, № 1. С. 71–79. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>

2. Vozhehova R. A., Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O., Kokovikhin S. V., Lavrenko N. M., Artificial neural network Use for sweet corn water consumption prediction depending on Cultivation technology. *Peculiarities Research journal of Prarmaceutical, biological and chemical sciences*. India. 2019. 10(1). P. 354–358

3. Сіроха О. Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.

4. Абельмасов О.В., Бебех А.В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапиленних ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14. № 2. С. 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.

5. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон: Грінь Д. С. 2015. 104 с.

6. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

7. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л., Таганцова М. М. Морфобіологічна характеристика ліній кукурудзи змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2015. №8. С. 99–104.

8. Дзюбецький Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони степу України. *Зернові культури*, Том 2, № 1, 2018. С. 5–13. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0001>.

9. Паламарчук В. Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. *Хранение и переработка зерна*. 2010. № 3. С. 23–24.

10. Каленська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т.14, № 4. С. 415–421. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909>.

11. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties*

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

Studying and Protection. 2014. № 2(23). С.37–39.
[https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(23\).2014.56127](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127).

12. Методика проведення ділянкового (POST-control) і лабораторного сортового контролю. Держветфітослужба УІЕСР – Київ, 2012. 33 с.

13. Порядок проведення ґрунтового і лабораторного сортового контролю, наказ Міністерства аграрної політики України від 23.12.08 № 866, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 22.01.09 за № 53/16069.

14. Методика проведення експертизи сортів кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / <http://sops.gov.ua>. – 38 с.

References

1. Mykhaylenko, I.V., & Khomenko, T.M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid obrobky mikrodobryvamy za umov zroshennya. [Biometric indicators of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and protection*. 15(1), 71–79. [in Ukrainian] doi:10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486.

2. Vozhehova R. A., Lykhovyd P. V., Lavrenko S. O., Kokovikhin S. V., Lavrenko N. M. (2019). Artificial neural network Use for sweet corn water consumption prediction depending on Cultivation technology. *Peculiarities Research journal of Prarmaceutical, biological and chemical sciences*. India. 10(1). 354–358.

3. Sirokha O. L. (2014). Vplyv udobrennya na biometrychni pokaznyky ta pokaznyky vyryvnyanosti roslyn kukurudzy riznoyi hrupy styhlosti. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Silskohospodarski nauky*. [Influence of fertilizer on biometric indicators and indicators of leveling of corn plants of different maturity group]. *Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences*. Vinnytsia, 5(82). 37–47. [in Ukrainian]

4. Abelmanov, O.V., & Bebeh, A.V. (2018). Specifics of the key yield components manifestation in self-pollinated corn lines under different growing conditions. *Plant Var. Stud. and Prot.* 14(2). 209–214. [in Ukrainian] doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.

5. Vozhehova, R.A., Lavrinenko, Y.O., & Gozh, O.A. (2015). Scientific and practical recommendations on the technology of growing corn under irrigation of the Southern Steppe of Ukraine. Kherson: Green D.S.

6. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborod'ko, S.P., & Kokovikhin, S.V. *Metodyka pol'ovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo): navchal'nyy posibnyk*.

7. Cherchel', V. YU., Haydash, O. L., & Tahantsova, M. M. (2015). Morfobiologichna kharakterystyka liniy kukurudzy zmishanoyi plazmy v umovakh Stepu Ukrayiny. [Morphobiological characteristics of corn lines of mixed plasma in the steppe of Ukraine]. *Byuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny*. Dnipropetrovsk, 8. 99–104.

8. Dzyubets'kyi B. V., & Abelmanov O. V. (2018). Kharakterystyka testkrosiv rann'ostyglykh liniy kukurudzy plazmy Ayodent v umovakh pivnichnoyi zony stepu Ukrayiny. [Characteristics of test crosses of early-maturing lines of Ayodent plasma in the conditions of the northern zone of the steppe of Ukraine]. *Zernovi kul'tury*, 2(1), 5–13.
<https://doi.org/10.31867/2523-4544/0001>.

9. Palamarchuk, V. D. (2010). Vplyv vysoty roslyn ta vysoty prykriplennya kachaniv na prydatnist hibrydiv kukurudzy do mekhanizovanoho vyroshchuvannya [Influence of plant height and height of cob attachment on suitability of maize hybrids for mechanized cultivation]. *Khranjenje y pererabotka zerna*. 3. 23–24. [in Ukrainian]

10. Kalenskaya, S.M., & Taran, V.G. (2018). Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertilizer rates and weather conditions. *Plant Varieties studying and Protection*. 14(4). 415–421. [in Ukrainian] doi:10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909.

11. Cherchel', V. YU., Marochko, V. A., Tahantsova, M. M. (2014). Obhruntuvannya

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

indeksu spivvidnoshennya vysoty prykriplennya verkhnoho kachana do vysoty roslyny hibrydiv kukurudzy (*Zea mays* L.). [Ubstantiation of the index of the ratio of the height of attachment of the upper cob to the height of the plant hybrids of corn (*Zea mays* L.)]. Plant Varieties Studying and Protection. [in Ukrainian] 2(23). 37.

12. Methods of site (POST-control) and laboratory varietal control (2012). UESR State

Veterinary and Phytosanitary Service – Kyiv. [in Ukrainian]

13. Procedure for soil and laboratory varietal control, order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine dated 23.12.08 № 866, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 22.01.09 for № 53/16069. [in Ukrainian]

14. Methods of examination of varieties of corn (*Zea mays* L.) for difference, homogeneity and stability / <http://sops.gov.ua>. [in Ukrainian]

ПРОЯВЛЕНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ У ЛИНИЙ-РОДИТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ И ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПЛАЗМ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Т. Ю. Марченко, Ю.А. Лавриненко, А.В. Тищенко, П. П. Забара,

Аннотация. Установлено проявление и изменчивость признаков «высота растения» и «высота крепления початка» у линий - родительских компонентов и гибридов кукурузы при использовании различных генетических плазм. Определен уровень гетерозиса во вновь созданных тесткроссах в условиях орошения. Установлены зависимости биометрических показателей и их соотношение с урожайностью зерна у тестгибридов, полученных с участием вновь созданных форм различных зародышевых плазм.

Показатель генотипов изменчивости (V_g) был выше, чем показатель изменчивости модификационной, что указывает на высокий уровень генотипического разнообразия среди линий-родительских компонентов и высокий уровень стабильности показателя «высота растения». Стабильность проявления признака указывает на достаточный уровень достижения гомозиготности нового исходного материала.

Исследования проводились в течение 2015-2019 гг. На опытном поле ИОЗ НААН, согласно общепризнанным методикам проведения полевого опыта и методических рекомендаций. Использовали следующие методы: общенаучные, специальные, сравнительно-аналитический, регрессионный, информационно-логического анализа и математического моделирования.

Соотношение высоты растений гибридов по группам спелости и уровнем урожайности показали, что для среднеранней группы, в фазе прекращения линейного роста, оптимальной является высота растений 235–265 см, урожайность зерна при этом составляет 12,98–13,81 т/га; для среднеспелой группы – 255–257 см с урожайностью зерна на уровне 15,17–15,82 т/га. Для среднепоздних гибридов оптимальная высота растений для обеспечения высокой урожайности зерна (более 15 т/га) находится в пределах от 270 до 280 см. Установленная невысокая стабильная положительная корреляционная

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

зависимость между высотой растения и урожайностью зерна гибридов кукурузы ($r = 0,361$), что связано с повышением высоты растений с ростом продолжительности периода вегетации. Не установлена прямолинейной зависимости между урожайностью и индексом соотношения высоты крепления початка к высоте растения. Максимальный урожай зерна созданных гибридов кукурузы наблюдался при индексе соотношения высоты прикрепления початка к высоте растения от 0,400 до 0,450. Соотношение высоты прикрепления початка к высоте растения генетически обусловленный признак, хорошо идентифицирует образцы кукурузы и может использоваться для составления описания и характеристики нового материала.

Ключевые слова: *линии-родительские компоненты, генетические плазмы, гибриды, кукуруза, высота растений, высота прикрепления початка, урожайность, орошение*

MANIFESTATION AND VARIABILITY OF BIOMETRIC SIGNS IN LINE-PARENTAL COMPONENTS AND MAIZE HYBRIDS USING DIFFERENT GENETIC PLASMA UNDER IRRIGATION

T. Yu. Marchenko, Yu. O. Lavrynenko, A. B. Tishchenko, P. P. Zabara,

Abstract. *The largest absolute indicators of plant height were the lines of late maturity group (FAO 550), namely: B73, X84, X908, X902.*

In the late-ripening group of parental forms was the greatest height of plants (184.2 - 247.1 cm). In the Reid plasma lines (BSSS), on average, an excess of the trait was recorded in comparison with other groups of embryonic plasmas (237.0 - 245.1). It was minimal in lines X902 and X908 and was 230.4 cm and 232.5 cm, respectively.

In the Lancaster plasma group, the maximum was recorded in the line Kr9698 (FAO 420) - 219.7 cm, the minimum - 158.7 cm in the medium-ripe line DK296 (FAO 250). The paratypic variability (V_m) of the trait was low, which indicates a sufficient level of homozygosity and stability of the trait under irrigation.

The height of Iodent plasma plants ranged from 169.2 cm in line X22 (FAO 250) to 208.9 cm in line X221 (FAO 270).

The rate of genotypic variability (V_g) within the Lancaster plasma was significantly higher than the rate of modification variability - 11.9% vs. 0.8%. The same trend was observed in the Iodent plasma group - the index of genotypic variability was 6.4% higher than the modification one. The value of genotypic variability among the parental forms as a whole was 12.9%, which indicates the priority of the influence of genotype on the nature of the manifestation of the studied trait and a sufficient variety of baseline.

Newly created lines (parental components) in plant height had slightly lower values from 169.1 to 216.7 cm. The maximum height of plants was observed in the line HN-52-16 (FAO 400) plasma Iodent - 216.7 cm. The minimum - in the line HN-16-16 (FAO 250) plasma Mixed - 169.1 cm.

The newly created lines were characterized by a low level of paratypic variability of the studied trait - 0.95–1.21%, which indicates a high level of homogeneity and a sufficient level of selection stability of the trait. The value of genotypic variability among the newly created lines (parent components) averaged 8.16%. The rate of genotypic variability (V_g) within the Lancaster plasma lines was almost twice as high as the rate of modification variability (2.71% vs. 1.01%, respectively). A similar trend was observed in the parental plasma components Iodent and Mixed, where the coefficient of genotypic variability was significantly higher than the modification (10.2% vs. 0.93% and 8.73% vs. 1.03%, respectively). This indicates a high level of genotypic diversity among the newly created baselines and a high level of stability of the "plant height", which is due to a sufficient level of homozygosity of the new source material.

The level of the trait "plant height" in F1 hybrids is quite convenient to characterize through the abstract indicators of true (G_{ist}) and hypothetical (G_{gip}) heterosis, which is expressed as a percentage. The G_{ist} indicator shows the ratio of the value of the trait in the F1 hybrid to the parent form with a larger value. The G_{gip} index, in turn, is calculated by the ratio of the value of the trait studied in the F1 hybrid to its average value in the parental forms.

In our experiments, the highest indicators of true and hypothetical heterosis on the basis of "plant height" were characterized by the following hybrid combinations: DC 445 x HN-19-16 ($G_{ist} = 140.8\%$, $G_{gip} = 144.5\%$), DC 205710 x HN-15 -16 ($G_{ist} = 141.9\%$, $G_{gip} = 143.6\%$), HN-7-16 x HN-5-16 ($G_{ist} = 127.9\%$, $G_{gip} = 148.7\%$), belonging to maturity groups FAO 300–400. These hybrids most fully manifested the effects of overgrowth of tallness.

The manifestation and variability of traits "plant height" and "height of cob attachment" in the lines - parent components and hybrids of corn with the use of different genetic plasmas. The level of heterosis in newly created test crosses under irrigation conditions was determined. The dependences of biometric parameters and their correlation with grain yield in the test of hybrids obtained with the participation of newly created initial forms of different embryonic plasmas were established.

The index of genotypic variability (V_g) was higher than the index of modification variability, which indicates a high level of genotypic diversity among the parental components and a high level of stability of the indicator "plant height". The stability of the manifestation of the feature indicates a sufficient level of achievement of homozygosity of the new source material.

The research was conducted during 2015–2019 in the research field of the NAAS, according to generally accepted methods of field research and guidelines. The following methods were used: general scientific, special, comparative-analytical, regression, information-logical analysis and mathematical modeling.

The ratio of hybrid plant height by maturity groups and yield level showed that for the middle-early group, in the phase of cessation of linear growth, the plant height is 235–265 cm, the grain yield is 12.98–13.81 t/ha; for the middle-ripe group - 255–257 cm with a grain yield of 15.17–15.82 t/ha. For medium-late hybrids, the optimal plant height to

Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Тищенко А. В., Забара П. П.

ensure high grain yield (more than 15 t/ha) is in the range from 270 to 280 cm. A low stable positive correlation between plant height and grain yield of maize hybrids ($r = 0.361$), increasing the height of plants with increasing duration of the growing season. There is no straight relationship between yield and the index of the ratio of the height of the attachment of the ear to the height of the plant. The maximum grain yield of the created maize hybrids was observed at the index of the ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant from 0.400 to 0.450. The ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant is a genetically determined trait, well identifies samples of corn and can be used to compile a description and characteristics of the new material.

Key words: parental lines, genetic plasmas, hybrids, maize, plant height, cob attachment height, yield, irrigation

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.

УДК: [635.652+631.86/.87]:581.557(477.4)

ДОСЛІДЖЕННЯ АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ СТЕБЛА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В АГРОЦЕНОЗАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. А. МАЗУР, кандидат сільськогосподарських наук, професор

Г. В. ПАНЦИРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Ю. М. КОПИТЧУК, аспірант¹

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: apantsyрева@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.009>

Анотація. Проведено дослідження динаміки формування та функціонування анатомо-морфологічної будови стебла рослин озимої пшениці. Досліджено вплив фону без добрив і на підвищеному фоні на довжину міжвузлів (1-3) стебел в агроценозах озимої пшениці. Доведено, що норми висіву характеризуються суттєво вплинули на довжину міжвузлів. Вивчено вплив фону мінерального живлення та норм висіву на основні анатомо-морфологічні показники стебел озимої пшениці, зокрема товщини виповненої частини стебла та кільця механічної тканини, кількість та діаметр судинно-волокнистих пучків. Встановлено, що міцність соломини значною мірою обумовлюється кількістю судинно-волокнистих пучків, а також величиною їхнього діаметру. Найбільшою вона була на варіантах із підвищеним фоном удобрення. Відмічено, що анатомо-морфологічні дослідження забезпечують розвиток більш міцної соломини, що і обумовлює високу стійкість до полягання при нормі висіву 3 і 1,5 млн. шт. насінин / га.

Ключові слова: озима пшениця, агроценози, довжина та діаметр міжвузлів, мінеральне живлення, норма висіву, полягання

Актуальність. Актуальність досліджень обумовлена пошуком нових підходів щодо розробки технологічних прийомів вирощування озимої пшениці з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. До числа найважливіших зернових культур в світовому землеробстві, яка займає основну частку у продовольчому секторі є

озима пшениця.

Пшениця озима, поряд з традиційними видами зернових, є цінною високопоживною рослиною, яка все більше використовується у харчуванні людиною. У сільськогосподарському виробництві розкриття біологічного потенціалу урожайності сучасних сортів озимої пшениці залежить від багатьох чинників, одним з яких є застосування

¹ Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Чернецький В. М.

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. вдосконалених згідно з конкретними ґрунтово-кліматичними умовами основних зон вирощування [1-5]. Особливе значення у технологічному регламенті вирощування даної цінної зернової культури займають такі складові як раціональне внесення добрив, обґрунтовані норми висіву, які дозволяють управляти продукційним процесом посівів озимої пшениці і отримувати високі врожаї, підвищуючи економічну ефективність вирощування культури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Полягання є одним із факторів, який обмежує отримання високих і стабільних урожаїв зернових культур, особливо за вирощування їх на підвищених фонах удобрення і достатнього зволоження. За даними багатьох авторів втрати зерна від полягання сягають 40-50 %. Одночасно зі зниженням врожаю знижується і його якість. При цьому затрудняється і збирання врожаю [1]. У зв'язку з достатнім виробництвом мінеральних добрив боротьба з поляганням набуває особливої актуальності.

Одним із методів боротьби з поляганням є розробка спеціальних агротехнічних прийомів, а також створення стійких до полягання сортів. Проте, незважаючи на помітні успіхи селекції, це питання повністю не вирішено. Проблемою боротьби з поляганням ще з кінця 18-го століття переймалися багато дослідників як в нашій країні, так і за кордоном [6].

Вивчення анатомо-морфологічної будови стебла озимої пшениці показало, що за дії ретардантів довжина нижніх міжвузлів вкорочується на 2,6...3,8 см, а їх діаметр збільшується на 0,4-0,6 мм. Товщина стінки соломини другого міжвузля від застосування препарату збільшується на 20,0...40,3 мк, товщина механічної тканини і кількість судинно-волокнистих пучків при цьому збільшується. Внесення препарату у період осіннього або кінця весняного кушення може збільшувати урожай до 3,82 т/га [5, 7].

Багато дослідників, що вивчали будову стебла, вважають, що полягання, зазвичай, знаходиться у тісній залежності від анатомо-морфологічної будови. До числа анатомо-морфологічних ознак, що характеризують стійкість рослин до полягання, відносять: висоту рослин, довжину і діаметр нижніж міжвузлів, товщину стінки соломини, товщину механічного кільця, кількість судинно-волокнистих пучків. Полягання також пов'язують із збільшенням навантаження на стебло за одночасного подовження соломини. Причому, чим довше стебло, тим воно менш стійке до полягання. Короткі стебла спричиняють стійкість до полягання, оскільки центр тяжіння знаходиться ближче до основи. Це ж стосується і міжвузлів, чим вони коротші, тим мають більшу міцність на згинання і

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. злам. Проте суворой залежності між висотою рослини, довжиною нижніх міжвузлів може і не бути [8-9].

Стійкість рослин до полягання може досягатися не лише за рахунок зменшення їх висоти і довжини міжвузлів, але і внаслідок зміни товщини, при цьому спостерігається пряма залежність: чим більший діаметр соломини, тим вона більш міцніша до згинання і на зламу. Висока міцність деяких сортів диких твердих пшениць залежить, перш за все, від більшого діаметру міжвузлів і більшої товщини стінок соломини. При цьому ключова роль відводиться механічним елементам-товщині стінок соломини і механічного кільця, числу судинно-волокнистих пучків [10].

Під час дослідження полягаючих і неполягаючих сортів, встановлено, що товщина кільця механічної тканини і числа судинно-волокнистих пучків грали важливу роль у поляганні пшениці. Товщина склеренхімного кільця і кількість судинно-волокнистих пучків у неполягаючих сортів пшениці більше, ніж у полягаючих. При цьому діаметр судинно-волокнистих пучків у неполягаючих сортів пшениці виявився більшим, ніж у полягаючих. При цьому у верхніх міжвузлях ця різниця нівелювалася [11].

Для того, щоб забезпечити нормальний розвиток рослин з міцним стеблом необхідно створити відповідні умови. Тому необхідним є

пошук таких прийомів вирощування зернових культур, які б сприяли доброму розвитку рослин [12-14].

Вивчаючи вплив внесення високих лоз мінеральних добрив, деякі вчені не спостерігали сприятливого впливу фосфору і калію на стійкість пшениці до полягання. За їх даними, як азотні, так і фосфорні добрива сприяли поляганню озимої пшениці, причому, чим вищою була доза добрив, тим відмічалось більше полягання. Отже, боротьба з поляганням є проблемою комплексною, яку повинні вирішувати як методами селекції і фізіології, так і агротехнічними заходами.

Мета. Вивчення анатомо-морфологічної будови стебла гібридів озимої пшениці залежно від фонів удобрення і норм висіву в агроценозах Правобережного Лісостепу України.

