

ХРОМОСОМНИЙ ПРОФІЛЬ СВИНЕЙ ПОРІД ВЕЛИКА БІЛА І ЛАНДРАС

В. В. ДЗІЦЮК, доктор сільськогосподарських наук,

<https://orcid.org/0000-0001-9697-4165>

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

E-mail: valentynadzitsiuk@gmail.com

О. Є. ГУЗЄВАТИЙ, кандидат біологічних наук

Президія Національної академії аграрних наук

Х. Т. БРАТИЦЯ, доктор філософії

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.001>

Анотація. Числові і структурні зміни у каріотипі часто є причиною суттєвого погіршення життєздатності, репродуктивної і продуктивної здатності сільськогосподарських тварин та призводять до появи у них фенотипових потворностей. Однак у свиней частота і спектр хромосомних аберацій досліджені недостатньо.

Стаття присвячена дослідженню хромосомного профілю свиней порід велика біла і ландрас.

Аналіз каріотипу проводили на препаратах метафазних хромосом, отриманих із лімфоцитів периферійної крові за загальноприйнятою методикою. В аналіз метафазних клітин включали такі цитогенетичні показники: частоту анеуплоїдних і поліплоїдних клітин, частоту клітин з структурними абераціями хромосом (хромосомні розриви, фрагменти хромосом, асоціації хромосом).

У результаті досліджень виявили каріотипові зміни геномного типу (анеуплоїдія і поліплоїдія) та структурні аберації хромосом (фрагменти, розриви, асоціації хромосом). Встановили, що загальна частота абераційних клітин у свиней породи ландрас достовірно перевищує таку у тварин великої білої породи. Варіативність частоти поліплоїдних клітин – від $4,50 \pm 1,6$ до $7,84 \pm 2,6$; анеуплоїдних – від $3,0 \pm 1,8$ до $5,6 \pm 2,9$; частоти розривів хромосом – від $2,8 \pm 1,3$ до $2,9 \pm 1,7$. Виявлено у каріотипі окремих тварин центричні злиття хромосом 15 і 17 та 16 і 17. У даних свиней діагностований понижений рівень відтворної здатності.

Встановлено, що за рівнем хромосомної нестабільності переважають свині породи ландрас, причиною чого є особливості селекційної роботи з даною породою. Для попередження накопичення генетичних дефектів у стадах племінних свиней необхідно проводити систематичний цитогенетичний контроль.

Ключові слова: свиня (*Sus scrofa*), велика біла порода, ландрас, каріотип, аберації хромосом

Актуальність. Числові і структурні зміни у каріотипі сільськогосподарських тварин часто є причиною суттєвого погіршення їх життєздатності, репродуктивної і продуктивної здатності та призводять до появи фенотипових потворностей [1, 2]. Порушення каріотипу зустрічаються практично у всіх видів ссавців, однак невелика їх кількість не призводить до негативних наслідків. Домашня свиня (*Sus scrofa domestica*) має більшу частку хромосомних перебудов, порівняно з іншими видами сільськогосподарських тварин [3, 4], які тісно пов'язані із різними фенотиповими аномаліями, такими як гермафродитизм і вроджені потворності, а також із зниженням багатоплідності [5].

Для зменшення цитогенетичного браку у багатьох країнах світу успішно виконуються програми цитогенетичного скринінгу племінного поголів'я свиней, завдяки чому створюються умови для запобігання розмноження носіїв хромосомних аномалій, що має явну економічну вигоду [6].

Однак, частота і спектр каріотипових порушень у свиней різних порід, а також закономірності їх появи до нинішнього часу залишаються малодослідженими.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У геномі свиней ідентифіковано понад 200 різних структурних перебудов хромосом

[7, 8]. Поширеність структурних хромосомних перебудов варіюється в діапазоні від 0,47 % до 3,3 % і значною мірою залежить від доступу до скринінгових лабораторій, які ідентифікують носіїв та видаляють уражених кнурів-носіїв із селекційного процесу [9, 10, 11]. Відомо, що у свині відбуваються різноманітні хромосомні перебудови, включаючи реципрокні транслокації, частка яких становить 80 % усіх виявлених структурних перебудов, робертсонівські транслокації, тандемні злиття, інверсії та делеції хромосом [7, 12, 13]. Транслокації робертсонівського типу, зокрема $gob(13; 17)$, є характерною ознакою дикого кабана, який, як відомо, має диплоїдне число хромосом $2n = 36$ або $2n = 37$ у випадку гібридизації з домашніми свиньми [14]. У домашніх свиней робертсонівські транслокації, і особливо тандемні злиття, є відносно рідкісними хромосомними явищами. Описано у свині лише сім випадків робертсонівських транслокацій [15, 16].