Методи. Дослідження з вивчення анатомо-морфологічної будови стебла гібридів озимої пшениці залежно від фонів удобрення і норм висіву в агроценозах проводили в 2018-2019 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету. Ґрунти сірі лісові, середньо суглинкові характеризуються за такими показниками: вміст гумусу – середній (2,4%), забезпеченість P_2O_5 (271,2 мг/кг) та K_2O (220,0 мг/кг) дуже висока. Кислотність ґрунту

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. наближена до нейтральної. Польові досліди закладали рендомізованими блоками [2].

Дослід налічує 4 варіанти, повторність досліду чотириразова. Загальноприйнята технологія вирощування досліджуваних гібридів

озимої пшениці Тобак та Патрас передбачала обробку насіння перед посівом фунгіцидним протруйником (Вайбранс тріо), мінеральне живлення та різні норми висіву (табл. 1)

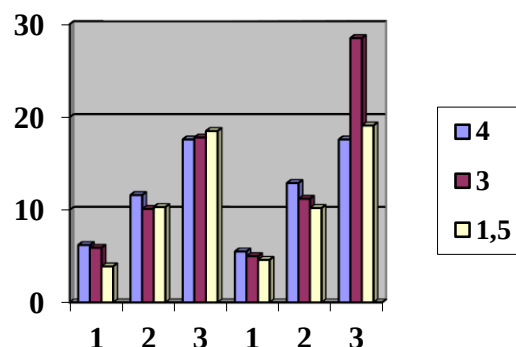
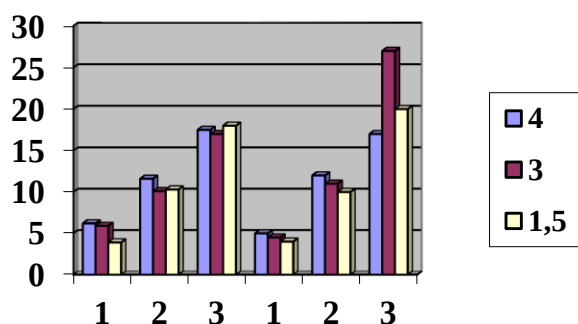
1. Схема польового досліду

Фактор А (Сорт)	Фактор В (удобрення)	Фактор С (норма висіву)
Тобак	с	1. 4 млн. шт. нас. / га 2. 3 млн. шт. нас. / га 3. 1,5 млн. шт. нас. / га
Патрос	Підвищений фон удобрення (40 т гною, N ₁₀₀ P ₆₃ K ₁₁₂)	1. 4 млн. шт. нас. / га 2. 3 млн. шт. нас. / га 3. 1,5 млн. шт. нас. / га

Під час проведення досліджень розробляли схему досліду згідно методики дослідної справи, а також проводили спостереження, обліки, розрахунки. При проведенні експериментальної роботи використали польовий, статистичний і лабораторний методи досліджень. Під час проведення досліджень відмічали початок і масову появу сходів, фазу бутонізації, масового

цвітіння, початок технічної стиглості та кінець вегетаційного періоду. Одержані в досліді показники з рослин озимої пшениці обробляли методом дисперсійного аналізу.

Результати. Дані, отримані в результаті вивчення морфологічних особливостей стебел озимої пшениці залежно від норм висіву наведено на рис. 1.



Без добрив

Підвищений фон
Тобак

Без добрив

Підвищений фон
Патрос

Рис. 1. Довжина міжвузлів (1-3) стебел озимої пшениці на фоні без добрив і на підвищеному фоні удобрення

Як видно із рис. 1., норми висіву суттєво вплинули на довжину

міжвузлів рослин озимої пшениці. Рослини, що вирощені у варіантах за

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.

3 і 1,5 млн. шт. насінин / га характеризуються більш укороченими міжвузлями. Так, довжина першого і другого міжвузля рослин за норми висіву 3 млн. шт на підвищеному фоні удобрення у гібриду Патрос становила 5,0 та 11,2 см, а за норми висіву 1,5 млн. шт. / га відповідно 4,6 і 10,2 см, у той час

як за звичайної норми вона становила відповідно 5,5 і 12,9 см.

У результаті проведених досліджень виявлено відмінності і в товщині соломини. Рослини у варіантах з нормою висіву 3 і 1,5 млн.шт. насінин / га відрізнялися більш потужним розвитком соломини (рис. 2).

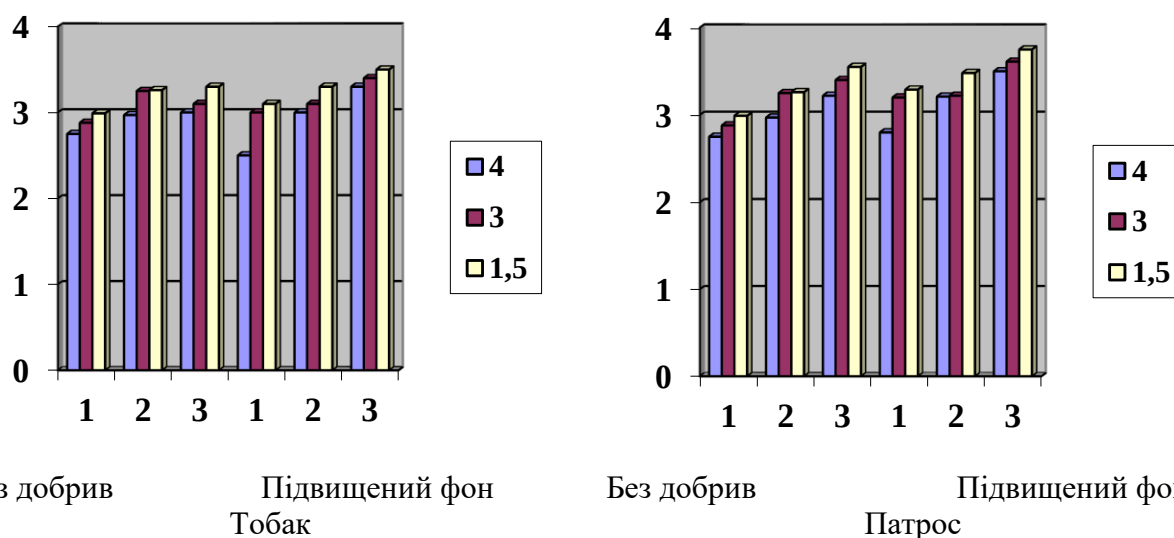


Рис. 2. Міжвузлів міжвузлів (1-3) стебел озимої пшениці на фоні без добрив і на підвищеному фоні удобрення

Так, діаметр другого міжвузля, що має найбільше значення у поляганні злаків у гібриду Патрос, був за норми висіву 1,5 млн. шт. насінин / га 3,48, за норми висіву 3 млн. шт. / га – 3,32, а за норми висіву 4 млн. шт. / га – 3,31мм.

У відповідності з морфологічними показниками знаходилися і показники анатомічні (табл.2).

Наведені у таблиці 2 дані анатомічної будови показують, що застосування норм висіву, що

забезпечують інтенсивність освітлення, добро сприятливо відображаються на формуванні анатомічних елементів стебла, що підвищує стійкість до полягання.

Мікроскопічні дослідження показали більш потужний розвиток стебла у рослин на підвищеному фоні удобрення. Товщина стінки соломини за норми висіву 3 і 1,5 млн.шт.насінин становила відповідно 359,6 та 382,2 мк, у той час як за норми висіву 4 млн.шт.насінин – лише 336,4 мк.

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.

2. Анатомо-морфологічні показники стебел озимої пшениці сорту Патрос за різних норм висіву насіння, 2018-2019 рр.

Норма висіву, млн.шт./га	Товщина виповненої частини стебла,мк	Товщина кільця механічної тканини, мк	Кількість судинно-волокнистих пучків,шт	Діаметр судинно-волокнистих пучків,мк
Без добрив				
4	278,4	52,2	29,3	106,7
3	344,5	59,2	31,4	116,0
1,5	386,2	63,1	33,2	121,8
Підвищений фон удобрення				
4	336,4	54,5	31,5	109,4
3	359,6	58,0	32,4	127,4
1,5	382,2	62,6	34,2	127,8
НІР _{0,5}	14,2	2,7	1,0	14,3

За норми висіву 3 і 1,5 млн. і 1,5 млн. шт. насінин/га рослин озимої пшениці знаходилися у кращих умовах освітлення, внаслідок чого у соломині сформувалася більш потужна механічна тканина, що і впливає на міцність стебла, а значить, і на стійкість до полягання.

Рослини за норми висіву 4 млн. шт. насінин/га при порівняно більшій густоті стояння характеризувалися тим, що стебло мало слабо розвинуту механічну тканину - товщина кільця механічної тканини становила 5,4 мк, у той час як у більш зріджених посівах (3 і 1,5 млн. шт.) вона становила відповідно 58,0 та 62,6 мк.

Міцність соломини значною мірою обумовлюється кількістю судинно-волокнистих пучків, а також величиною їхнього діаметра. За норми висіву 3 і 1,5 млн. шт. насінин/га поряд з більш потужним розвитком механічної тканини спостерігали також і збільшення кількості

судинно-волокнистих пучків. У цих варіантах їх кількість у паренхімній тканині була достовірно вищою, ніж за норми висіву 4 млн. шт. насінин/га і становила відповідно 32,4- 34,2 проти 31,5, а діаметр - 127,8-127,6 проти 109,4 мк.

Отже, анатомо-морфологічні дослідження показали, що норми висіву 3 і 1,5 млн. шт. насінин/га забезпечують розвиток більш міцної соломини, що і обумовлює високу стійкість до полягання.

Висновки і перспективи. На основі проведених досліджень встановлено, що на анатомо-морфологічні показники безпосередній вплив мають ґрунтово-кліматичні умови років проведення дослідження та фактори, які були поставлені на вивчення. При цьому найкращі умови для максимальної реалізації потенціалу рослин озимої пшениці сорту Патрос створювалися у варіантах досліду із нормою висіву 3 і 1,5 млн. шт. насінин / га

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М. забезпечують розвиток більш міцної соломини, що і обумовлює високу стійкість до полягання.

Список використаних джерел

1. Мазур В. А., Горшар В. І., Конопльов О. В. Екологічні проблеми землеробства. К.: Центр наукової літератури. 2010. С. 34-45.
2. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Волкогон, А. С. Зарішняк, І. В. Гриник та ін. Київ: Аграрна наука. 2011. 153 с.
3. Панцирева Г. В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus* L.) в Україні. Вінниця. 2016. Вип. 4. С. 88-93.
4. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Мазур В. А. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. ВНАУ. 2015. Вип. № 2. 19 с.
5. Albinus M. "Effects of land use practices on livelihoods in the transboundary sub-catchments of the Lake Victoria Basin". *African Journal of Environmental Science and Technology*. Vol. 2. no. 10. 2008. pp. 309-317.
6. Auxtero E., Madeira M., Parker D. "Extractable Al and Soil Solution Ionic Concentrations in Strongly Leached Soils from Northwest Iberia: Effects of Liming". *ISRN Soil Science*. 2012. p. 1-15.
7. Beneduzi A. "Plant growth-promoting Rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents". *Genetics and Molecular Biology*. vol. 35. no. 4. 2012, pp. 1044-1051.
8. Figueiredo M., Seldin L., Araujo F., Mariano R. "Plant growth promoting Rhizobacteria: Fundamentals and applications". Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, pp. 21-43.
9. Gamalero E. "Mechanisms used by plant growth-promoting bacteria" in *Bacteria in Agrobiolgy: Plant Nutrient Management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2011. pp. 17-46.
10. Jangu O., Sindhu S. "Differential

response of inoculation with indole acetic acid producing *Pseudomonas* sp. in green gram (*Vignaradiata* L.) black gram (*Vignamungo* L.)". *Microbiology Journal*. Vol.1. no. 5. 2011. pp. 159-173.

11. Kots S., Berehovenko S., Kirichenko E. Features of the interaction of plants and nitrogen fixing microorganisms. NAS of Ukraine. Institute of Plant Physiology and Genetics. K.: Science. opinion. 2007. 315 p.

12. Martyniuk S., Oron J. "Populations of rhizobia in some Polish soils not planted with legumes". vol. 54. no. 3. 2012. pp. 165-168.

13. Mohamed Z., El-Sayed S., Radwan T., El-Wahab G. "Potency evaluation of *Serratiamarcescens* and *Pseudomonas fluorescens* as biocontrol agents for root-knot nematodes in Egypt". *Journal of Applied Sciences Research*. Vol.4. no. 1. 2009. pp. 93-102.

14. Rajendran G., Patel M., Josh S. "Isolation and characterization of nodule-associated *Exiguobacterium* sp. from the root nodules of fenugreek (*Trigonellafoenum-graecum*) and their possible role in plant growth promotion". *International Journal of Microbiology*. Vol. 2012. pp. 1-8.

References

1. Mazur V. A., Gorshhar V. I., Konopl'ov O. V. (2010). *Ekologichni problemy` zemlerobstva* [Ecological problems of agriculture]. K.: Centr naukovoyi literatury`. 2010. S. 34-45.

2. Metodologiya i prakty`ka vy`kory`stannya mikrobny`x preparativ u texnologiyax vy`roshhuvannya sil`s`kogospodars`ky`x kul`tur [Methodology and practice of microbial drugs use in crop growing technologies] / V. V. Volkogon, A. S. Zary`shnyak, I. V. Gry`ny`k ta in. (2011). Ky`yiv: Agrarna nauka, 153.

3. Pancy`reva G. V. (2016). *Doslidzhennya sortovy`x resursiv lyupy`nu bilogo* (*Lupinus albus* L.) v Ukrayini [Investigation of the varieties of white lupine resources (*Lupinus albus* L.) in Ukraine]. Vinny`cya, 4, 88-93.

4. Polishhuk I. S., Polishhuk M. I.,

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.

Mazur V. A. (2015). Efektyvnist' zastosuvannya biologichno-efektyvnykh preparativ ta dobryv pry vyroshhuvanni kartopli v umovax pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayiny [Efficiency of application of biologically effective drugs and fertilizers in growing potatoes in the conditions of the right bank of the forest-steppe of Ukraine]. Sil'ske gospodarstvo ta lisivnyctvo. VNAU, 2, 19.

5. Albinus M. "Effects of land use practices on livelihoods in the transboundary sub-catchments of the Lake Victoria Basin". *African Journal of Environmental Science and Technology*. Vol. 2. no. 10. 2008. pp. 309-317.

6. Auxtero E., Madeira M., Parker D. "Extractable Al and Soil Solution Ionic Concentrations in Strongly Leached Soils from Northwest Iberia: Effects of Liming". *ISRN Soil Science*. 2012. p. 1-15.

7. Beneduzi A. "Plant growth-promoting Rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents". *Genetics and Molecular Biology*. vol. 35. no. 4. 2012, pp. 1044-1051.

8. Figueiredo M., Martinez C., Burity H., Chanway C. "Plant growth-promoting Rhizobacteria for improving nodulation and nitrogen fixation in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)". *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2007. pp. 1-7.

9. Gamalero E. "Mechanisms used by

plant growth-promoting bacteria" in *Bacteria in Agrobiolology: Plant Nutrient Management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2011. pp. 17-46.

10. Jangu O., Sindhu S. "Differential response of inoculation with indole acetic acid producing *Pseudomonas* sp. in green gram (*Vignaradiata* L.) black gram (*Vignamungo* L.)". *Microbiology Journal*. Vol.1. no. 5. 2011. pp. 159-173.

11. Kots S., Berehovenko S., Kirichenko E. Features of the interaction of plants and nitrogen fixing microorganisms. NAS of Ukraine. Institute of Plant Physiology and Genetics. K.: Science. opinion. 2007. 315 p.

12. Martyniuk S., Oron J. "Populations of rhizobia in some Polish soils not planted with legumes". vol. 54. no. 3. 2012. pp. 165-168.

13. Mohamed Z., El-Sayed S., Radwan T., El-Wahab G. "Potency evaluation of *Serratiamarcescens* and *Pseudomonas fluorescens* as biocontrol agents for root-knot nematodes in Egypt". *Journal of Applied Sciences Research*. Vol.4. no. 1. 2009. pp. 93-102.

14. Rajendran G., Patel M., Josh S. "Isolation and characterization of nodule-associated *Exiguobacterium* sp. from the root nodules of fenugreek (*Trigonellafoenum-graecum*) and their possible role in plant growth promotion". *International Journal of Microbiology*. Vol. 2012. pp. 1-8.

RESEARCH OF ANATOMO-MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF WINTER WHEAT STEM IN AGROCENOSIS OF THE COASTAL FOREST LANDSCAPE OF UKRAINE

V. A. Mazur, H. V. Pantsyрева, Y. M. Kopytchuk

Abstract. The dynamics of formation and functioning of the anatomical and morphological structure of winter wheat plant stems has been investigated. The effect of fertilizer-free background and elevated background on the length of internodes (1-3) of stems in winter wheat agrocenoses has been investigated. It has been proved that seeding rates are characterized by a significant effect on the length of the knots. The influence of mineral nutrition background and seeding rates on the main anatomical and morphological indices of winter wheat stems, in particular the thickness of the filled part of the stem and the ring of the mechanical tissue, the number and diameter of the vascular-fiber bundles were studied. It is established that the strength of the straw is largely determined by the number of vascular-fiber bundles and the size of

Мазур В. А., Панцирева Г. В., Копитчук Ю. М.

their diameter. It was the largest on variants with a high fertilizer background. It is noted that anatomical and morphological studies provide for the development of stronger straw, which causes high resistance to seeding at seeding rate of 3 and 1.5 million pieces. seed / ha.

Key words: winter wheat, agroecosystems, length and diameter of internodes, mineral nutrition, seeding rate, lodging

ИССЛЕДОВАНИЕ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕБЛЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В АГРОЦЕНОЗАХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В. А. Мазур, А. В. Панцирева, Ю. Н. Копытчук

Аннотация. Проведено исследование динамики формирования и функционирования анатомо-морфологического строения стебля растений озимой пшеницы. Исследовано влияние фона без удобрений и на повышенном фоне на длину междоузлий (1-3) стеблей в агроценозах озимой пшеницы. Доказано, что нормы высева существенно повлияли на длину междоузлий. Изучено влияние фона минерального питания и норм высева на основные анатомо-морфологические показатели стеблей озимой пшеницы, в частности толщины выполненной части стебля и кольца механической ткани, количество и диаметр сосудисто-волокнистых пучков. Установлено, что прочность соломинки в значительной мере обуславливается количеством сосудисто-волокнистых пучков, а также величиной их диаметра. Наибольшей она была на вариантах с повышенным фоном удобрения. Отмечено, что анатомо-морфологические исследования обеспечивают развитие более прочной соломинки, что и обуславливает высокую устойчивость до состояния при норме высева 3 и 1,5 шт. семян / га.

Ключевые слова: озимая пшеница, агроценозы, длина и диаметр междоузлий, минеральное питание, норма высева, состояние

ЗМІНА ЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗЕРНОПРОСАПНОЇ СІВОЗМІНИ

О. А. Цюк, доктор сільськогосподарських наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tsyuk@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.010>

Анотація. Метою дослідження є вивчення енергопотенціалу чорнозему типового за використання систем землеробства у зернопросапній сівозміні. За час досліджень використовували польовий, лабораторний, розрахунковий методи. Вирощування культур сівозміни за інтенсивної системи землеробства ($N_{92}P_{100}K_{108}$ на 1 га сівозміни) зменшувало запаси органічної речовини ґрунту та спричиняло зменшення його енергетичного потенціалу. За період двох ротаций енергоємність чорнозему типового зменшувалась на 42,6 ГДж/га.

Використання екологічної системи землеробства сприяло стабілізації енергетичного балансу ґрунту. Застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів і 150 кг мінеральних добрив ($N_{46}P_{49}K_{55}$), забезпечило зростання енергії ґрунту до початкового в середньому за рік на 1,68 ГДж/га. Подальші дослідження щодо енергопотенціалу чорнозему типового у сівозмінах з врахуванням різних джерел надходження органічної речовини до ґрунту є основою для розробки екологічно врівноваженої і ефективної системи землеробства.

Ключові слова: енергопотенціал ґрунту, баланс, гумус, система землеробства, добрива

Енергетична ефективність агротехнологій значно залежить від направленості і збалансованості енергетичних потоків у ґрунті [2]. Формування позитивного балансу енергії ґрунту забезпечує стабільність енергетичного балансу в агроecosистемах і сприяє підвищенню енергетичної ефективності агротехнологій [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В умовах сучасного виробництва ефективним заходом впливу на енергетичний потенціал ґрунту виступає система удобрення.

Застосування добрив нормує обсяги надходження енергії в ґрунт, впливає на її розподіл та зберігання. За даними В. В. Іваніни [3], С. В. Рогальського [4], внесення органічних добрив у системі удобрення культур сприяє збереженню енергетичного потенціалу ґрунту, а за високих обсягів надходження органічної речовини забезпечує розширення його відтворення. Стабільність енергетичного потенціалу чорнозему типового вилугуваного за органо-мінеральної системи удобрення

Цюк А. О.

відзначалася в дослідженнях Я. П. Цвея [7].

На думку Ю. О. Тараріко [6], підвищення енергетичного потенціалу ґрунтів у сучасному виробництві можна досягти шляхом біологізації системи удобрення – застосування побічної продукції та зеленої маси післяжнивних сидеральних культур.

Зменшення енергетичного потенціалу агроєкосистем є головним протиріччям сучасного землеробства [4, 5]. Відомий зв'язок між продуктивністю агроєкосистем, сталістю агроландшафтів та зміною родючістю ґрунтів, енергію ґрунтів правомірно розглядати як універсальний критерій оцінки діяльності агроєкосистеми [1].

На сьогодні дослідження балансу елементів живлення лежить в основі концепції сталого виробництва, є основою оцінки економічної та екологічної ефективності застосування мінеральних добрив [8].

Зернові культури формують потужну кореневу систему, збагачують ґрунт органічною речовиною, сприяють утворенню хорошої агрономічної структури, що забезпечує сприятливі умови для засвоєння азоту рослинами і підвищує їх продуктивність [9].

Метою дослідження – вивчення енергопотенціалу чорнозему типового за використання систем землеробства у зернопросапній сівоzmіні.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводились протягом 2008-2018 рр. на Агрономічній дослідній станції Національного університету біоресурсів і природокористування України (Київська обл., Васильківський р-н., с. Пшеничне). Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий з вмістом гумусу в оброблювальному шарі 4,2 – 4,5 %, рН сольової витяжки 7,0-7,2. Питома маса ґрунту 2,6 г/см³, повна вологостійкість 38,4%, польова вологостійкість – 28%, вологість стійкого в'янення – 10%. Глибина залягання підґрунтових вод 5-6 м.

Дослідження проводили у 2-факторному стаціонарному польовому досліді з вивчення – 3-х градацій систем землеробства і 3 –х систем основного обробітку ґрунту. Чергування культур у зернопросапній сівоzmіні наступне: соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно.

Єдиною логічною відміною між варіантами системи землеробства обране їх ресурсне забезпечення для відтворення родючості ґрунту і виконання технологічних заходів догляду за посівами.

Промислова (інтенсивна, контроль) - пріоритетне використання промислових добрив для відтворення родючості ґрунту з внесенням на гектар сівоzmінної площі 12 т гною та інтенсивним

Цюк А. О.

застосуванням мінеральних добрив 300 кг NPK ($N_{92}P_{100}K_{108}$), інтенсивним використанням пестицидів визначена для отримання урожайності пшениці озимої на рівні 5 т/га і буряків цукрових – 60 т/га, а також забезпечення позитивного балансу гумусу. *Екологічна* – пріоритетне застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 18 т органіки (12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси поживних сидератів) і 150 кг діючої речовини мінеральних добрив ($N_{46}P_{49}K_{55}$), застосуванням пестицидів за критерієм еколого – економічного порогу наявності шкідливих організмів. *Біологічна (органічна)* – застосування лише природних органічних добрив 17 т/га для відтворення родючості ґрунту без внесення промислових агрохімікатів та пестицидів, але з використанням замість них біологічних засобів захисту посівів від шкідливих організмів.

Зміст другого фактора – систем основного обробітку ґрунту в сівозміні: у межах кожної системи землеробства вивчають чотири його варіанти: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований в Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни полицевих обробітків, один поверхневий під озиму пшеницю і один чизельний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий, що

складається з ярусної оранки під соняшник, поверхневого дискування під озиму пшеницю та чизельних розпушуваль під решту культур; 3) поверхневий обробіток дисковими знаряддями під всі культури на глибину 8-10 см..

Площа посівної ділянки – 280 м², облікової – 192 м². Повторність досліду – чотириразова, розміщення варіантів послідовне.

Визначення вмісту гумусу в ґрунтових зразках здійснювали за методом І. В. Тюріна. Баланс елементів живлення розраховували згідно з прийнятими методиками. Енергетичний баланс ґрунту та його складових розраховували за допомогою енергетичних еквівалентів [6].

Результати досліджень.

Вирощування культур зерно просапної сівозміни упродовж (2008-2018 рр.) разом з витратами антропогенної енергії на технологічні операції потребувало значних витрат енергії ґрунту. Енергетичний потенціал чорнозему типового в кінці ротації другої ротації у варіанті органічної системи землеробства зменшився на 6,2 ГДж/га, а за інтенсивної – на 42,6 ГДж/га. У структурі витрат енергії обумовлено від'ємним балансом елементів живлення 63,0 %, решту 37,0 % витрат енергії гумусу в ґрунті. Наприкінці ротації зерно просапної сівозміни у варіанті біологічної системи землеробства запаси фосфору в ґрунті

Цюк А. О.

зменшились на 10 кг/га, калію – на 31,0 кг/га, що супроводжувалось падінням енергії ґрунту щодо азоту на

73,8 ГДж/га, фосфору – на 1,5, калію – на 1,9 ГДж/га (табл. 1).

1. Зміна енергопотенціалу 0-40 см шару чорнозему типового в сівозміні, (2008-2018 рр.)

Варіанти	Запаси гумусу, т/га		Баланс, ± кг/га			Баланс енергії, ± ГДж/га				Зміна енергії ґрунту, ± ГДж/га
	2008	2018	N	P	K	гумус	N	P	K	
Біологічна	44,3	43,6	4	-10	-31	71	-73,8	-1,5	-1,9	-6,2
Екологічна	44,6	46,6	30	32	-4	76	-57	4,2	-6,4	16,8
Інтенсивна	43,8	44,4	23	67	-12	72,8	-119	2,7	0,9	-42,6

У щорічному балансі енергії застосування лише органічних добрив за біологічної системи землеробства порівняно з інтенсивною – підвищували енергетичний потенціал ґрунту в цілому на 3,64 ГДж на 1 га сівозмінної площі.

Очевидно є те, що інтенсивна система землеробства спроможна підвищити продуктивність землеробства, але не здатна забезпечити його сталий розвиток уже у найближчій перспективі. Використання біологічної системи землеробства супроводжувалось щорічними втратами органічної речовини ґрунту в розмірі 0,07 т/га.

Сталих показників енергетичного балансу ґрунту вдалось досягти у разі застосування екологічної системи землеробства. Використання 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів на фоні внесення 150 кг мінеральних добрив $N_{46}P_{49}K_{55}$ на 1 га сівозмінної площі підвищило

енергоємність ґрунту наприкінці ротації до початкового показника, на 16,8 ГДж/га. Позитивних показників енергетичного балансу вдалось досягти завдяки стабілізації вмісту органічної речовини у ґрунті. Екологічна система виявилась неспроможною повною мірою компенсувати винос рослинами азоту і калію ґрунту. Внаслідок цього на фоні загального позитивного балансу енергоємності запаси енергії азоту та калію ґрунту щороку зменшувались відповідно на 5,7 та 0,64 ГДж/га.

Досить ефективною виявилась екологічна система землеробства, за своїм впливом на його енергетичний стан. Використання гною і побічної продукції на фоні внесення 150 кг мінеральних добрив $N_{46}P_{49}K_{55}$ на 1 га сівозмінної площі збільшувало надходження в ґрунт елементів живлення і формувало додатний баланс азоту і фосфору в ґрунті наприкінці ротації відповідно 30 та 32 кг/га, за неістотного від'ємного

Цюк А. О.

(-4,0 кг/га) балансу калію. Завдяки покращенню біогенного балансу екологічна система землеробства порівняно з інтенсивною збільшувала енергоємність ґрунту в цілому за ротацію сівозміни на 16,8 ГДж/га, або 1,68 ГДж/га в рік.

Застосування біологічної системи землеробства, у якому застосовували лише органічні добрива сприяло зниженню енергоємності ґрунту на 6,2 ГДж/га, або 0,62 ГДж/га в рік. Використання на варіанті інтенсивної системи землеробства мінеральних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 300 кг ($N_{92}P_{100}K_{108}$), сприяло зниженню енергоємності ґрунту 42,6 ГДж/га. Відновленню ґрунтової енергії сприяло застосування гною, побічної продукції (солома пшениці озимої і сої, стебла соняшнику і кукурудзи), сівба сидеральних культур. Органічні добрива на варіантах дослідів забезпечили позитивний баланс гумусу, на частку якого в енергетичному балансі припадало 8,7–58,5 % ґрунтової енергії.

Найвищі показники енергетичного балансу чорнозему типового наприкінці двох ротацій відмічено за екологічної моделі землеробства. Дана система

землеробства сприяла інтенсивному накопиченню органічної речовини, запаси якого наприкінці двох ротацій на 2,0 т/га, за показників додатного балансу азоту і фосфору – відповідно 30 і 32 і від'ємного балансу калію 4 кг/га.

Завдяки суттєвому зростанню запасів органічної речовини ґрунту на варіанті екологічного землеробства його енергоємність наприкінці двох ротацій зросла на 16,8 ГДж/га.

Висновки і перспективи

Вирощування культур сівозміни за інтенсивної системи землеробства ($N_{92}P_{100}K_{108}$ на 1 га сівозміни) зменшувало запаси органічної речовини ґрунту та спричиняло зменшення його енергетичного потенціалу. За період двох ротацій енергоємність чорнозему типового зменшувалась на 42,6 ГДж/га.

Використання екологічної системи землеробства сприяло стабілізації енергетичного балансу ґрунту. Застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів і 150 кг мінеральних добрив ($N_{46}P_{49}K_{55}$), забезпечило зростання енергії ґрунту до початкового в середньому за рік на 1,68 ГДж/га.

Список використаних джерел

1. Заришняк А. С., Балуєк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. Вісник аграрної науки. 2012. 1. 28-32.
2. Іваніна В. В. Енергетичний баланс чорнозему типового вилугуваного та ефективність агротехнологій залежно від системи удобрення. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2013. Вип. 18. С.99-101.
3. Іваніна В. В. Зміна енергопотенціалу чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення зерно-бурякової сівозміни. Агроєкологічний журнал. 2012. № 3. С.37-40.
4. Рогальський С. В. Відтворення енергетичного потенціалу ґрунту у Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2001. №4. С. 75-76.
5. Сінеченко В. М. Ефективність сучасного землеробства на основі його енергетичного балансу. Вісник аграрної науки. 2004. № 11. С. 14-17.
6. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем. Киев. ДИА. 2007. 560 с.
7. Цвея Я. П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмін. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2001. Вип. 12. С. 45-55.
8. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. Agric. Food Syst. 2013 . 28. 276–289.
<https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>
9. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. Chilean journal of agricultural research. 2015. 75(1). 92–97.
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

References

1. Zaryshniak A.S., Balyuk S.A., Lisovyi M.V., Komarista A.V. (2012). Balanc humusu i pozhynykh rechovin v gruntakh Ukrainy [Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine]. Bulletin of agrarian science, 1, 28– 32. [in Ukrainian].
2. Ivanina V. V. (2013). Enerhetychnyi balans chornozemu typovoho vyluhuvanoho ta efektyvnist ahrotekhnolohii zalezno vid systemy udobrennia. Zbirnyk naukovykh prats IBKTSB. Vyp. 18. 99-101. [in Ukrainian].
3. Ivanina V. V. (2012). Zmina enerhopotentsialu chornozemu opidzolenoho za riznykh system udobrennia zerno-buriakovoi sivozminy. Ahroekolohichniy zhurnal, 3, 37-40. [in Ukrainian].
4. Rohalskyi S. V. (2001). Vidtvorennia enerhetychnoho potentsialu hruntu u Lisostepu. Visnyk aharnoi nauky. 4, 75-76. [in Ukrainian].
5. Sinechenko V. M. (2004). Efektyvnist suchasnoho zemlerobstva na osnovi yoho enerhetychnoho balansu. Visnyk aharnoi nauky. 11, 14-17. [in Ukrainian].
6. Tararyko Yu. A. (2007). Formyrovanye ustoichyvykh ahroekosystem. Kyev. DYA. 560. [in Ukrainian].
7. Tsveia Ya. P. (2001). Bioenerhetychna otsinka produktyvnosti riznorotatsiinykh sivozmin. Zbirnyk naukovykh prats IBKTSB. Vyp. 12, 45-55. [in Ukrainian].
8. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. (2013). Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. Agric. Food Syst, 28, 276–289.
<https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>
9. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. Chilean journal of agricultural research, 75(1), 92–97.
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ЗЕРНОПРОСАШНОГО СЕВООБОРОТА

А. А. Цюк

Анатоция. Целью исследования является изучение энергopotенциала чернозема типичного при использовании систем земледелия в зернопропашного севооборота. За время исследований использовали полевой, лабораторный, расчетный методы. Выращивание культур севооборота при интенсивной системы земледелия ($N_{92}P_{100}K_{108}$ на 1 га севооборота) уменьшало запасы органического вещества почвы и вызывало уменьшение его энергетического потенциала. За период двух ротаций энергоемкость чернозема типичного уменьшалась на 42,6 ГДж/га.

Использование экологической системы земледелия способствовало стабилизации энергетического баланса почвы. Применение для воспроизводства плодородия почвы органических удобрений с внесением на гектар сивооборотной площади 12 т/га навоза и 6 т/га побочной продукции, массы пожнивных сидератов и 150 кг минеральных удобрений ($N_{46}P_{49}K_{55}$), обеспечило рост энергии почвы к исходному в среднем за год на 1,68 ГДж/га. Дальнейшие исследования по энергopotенциалу чернозема типичного в севооборотах с учетом различных источников поступления органического вещества в почву является основой для разработки экологически уравновешенной и эффективной системы земледелия.

Ключевые слова: энергopotенциал почвы, баланс, гумус, система земледелия, удобрения

CHANGE OF ENERGY POTENTIAL OF BLACK EARTH OF A TYPE OF GRAIN ORGANIZATION

O. A. Tsyuk

Abstract. The purpose of the study is to study the energy potential of black earth typical for the use of farming systems in grain-crop rotation. During the researches, field, laboratory and calculation methods were used. Cultivation of crop rotation under an intensive crop system ($N_{92}P_{100}K_{108}$ per 1 ha of crop rotation) reduced the soil organic matter reserves and reduced its energy potential. For the period of two rotations, the typical black earth energy intensity decreased by 42.6 GJ/ha.

The use of an ecological farming system has helped to stabilize the energy balance of the soil. Application for reproduction of soil fertility of organic fertilizers with application of 12 t / ha of manure per hectare of crop rotation and 6 t/ha of by-products and weight of crop sideratas and 150 kg of mineral fertilizers ($N_{46}P_{49}K_{55}$), provided an increase of soil energy up to the initial average of 1 year on average 1,68 GJ/ha. Further studies on the energy potential of black earth typical of crop rotation, taking into account different sources of organic matter input to the soil, are the basis for the development of an environmentally balanced and efficient system of agriculture.

Key words: soil energy potential, balance, humus, farming system, fertilizers

КАНІБАЛІЗМ ПТИЦІ ТА ЙОГО ПРОФІЛАКТИКА**І.С. ЛЕВЧЕНКО**, здобувач* третього (освітньо-наукового) рівня**О.І. ЛЮБЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук,

доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва

Херсонський державний аграрно-економічний університет

E-mail: levchenkoj500@gmail.com, lubasha21678@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.011>

Анотація. У статті проаналізовані основні причини та методи профілактики канібалізму птиці. Канібалізм завдає значних економічних збитків птахівничим підприємствам, адже його прояви не залежать від кількості, виду птиці та умов утримання. Наднормативна щільність посадки, зміна ієрархічної структури в групі, підсаджування нових особин, відхилення від нормативних показників мікроклімату, інтенсивності освітлення є першопричинами виникнення канібалізму. Спочатку птиця відчуває дискомфорт, який переростає в занепокоєння, агресію, істерію, а згодом – в розкльовування та вищипування пір'я. Велику увагу виробники приділяють нетрадиційним кормовим добавкам природного походження. Результати проведених наукових досліджень показали, що зміна щільності посадки і включення в комбікорм птиці піддослідних груп 5 г/гол. ракушняку дало змогу підвищити продуктивність та позитивно вплинуло на якісний склад яєць. В другій дослідній групі продуктивність становила 1428 шт., що на 138 шт. більше першої дослідної та на 309 шт. – контрольної групи. Клінічний огляд в кінці досліджень показав, що у деяких курей другої дослідної групи покращився зовнішній вигляд, відновилося втрачене пір'я, з'явився блискучий пух. Встановлено, що ракушняк в раціоні задовольняє потребу курей в рефлексі клювання та створює ефект додаткової «зайнятості». Такий профілактичний захід сприяє нормалізації загального стану курей, зниженню агресії, істерії, канібалізму та підвищенню збереженості птиці.

Ключові слова: птахівництво, канібалізм, агресивна поведінка, щільність посадки, годівля.

Актуальність. Канібалізмом називають схильність птахів до розкльовування інших особин. Легка форма канібалізму проявляється у вищипуванні, поїданні пір'я, яєць; тяжка форма – розкльовування шкіри, очей, клоаки; клінічно виражена форма практично не лікується,

оскільки отримані травми несумісні з життям.

Сьогодні канібалізм птиці широко поширений у всіх країнах світу, а найчастіше зустрічається в господарствах, де порушуються зоотехнічні норми годівлі та утримання. Тому, канібалізм – не

* Науковий керівник - кандидат сільськогосподарських наук О. І. Любенко.

лише хвороба, а і реакція на умови утримання та годівлю [2, с. 813].

Проблема канібалізму особливо актуальна, коли одночасно використовуються інтенсивні технології утримання та високопродуктивні кроси яєчного напрямку продуктивності, від канібалізму може загинути 30 і більше відсотків від усього поголів'я птиці в стаді. Канібалізм завдає значних економічних збитків птахівничим підприємствам, адже проявляється не залежно від кількості, виду птиці та умов утримання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вітчизняні та зарубіжні вчені доводять, що вивчення особливостей поведінки птиці дозволяють створити такі умови утримання, які сприяють більш повному використанню їх продуктивності і зниженню витрат на виробництво продукції [1, с. 48; 7, с. 20; 8, с. 2].

У своїй роботі В. І. Фисинін [16, с. 273] охарактеризував найбільш поширені типи канібалізму курей різного ступеня: від розкльовування окремих ділянок тіла до обскубування пір'я. Розкльовування ніг найчастіше зустрічається при недостатньому фронті годівлі, високо розташованих напувалках, наявності в групі великої кількості агресивних курей, які не дають можливості іншим споживати корм в достатній кількості. Розкльовування ший та голови

найчастіше зустрічається в період встановлення ієрархії в групі. Домінуюче, агресивне поголів'я курей обскубує пір'я у слабких, що призводить до травм гребня і сережок, провокують розкльовування.

За результатами досліджень провідних вчених визначені основні причини та фактори, які сприяють виникненню явища канібалізму птиці, їх можна розділити на декілька груп.