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведені у відділі генетики і біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН. Матеріалом для досліджень слугувала периферійна кров самок свиней. Для приготування препаратів хромосом цільну венозну кров культивували впродовж 48 годин за температури $+37^{\circ}\text{C}$ в середовищі

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

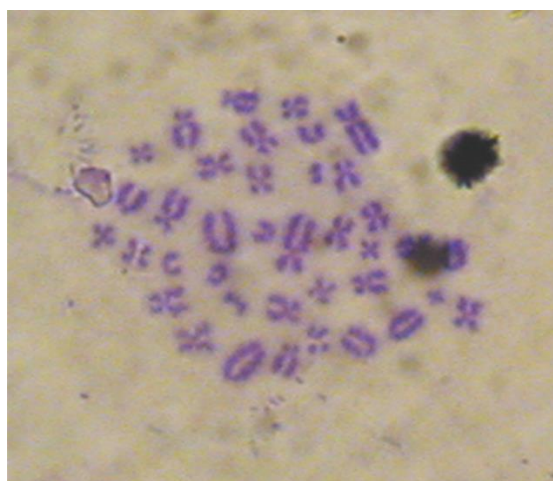
RPMI 1640 («Sigma», США) з додаванням 0,1 мл/мл ФГА (фітогемаглютинин, «Sigma», США) і 15 % ембріональної телячої сироватки. За дві години до закінчення терміну культивування для припинення ділення клітин вносили колхіцин («Serva», Німеччина). Центрифугуванням отримували осад клітин, який обробляли гіпотонічним розчином KCl (0,075 M) упродовж 20 хв. Фіксацію клітин здійснювали у трьох змінах суміші метанол-оцтової кислоти у співвідношенні 3:1. Отриману у останній порції фіксатора клітинну суспензію бажаної густини краплями наносили на охолоджене зволене предметне скло. Для рутинного фарбування хромосом використовували 2 %-ний розчин Гімза («Merk», Німеччина).

Аналізували не менше 50 метафаз від кожної тварини.

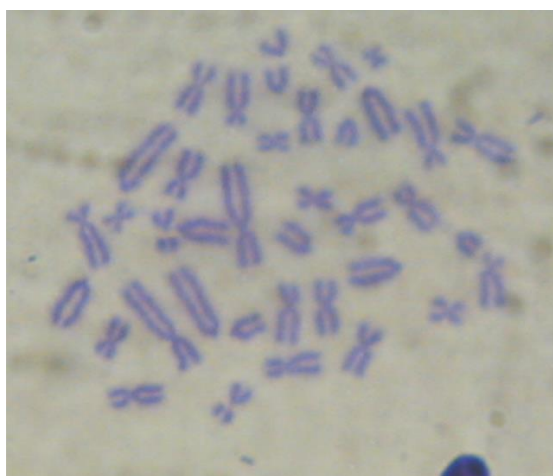
Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою Office Excel 2003.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз препаратів хромосом двох груп свиней порід великої білої і ландрас показує, як і свідчать результати досліджень інших вчених, що у більшості клітин міститься по 38 хромосом (рис.1) і, таким чином, у нашому дослідженні 71 із 75 досліджених тварин мають нормальний каріотип.

Для аналізу каріотипу свиней ми використовували препарати відмінної якості, звертаючи особливу увагу на ступінь спіралізації хромосом, розкид їх на предметному склі та кількість цитоплазми навколо них.



а)



б)

Рис. 1. Каріотипи свиней у нормі: а) кнур 9862 породи ландрас; б) свині 7655 породи велика біла. Збільшення: об. $\times 100$; ок. $\times 10$

Порівняльний аналіз каріотипів свідчить статистичну значимість різниці ($p < 0,001$) між групами свиней

порід велика біла і ландрас за частотою аберантних клітин з перевагою останніх ($7,63 \pm 0,17$), у

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

яких цей показник складає $7,63 \pm 0,17$ (таблиця).