Технологічні фактори: наднормативна щільність посадки, зменшення площі утримання; зміна ієрархічної структури в групі, підсаджування нових особин; відхилення від нормативних показників мікроклімату та порушення зоогігієнічних нормативів утримання; удари, гучні звуки, різкі рухи обслуговуючого персоналу і ін. [3, с. 38; 11, с. 201].

Кормові фактори: нестача корму і води, малий фронт годівлі, незбалансовані раціони, часті, різкі зміни годівлі; порушення білкового обміну (гострий дефіцит білку або перегодовування птиці білками тваринного походження); дефіцит або дисбаланс незамінних амінокислот і протеїну; мікотоксичні ураження кормів; нестача вітамінів А, В, D, Е, кальцію і мікроелементів та ін. [9, с. 20; 10, с. 23].

Генетичні фактори: вважається, що кури з коричневим оперенням генетично менш схильні до розкльовування, ніж білі кроси. Разом

з тим, найбільший прояв канібалізму відмічається у птиці яєчних та м'ясо-яєчних порід [15, с. 189].

Ветеринарно-санітарні фактори: хвороби птиці, механічні пошкодження тіла, ураження кліщами, вошами, паразитами; наявність в групі ослаблених, хворих курей та ін. [12, с. 148; 15, с. 188].

Найефективнішим методом боротьби з канібалізмом птиці вважається «дебікування» – (від лат. «De» - видалення і англ. «Beak» - дзьоб) - видалення частини дзьоба у сільськогосподарської птиці. Обрізають верхню і нижню частину дзьоба тільки за допомогою дебікера, оснащеного розпеченим ножом, або ножицями з подальшим припіканням місця зрізу [13, с. 10]. Такий метод, крім зниження канібалізму та розкльовування птиці, зумовлює економію корму, зменшує бій яєць, знижує збудженість курей. Доведено, що збереженість поголів'я курей яєчних кросів після дебікування зростає на 17 % [2, с. 819].

Недоліками дебікування вважається: значні економічні витрати на обладнання та підготовку відповідних фахівців, високий ризик кровотечі, інфекційного зараження, стрес, больовий синдром, неправильна технологія виконання роботи та ін. Видалення частини дзьоба викликає анатомічні, фізіологічні зміни та нові поведінкові реакції [8, с.3; 13, с.12].

Тому метою дослідження було проаналізувати основні причини виникнення канібалізму курей-несучок в умовах промислового утримання та знайти нові ефективні та маловитратні способи його профілактики.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводилися в умовах філії «Снігурівська птахофабрика» ПНВК «Інтербізнес» на поголів'ї курей-несучок промислового стада кросу Ломанн білий з 48 до 52 тижнів продуктивного періоду. У процесі дослідження було вивчено умови утримання і годівлю курей, інтенсивність несучості відповідно до фази продуктивного періоду та проведено клінічний огляд птиці.

Аналіз технології промислового виробництва яєць в господарстві показав, що умови утримання та параметри мікроклімату в приміщенні відповідають нормативам інструкції з використання кросу Ломанн білий. Однак, як і у попередньому технологічному циклі, відмічалися ознаки підвищеної агресії курей, розкльовування і вищипування пера, випадки канібалізму.

Клінічний огляд показав, що птиця, в основному, була активна, рухлива, з гладеньким, білим оперенням, рожевим гребнем і борідкою. Добре споживала корм і воду. Близько 35 % поголів'я проявляли ознаки збудження і занепокоєно реагували на зовнішні подразники, особливо на появу

обслуговуючого персоналу біля кліткової батареї. Деякі особини пригнічено стояли в глибині клітки, мали скуйовджене, забруднене або злипле пір'я, сухий шкіряний покрив та були меншої живої маси.

Із загальної кількості курей, які знаходилися в стані підвищеної збудженості та істерії, близько 6 % проявляли агресію по відношенню до інших особин в клітці. Істерія та панічна реакція курей проявлялася також гучною вокалізацією у відповідь на будь-який подразник: різкий рух, звук, поява людини, стрибки інших особин. Спостереження за поведінкою курей показали, що панічна реакція найперше виникала у птиці з дефектами пір'яного покриву та малою живою масою. Близько 10 % курей мали на тілі ділянки з вищипаним пір'ям (здебільшого в області голови, шиї, на спині, крилах), які частково були вкриті синцями та крововиливами, відмічалось незначне скупчення курей в клітках.

З метою профілактики канібалізму та розкльовування у господарстві було апробовано декілька схем. Курей-несучок, однакових за віком, живою масою,

продуктивністю і загальним розвитком, методом випадкової вибірки розподілили на три групи: дві дослідні і контрольна група. Різниця за показниками живої маси та продуктивності на початку досліджень не перевищувала 2 %. Всі групи були розміщені рівномірно на всіх 6-ти ярусних кліткової батареї «Агромаш-ІФ», з дотриманням всіх технологічних параметрів утримання, рекомендованих для даного кросу.

Курей годували повнораціонними комбікорми, збалансованими за поживними речовинами, які передбачені рекомендаційними нормами для відповідного кросу. Аналіз хімічного складу та поживності повнораціонних комбікормів, свідчить про те, що вони повністю забезпечували птицю енергією, поживними та біологічно активними речовинами.

Для першої дослідної групи, як профілактичний захід, було застосовано збільшення щільності посадки курей у клітках. У другій дослідній групі використовували комплексний підхід – збільшення щільності посадки та щоденне введення в раціон ракушняку (табл. 1).

1. Загальна схема проведених досліджень

Група	Кількість курей у групі	Умови проведення дослідів
Контрольна	60	Повнораціонний комбікорм, 8 гол в клітці, щільність посадки 450 см ² /гол
I дослідна	60	Повнораціонний комбікорм, 6 гол в клітці, щільність посадки 600 см ² /гол
II дослідна	60	Повнораціонний комбікорм, 6 гол в клітці, щільність посадки 600 см ² /гол + 5 г/гол ракушняку

Результати дослідження та їх обговорення. Високопродуктивні кроси птиці характеризуються підвищеною чутливістю до дії зовнішніх подразників, внаслідок чого проявляється агресивність, розкльовування і канібалізм. Підвищення агресивності, як правило, виражається в збільшенні випадків переслідування слабких особин, поїдання пір'я, розкльовування, прояв стереотипної поведінки (автоматичне повторення однакових рухів) [6, с. 264].

Агресивне розкльовування найчастіше проявляється в період встановлення ієрархії в групі. Встановлено, що основною причиною канібалізму та розкльовування птиці є її фізіологічний стан і рівень нейрогуморальної системи, який характеризується відчуттям страху в окремих курей. Поява нових особин в клітці або переушільнення стада може стати причиною нервового збудження, стресу, істерії, викликати стан фрустрації птиці [4, с. 201].

Підвищення щільності посадки птиці в клітках є одним із способів зменшити інвестиційну вартість виробництва яєць. Це дозволяє більш раціонально використовувати приміщення для утримання птиці в господарстві. Проте, з іншого боку, зменшення доступної площі клітки на одну курку-несучку чинить негативний вплив на поведінку і продуктивні показники птиці.

Наднормативна щільність посадки курей має гнітючий вплив на ріст, розвиток, продуктивність птиці та слугує основною причиною виникнення істерії у курей. Поведінка птиці більш чутлива до зміни щільності посадки, ніж її фізіологічна система організму. Тому такий практичний підхід може стати причиною зниження прибутку від виробництва яєць [5, 454-458].

У забезпеченні нормального функціонування організму важливу роль відіграє мінеральне забезпечення, основним показником якого є обмін кальцію. В організмі яєчних курей-несучок кальцієвий метаболізм проходить значно швидше. Кальцій бере участь в формуванні кісткової тканини та яєчної шкаралупи.

Для забезпечення повноцінної годівлі птиці важливу роль відіграють кормові добавки, які допомагають підтримувати продуктивність на високому рівні та запобігати прояву стресу. Велику зацікавленість науковців, виробників викликають нетрадиційні кормові добавки природного походження [16, с. 271].

Ракушняк або кормова черепашка (морська, річкова) – цінне джерело мінеральних речовин для птиці (кальцію, йоду і магнію). Нестача таких елементів негативно впливає на організм птиці, викликає канібалізм, хвороби опорно-рухового апарату, проблеми з обміном речовин, зниження живої маси, несучості та

Левченко І. С., Любенко О. І.

якості яєць. Вміст кальцію в ракушняку досягає 37-40 % [14, с. 167].

Результати проведених досліджень показали, що на початку дослідів жива маса курей контрольної

та дослідних груп практично не відрізнялася і становила 1680-1700 г. На кінець експерименту найвищу живу масу (1805 г) мали кури другої дослідної групи (табл. 2).

2. Продуктивні показники дослідного поголів'я

Показник	Група		
	Контрольна	I дослідна	II дослідна
Поголів'я курей на початку дослідів, гол	60	60	60
Поголів'я курей в кінці дослідів, гол	57	58	59
Збереженість, %	95	97	98
Жива маса на початку дослідів, г	1680	1700	1690
Жива маса в кінці дослідів, г	1696	1730	1805
Отримано яєць, шт.	1119	1290	1428
Середня маса одного яйця на початку дослідів, г	60,4	60,2	60,6
Середня маса одного яйця в кінці дослідів, г	60,6	61,0	62,7
Несучість на середню несучку, шт.	19,1	21,9	24,0
Витрати корму, г/гол/день	103	115	109

Додавання ракушняку сприяло кращому засвоєнню основного корму. Дрібні черепашкові фракції (1,5-3,5 мм) стимулюють роботу шлунково-кишкового тракту і підвищують виділення шлункового соку. Жива маса курей контрольної та першої дослідної груп в кінці експерименту практично не відрізнялася (1696-1730 г).

Збільшення щільності посадки курей в дослідних групах мало позитивний ефект на їх

продуктивність. Так, в першій дослідній групі продуктивність за період дослідів становила 1290 шт. яєць, тобто на 171 шт. більше, ніж в контрольній (1119 шт.). В другій дослідній групі продуктивність становила 1428 шт., що на 138 шт. більше першої дослідної та на 309 шт. – контрольної групи.

Проаналізувавши кількісні та якісні показники яєчної продуктивності обох дослідних груп, нами було встановлено, що

збільшення щільності посадки призвело до збільшення маси яйця (61,0 г і 62,7 г відповідно). Найбільша товщина шкаралупи та маса яєць була в другій дослідній групі, що пов'язано з більшим надходженням кальцію до організму птиці.

Клінічне дослідження курей обох дослідних груп показало суттєве зниження випадків істерії та агресивної поведінки курей. На початковому етапі досліджень у чотирьох курей першої дослідної групи відмічалася збуджена поведінка, яка проявлялася в розмахуванні крилами, гучною вокалізацією та клюванні інших особин групи. Через 22 дні профілактичних заходів прояв агресивної поведінки у курей першої дослідної групи знизився. Це пояснюється тим, що в групах остаточно встановилася ієрархічна структура, в якій кожна особина зайняла відповідне місце.

У другій дослідній групі в перші 3 дні проявлялася стереотипна поведінка до агресивного розкльовування та незначні провокації істерії. Щоденна давання ракушняку задовольняла потребу курей в рефлексі клювання. Птиця довше знаходилася біля годівниць, поїдаючи корм. Мілкі, перламутрові частинки ракушняку приваблювали курей, таким чином створюючи ефект додаткової «зайнятості». Відтак у курей другої дослідної групи залишалося все менше часу на

з'ясування стосунків, прояву агресії, істерії та визначення ієрархічного положення в групі.

Птиця обох дослідних груп була рухлива, активно споживала корм і воду. Оперення стало гладким, чистим, а у курей другої дослідної групи набуло блискучого відтінку. В кінці експерименту кури дослідних груп мали задовільний зовнішній вигляд і поведінку. Проведений клінічний огляд показав, що у деяких курей другої дослідної групи на ділянках тулуба та шиї відновилося втрачене пір'я (з'явився блискучий пух), зникла агресія в групі.

Слід відзначити, що рефлекс розкльовування у птиці проявляється протягом всього життя, а рівень агресії в значній мірі залежить від умов утримання. Частота конфліктних ситуацій позитивно корелює з чисельністю особин у групі, нормалізація фізіологічного стану та поведінки курей-несучок неможлива без вибракування агресивних особин і використання вітамінних препаратів, біологічно активних речовин, стимуляторів обмінних процесів.

Висновки і перспективи. У результаті проведених досліджень встановлено, що збільшення значення щільності посадки не лише позитивно впливає на продуктивність, а і є ефективним методом профілактики розкльовування та канібалізму курей-несучок промислового стада. Так, зменшення кількості курей в клітці з 8

Левченко І. С., Любенко О. І.

до 6 голів в групі позитивно вплинуло на їх поведінку та продуктивність, в результаті чого було отримано 1290 шт. яєць, масою 61,0 г, що на 171 шт. (15,2 %) більше порівняно з контрольною групою.

Проте, більш високі показники були отримані від курей-несучок другої дослідної групи, яким, крім зміни щільності посадки, додатково додавали до раціону 5 г\гол. ракушняку. Використання такої схеми упродовж 48-52 тижнів продуктивного періоду значно зменшило прояв агресії та збудження

птиці в групі. Продуктивність становила 1428 шт., що на 138 шт. (10,7%) більше першої дослідної та на 309 шт. (27,6 %) – контрольної групи. Такий профілактичний захід сприяв нормалізації загального стану курей і підвищенню збереженості птиці.

У подальшому вважаємо доцільним дослідження впливу зміни щільності посадки та застосування кормових добавок на поведінку, продуктивність, фізіологічний стан і загальну резистентність курей-несучок промислового-стада.

Список використаних джерел

1. Annie Potts. Chicken. London: Reaktion Books, 2012. p. 52.
2. Bessei W. Feather pecking and cannibalism in poultry. *Proc. World's Poultry Congr.* New Delhi. India, 1996. №1. P. 813-819.
3. Dennis R.L., Fahey A.G., Cheng H.W. Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. *Poultry Science*, 2008. Vol. 88. P. 38-43.
4. Dudde A. et al. More Than Eggs – Relationship Between Productivity and Learning in Laying Hens. *Front Psychol*, 2018. V.9. P.2000. <https://doi.org/110.3389/fpsyg.2018.02000>
5. Hewlett S, R. Nordquist. Effects of Maternal Care During Rearing in White Leghorn and Brown Nick Layer Hens on Cognition. *Sociality and Fear. Animals* (Basel), 2019. 9(7). P. 454. <https://doi.org/10.3390/ani9070454>.
6. Kang H. & Park S. Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. *Poultry Science*, 2016. V. 95. P. 264. <https://doi.org/10.3382/ps/pew264>
7. Lori Marino. Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in

the domestic chicken. *Animal Cognition*, 2017. pp. 1-21.

8. Phillip J. Clauer. Cannibalism: Prevention and Treatment. *Virginia Cooperative Extension programs: Virginia Polytechnic Institute and State University*, 2009. P. 1-3

9. Бебин М. Л. Поведение яичных кур промышленного стада. Кормовое поведение. *Передовой научн.-произв. опыт в птицеводстве: весник Всесоюз. науч.-ислед. и технол. института птицеводства*, 1990. В. 3. С. 19-23.

10. Ковацкий Н., Дульгеров П. Каннибализм птицы и меры профилактики. *Птицеводство*, 2011. №8. С. 23-26.

11. Любенко, О. І., Левченко, І. С. Дослідження впливу щільності посадки та фронту годівлі на поведінку курей промислового стада. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*, 2020. Вип. 111. С. 199-204. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.27>

12. Мельник А.Ю. Корекція метаболічного профілю курей несучок за розкльову. *Наук. вісник Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*, 2014. № 13 (108). С. 148–155.

13. Мельник В.О., Рябініна О.В. Причини канібалізму у птиці та способи його профілактики. *Сучасне птахівництво*.

Левченко І. С., Любенко О. І.

Науково-виробничий журнал, 2018. №11–12(192–193). С. 7-12.

14. Свеженцов А. И. Нетрадиционные кормовые добавки для животных и птицы: моногр. Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. 296 с.

15. Сидоренко Л. И., Щербатов В.И. Биология кур: учебное пособие. Краснодар : КубГАУ, 2016. 244 с.

16. Фисинин В. И., Егоров И. А., Околелова Т. М. Кормление сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад, 2003. 375 с.

Reference

1. Annie, P. Chicken. (2012). London, Reaktion Books, 52.

2. Bessei, W. (1996) Feather pecking and cannibalism in poultry. Proc. World's Poultry Congr. New Delhi, India, 1, 813-819.

3. Dennis, R.L., Fahey, A.G., Cheng, H.W. (2008). Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. Poultry Science, 88, 38-43.

4. Dudde, A. et al.(2018). More Than Eggs – Relationship Between Productivity and Learning in Laying Hens. Front Psychol, 9, 201-205. doi.org/110.3389/fpsyg.2018.02000/

5. Hewlett, S., Nordquist, R. (2019). Effects of Maternal Care During Rearing in White Leghorn and Brown Nick Layer Hens on Cognition. Sociality and Fear. Animals (Basel), 9(7),454-461. doi.org/10.3390/ani9070454.

6. Kang, H. & Park, S. (2016) Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. Poultry Science, 95, 264. doi.org/10.3382/ps/pew264.

7. Lori, Marino. (2017). Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. Animal Cognition, 1-21.

8. Phillip, J. Clauer. (2009) Cannibalism: Prevention and Treatment. Virginia

Cooperative Extension programs: Virginia Polytechnic Institute and State University, 1-3.

9. Bebyn, M. L. (1990). Povedenye yaychnykh kur promyshlennoho stada. Kormovoe povedenye [The behavior of egg chickens in an industrial herd. Feed behavior]. Peredovoi nauchn.-proyzzv. opyt v ptytsevodstve: vesnyk Vsesoiuz. nauch.-ysled. y tekhnol. ynstytuta ptytsevodstva, 3, 19-23.

10. Kovatskyi, N., Dulherov, P. (2011). Kannybalyzm ptytsy y mery profylaktyky. [Bird cannibalism and preventive measures]. Ptytsevodstvo, 8, 23-26.

11. Liubenko, O. I., Levchenko, I. S. (2020). Doslidzhennia vplyvu shchilnosti posadky ta frontu hodivli na povedinku kurei promyslovoho stada. [The research on the impact of density and feeding scale on the behavior of chickens in a flock]. Tavriiskyi naukovi visnyk: Naukovi zhurnal, 111, 199-204. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.27>

12. Melnyk A.Yu. (2014). Korektsiia metabolichnoho profilu kurei nesuchok za rozklovu.[Correction of the metabolic profile of laying hens].Nauk. visnyk Lviv. nats. un-tu vet. medytsyny ta biotekhnolohii im. S.Z. Hzhyskoho, 13 (108), 148–155.

13 Melnyk V.O., Riabinina O.V. (2018). Prychyny kanibalizmu u ptytsi ta sposoby yoho profilaktyky. [Causes of cannibalism in birds and ways of its development]. Suchasne ptakhivnytstvo. Naukovo-vyrobnychi zhurnal, 11–12(192–193), 7-12.

14. Svezhentsov A. I. (2004). Netraditsionnyye kormovyye dobavki dlya zhivotnykh i ptytsy: monografiya. Dnepropetrovsk: ART-PRESS, 296 .