Цитогенетичні показники свиней різних порід

Порода			велика біла	ландрас
Число тварин			42	33
Число досліджених метафаз			1650	1200
Всього аберантних клітин			5,63±0,17	7,11±0,05
Частота геномних абераций, %	Анеуплоїдія за рахунок втрати:	аутосом	3,0±1,8	5,6±2,9
		статевих хромосом	1,0±0,03	—
	поліплоїдія		4,50±1,6	7,84±2,6
Частота хромосомних абераций, %	розриви		2,8±1,7	2,9±1,3
	фрагменти		2,4±1,8	2,7±0,7
Асоціації хромосом			1,6	—
ПРЦХ			3,30±1,9	5,21±1,8

Спектр числових порушень каріотипу в усіх групах представлений полі- та анеуплоїдними клітинами. Водночас поліплоїдні клітини мають в основному три- і тетраплоїдний набір. Більша частота поліплоїдних клітин спостерігається у свиней породи ландрас, порівняно із особинами великої білої породи ($p < 0,001$).

Така ж тенденція виявляється і за рівнем анеуплоїдії. Анеуплоїдних клітин у ландрасів зафіксовано майже у вдвічі більше, ніж у свиней великої білої ($p < 0,001$). В пулі анеуплоїдних клітин виявили приблизно однакову кількість гіпоплоїдних і гіперплоїдних клітин, причому суттєво переважають клітини з нестачею однієї хромосоми ($2n=37$). Це свідчить, що в даному дослідженні анеуплоїдія є істинною, а не утвореною внаслідок порушень методики приготування препаратів хромосом.

Аналіз каріотипів досліджених груп свиней виявив різні хромосомні аберації – асоціації і транслокації хромосом, хромосомні розриви і фрагменти (рис. 2).

Розриви хромосом у обох груп досліджених свиней зустрічаються з однаковою частотою – майже 3 %. Відомо, що розриви характеризуються порушеннями цілісності ДНК, які проявляються у метафазі. Співпадіння двох розривів у часі і просторі інтерфазного ядра призводить до об'єднання розірваних ділянок між собою з виникненням обмінних конфігурацій.

У каріотипах окремих свиноматок ми виявили два різні центричні злиття хромосом: у свиноматки № 7659 породи ландрас – робертсонівську транслокацію $rob\ 15/17$, а у свиноматки № 2817 породи велика біла – асоціацію хромосом 16 і 17. У даних свиней діагностований понижений рівень відтворної

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

здатності, причиною якої, очевидно, є порушення розходження хромосом у мейозі.

Серед досліджених тварин нами не виявлено особин із видимими за рутинного фарбування реципрокними транслокаціями, які змінюють морфологію хромосом. Для виявлення реципрокних транслокацій, які не змінюють видиму морфологію хромосом, необхідно проводити диференційне фарбування. Отримані нами результати G-banding не були достатньо якісними для точної ідентифікації даних транслокацій.

Літературні дані і власні дослідження певною мірою встановили специфічність і маркерність ознаки «передчасне розходження центромерних районів хромосом» у мітозі (ПРЦХ). У породному значенні ознаку ПРЦХ, очевидно, можна розглядати як виразник селекційних процесів. У

нашому дослідженні у ландрасів частота ПРЦХ на 35,5 % зустрічається частіше, ніж у особин великої білої породи, що свідчить про розбалансованість генотипу тварин цієї дослідженої групи і вказує на особливості селекційної роботи з ними. Правомірність такого припущення підтверджує і показник співвідношення хромосомних і хроматидних аберацій, який у ландрасів складає 1:1,5. У великої білої це співвідношення виявлено як 1:1. Аналіз родоводів свиноматок породи ландрас, яких було відібрано у групу для даного дослідження, підтвердив дане припущення: тварини були отримані шляхом міжпородного схрещування. А висока частота поліплоїдних клітин у ландрасів (майже вдвічі вища, ніж у свиней великої білої породи) підтверджує їх належність до тварин м'ясного типу продуктивності.

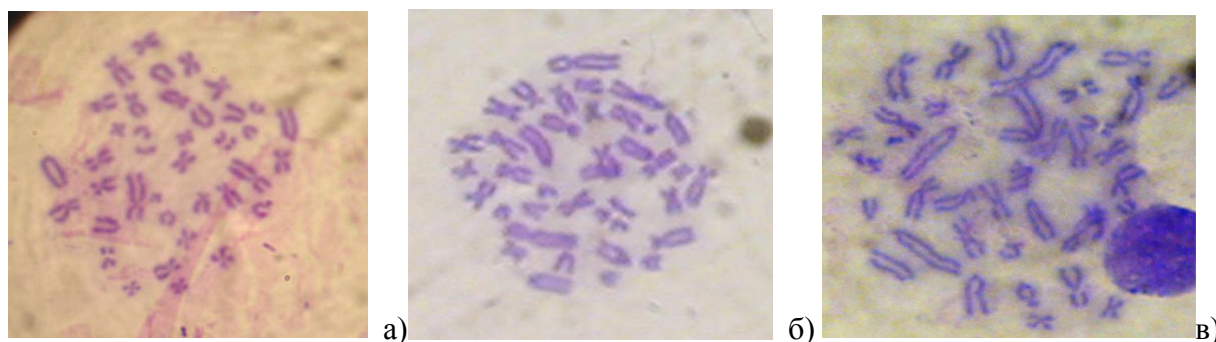


Рис. 2. Каріотипи досліджених свиней: а) кнура 4085 породи ландрас, що має хромосому з розривом; б) свиноматки 7258 породи ландрас з фрагментом хромосоми; в) свиноматки 8741 породи ландрас з асинхронністю розходження центромерних районів хромосом. Збільшення: об. $\times 100$; ок. $\times 10$.

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

Спектр ознак цитогенетичної мінливості свиней досліджених порід, показаний у вигляді пелюсткової діаграми, ілюструє їх породну індивідуальність. Так, на рисунку для

великої білої характерна витягнутість картини у бік хромосомних і хроматидних розривів і фрагментів, для ландрасів – у бік поліплоїдії (рис.3).

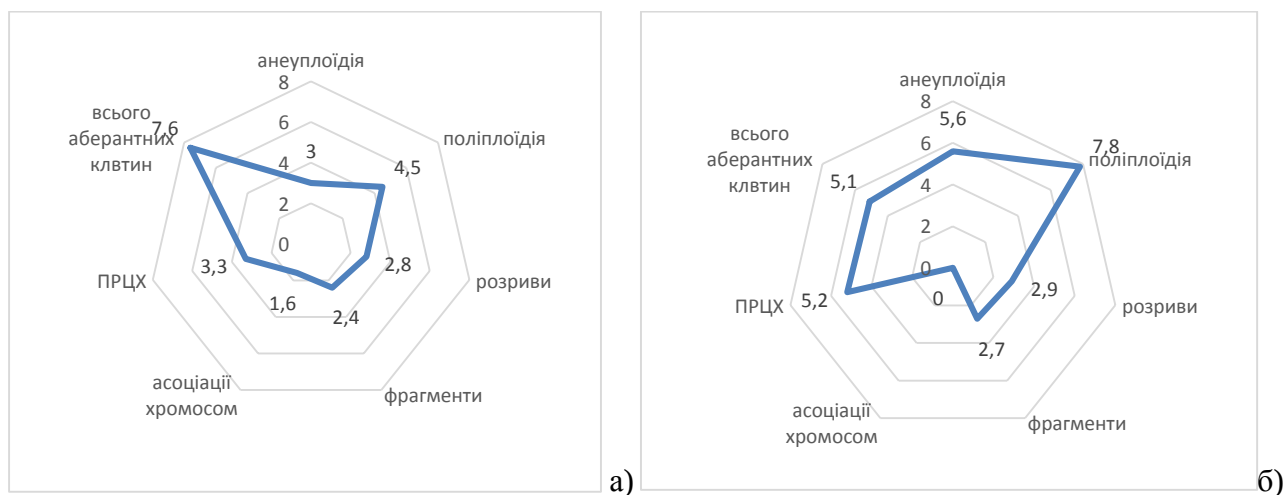


Рис. 3. Розподіл цитогенетичних показників у різних за напрямом продуктивності популяціях свиней: а) велика біла порода свиней; б) свині м'ясні (ландрас)

Про схожі результати щодо рівня хромосомної мінливості у свиней повідомляють Rubes et al [17]. Вони відмітили суттєві відмінності між кнурами різних порід за рівнем спонтанної аберантності соматичних хромосом.