15. Sidorenko L. I., Shcherbatov V.I. (2016). Biologiya kur: uchebnoye posobiye. Krasnodar, KubGAU, 244.

16. Fisinin V. I., Yegorov I. A., Okolelova T. M (2003). Kormleniye sel'skokhozyaystvennoy ptytsy. Sergiyev Posad, 375.

КАННИБАЛИЗМ ПТИЦ И ЕГО ПРОФИЛАКТИКА

И. С. Левченко, О. И. Любенко

Аннотация. В статье анализируются основные причины и методы профилактики птичьего каннибализма. Каннибализм наносит значительный

економічний ущерб птицеводческим підприємствам, поскольку проявляється незалежно від кількості, породи птиці і умов утримання. Сверхнормативна густина посадки, зміна ієрархічної структури в групі, посадка нових особин, відхилення від норм мікроклімату, інтенсивності освітлення являються причинами виникнення канібалізму у птиці. Виробники приділяють велику увагу нетрадиційним кормовим добавкам природного походження. Результати наукових досліджень показали, що зміна густини посадки і включення в раціон птиці опитних груп по 5 г/гол. ракушечника підвищує продуктивність і оказує позитивний вплив на якість яєць. Во второй опытній групі продуктивність склала 1428 яєць, що на 138 яєць більше I опитної, і на 309 шт. - контрольної групи. Клинічний огляд в кінці досліджень показав, що у деяких кур-несушок другої опитної групи покращився зовнішній вигляд, опало втрачене перо і з'явився блискучий пух. Встановлено, що ракушечник в раціоні задовольняє потребу кур в рефлексі клевання, що створює ефект додаткової «занятості». Ця профілактична заходи допомагає нормалізувати загальний стан кур-несушок, зменшити агресію, істерію, канібалізм і підвищити безпеку птиці.

Ключевые слова: птицеводство, канібалізм, агресивне поведіння, густина посадки, кормлення

CANNIBALISM IN POULTRY AND METHODS TO PREVENT IT

I. S. Levchenko, O. I. Liubenko

Abstract. The paper analyzes the main causes of cannibalism and methods to prevent it in poultry. Cannibalism leads to considerable economic losses of poultry enterprises, since its manifestations do not depend on poultry number, species and conditions of housing. Excessive stocking density, changes in hierarchal group structure, adding new individuals, deviation from normative indexes of micro-climate and light intensity are initial causes of cannibalism. At first poultry feel discomfort, evolving into concern, aggression and hysteria and later – into pecking and feather-plucking. Producers pay much attention to unconventional feed supplements of natural origin. The research results show that changes in stocking density and adding 5 g/head of shells to mixed fodder of the poultry of the research groups made it possible to increase productivity and have a positive impact on egg quality. The productivity of the second group was 1428 pieces that was by 138 pieces higher than that of the first research group and by 309 pieces – than that of the test group. Clinical observation at the end of the research showed that the appearance of some chickens of the second research group improved, the lost feather was renewed and shining down appeared. The research establishes that availability of shells in feeds meets poultry demand for a pecking reflex and has an effect of additional “business”. Such a preventing measure contributes to balancing general poultry conditions, reducing aggression, hysteria, cannibalism and maintaining poultry stocks.

Key words: poultry industry, cannibalism, aggressive behavior, stocking density, feeding

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

УДК 631.5; 635.6; 637

ДЕТЕКЦІЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ РОСЛИН У ПРОДУКЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

А. В. ПЛОТНИЦЬКА, молодший науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Т. А. ТКАЧЕНКО, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Л. І. КАЛАКАЙЛО, науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

В. Д. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри фармакології, паразитології і тропічної ветеринарії

В. В. ТКАЧЕНКО, доцент, кафедра хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка

Я. А. ІЩЕНКО, студентка 2 курсу факультету ветеринарної медицини

В. О. УШКАЛОВ, доктор ветеринарних наук, директор УЛЯБП АПК

Л. М. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, завідувач відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tttkach82@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovid2020.03.012>

Анотація. Використання генетично модифікованих організмів при виробництві сільськогосподарської продукції і продуктів харчування має важливе значення у плані продовольчої безпеки. Незважаючи на це в суспільстві щодо ГМО існує ряд пересторог про наявність потенційної загрози здоров'ю людини та біорізноманіттю, а ймовірні ризики поділяють на харчові, екологічні й соціально-економічні. І оскільки питання безпечності є на даний момент суперечливим, виникає необхідність контролю за виробництвом та споживанням продуктів харчування і кормів, що містять ГМО або отриманих з їх використанням, для надання права вибору споживачам. В зв'язку із цим обіг ГМО у переважній більшості країн є контрольованим та врегульованим.

У статті наведені систематизовані дані аналізу зразків агропромислової продукції, які надходили до відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК, щодо вмісту ГМО впродовж 2018–2019 років. Аналіз отриманих результатів показав, що впродовж цього періоду із 449 досліджених на вміст ГМО зразків 102 були позитивними. Основними генетично модифікованими лініями рослин, що присутні на ринку України є ГМ-лінія ріпаку GT 73 і ГМ-лінія сої GTS 40-3-2, що є свідченням їх широкого використання на внутрішньому ринку України.

Ключові слова: генетично модифіковані організми, полімеразна ланцюгова реакція, ГМ-лінії рослин

Актуальність. Генетично модифіковані організми – це живі організми, генотипи яких були змінені штучним шляхом на основі методів генної інженерії з метою надання їм деяких корисних властивостей [4].

Генетично модифіковані рослини, з яких виробляють корми і продукти харчування, умовно можна поділити на наступні дві групи:

- культури із покращеними агрономічними властивостями (мають гени стійкості до гербіцидів (рапс, соя, пшениця тощо), а також гени бактерії *Bacillus thuringiensis*, яка знаходиться в ґрунті, що забезпечують стійкість рослин до комах-шкідників (кукурудза, картопля, помідори, бавовна та ін.);

- культури, які завдяки генетичним модифікаціям мають покращені властивості: поживні – рапс, рис; технологічні – картопля, помідори; смакові – виноград і ін. [6].

Використання ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції рослинного походження, як має свої переваги (підвищення врожайності сільськогосподарських культур, можливість вирощування рослинницької продукції з стабільними показниками якості, тощо), так і становить потенційну екологічну, харчову, соціально-економічну загрозу [4].

При цьому на перший план виходять такі основні проблеми:

- контроль за виробництвом та споживанням харчових продуктів і кормів, що містять ГМО або отриманих із використанням генетично модифікованих організмів;
- контроль за цілеспрямованим вивільненням ГМО в довкілля [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Думки вчених про безпеку генетично модифікованих організмів розходяться. Одні дослідники вважають, що генетично модифіковані організми нешкідливі, на думку інших, вони є джерелом біологічних і екологічних ризиків для живих організмів і довкілля [6].

Загалом у світі існують 2 точки зору щодо поводження із ГМО та їх використанням. Перша, так звана концепція еквівалентності, поширена у США, де генетично модифікована продукція застосовується на рівні з продуктами, які отримані традиційними способами. Друга базується на принципі перестороги, який є основним у Європейському Союзі щодо контролю обігу ГМО і запобігання можливим ризикам. Принцип перестороги означає, що новий продукт або процес не слід затверджувати для застосування, якщо безпечність цього продукту або процесу невідома або сумнівна. Звідси розглядуваний принцип перестороги має також належати до принципів правового регулювання застосування ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

рослинного походження, оскільки їх вплив на здоров'я людей і довкілля достеменно на сьогодні не вивчено [4].

Саме тому залишається багато інших аспектів, які свідчать щодо необхідності проведення моніторингу поширення ГМ-культур та маркування продукції до складу якої входять компоненти отримані із ГМ-рослин. Основною причиною такої необхідності є забезпечення права вибору щодо споживання харчової продукції, яка містить ГМО. В зв'язку з чим обіг ГМО в більшості країн світу є врегульованим та контрольованим [3, 4].

В Україні застосування ГМО (у тому числі і під час вирощування сільськогосподарської продукції) регламентується нормами Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» від 31 травня 2007 р., № 1103-V. Цей Закон повинен забезпечити державі регулювання відносин між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розробку, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на

ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні (надалі – поводження з ГМО) із забезпеченням біологічної та генетичної безпеки [5].

В Україні офіційно жодна ГМ-рослина не вирощується. Це пов'язано з тим, що у нашій державі не зареєстрована жодна ГМ-культура і ввезення та культивування таких рослин є незаконною. Проте згідно з масштабними дослідженнями, проведеними асоціацією Agent Green у 2018 році, 48% посівів сої в Україні є генетично модифікованими [2]. Наявність ГМ-сої та ГМ-ріпаку підтверджується дослідженнями інших авторів [1, 7].

Зважаючи на це, **метою робити** було проведення аналізу зразків продукції агропромислового комплексу, які надходили у відділ молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК, щодо вмісту ГМО впродовж 2018–2019 років.

Матеріали і методи дослідження. Випробування проводили у відділі молекулярно-біологічних досліджень Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК впродовж 2018–2019 р.р.

Для дослідження використовували зразки комерційного напрямку, внутрішньо-лабораторні зразки та сертифіковані референсні зразки.

При проведенні досліджень керувались наступними

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

нормативними документами: ДСТУ ISO 21569:2008 Продукти харчування. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Якісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти (ISO 21569:2005, IDT); ДСТУ ISO 21570:2008 Продукти харчування. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Кількісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти (ISO 21570:2005, IDT); ДСТУ ISO 21571:2008 Продукти харчові. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Екстрагування нуклеїнової кислоти (ISO 21571:2005, IDT); CEN/TS 15568 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Sampling strategies.

Для проведення аналізу зразків кормів на вміст ГМО використовували систему ПЛР у реальному часі CFX96 (BioRad). Для попередження отримання хибнопозитивних та хибнонегативних результатів дослідження при проведенні ПЛР використовували контролі: позитивний контроль; негативний контроль; контроль без матриці (NTC,

no template control); негативний контроль виділення (НКВ) [8].

Результати дослідження та їх обговорення Протягом 2018-2019 р.р. відділом було проаналізовано 449 зразків продукції агропромислового комплексу щодо якісного та/або кількісного вмісту ГМО методом ПЛР в реальному часі.

Аналіз систематизованих результатів досліджень показав, що у 2018 році із 319 проаналізованих на вміст ГМО зразків 93 були позитивними, що становить 29,2 % від їх загальної кількості (табл.1). Серед позитивних зразків 66,7 % становили премікси, 11,8 % – насіння ріпаку, 9,7 % – шрот соєвий.

У 2019 році із 130 проаналізованих на вміст ГМО зразків було виявлено 9 позитивних, що становить 6,9 % від загальної кількості (табл.2). У 2019 році відсоток позитивних зразків був меншим, порівняно з 2018 роком. Але варто зазначити, що і загальна кількість зразків була меншою. Однак варто зазначити, що отримані дані не відображають справжньої ситуації із обігом генетично модифікованих рослин в Україні, оскільки ці дані стосуються окремої випробувальної лабораторії.

1. Аналіз зразків, які надійшли на випробування щодо вмісту ГМО у 2018 році

Вид продукції	Загальна кількість зразків	Кількість позитивних зразків
Зерно кукурудзи	20	-
Зерно пшениці	9	-
Зерно гороху	2	-
Соняшник	1	-
Насіння сої	37	6
Рослини сої	1	-
Насіння льону	7	-
Насіння ріпаку	36	11
Насіння томатів	32	-
Премікс	62	62
Шрот соєвий	11	9
Концентрат соняшниковий	8	-
Дріжджі пивні	5	-
Комбікорм	3	3
Шрот соняшниковий	1	-
Макуха соєва	2	1
Макуха ріпакова	1	1
Ізольований соєвий білок	2	-
Дріжджі кормові	2	-
Пшеничне волокно	2	-
Дієтичні добавки	43	-
Свіжі овочі та фрукти	7	-
Пельмені	5	-
Хліб	3	-
Яйця курячі	8	-
М'ясо курятини	2	-
Люпин	1	-
Суміш рослино-вершкова	1	-
Куркума	1	-
Гриби печериці	1	-
Квашені овочі	1	-
Сухофрукти	1	-
Повидло яблучне	1	-
Всього	319	93

Таблиця 2. Характеристика зразків, які надійшли на випробування щодо вмісту ГМО у 2019 році

Вид продукції	Кількість зразків	Кількість позитивних зразків
Дієтичні добавки	34	-
Насіння ріпаку	19	5
Насіння кукурудзи	12	-
Насіння соняшнику	9	-
Насіння сої	1	-
Насіння гречки	1	-
Зерно кукурудзи	15	-
Зерно сої	5	-
Зерно пшениці	1	-
Зерно сорго	1	-
Гірчиця біла	1	-
Пшеничне волокно	1	-
Дріжджі кормові	2	-
Комбікорм	2	1
Макуха соєва	1	1
Шрот соєвий	1	1
Шрот соняшниковий	1	-
Яйця курячі	10	-
Сир тофу	1	1
Здоба	7	-
Гриби печериці	1	-
Овочі	1	-
Фрукти	1	-
Хлорела	1	-
Спеції	1	-
Всього	130	9

Ідентифікація ГМ-ліній рослин є важливим етапом дослідження вмісту ГМО, оскільки дає можливість зрозуміти, які саме лінії присутні в обігу на агропромисловому ринку. У багатокомпонентних зразках такий аналіз дає можливість прослідкувати, які ГМ-лінії попадають у виробництво продуктів харчування чи кормів для тварин. Завдяки багаторічним напрацюванням в УЛЯБП АПК є можливість ідентифікації 17 ліній ГМ-кукурудзи,

7 ліній ГМ-ріпаку та 5 ліній ГМ-сої. Усі зразки, в яких виявлено ГМО, проходять ідентифікацію незалежно від потреб замовника.

Основними ГМ-лініями рослин, які були присутні в обігу на ринку України в 2018 році є ГМ-лінія сої GTS 40-3-2 та ГМ-лінія ріпаку GT 73. Ці ж ГМ-лінії ідентифікуються і в кормах для тварин, що свідчить про їх широке використовується для виробництва кормів для тварин на

внутрішньому ринку України
(табл.3).

Таблиця 3. Ідентифікація ГМ-ліній позитивних зразків

Зразок	ГМ-лінія	Кількість зразків
Комбікорми та премікси	<i>GTS 40-3-2</i>	65
Ріпак	<i>GT 73</i>	11
Шрот соєвий	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	9
Соя	<i>Не ідентифікована</i>	4
Соя	<i>GTS 40-3-2</i>	2
Макуха соєва	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Макуха ріпакова	<i>ГМ-лінія ріпаку GT 73</i>	1

Ці ж самі лінії ГМ-рослин (ГМ-лінію сої *GTS 40-3-2* та ГМ-лінію ріпаку *GT 73*) ми виявляли і в 2019 році, що свідчить про їх стабільну

присутність в обігу на ринку України. Крім того, соя ГМ-лінії *GTS 40-3-2* була виявлена у сирі тофу (табл.4).

Таблиця 4. Результати ідентифікації позитивних зразків

Зразок	ГМ-лінія	Кількість зразків
Сир тофу	<i>GTS 40-3-2</i>	1
Комбікорм	<i>GTS 40-3-2</i>	1
Шрот соєвий	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Макуха соєва	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Ріпак	<i>GT 73</i>	5
Всього		9

Висновки і перспективи.

Аналізуючи результати досліджень наявності ГМО в продукції агропромислового комплексу протягом 2018-2019 років можна з впевненістю стверджувати про присутність в Україні таких генетично модифікованих культур як соя та ріпак. Окремі лінії ГМ-рослин такі як соя лінія *GTS 40-3-2*, ріпак лінія *GT 73* є постійно присутніми на агропромисловому ринку України.

Зважаючи на отримані результати, очевидним є те, що ГМ-рослини не лише активно вирощуються, а й застосовуються під час виготовленні кормів для тварин (комбікорми, шрот соєвий, макуха соєва та ріпакова), преміксів і продуктів харчування (сир тофу).

Незважаючи на законодавчу базу, обіг ГМО в Україні є неконтрольованим, що не дає можливості в повній мірі

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

прослідкувати використання ГМ-рослин у виробництві кормів для тварин, продуктів харчування, медичних та ветеринарних

Список використаних джерел

1. Гайдей О.С., Загребельний В.О., Новожицька Ю.М., Усаченко Н.В. Данильченко Н.Л. Аналіз результатів визначення ГМО в сировині рослинного походження за 2014 рік. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 1 (57). С. 25–28.

2. Дослідження: Половина української сої — ГМО. *Агропортал*: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/ua/news/rastenievodstvo/issledovanie-pоловина-ukrainskoi-soi-gmo/>

3. Лейба Л. В. Правові проблеми використання генетично модифікованих організмів при виробництві сільськогосподарської продукції та продуктів харчування. Актуальні проблеми правового забезпечення продовольчої безпеки України: моногр. Харків, 2013. С. 255–278.

4. Менів О.І. Правове забезпечення використання ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції рослинного походження в Україні та ЄС : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.06 / Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого. Харків, 2016. 20 с.

5. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України від 31 травня 2007 року №1103-V із наст. змінами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1103-16>

6. Салига Н. О., Снітинський В. В. Генетично модифіковані рослини та їх вплив на організм тварин. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12, № 2. С. 61–74.

7. Ушкалов В.О., Данчук В.В., Спиридонов В.Г., Іщенко Л.М., Андрєєв І.В., Калакайло Л.І., Новгородова О.Ю., Бублик О.О. Обіг генетично модифікованих речовин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. №3 (780). С. 45–50.

8. Turkes A., Kazan H., Baykut A., Lucas S. J. Evaluation of DNA extraction

preparativ. Тому забезпечення дієвого контролю обігу ГМО є одним із найважливіших економічно-соціальних питань в Україні.

methods in order to monitor genetically modified materials in soy foodstuffs and feeds commercialised in Turkey by multiplex real-time PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. V. 95(2). P.386–392.

References

1. Haidei, O.S., Zahrebelnyi, V.O., Novozhytska, Yu.M., Usachenko, N.V. Danylchenko, N.L. (2006). Analiz rezultativ vyznachennia HMO v syrovyni rosllynnoho pokhodzhennia za 2014 rik [Analysis of results of determination of GMOs in raw materials of plant origin for 2014]. *Zernovi produkty i kombikormy*, 1 (57), 25–28.

2. Research: Half of Ukrainian soybeans are GMOs. Available at: <https://agroportal.ua/ua/news/rastenievodstvo/issledovanie-pоловина-ukrainskoi-soi-gmo/>

3. Leiba L. V. (2013). Pravovi problemy vykorystannia henetychno modyfikovanykh orhanizmv pry vyrobnytstvi silskohospodarskoi produktsii ta produktiv kharchuvannia [Legal problems of the use of genetically modified organisms in the production of agricultural products and foodstuffs]. In *Aktualni problemy pravovoho zabezpechennia prodovolchoi bezpeky Ukrainy* [Actual problems of legal security of food security of Ukraine] (pp. 255–278). Kharkiv: FOP Shevchenko.

4. Meniv, O.I. (2016). Pravove zabezpechennia vykorystannia HMO pry vyroshchuvanni silskohospodarskoi produktsii rosllynnoho pokhodzhennia v Ukraini ta YeS [Legal support for the use of GMOs in the cultivation of agricultural products of plant origin in Ukraine and the EU]. Kharkiv, 20.

5. On the State System of Biosafety at the Time of Creating, Testing, Transporting, and Using Genetically Modified Organisms. 31.05.2007. №1103 Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1103-16>.

6. Salyha, N. O., Snitynskyi, V. V. (2010). Henetychno modyfikovani roslyny ta yikh vplyv na orhanizm tvaryn [Genetically

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

modified plants and their effect on the animal body]. *Biolohiia tvaryn*. 12 (2), 61–74.

7. Ushkalov, V.O., Danchuk, V.V., Spyrydonov, V.H., Ishchenko, L.M., Andrieiev, I.V., Kalakailo, L.I., Novhorodova, O.Yu., Bublyk, O.O. (2018). Obih henetychno modyfikovanykh rehovyn v Ukraini [The circulation of genetically modified substances

in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3 (780), 45-50.

8. Turkec, A., Kazan, H., Baykut, A., Lucas, S. J. (2015). Evaluation of DNA extraction methods in order to monitor genetically modified materials in soy foodstuffs and feeds commercialised in Turkey by multiplex real-time PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 386-392.

ДЕТЕКЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОДУКЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. В. Плотницкая, Т. А. Ткаченко, Л. И. Калакайло, В. Д. Ищенко,
В. В. Ткаченко, Я. А. Ищенко, В. О. Ушкалов, Л. М. Ищенко

Аннотация. Использование генетически модифицированных организмов при производстве сельскохозяйственной продукции и продуктов питания имеет важное значение в плане продовольственной безопасности. Несмотря на это в обществе относительно ГМО существует ряд предостережений о наличии потенциальной угрозы здоровью человека и биоразнообразию, а вероятные риски делятся на пищевые, экологические и социально-экономические. И поскольку вопрос безопасности на данный момент противоречивый, возникает необходимость контроля над производством и потреблением продуктов питания и кормов, содержащих ГМО или полученных с их использованием, для предоставления права выбора потребителям. В связи с этим оборот ГМО в большинстве стран является контролируемым и урегулированным.

В статье приведены систематизированные данные анализа образцов агропромышленной продукции, которые поступали в отдел молекулярно-биологических исследований УЛЯБП АПК, по содержанию ГМО в течение 2018-2019 годов. Анализ полученных результатов показал, что в течение этого периода из 449 исследованных на содержание ГМО образцов 102 были положительными. Основными генетически модифицированными линиями растений, присутствующими на рынке Украины, есть ГМ-линия рапса GT 73 и ГМ-линия сои GTS 40-3-2, что является свидетельством их широкого использования на внутреннем рынке Украины.

Ключевые слова: генетически модифицированные организмы, полимеразная цепная реакция, ГМ-линии растений.

DETECTION OF GENETICALLY MODIFIED PLANTS IN THE AGRICULTURAL PRODUCTS

A. V. Plotnitska, T. A. Tkachenko, L. I. Kalakailo, V. D. Ischenko,
V. V. Tkachenko, Ya. A. Ishchenko, V. O. Ushkalov, L. M. Ischenko

Abstract. The use of genetically modified organisms in the production of agricultural and food products is important for the view of food security. Despite this, there is a concern in society about the possible threat of GMOs to human health and

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

biodiversity. Nowadays the likely risks are divided into food, environmental and socio-economic risks.

There is a necessity for systematic research on the spread of GM crops and the appropriate mandatory labeling of products, which include components derived from GM plants. It gives consumers the right to choosing to eat or not GM-foods. For this reason, in many countries GMOs' circulation is regulated and controlled.

The article presents systematic data of the analysis of samples agriculture products, which were analyzed regarding the content of GMOs in the Department of molecular -biological research of Ukrainian Laboratory of Quality and Safety of Agricultural Products during 2018-2019. To conduct an analysis of the GMO content in agriculture products CFX96 Real-Time PCR (BioRad) was used. The study was conducted according to ISO 21569:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Qualitative nucleic acid based methods; ISO 21570:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Quantitative nucleic acid based methods; ISO 21571:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Nucleic acid extraction.

In 2018 were analyzed 319 samples about GMO content and 93 (29.2%) of them were positive. Among the positive samples, 66.7 % were the premixes, 11.8 % – rapeseed, 9.7 % – soybean meal. In 2019 was analyzed 130 samples and 9 (6.9 %) of them were found positive.

It is established that such GM plants as soybeans GTS 40-3-2, rapeseed GT 73 are present in the agricultural market of Ukraine. Furthermore they are not only actively grown, but also used for the production of feed.

Keywords: *Genetically modified organisms, Real-time PCR, GM-plants*

УДК: 619:616.993.192.1:636.92

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ БОРОТЬБИ З ІКСОДОВИМИ КЛІЩАМИ

В. А. ЛЕВИЦЬКА, кандидат ветеринарних наук, докторант

Сумський національний аграрний університет

А. Б. МУШИНСЬКИЙ, кандидат біологічних наук, доцент

Подільський державний аграрно-технічний університет

А. В. БЕРЕЗОВСЬКИЙ, доктор наук, професор

Сумський національний аграрний університет

Н. В. ТИМОШЕНКО, аспірант

Сумський національний аграрний університет

E-mail: Levytska28@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.013>

Анотація. В умовах глобалізації, змін клімату та поширення трансмісивних хвороб усе більшого значення набуває боротьба з поширенням іксодових кліщів. Для зменшення кількості кліщів та запобігання ураження тварин і людей збудниками трансмісивних хвороб було запропоновано широке різноманіття стратегій боротьби з кліщами. У даний час використання синтетичних акарицидів як і раніше є основним методом боротьби з кліщами на домашніх тваринах або в навколишньому середовищі.

Протягом 2019 року дослідження проводили у Хмельницькій області. Внаслідок проведення попереднього паразитологічного обстеження було виявлено природні біотопи іксодових кліщів *Dermacentor reticulatus*. На першій дослідній ділянці ефективність хімічної обробки препаратом «Цифлур-Комбі» через 24 години застосування становила 92,6 %, на другій ділянці – 100 %. Найвища ефективність була отримана у двох групах на 7-му добу після застосування і продовжувалась 35 діб.

Інсектоакарицидний препарат «Цифлур-комбі» показав високу ефективність у боротьбі з іксодовими кліщами у концентрації 0,2 % та 0,5 % протягом п'яти тижнів у природніх біотопах. Тривалість репелентного та акарицидного ефекту на кліщів після обробки препаратом «Цифлур-комбі» становила 35 діб. Профілактичну дезакаризацію рекомендовано проводити 1 раз на 4 тижні, але обов'язково з урахуванням акарологічних показників регіону.

Ключові слова: кліщі, *Dermacentor reticulatus*, Цифлур-комбі, заходи боротьби

Актуальність. В умовах поширенням іксодових кліщів. глобалізації, змін клімату та Контроль за чисельністю кліщів вже поширення трансмісивних хвороб все більше століття викликає значний більшого значення набуває боротьба з інтерес. Кліщі є найважливішими

ектопаразитами сільськогосподарських та домашніх тварин і спричиняють серйозні економічні втрати, як через прямий вплив, так і опосередковано, як переносники патогенів. Паразитування великою кількістю кліщів призводить до зниження приросту живої ваги та анемії серед домашніх тварин, тоді як укуси кліщів також знижують якість шкір. Однак основні втрати, зумовлені кліщами, пов'язані із здатністю передавати інвазійні, бактеріальні та вірусні захворювання тварин, які мають велике економічне значення у всьому світі. Останні дослідження свідчать щодо поширення деяких видів іксодових кліщів у географічних регіонах, в яких раніше їх не виявляли. Крім того, встановлено, що ареал господарів деяких видів кліщів є ширшим, ніж було відомо раніше [1-3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для зменшення кількості кліщів та запобігання ураження тварин і людей збудниками трансмісивних хвороб було запропоновано широке різноманіття стратегій боротьби з кліщами [4, 5]. Дані заходи можуть бути спрямовані проти кліщів на тваринах, захист самих тварин, та боротьбу із окремими стадіями розвитку кліщів в біотопах. Другу групу теж можна розділити за способом впливу (наприклад, хімічні обробки або регуляція кількості господарів) або за

об'єктом впливу (наприклад, кліщ, патоген, або господар). Ці методи можуть включати втручання в ландшафт та середовище існування кліщів, застосування акарицидів, засобів біологічного контролю (наприклад, хижаків, паразитоїдів, нематод чи біопестицидів, таких як *Metarhizium brunneum*), репродуктивне зменшення або виключення господарів з циклу розвитку кліщів, орієнтовані на господаря акарициди, вакцини проти бореліозу та інше [6, 7].

У даний час використання синтетичних акарицидів як і раніше є основним методом боротьби з кліщами на домашніх тваринах або в навколишньому середовищі [8]. До акарицидів належать кілька груп препаратів, які використовуються у ветеринарній медицині: органофосфати (кумафос, діазинон), карбамати (пропоксур), піретроїди (перметрин, дельтаметрин, флуметрин), формамідини (амітраз), два класи (авермектини та мільбеміцини) макроциклічних лактонів (івермектин, дорамектин, моксидектин, еприномектин), фенілпіразоли (фіпроніл) та природні акарициди (екстракти рослин) [9].

Безконтрольне використання хімічних речовин для обмеження шкідливого впливу кліщів призвело до розвитку стійкості до акарицидів у кліщів, як спостерігається з більшістю хімічних речовин для боротьби зі шкідниками.

Негативними аспектами використання акарицидних препаратів, окрім їх вартості, також є виробничі втрати внаслідок періоду виведення даних сполук з організму тварин, токсичний вплив на організм людини та на навколишнє середовище.

Існує чимало причин недостатнього успіху у боротьбі з кліщами та захворюваннями, які вони переносять [5]. Екологія кліщів є складною і досі не вивчена повністю. Існує думка, що для ефективної боротьби з кліщами необхідна розробка комплексних методів. При розробці програми по боротьбі з ектопаразитами необхідно враховувати сезонність, видовий склад паразитів, особливості біологічного розвитку. Отже, зростає зацікавленість у адаптації інтегрованих підходів до вирішення даної проблеми [10, 11]. Тому в даний час необхідно переглянути загальноприйняті підходи і розробити нові для боротьби з іксодовими кліщами та їх розповсюдженням, і для визначення найбільш ефективних варіантів слід враховувати усі фактори.

Метою нашого дослідження було створити ефективний спосіб дезакаризації та дезінсекції зовнішнього середовища. Це дозволить не допустити розвитку та призведе до знищення членистоногих, що мають ветеринарне значення, паразитування

яких на тваринах є причиною значних економічних втрат як в господарствах, так і у приватному секторі. Нами було проаналізовано ринок українських ветеринарних інсекто-акарицидних препаратів і обрано для досліджень новий сучасний препарат виробництва ТОВ «Бровафарма» - «Цифлур-комбі».

Інсектоакарицидний препарат «Цифлур-комбі» використовують для обробки природних та антропогенних біотопів паразитиформних кліщів, тваринницьких та господарських приміщень, прилеглих територій, з метою знищення імаго двокрилих кровосисних комах (гедзів, комарів, мошок, мокреців), лижучих мух та мух-жигалок, бліх, вошей, волосоїдів, пухоїдів, пероїдів, тарганів, мурах, ос, жуків-чорнотілок [12].

Препарат застосовують у вигляді робочих розчинів (емульсій) шляхом зрошення поверхонь у місцях скупчення та розмноження кліщів та комах (природні та антропогенні біотопи кліщів, гноєзбірники, вигрібні ями, місця утилізації тварин тощо) за допомогою ручних та автоматичних обприскувачів. Робочі розчини готують безпосередньо перед застосуванням препарату, розводячи його з водою температурою +20-25 °С у співвідношенні 1:500, 1:200 та 1:100 (це відповідає розчинам 0,2, 0,5 та 1 %). Перед розведенням препарат збовтують, додають у воду і ретельно перемішують. На поверхні, що не поглинають воду, розчин наносять із

Левицька В. А., Мушинський А. Б., Березовський А. В., Тимошенко Н. В.

розрахунку 50 мл/м², на інші поверхні — з розрахунку 100 мл/м². Зрошення проводять з відстані 20-40 см, переважно в кінці дня, за температури не вище +25 °С. Проти більшості видів комах та кліщів застосовують розчин 0,2 %, проти мух, їхніх личинок та мурах — розчин 0,5 %, проти жуків-чорнотілок та тарганів — розчин 1 %. Повторну обробку проводять за акарологічними та ентомологічними показниками або через 3-4 тижні.

Інсектоакарицидний препарат «Цифлур-комбі» містить у собі основну діючу речовину – цифлутрин — 45 мг та піперонілу бутоксид — 10 мг. Діюча речовина цифлутрин належить до групи синтетичних піретроїдів третього покоління, вибірково зв'язується з рецепторами нервових клітин комах та кліщів та порушує роботу натрієвих каналів нервових клітин, що призводить до затримки реполяризації мембран, гальмування нервових імпульсів, порушення координації рухів, паралічу і швидкої загибелі комах та кліщів [13, 14]. Піперонілу бутоксид блокує ферментні системи, які є каталізатором окисних процесів в організмі комах та кліщів, має інсекто-акарицидні властивості, але його основна функція — підвищення ефективності піретринів та піретроїдів, зокрема цифлутрину [15].

Методи. Протягом 2019 року дослідження проводили у

Хмельницькій області. Внаслідок проведення попереднього паразитологічного обстеження було виявлено природні біотопи іксодових кліщів *Dermacentor reticulatus*. Основна маса кліщів локалізувалась в осередках природних біотопів з високою травою та чагарниками. Протягом 2018-19 років спостережень на даній ділянці постійно виявляли кліщів.

У природних умовах було проведено обробку з метою дезакаризації зовнішнього середовища. Для проведення досліджень було визначено три ділянки, дві дослідні та контрольна (по 1 га). Обробку першої дослідної ділянки провели робочим розчином (емульсією) препарату «Цифлур-комбі» у концентрації 0,2 % (що відповідає розведенню препарату 1:500), другої – 0,5 % розчином (1:200). Препарат застосовували шляхом зрошення поверхонь за допомогою автоматичного обприскувача, з розрахунку 100 мл/м². Особливу увагу приділяли чагарникам, обробку проводили за температурних показників повітря не нижче 20⁰ С. На контрольній ділянці обробку досліджуваним інсектоакарицидом не проводили. На другу, 7-му, 14, 21, 28, 35 та 42 добу після обробки препаратом на всіх ділянках визначали чисельність кліщів методом «на прапор» [16].

Результати. До проведених досліджень було виявлено один вид

кліщів, а саме *D. reticulatus* у досліджуваній місцевості Хмельницької області.

На першій дослідній ділянці ефективність хімічної обробки препаратом «Цифлур-Комбі» через 24 години застосування становила 92,6 %, на другій ділянці – 100 %. Найвища ефективність була отримана у двох групах на 7-му добу після застосування і продовжувалась 35 діб (Табл. 1). У цей період не було

виявлено кліщів на дослідних ділянках. На контрольній ділянці протягом всього періоду спостерігалась середня кількість кліщів на 1 га – 26 особин.

Таким чином, встановлено, що «Цифлур-комбі» показав високу ефективність у боротьбі з іксодовими кліщами у концентрації 0,2 % та 0,5 % протягом п'яти тижнів у природних біотопах.

1. Динаміка кореляції кількості іксодових кліщів при використанні препарату «Цифлур-комбі»

Ділянка	Кількість іксодових кліщів на прапорі після застосування засобу, екз.						
	Після застосування препарату	Через 7 діб	Через 14 діб	Через 21 добу	Через 28 діб	Через 35 діб	Через 42 доби
I (0,2%)	2	0	0	0	0	0	2
II (0,5%)	0	0	0	0	0	0	1
Контрольна	27	26	27	28	24	26	25

Тр

ивалість репелентного та акарицидного ефекту на кліщів після обробки препаратом «Цифлур-комбі» становила 35 діб. Профілактичну дезакаризацію рекомендовано проводити 1 раз на 4 тижні, але обов'язково з урахуванням акарологічних показників регіону.

Відповідно в природних умовах доведено високу інсектицидну ефективність пропонованого нами способу застосування препарату «Цифлур-комбі». Для знищення та запобігання розмноженню іксодових кліщів, рекомендуємо в теплий період року проводити систематичні

обробки природних та антропогенних біотопів кліщів (кущі, чагарники, природний травостій) та місця виплоду кліщів шляхом дрібнодисперсного зрошування препаратом «Цифлур-комбі» в концентрації 0,2 % (що відповідає розведенню препарату 1:500), один раз на 4 тижні.

Висновки і перспективи. Розроблено ефективний та безпечний спосіб дезакаризації та дезінсекції зовнішнього середовища. Синтетичні піретроїди мають тривалу залишкову інсекто-акарицидну дію на різних поверхнях, і при застосуванні в

Левицька В. А., Мушинський А. Б., Березовський А. В., Тимошенко Н. В.

невеликих кількостях вони не становлять небезпеку для ссавців [17]. Використання даних препаратів міцно увійшло в комплекс профілактичних заходів щодо ектопаразитів, спрямованих на підвищення продуктивності тваринництва. Боротьба з кліщами є важливою ланкою в системі ветеринарно-санітарних заходів, що забезпечують добробут тваринництва

з інфекційних та інвазійних хвороб. Тільки комплексний підхід дозволить знизити ризики економічних втрат за рахунок підвищення приростів, надоїв, збереження і отримання тваринницької продукції високої якості [18].

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці комплексних заходів для боротьби з іксодовими кліщами.

Список використаних джерел:

1. Jääskeläinen, A.E., Tikkakoski, T., Uzcátegui, N.Y., Alekseev, A.N., Vaheri, A. and Vapalahti, O. (2006) Siberian subtype tick-borne encephalitis virus, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 12(10), 1568–71.
2. Nijhof, A.M., Bodaan, C., Postigo, M., Nieuwenhuijs, H., Opsteegh, M., Franssen, L., Jebbink, F. and Jongejan, F. (2007) Ticks and associated pathogens collected from domestic animals in the Netherlands. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 7, 585–595.
3. Jaenson, T.G.T., Jaenson, D.G.E., Eisen, L., Petersson, E. and Lindgren, E. (2012) Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasites and Vectors* 5, 8, doi:10.1186/1756-3305-5-8.
4. Piesman, J., and L. Eisen (2008) Prevention of tick-borne diseases. *Annu. Rev. Entomol.* 53: 323–343.
5. Eisen, L., and M. C. Dolan. (2016) Evidence for personal protective measures to reduce human contact with blacklegged ticks and for environmentally based control methods to suppress host-seeking blacklegged ticks and reduce infection with Lyme disease spirochetes in tick vectors and rodent reservoirs. *J. Med. Entomol.* 53: 1063–1092.
6. Eisen, L., and J. Gray (2016) Lyme borreliosis strategies: United States versus Europe, pp. 429–450. In M. A. H. Braks, S. E. van Wierner, W. Takken and H. Sprong (eds.), *Ecology and prevention of Lyme borreliosis*. Wageningen Academic Publishers.
7. De Meneghi, D., Stachurski, F., & Adakal, H. (2016). Experiences in Tick Control by Acaricide in the Traditional Cattle Sector in Zambia and Burkina Faso: Possible Environmental and Public Health Implications. *Frontiers in public health*, 4, 239. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00239>
8. Abbas RZ, Zaman MA, Colwell DD, Gilleard J, Iqbal Z. (2014) Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Vet Parasitol* 203:6–20. doi:10.1016/j.vetpar.2014.03.006
9. Agustín Estrada-Peña, Róbert Farkas, Thomas G.T. Jaenson, Frank Koenen, Maxime Madder, Ilaria Pascucci, Mo Salman, Rita de Sousa and Alan R. Walker (2013) *Ticks and Tick-borne Diseases: geographical distribution and control strategies in the Euro-Asia region* / edited by Mo Salman and Jordi Tarrés-Call; Wallingford, Oxfordshire, UK ; Boston, MA : CAB International, 292 p.
10. Norval RAI, Barrett JC, Perry BD, Mukhebi AW. (1992) Economics, epidemiology and ecology: a multidisciplinary approach to the planning and appraisal of tick and tick-borne disease control in Southern Africa. In: Fivaz B, Petney T, Horak I, editors. *Tick Vector Biology*. Berlin: Springer. p. 35–54.
11. Beard, C. B., and D. Strickman (eds.). (2014) Federal initiative: tick-borne disease integrated pest management white paper. Federal Tick-Borne Disease Integrated Pest Management Working Group. <https://www.epa.gov/pesp/federal-initiative-tick-borne-disease-integrated-pest-management-white-paper>. pp. 54.

Левицька В. А., Мушинський А. Б., Березовський А. В., Тимошенко Н. В.

12. Нагорна Л.В., Проскуріна І.В. Розробка схеми інсектоакарицидних обробок в умовах промислового птахівництва. Вісник СНАУ, 2018.

13. Robert L. Metcalf (2002). "Insect Control". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH.

14. Березовський А.В., Нагорна Л.В., Проскуріна І.В. Визначення оптимальних інсектицидних властивостей водних розчинів цифлутрину in vitro. Вісник СНАУ, №20, 2019. с. 261-267.

15. Абрамова Л.А. Фармакотерапевтический справочник ветеринарного врача. Ростов на Дону: Феникс, 2003. 534 с.