Висновки. Аналіз поліморфізму каріотипових ознак свиней двох досліджених груп свиней порід велика біла і ландрас свідчить, що цитогенетичні параметри досліджених свиней варіюють у

такому діапазоні: частота аберантних клітин – від $5,11 \pm 0,05$ до $7,63 \pm 0,17$; частота поліплоїдних клітин – від $4,50 \pm 1,6$ до $7,84 \pm 2,6$; анеуплоїдних – від $3,0 \pm 1,8$ до $5,6 \pm 2,9$; частота розривів хромосом – від $2,8 \pm 1,3$ до $2,9 \pm 1,7$. Очевидно, що за рівнем хромосомної нестабільності переважають свині породи ландрас, причиною чого, на нашу думку, є особливості селекційної роботи з даною породою

Список використаних джерел

1. Quach A.T., Revay T, Villagomez D.A, Macedo M.P, Sullivan A, Maignel L, Wyss S, Sullivan B, King W.A. Prevalence and consequences of chromosomal abnormalities in Canadian commercial swine herds. Genet Sel

Evol. 2016. Vol. 48. No. 1. P. 66. doi: 10.1186/s12711-016-0246-5.

2. Bertrand R., Sarang M., Jenkin J., Kerrigan D., Pommier Y. Differences induction of secondary DNA fragmentation by topoisomerase II inhibitors in human tumor cell

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

lines with amplified comic expression. *Cancer Res.* 1991. Vol. 51. P.6280- 6285.

3. Donaldson B, Villagomez D.A.F, King W.A. Classical, Molecular, and Genomic Cytogenetics of the Pig, a Clinical Perspective. *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 27. No. 11. P. 1257. doi: 10.3390/ani11051257.

4. Ducos A.; Berland H.M.; Pinton A., Guillemot E.; Seguela A., Blanc M.F.; Darre A., Darre R. Nine new cases of reciprocal translocation in the domestic pig (*Sus scrofa domestica* L.). *J. Hered.* 1998. Vol. 89. P.136–142.

5. Gustavsson I. Banding techniques in chromosome analysis of domestic animals. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.* 1980. Vol. 24. P. 245–289.

6. Pinton A., Ducos A., Berland H., Seguela A., Brun-Baronnat C., Darré A., Darré R., Schmitz A., Yerle, M. Chromosomal Abnormalities in Hypoprolific Boars. *Hereditas.* 2004. Vol. 132. P. 55- 62.

7. Raudsepp T., Chowdhary B.P. Cytogenetics and chromosome maps. In the *Genetics of the Pig*, 2nd ed.; CABI: Wallingford, UK. 2011. 134–17.

8. Donaldson B., Villagomez D.A., Revay T., Rezaei S., King W.A. Non-Random distribution of reciprocal translocation breakpoints in the pig genome. *Genes.* 2019. No.10. P. 769.

9. Ducos A., Berland H.M., Bonnet N., Calgaro A., Billoux S., Mary N., Garnier-Bonnet A., Darré R., Pinton A. Chromosomal control of pig populations in France: 2002–2006 survey. *Genet. Sel. Evol.* 2007. No. 39. P. 583.

10. Ducos A.; Revay T.; Kovacs A.; Hidas A.; Pinton A.; Bonnet-Garnier A.; Molteni L.; Slota E.; Switonski M.; Arruga M.V.; et al. Cytogenetic screening of livestock populations in Europe: An overview. *Cytogenet. Genome Res.* 2008. No. 120. P. 26–41.

11. Sánchez-Sánchez R.; Gómez-Fidalgo E.; Pérez-Garnelo S.; Martín-Lluch M.; De La Cruz-Vigo P. Prevalence of chromosomal aberrations in breeding pigs in Spain. *Reprod. Domest. Anim.* 2019. Vol. 54. P. 98–101.

12. Basrur P.; Stranzinger G. Veterinary cytogenetics: Past and perspective. *Cytogenet. Genome Res.* 2008. Vol. 120. P. 11–25.

13. Ducos A.; Berland H.-M.; Bonnet N.; Calgaro A.; Billoux S.; Mary N.; Garnier-Bonnet A.; Darré R.; Pinton A. Chromosomal control of pig populations in France: 2002–2006 survey. *Genet. Sel. Evol.* 2007. Vol. 39. P. 583.