16. Beklemishev V.N. Terms and concepts needed for the quantitative accounting populations ectoparasites and nikodils // Zool. Journal. - 1961. - T. 40, No 2. - С. 148– 158.

17. Колесников, В.И. Кошкина Н.А., Васильченко М.Н., Енгашев С.В., Даугалиева Э.Х. Производственные испытания репеллента Спот-он «Ц» против кровососущих насекомых и иксодовых клещей на крупном рогатом скоте. Сборник научных трудов (выпуск 5) «Животноводство и кормопроизводство». Ставрополь, изд. СНИИЖК, 2012. - С.73-74.

18. Левицька В. А. Мушинський А. Б., Березовський А. В. Моніторинг трансмісивних захворювань що передаються іксодовими кліщами в західних областях України. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. 2019. Т.21, № 96. С. 14–18. doi: 10.32718/nvlvet9603.

References:

1. Jääskeläinen, A.E., Tikkakoski, T., Uzcátegui, N.Y., Alekseev, A.N., Vaheri, A. and Vapalahti, O. (2006) Siberian subtype tick-borne encephalitis virus, Finland. *Emerging Infectious Diseases* 12(10), 1568–71.

2. Nijhof, A.M., Bodaan, C., Postigo, M., Nieuwenhuijs, H., Opsteegh, M., Franssen, L., Jebbink, F. and Jongejan, F. (2007) Ticks and associated pathogens collected from domestic animals in the Netherlands. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 7, 585–595.

3. Jaenson, T.G.T., Jaenson, D.G.E., Eisen, L., Petersson, E. and Lindgren, E. (2012) Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the

past 30 years in Sweden. *Parasites and Vectors* 5, 8, doi:10.1186/1756-3305-5-8.

4. Piesman, J., and L. Eisen (2008) Prevention of tick-borne diseases. *Annu. Rev. Entomol.* 53: 323–343.

5. Eisen, L., and M. C. Dolan. (2016) Evidence for personal protective measures to reduce human contact with blacklegged ticks and for environmentally based control methods to suppress host-seeking blacklegged ticks and reduce infection with Lyme disease spirochetes in tick vectors and rodent reservoirs. *J. Med. Entomol.* 53: 1063–1092.

6. Eisen, L., and J. Gray (2016) Lyme borreliosis strategies: United States versus Europe, pp. 429–450. In M. A. H. Braks, S. E. van Wierner, W. Takken and H. Sprong (eds.), *Ecology and prevention of Lyme borreliosis*. Wageningen Academic Publishers.

7. De Meneghi, D., Stachurski, F., & Adakal, H. (2016). Experiences in Tick Control by Acaricide in the Traditional Cattle Sector in Zambia and Burkina Faso: Possible Environmental and Public Health Implications. *Frontiers in public health*, 4, 239. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00239>

8. Abbas RZ, Zaman MA, Colwell DD, Gilleard J, Iqbal Z. (2014) Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Vet Parasitol* 203:6–20. doi:10.1016/j.vetpar.2014.03.006

9. Agustín Estrada-Peña, Róbert Farkas, Thomas G.T. Jaenson, Frank Koenen, Maxime Madder, Ilaria Pascucci, Mo Salman, Rita de Sousa and Alan R. Walker (2013) Ticks and Tick-borne Diseases: geographical distribution and control strategies in the Euro-Asia region / edited by Mo Salman and Jordi Tarrés-Call; Wallingford, Oxfordshire, UK ; Boston, MA : CAB International, 292 p.

10. Norval RAI, Barrett JC, Perry BD, Mukhebi AW. (1992) Economics, epidemiology and ecology: a multidisciplinary approach to the planning and appraisal of tick and tick-borne disease control in Southern Africa. In: Fivaz B, Petney T, Horak I, editors. *Tick Vector Biology*. Berlin: Springer. p. 35–54.

11. Beard, C. B., and D. Strickman (eds.). (2014) Federal initiative: tick-borne disease integrated pest management white paper. Federal Tick-Borne Disease Integrated Pest Management Working Group.

Левицька В. А., Мушинський А. Б., Березовський А. В., Тимошенко Н. В.

<https://www.epa.gov/pesp/federal-initiative-tick-borne-disease-integrated-pest-management-white-paper>. pp. 54.

12. Nahorna L.V., Proskurina I.V. (2018). Rozrobka skhemy insektoakarytsydneykh obrobok v umovakh promysloвого ptakhivnytstva. [Development of the scheme of insect acaricidal treatments in the conditions of industrial poultry farming]. Visnyk SNAU.

13. Robert L. Metcalf (2002). "Insect Control". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH.

14. Berezovskyi A.V., Nahorna L.V., Proskurina I.V. (2019). Vyznachennia optimalnykh insektytsydneykh vlastyvostei vodnykh rozchyniv tsyflutrynu in vitro. [Determination of optimal insecticidal properties of aqueous solutions of cyfluthrin in vitro]. Visnyk SNAU, №20, s. 261-267.

15. Abramova L.A. (2003). Farmakoterapevtichesij spravochnik veterinarnogo vracha. [Pharmacotherapeutic reference book of the veterinarian] Rostov na Donu: Feniks, 534 s.

19.

16. Beklemishev V.N. (1961) Terms and concepts needed for the quantitative accounting populations ectoparasites and nikodils. Zool. Journal. T. 40, No 2. C. 148-158.

17. Kolesnikov, V.I., Koshkina N.A., Vasilchenko M.N., Engashev S.V., Daugalieva E.H. Proizvodstvennye ispytaniya repellenta Spot-on «C» protiv krovososushih nasekomyh i iksodovykh kleshej na krupnom roгатom skote [Production tests of Spot-on C repellent against blood-sucking insects and Ixodes mites on cattle]. Sbornik nauchnykh trudov (vypusk 5) «Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo». Stavropol, izd. SNIIZhK, 2012. S.73-74.

18. Levytska V. A. Mushynskiyi A. B., Berezovskyi A. V. (2019). Monitorynh transmisynykh zakhvoriuvan shcho peredaiutsia iksodovymy klishchamy v zakhidnykh oblastiakh Ukrainy. [Monitoring of transmissible diseases transmitted by Ixodes mites in the western regions of Ukraine.]. Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. T.21, № 96. S. 14–18. doi: 10.32718/nvlvet9603.

DEVELOPMENT OF THE CONTROL METHODS FOR IXODID TICKS

V. A. Levytska, A.B. Mushynskiyi, A.V. Berezovskyi, N.V.Tymoshenko

Abstract. The acaricide Tsiflur-combi has shown high effectiveness in controlling of ixodid ticks at a concentration of 0.2% and 0.5% for five weeks in natural biotopes. The duration of the repellent and acaricidal effect on ticks after treatment with the Tsiflur-combi preparation was 35 days. It is recommended that prophylactic deacarization be carried out every 4 weeks, but it's necessary to take into account the region's acarological indicators.

Keywords: ticks, *Dermacentor reticulatus*, Tsiflur-combi, control measures

In the context of globalization, climate changing and the spread of tick-borne diseases, the control of ixodid ticks is becoming increasingly important. The uncontrolled use of chemicals to limit the harmful effects of ticks has led to the development of acaricide resistance of ticks, as is observed with most pest control chemicals. There are many reasons for lack of success in the control of ticks and the diseases they transmit. The tick ecology is problematic and has not yet been fully explored. It is believed that effective methods of tick control require the development of integrated methods. The development of a program for the control of ectoparasites is required to take into account seasonality, species composition of parasites, features of biological development.

The purpose of our study was to create an effective way of elimination of the ticks in the environment. During 2019, the research was conducted in the Khmelnytsky

region. As a result of the preliminary parasitological examination, natural biotopes of *Dermacentor reticulatus* ticks were found. In natural conditions, the treatment was carried out to eliminate ticks in the environment. Three plots, two test plots, and a control plot were identified for the research.

At the first tested plot, the efficiency of chemical treatment with Tsiflur-Kombi after 24 hours of the application was 92.6%, at the second site - 100%. The highest efficacy was obtained in the two groups on day 7 after administration and continued for 35 days. During this period, no ticks were detected in the test plots. During the whole period, the average number of ticks per plot - 26 individuals was observed on the control plot.

The acaricide Tsiflur-combi has shown high effectiveness in controlling of ixodid ticks at a concentration of 0.2% and 0.5% for five weeks in natural biotopes. The duration of the repellent and acaricidal effect on ticks after treatment with the Tsiflur-combi preparation was 35 days. It is recommended that prophylactic application be carried out every 4 weeks, but it's necessary to take into account the region's acarological indicators.

An effective and safe way to eliminate ticks in the environment has been developed. Synthetic pyrethroids have a long residual acaricidal effect on different surfaces, and when used in small quantities, do not pose a risk to mammals.

УДК 619:616.98

**ТОКСИГЕННІСТЬ ШТАМІВ *YERSINIA ENTEROCOLITICA*,
ІЗОЛЬОВАНИХ З РІЗНИХ ОБ'ЄКТІВ****Г. В. КОЗЛОВСЬКА**, кандидат ветеринарних наук, доцент<https://orcid.org/0000-0003-1149-9970>**В. Г. СКИБІЦЬКИЙ**, доктор ветеринарних наук, професор<https://orcid.org/0000-0002-3562-7802>**Б. В. БОРИСЕВИЧ**, доктор ветеринарних наук, професор*Національний університет біоресурсів і природокористування України***В. Г. СПИРИДОНОВ**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник*Інститут ветеринарної медицини НААН**E-mail:* annakozlovska@i.ua, vladimirsk@i.ua, bbv60@ukr.net,
vlad.spyrydonov@icloud.com<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.014>

Анотація. У статті охарактеризовано токсигенність штамів *Yersinia enterocolitica*, виділених від хворих тварин, тваринницької сировини, отриманої з неї продукції, а також з об'єктів довкілля. Досліджено 1234 зразки матеріалів, з яких виділено 87 штамів ієрсиній – 64 – *Yersinia enterocolitica* та 23 – *Yersinia spp.* Вісім штамів (30,8 %), виділених з продуктів забою свиней, та 4 штами (26,7 %), ізольованих з продуктів забою великої рогатої худоби, аглютинувались сироваткою крові кроля, що містила антитіла до поверхневих антигенів, синтезованих за плазмідного контролю вірулентними штамми *Yersinia enterocolitica*.

Під час дослідження цитотоксичних властивостей 64 штамів *Y. enterocolitica* на культурі клітин Vero, цитотоксигенними виявились 45 (70,3 %) штамів. З них високотоксигенними – 2 штами (4,4 %). Середню ступінь цитотоксичності проявили 10 штамів (22,3 %), низькотоксигенними були 22 (48,9 %) і нетоксигенними виявились 11 (24,4 %) штамів. Цитотоксичними виявились всі штами *Y. enterocolitica*, виділені від хворих тварин, та більшість штамів, ізольованих з продуктів забою свиней (63,6 %) і телят (55%), а також з молока і молочних продуктів (71,3%).

Серед досліджених 20 штамів *Y. enterocolitica*, виразну ентеротоксигенність виявили 11 (55 %). Останні обумовили значне накопичення рідини в ізольованих ділянках кишківника мурчаків (показник ІД ≥ 1). Подальше дослідження здатності токсиноутворення різними циркулюючими в природі штамми *Y. enterocolitica*, сприятиме розробці ефективних засобів терапії і профілактики, налагодженню системи надійного контролю за ієрсиніозною токсикоінфекцією у людини і тварин.

Ключові слова: токсигенність, цитотоксичність, ентеротоксигенність, *Yersinia enterocolitica*, Vero

Актуальність.

Yersinia enterocolitica – це психотропний зоонозний патоген, який викликає гострий гастроентерит [19] й іноді більш серйозне захворювання у людей. У деяких країнах він конкурує з сальмонелою та кампілобактер в якості харчового патогену, і, оскільки він може рости за температури охолодження [8], це викликає стурбованість з точки зору безпеки харчових продуктів. Зараження *Y. enterocolitica* може викликати різні симптоми залежно від віку зараженої людини. Інфекція *Y. enterocolitica* спорадична, найчастіше зустрічається у маленьких дітей у віці до 5 років [10, 12]. Переважаючими симптомами у людей, особливо у маленьких дітей, є лихоманка, біль в животі і діарея, часто з кров'ю [21]. У дітей старшого віку і дорослих наслідки ієрсиніозу є важкими і включають гострі інфекції, псевдоапендицит і довготривалі ускладнення, такі як реактивний артрит і вузлувата еритема [11].

Вважається, що *Yersinia enterocolitica* є значним харчовим патогеном, хоча патогенні штами рідко виділяються з харчових продуктів. Передбачається, що свині є основним резервуаром патогенних *Y. enterocolitica*, оскільки до цих пір свиня є тим видом тварин, від якого часто виділяють патогенні штами [13]. Кілька видів домашніх тварин, таких як собаки, кішки, корови, вівці і коні, і кілька диких видів [15] тварин, таких як гризуни (в основному миші),

мавпи, олені і лисиці, також були визначені в якості потенційних резервуарів [12].

Географічне поширення *Y. enterocolitica* різноманітно. Відомо більше 50 різних серотипів *Y. enterocolitica* (на основі антигенних варіацій ліпополісахарида клітинної стінки), і лише деякі з них є патогенними. О: 8 є основним інфекційним серотипом у США, за яким сліднують О: 3, О: 5,27, О: 13а, 13b, О: 20, О: 9 і т. Д [9, 16]. Серотип О:3 найбільш часто виділяють у людей в Європі [3]. У Китаї серотип О:3 в основному виявляється при інфекціях, за якими сліднують О: 9 і О: 8 [21]. Крім того, різні серотипи демонструють географічну специфіку; наприклад, переважаючим серотипом у Австралії, Європі та Канаді є О:3 [18], О:8 в Японії [19] і О:9 в Скандинавії, Нідерландах [14].

Поширення ієрсиніозу, ймовірно, пов'язано зі змінами, що відбулися в тваринництві та харчовій промисловості. У той час як сучасні методи забою знижують ризик забруднення м'яса, можливості для передачі організмом від тварини до тварини і перехресного забруднення туш і м'ясних продуктів існують у таких масштабах, які не були відомі кілька десятиліть тому. Крім того, технології в області упаковки та охолодження тепер дозволяють промисловості та споживачам зберігати продукти протягом більш тривалих періодів, що є важливим

чинником щодо адаптованого до холоду патогена, такого як *Y. enterocolitica* [3].

Не зважаючи на наявність ефективних засобів діагностики, розроблених рекомендацій з профілактики, ієрсиніоз залишається актуальною медико-ветеринарною проблемою, вирішення якої потребує подальшого дослідження ряду важливих елементів, що стосуються, зокрема, токсигенних властивостей збудника [1, 3, 4, 5, 7].

Метою роботи було вивчити токсигенність штамів *Yersinia enterocolitica*, виділених від тварин, тваринницької сировини і отриманої з неї продукції та з об'єктів довкілля.

Матеріали і методи досліджень. Робота виконувалась на базі кафедри епізоотології, мікробіології і вірусології НУБіП України, молекулярні дослідження – у відділі молекулярної діагностики Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК.

Матеріалами для виділення *Yersinia enterocolitica* являлись ректальні проби телят, поросят, зразки продуктів забою тварин (шматочки легень, печінки, селезінки, нирок, лімфатичні вузли), проби м'ясного фаршу та готових м'ясних продуктів, проби молока та кисломолочних продуктів, а також змиви зі стін тваринницьких приміщень, стічні води.

Бактеріологічні дослідження матеріалів з метою виділення

Y. enterocolitica здійснювали відповідно до Методичних рекомендацій [6]. З метою вивчення ферментативних властивостей використовували стрипи API-20E – системи (Biomerieux, Франція). Відібрані на основі фенотипових ознак мікробні культури досліджували в ПЛР. Бактеріальну ДНК виділяли, використовуючи набір «ДНК-сорб» («Амплісенс», Росія) згідно інструкції виробника. Для видової ідентифікації *Y. enterocolitica* використали праймери з наступними послідовностями: Y1 - AAT ACC GCA TAA CGT CTT CG та Y2 - CTT CTT CTG CGA GTA ACG TC [14]. Олігонуклеотиди були синтезовані на ДНК-синтезаторі 3400 (Applied Biosystems). Ампліфікацію здійснювали на ампліфікаторі GeneAmp® PCR System 9700 (Applied Biosystems), детекцію продуктів ПЛР – електрофорезом у 1% агарозному гелі, що містив барвник етідіум бромід (0,5 мкг/см³).

Серотипування виділених штамів *Y. enterocolitica* здійснювали шляхом постановки РА з діагностичними О-моновалентними сироватками крові (НДІ епідеміології і мікробіології ім. Пастера, Санкт-Петербург, РФ), наявність плазмиди вірулентності визначали за допомогою сироватки СВІ («Сироватка діагностична до вірулентних ієрсиній», виробництва НДІ епідеміології та мікробіології ім. Л. Пастера, Санкт-Петербург, РФ).

Токсигенність

(цитотоксигенність), цитотоксичну дію (ЦД) виділених штамів *Yersinia enterocolitica* визначали інокуюючи різні розведення супернатанту на моношар клітинної культури Vero. Клітинну культуру вирощували в мікроплашках «Sarstedt» (Німеччина). Досліджувані штами *Y. enterocolitica* вирощували на агарі Хотінгера протягом 48 год (24 год за температури 37°C та 24 год за температури 28°C). Змив мікробної маси здійснювали, використовуючи розчин Хенкса з таким розрахунком, щоб оптична густина суспензії становила 5 за McFarland. Шляхом центрифугування (40 хв за 3000 об/хв) отримували вільний від бактерій супернатант. Останній розбавляли живильним середовищем RPMI без сироватки крові та по 200 мкл різних його розведень ($10^{0,5}$ – 10^4) вносили в лунки зі сформованим моношаром клітин. Інкубували протягом 5 діб за $37 \pm 0,2^\circ \text{C}$, щоденно визначаючи шляхом мікроскопування стан клітинного моношару. Оцінку токсигенності здійснювали за методикою Ж. Е. В'ялих [1].

Ентеротоксигенні властивості штамів *Y. enterocolitica* вивчали на ізольованих сегментах тонкого кишківника мурчаків. В ізольовані сегменти 12-палої кишки вводили 48-годинні агарові культури досліджуваних штамів *Yersinia enterocolitica* в дозі 0, 1 см³ (500 млн КУО), в контрольні сегменти – по

0,1 см³ 0,85%-го розчину натрію хлориду. Через 24 години визначали кількість рідини у дослідних та контрольних сегментах та розраховували індекс дилатації (ІД) за формулою:

$\text{ІД} = \text{Р} / \text{Д}$, де

Р – об'єм рідини (см³),

Д – довжина сегменту кишківника (см).

Ентеротоксигенними вважали штами *Y. enterocolitica*, які в умовах дослідів обумовлювали показник індексу дилатації 1 і вище.

У процесі визначення ентеротоксигенності штамів здійснювали також патолого-морфологічні дослідження біологічних матеріалів, відібраних від дослідних мурчаків, аналізували макро- та мікроскопічні зміни в органах і тканинах. Патологоанатомічний розтин виконували методом часткової евісцерації в загальноприйнятій послідовності. Для гістологічних досліджень відбирали шматочки нирок, серця, печінки, селезінки, легень, підшлункової залози, тимусу, соматичні (нижньощелепні, пахвинні) й вісцеральні (середостінні, кишкові, печінкові та тазової порожнини) лімфатичні вузли, а також ділянки стінки кишківника. Зрізи, товщиною 7 – 10 мкм, фарбували гематоксиліном Караці та еозином (Горальський Л. П. та ін., 2005).

Експерименти на тваринах проведено з дотриманням біоетичних

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

норм «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986).