14. Rejduch B.; Slota E.; Rozycki M.; Koscielny M. Chromosome number polymorphism in a litter of European wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2003. No. 1. P. 57–62.

15. Quach A.T.; Revay T.; Villagomez D.A.F.; Macedo M.P.; Sullivan A.; Maignel L.; Wyss S.; Sullivan B.; King W.A. Prevalence and consequences of chromosomal abnormalities in Canadian commercial swine herds. *Genet. Sel. Evol.* 2016. Vol. 48. P. 1–7.

16. Schwerin M.; Golisch D.; Ritter E. A. Robertsonian translocation in swine. *Genet. Sel. Evol.* 1986. Vol. 18 P.1–7.

17. Rubes J, Horinova Z, Gustavsson I, Borcovec L, Urbanova J. Somatic chromosome mutations and morphological abnormalities in sperms of boars. *Hereditas.* 1991. Vol. 115. No. 32. P.139 –143.

References

1. Quach A.T., Revay T, Villagomez D.A, Macedo M.P, Sullivan A, Maignel L, Wyss S, Sullivan B, King W.A. (2016). Prevalence and consequences of chromosomal abnormalities in Canadian commercial swine herds. *Genet Sel Evol.* Vol. 48. 1, 66. doi: 10.1186/s12711-016-0246-5.

2. Bertrand R., Sarang M., Jenkin J., Kerrigan D., Pommier Y. (1991). Differences induction of secondary DNA fragmentation by topoisomerase II inhibitors in human tumor cell lines with amplified comic expression. *Cancer Res.* 51. 6280- 6285.

3. Donaldson B, Villagomez D.A.F, King W.A. (2021) Classical, Molecular, and Genomic Cytogenetics of the Pig, a Clinical Perspective. *Animals (Basel)*. 27, 11, 1257. doi: 10.3390/ani11051257.

4. Ducos A.; Berland H.M.; Pinton A., Guillemot E.; Seguela A., Blanc M.F.; Darre A., Darre R. (1998). Nine new cases of reciprocal translocation in the domestic pig

Дзіцюк В. В., Гузеватий О. Є., Братиця Х. Т.

(*Sus scrofa domestica* L.). *J. Hered.* 89, 136–142.

5. Gustavsson I. (1980). Banding techniques in chromosome analysis of domestic animals. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.* 24, 245–289.

6. Pinton A., Ducos A., Berland H., Seguela A., Brun-Baronnat C., Darré A., Darré R., Schmitz A., Yerle, M. (2004). Chromosomal Abnormalities in Hypoprolific Boars. *Hereditas.* 132, 55–62.

7. Raudsepp T., Chowdhary B.P. (2011). Cytogenetics and chromosome maps. In the Genetics of the Pig, 2nd ed.; CABI: Wallingford, UK. 134–17.

8. Donaldson B., Villagomez D.A., Revay T., Rezaei S., King W.A. (2019). Non-Random distribution of reciprocal translocation breakpoints in the pig genome. *Genes*, 10, 769.

9. Ducos A., Berland H.M., Bonnet N., Calgaro A., Billoux S., Mary N., Garnier-Bonnet A., Darré R., Pinton A. (2007). Chromosomal control of pig populations in France: 2002–2006 survey. *Genet. Sel. Evol.* 39, 583.

10. Ducos A.; Revay T.; Kovacs A.; Hidas A.; Pinton A.; Bonnet-Garnier A.; Molteni L.; Slota E.; Switonski M.; Arruga M.V. (2008). Cytogenetic screening of livestock populations in Europe: An overview. *Cytogenet. Genome Res.* 120, 26–41.

11. Sánchez-Sánchez R.; Gómez-Fidalgo E.; Pérez-Garnelo S.; Martín-Lluch M.

De La Cruz-Vigo P. (2019). Prevalence of chromosomal aberrations in breeding pigs in Spain. *Reprod. Domest. Anim.* 54, 98–101.

12. Basur P.; Stranzinger G. (2008). Veterinary cytogenetics: Past and perspective. *Cytogenet. Genome Res.* 120, 11–25.

13. Ducos A.; Berland H.-M.; Bonnet N.; Calgaro A.; Billoux S.; Mary N.; Garnier-Bonnet A.; Darré R.; Pinton A. (2007). Chromosomal control of pig populations in France: 2002–2006 survey. *Genet. Sel. Evol.* 39, 583.