Результати досліджень та їх обговорення. При бактеріологічному дослідженні 1234 зразків матеріалів, відібраних від хворих і клінічно здорових телят, поросят, собак і котів, з тваринницької сировини і отриманих з неї продуктів, води для напування

тварин, а також змивів з поверхні стін і підлоги, зі стічних вод тваринницьких приміщень було ізолювано всього 87 культур мікроорганізмів, які мали характерні для ієрсиній фенотипові ознаки. У результаті ідентифікації за використання імунологічного (РА) та молекулярно-генетичного (ПЛР) методів 64 ізоляти були визначені як *Yersinia enterocolitica*, 23 – *Yersinia spp.* (рис.1, 2, табл.1).

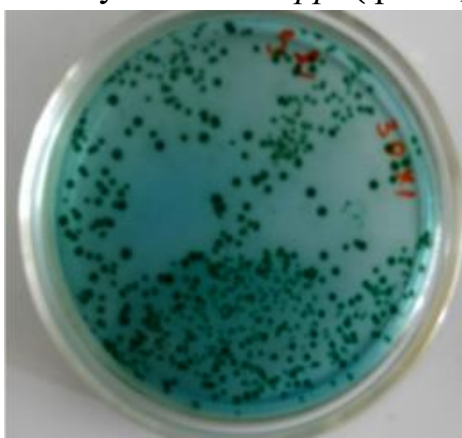


Рис. 1 Колонії *Y. enterocolitica* на середовищі СБТС

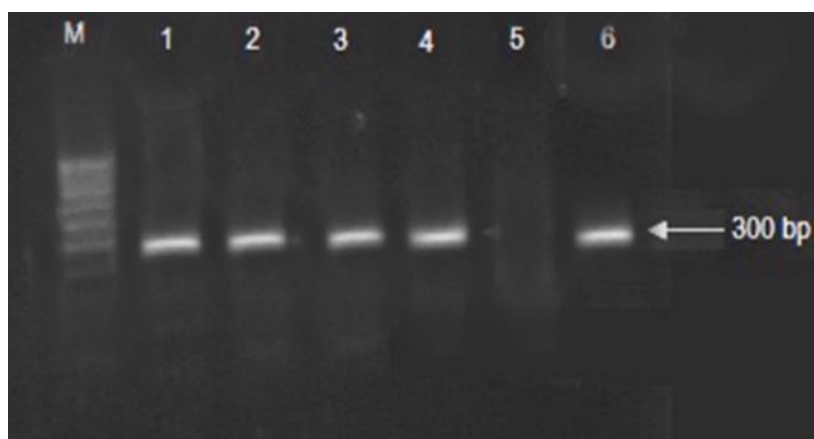


Рис. 2 Електрофоретичний аналіз ПЛР-продуктів, отриманих з геномної ДНК штамів ієрсиній, ізолюваних зі зразків свинини. Зразки (доріжки) 1, 2, 3, 4, 6 – позитивні, 5 – негативний.

1. Результати виділення ієрсиній з матеріалів, відібраних від тварин, тваринницької продукції, кормів для тварин та об'єктів довкілля

№ п/п	Назва матеріалу	К-ть проб	Виділено мікроорганізми з роду <i>Yersinia</i>			
			<i>Yersinia enterocolitica</i>		<i>Yersinia spp.</i>	
			К-ть	%	К-ть	%
1	Ректальні проби від клінічно здорових телят	42	1	2,4	1	2,4
2	Ректальні проби від хворих, з ознаками діареї, телят	22	2	9,1	5	22,7
3	Ректальні проби від хворих, з ознаками діареї поросят	28	7	25	-	-
4	Продукти забою великої рогатої худоби	260	15	5,8	10	3,8
5	Продукти забою свиней	408	26	6,4	3	0,7
6	М'ясний фарш	20	1	5	-	-
7	М'ясні вироби зі свинини	25	-	-	-	-
8	Молоко коров'яче незбиране	85	5	-	-	-
9	Кисломолочні продукти	94	3	-	-	-
10	Ректальні проби від клінічно здорових та хворих, з ознаками діареї собак і котів	23	-	-	1	4,3
11	Корми для тварин	34	-	-	2	5,9
12	Змиви з поверхонь тваринницьких приміщень та обладнання	138	3	2,2	-	-
13	Вода для напування тварин	41	-	-	1	2,4
14	Проби стічних вод	14	1	7,1	-	-
	Всього	1234	64	5,18	23	1,86

Найчастіше *Y. enterocolitica* виділяли від хворих з ознаками діареї поросят та зі продуктів забою свиней.

У процесі серотипування 57 штамів *Y. enterocolitica* було встановлено, що 19 (33,3 %) належали до серотипу О:3, 3 (5,3 %) – до

серотипу О:9 та 7 (12,3 %) – до серотипу О:6,30, 28 (49,1 %) штамів не аглютинувались використаними у роботі діагностичними сироватками (О:3; О:9 та О:6,30).

Вісім штамів (30,8 %), виділених з продуктів забою свиней, та 4 штами

Козловська Г. В., Скибіцький В. Г., Борисевич Б. В., Спиридонов В. Г.

(26,7 %), ізольованих з продуктів забою великої рогатої худоби, аглютинувались сироваткою СВІ, що свідчило про наявність у них плазмідів вірулентності (pYV - plasmid associated with *Yersinia virulence*).

Дослідження цитотоксичних властивостей 64 штамів *Y. enterocolitica* на культурі клітин Vero, виділених з різних джерел, встановило, що токсигенними виявились 45 (70,3 %). Інтенсивність прояву цитотоксичної дії штамів на клітинну культуру була різною. Високотоксигенними виявились 2 штами (4,4 %). Середню ступінь цитотоксичності проявили 10 штамів (22,2 %), низькотоксигенними були 22 штами (48,9 %). Цитотоксичними виявились всі штами *Y. enterocolitica*, виділені від хворих тварин, та більшість штамів, ізольованих з продуктів забою свиней (63,6 %) і телят (55 %), а також з молока і молочних продуктів (71,3 %).

Серед 20 досліджених ентеротоксигенність проявили 11 (55 %) штамів *Y. enterocolitica*, ізольованих з різних джерел (від хворих тварин, продуктів забою свиней, великої рогатої худоби та молочних продуктів). В умовах досліду на морських свинках вони обумовлювали інтенсивне

накопичення рідини в ізольованих ділянках кишечника тварин ($ID \geq 1$).

Під час проведенні патолого-анатомічного розтину дослідних мурчаків найбільш виразні макроскопічні зміни спостерігали у кишківнику. Характеризувались вони ознаками серозно-катарального та катарально-геморагічного запалення. Слизова оболонка дванадцятипалої та голодної кишок була набряклою, вкрита товстим шаром слизу, мали місце крововиливи. При гістологічному дослідженні найбільш виразні зміни зареєстровані у тонкій кишці (рис. 3).

Виявлені зміни характеризувались зернистою дистрофією гладких м'язових клітин, набряками між внутрішнім і зовнішнім шарами м'язової оболонки та у підслизовій основі, руйнуванням ентероцитів у нижній частині ворсинок, відсутністю епітелію в середній частині ворсинок, некрозом клітин строми ворсинок, руйнування верхівки останніх.

Виразними були також мікроскопічні зміни у печінці, тимусі, серці, селезінці, нирках, підшлунковій залозі, а також у соматичних та вісцеральних лімфатичних вузлах.

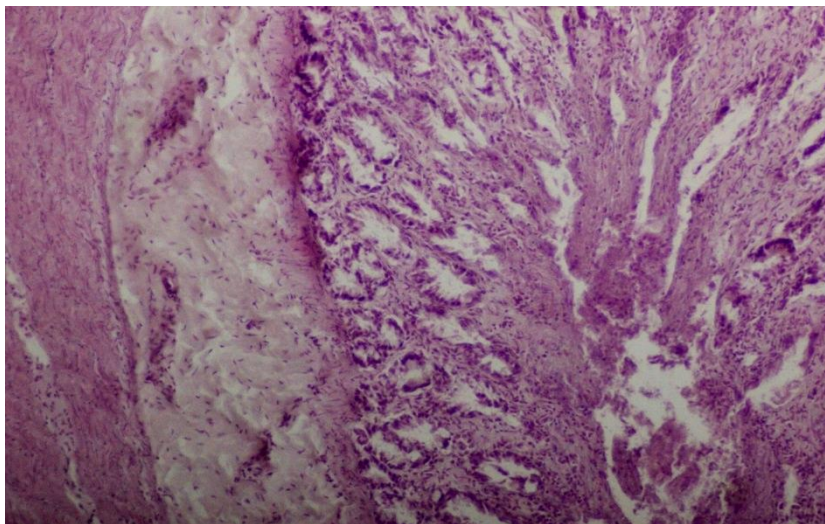


Рис.3. Гістозріз стінки голодної кишки мурчака.
Пофарбовано: гематоксилін Караці та еозин, $\times 80$.

Під час бактеріологічного дослідження зразків крові, внутрішніх органів та соматичних лімфатичних вузлів дослідних тварин мікроорганізми не були виявлені, що свідчить про токсигенне походження вищеописаних патоморфологічних (макро- і мікроструктурних) змін.

Більшість ентеротоксигенних штамів *Y. enterocolitica* були виділені з матеріалів від хворих з ознакам діареї тварин, проте понад 50 % штамів, ізолюваних і з м'ясної сировини та м'ясопродуктів, також виявились ентеротоксигенними.

Висновки та перспективи дослідження. Серед численних факторів патогенності збудника ієрсиніозу важливе патогенетичне значення належить ентеротоксинам YST-1 ТАYST-11 [1, 3, 4]. Останні за механізмом дії подібні до ентеротоксинів інших ентеробактерій. Контакт збудника з рецепторами клітинних мембран

призводить до активації гуанілатциклазного комплексу, локалізованого на плазматичній мембрані ентероцитів, обумовлюючи перетворення гуанозин-3,5-трифосфату (ГТФ) в циклічний гуанозин-3,5-монофосфат (цГМФ), що викликає порушення водно-іонного обміну, яке супроводжується гіперсекрецією рідини у просвіт кишківника. Дегідратація тканин і втрата електролітів являються факторами розвитку глибоких патологічних змін в організмі. Важлива патогенетична роль належить також іншим екстрацелюлярним факторам та ендотоксинам *Yersinia enterocolitica* [3, 5, 7]. Потрапляючи в кров, токсини *Yersinia enterocolitica* розносяться по організму та спричиняють глибокі морфо-функціональні порушення в органах і тканинах, які проявляються зокрема описаними вище макро- і мікроскопічними змінами.

Подальше дослідження здатності токсиноутворення різними циркулюючими в природі штамми *Y. enterocolitica*, вивчення обставин, що сприяють накопиченню токсинів у харчових продуктах, пізнання суті обумовлених ними патологічних

явищ в організмі хворих, сприятимуть розробці ефективних засобів терапії і профілактики, налагодженню системи надійного контролю за ієрсиніозною токсикоінфекцією у людини і тварин.

References

1. V'yaly`h, Zh. E. (2011). Doslidzhennya toksy`gennosti shtamiv *Yersinia enterocolitica* [Toxigenicity study of *Yersinia enterocolitica* strains]. *Profilakty`chna medy`cy`na*, 3 (15), 22 – 23.
2. Golovko, A. N., Ushkalov, V. A., Skrypny`k, V. G. (2007). My`kroby`ology`chesky`e y`vy`rusology`chesky`e metody y`ssledovany`j v vetery`narnoj medy`cy`ne. Spravochnoe posoby`e [Microbiological and virological research methods in veterinary medicine. reference manual]. Harkiv: NTMT, 512.
3. Kozlovs`ka, G. V. (2012). Iyersy`niozna toksy`koinfekciya: monografiya [Yersinia toxicoinfection: monograph]. Ky`yiv: Nichlava, 148.
4. Mavzyutov, A. R. (2001). Molekulyarno-genety`chesky`e osnovy toksy`gennosty` uslovno-patogennyh predstavly`telej Enterobacteriaceae [Molecular genetic basis of toxigenicity of opportunistic enterobacteriaceae]. Ufa, 236.
5. Polishhuk, N. M. (2008). Epidemiologichni ta epizootologichni aspekty` iyersy`nioziv [Epidemiological and epizootological aspects of yersiniosis]. *Annals of Mechnikov Institute* 4, 5 – 8.
6. Sky`bicz`ky`j, V. G. ed. (2013). Metody`chni rekomendaciyi z laboratornoyi diagnosty`ky` ky`shkovogo iyersy`niozu tvary`n, vy`yavlennya *Yersinia enterocolitica* u xarchovy`x produktax, kormax dlya tvary`n ta ob'yektax dovkillya [Methodical recommendations for laboratory diagnosis of intestinal yersiniosis of animals, detection of yersinia enterocolitica in food, animal feed and environmental objects]. Ky`yiv, 37.
7. Ushkalov, A. V. (2013). Epizootologichna ta epidemiologichna xaraktery`sty`ka iyersy`nioziv [Epizootological and epidemiological characteristics of yersiniosis]. *Veterinary medicine of Ukraine*. 11 (213), 15 – 18.
8. Annamalai, T., Venkitanarayanan, K. (2005). Expression of major cold shock proteins and genes by *Yersinia enterocolitica* in synthetic medium and foods. *Journal of Food Protection*. 68(11):2454–2458.
9. Bottone, E. J. (1997). *Yersinia enterocolitica*: the charisma continues. *Clinical Microbiology Reviews*. 10(2):257–276.
10. El Qouqa, I. A., Jarou, M.A.E., Samaha, A.S.A., Afifi, A.S.A., Al Jarousha, A.M.K.. (2011). *Yersinia enterocolitica* infection among children aged less than 12 years: a case-control study. *International Journal of Infectious Diseases*. 15(1):e48–e53.
11. Fredriksson-Ahomaa, M., Korkeala, H. (2003). Low occurrence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in clinical, food, and environmental samples: a methodological problem. *Clinical Microbiology Reviews*. 16(2):220–229.
12. Fredriksson-Ahomaa, M., Stolle A., Korkeala, H. (2006). Molecular epidemiology of *Yersinia enterocolitica* infections. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*. 47(3):315–329.
13. Fredriksson-Ahomaa, M., Stolle, A., Stephan, R. (2007). Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered at a Swiss abattoir. *International Journal of Food Microbiology*. 119(3):207–212.
14. Grahek-Ogden, D., Schimmer, B., Cudjoe, K.S., Nygård, K., Kapperud, G. (2007). Outbreak of *Yersinia enterocolitica* serogroup O:9 infection and processed pork, Norway. *Emerging Infectious Diseases*. 13(5):754–756.
15. Hayashidani, H., Ishiyama, Y., Okatani, T.A., et al. (2003). Molecular genetic typing of *Yersinia enterocolitica* serovar O:8 isolated in Japan. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 529:363–365.

16. Kwaga, J., Iversen, J.O., Misra, V. (1992). Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by polymerase chain reaction and digoxigenin-labeled polynucleotide probes. *Journal of Clinical Microbiology*. 30(10):2668–2673.
17. Laukkanen, R., Hakkinen, M., Lundén, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Johansson, T., Korkeala H. (2010). Evaluation of isolation methods for pathogenic *Yersinia enterocolitica* from pig intestinal content. *Journal of Applied Microbiology*. 108(3):956–964.
18. Martínez, P.O., Fredriksson-Ahomaa, M., Pallotti, A., Rosmini, R., Houf, K., Korkeala, H. (2011). Variation in the prevalence of enteropathogenic *Yersinia* in slaughter pigs from Belgium, Italy, and Spain. *Foodborne Pathogens and Disease*. 8(3):445–450.
19. Sakai, T., Nakayama, A., Hashida, M., Yamamoto, Y., Takebe, H., Imai, S. (2005). Outbreak of food poisoning by *Yersinia enterocolitica* serotype O8 in Nara Prefecture: the first case report in Japan. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 58(4):257–258.
20. Trend and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union 2007. EFSA (European Food Safety Authority) *Journal*. 2009;223:p. 189.
21. Wang, X., Qiu, H., Jin D., et al. (2008). O:8 serotype *Yersinia enterocolitica* strains in China. *International Journal of Food Microbiology*. 125(3):259–266.

ТОКСИГЕННОСТЬ ШТАММОВ *YERSINIA ENTEROCOLITICA*, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

Г. В. Козловская, В. Г. Скибицкий, Б. В. Борисевич, В. Г. Спиридонов

Аннотация. В статье охарактеризована токсигенность штаммов *Yersinia enterocolitica*, выделенных от больных животных, животноводческой сырью, полученной из него продукции, а также из объектов окружающей среды. Исследовано 1234 образцов материалов, из которых выделено 87 штаммов иерсиний – 64 – *Yersinia enterocolitica* и 23 – *Yersinia spp.* Восемь штаммов (30,8 %), выделенных из продуктов убоя свиней и 4 штамма (26,7 %), изолированных из продуктов убоя крупного рогатого скота, агглютинировались сывороткой крови кролика, содержащей антитела к поверхностным антигенам, синтезированных по плазмидному контролю вирулентными штаммами *Yersinia enterocolitica*.

При исследовании цитотоксических свойств 64 штаммов *Y. enterocolitica* на культуре клеток Vero, цитотоксигенными оказались 45 (70,3 %) штаммов. Из них высокотоксигенные – 2 штамма (4,4 %). Среднюю степень цитотоксичности проявили 10 штаммов (22,3 %), низкотоксигенными были 22 (48,9 %) и нетоксигенными оказались 11 (24,4 %) штаммов. Цитотоксическими оказались все штаммы *Y. enterocolitica*, выделенные от больных животных, и большинство штаммов, выделенных из продуктов убоя свиней (63,6 %) и телят (55%), а также из молока и молочных продуктов (71,3 %).

Среди исследованных 20 штаммов *Y. enterocolitica*, выразительную энтеротоксигенность обнаружили 11 (55 %). Последние обусловили значительное накопление жидкости в изолированных участках кишечника морских свинок (показатель ИД ≥ 1). Дальнейшее исследование способности токсинообразования различными циркулирующими в природе штаммами *Y. enterocolitica*, будет способствовать разработке эффективных средств

терапии и профилактики, налаживанию системы надежного контроля за иерсиниозной токсикоинфекцией у человека и животных.

Ключевые слова: токсигенность, цитотоксичность, энтеротоксигенность, *Yersinia enterocolitica*, Vero

TOXIGENITY OF YERSINIA ENTEROCOLITICA STRAINS ISOLATED FROM VARIOUS OBJECTS

G.V. Kozlovs`ka, V.G. Skibitsky, B.V. Borisevich, V.G. Spiridonov

Abstract. The article describes the toxigenicity of *Yersinia enterocolitica* strains isolated from sick animals, livestock, products of slaughter of animals, food products and also from environmental objects. The 1234 samples of materials were studied, of which 87 strains of *Yersinia* – 64 – *Yersinia enterocolitica* and 23 – *Yersinia* spp. were isolated. Eight strains (30.8%) isolated from pig slaughter products and 4 strains (26.7%) isolated from cattle slaughter products were agglutinated with rabbit blood serum antibodies synthesized by virulent *Yersinia* strains *enterocolitica*.

When studying the cytotoxic properties of 64 strains of *Y. enterocolitica* on a Vero cell culture, 45 (70.3%) strains were found to be cytotoxic. Of these highly toxicogenic – 2 strains (4.4%). An average degree of cytotoxicity was shown by 10 strains (22.3%), 22 (48.9%) were low-toxic and 11 (24.4%) were non-toxic. All *Y. enterocolitica* strains isolated from sick animals and the majority of strains isolated from pig slaughter products (63.6%) and calves (55%), as well as milk and dairy products (71.3%), turned out to be cytotoxic.

Among the studied 20 strains of *Y. enterocolitica*, expressive enterotoxigenicity was found in 11 (55%). The latter led to a significant accumulation of fluid in isolated sections of the intestines of guinea pigs (index $ID \geq 1$). Further study of the ability of toxin formation by various naturally circulating strains of *Y. enterocolitica* will contribute to the development of effective therapeutic and prophylactic agents and the establishment of a reliable monitoring system for yersiniosis infection in humans and animals.

Key words: toxigenicity, cytotoxicity, enterotoxigenicity, *Yersinia enterocolitica*, Vero