14. Rejduch B.; Slota E.; Rozycki M.; Koscielny M. (2003) Chromosome number polymorphism in a litter of European wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Anim. Sci. Pap. Rep.* 1, 57–62.

15. Quach A.T.; Revay T.; Villagomez D.A.F.; Macedo M.P.; Sullivan A.; Maignel L.; Wyss S.; Sullivan B.; King W.A. (2016). Prevalence and consequences of chromosomal abnormalities in Canadian commercial swine herds. *Genet. Sel. Evol.* 48, 1–7.

16. Schwerin M. Golisch D. Ritter E. A. (1986) Robertsonian translocation in swine. *Genet. Sel. Evol.* 18, 1–7.

17. Rubes J, Horinova Z, Gustavsson I, Borcovec L, Urbanova J. (1991). Somatic chromosome mutations and morphological abnormalities in sperms of boars. *Hereditas.* 115, 32, 139–143.

CHROMOSOMAL PROFILE OF LARGE WHITE AND LAND BREED PIGS V. Dzitsiuk, O. Guzevatyi, C Bratytsia

Abstract. A cytogenetic study of 75 pigs of the Great White and Landrace breeds was carried out for the analysis of the chromosomal profile.

The research was carried out in the Department of Animal Genetics and Biotechnology of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubtsia of the National Academy of Sciences.

Karyotype analysis was performed on preparations of metaphase chromosomes obtained from peripheral blood lymphocytes according to the generally accepted method. The analysis of metaphase cells included the following cytogenetic parameters: the frequency of aneuploid and polyploid cells, the frequency of cells with structural aberrations of chromosomes (chromosomal breaks, chromosome fragments, chromosome associations).

As a result of research, karyotype changes of the genomic type (aneuploidy and polyploidy) and structural aberrations of chromosomes (fragments, breaks, associations of chromosomes) were found. It was established that the total frequency of aberrant cells in pigs of the landrace breed significantly exceeds that of animals of the large white breed. The variability of the frequency of polyploid cells is from 4.50 ± 1.6 to 7.84 ± 2.6 ; aneuploid - from 3.0 ± 1.8 to 5.6 ± 2.9 ; frequencies of chromosome breaks - from 2.8 ± 1.3 to 2.9 ± 1.7 .

It is obvious that the level of chromosomal instability is dominated by landrace pigs, the reason for which, in our opinion, is the peculiarities of breeding work with this breed. In order to prevent the accumulation of genetic defects in herds of breeding pigs, it is necessary to carry out systematic cytogenetic control during targeted reproduction work.

Key words: pig (*Sus scrofa*), large white breed, landrace, karyotype, chromosome aberrations

ФОТОСИНТЕТИЧНА ТА НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

В. А. ФУРМАН, кандидат сільськогосподарських наук, директор
ДП «ДГ «Саливонківське»

О. В. ФУРМАН, кандидат сільськогосподарських наук, агроном з насінництва
ДП «ДГ «Саливонківське»

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

І. В. СВИСТУНОВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: furmanov918@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.002>

Анотація. На сучасному етапі розвитку світового аграрного виробництва провідне місце серед найважливіших високобілкових та олійних культур займає соя. Україна є лідером з виробництва сої на Євразійському континенті проте, біологічний потенціал урожайності вітчизняних сортів сої реалізується поки що недостатньо, тому існує необхідність пошуку шляхів підвищення продуктивності соєвих агрофітоценозів. Основою створення сухої маси врожаю насіння сої, як будь-якої сільськогосподарської культури, є фотосинтез, інтенсивність якого відображає реакцію рослин на умови росту та розвитку, в тому числі, на технологічну модель вирощування. Відтак, вивчення закономірностей, які визначають продуктивність процесу фотосинтезу – важливий спосіб управління рівнем урожайності культури. Метою досліджень, проведених у 2013-2016 рр., було встановити вплив інокуляції насіння мікробним препаратом поліфункціональної дії Фосфонітрагін та норм і строків внесення мінеральних добрив на формування фотосинтетичної та насіннєвої продуктивності сої. Під час проведення досліджень було застосовано візуальний, вимірювально-ваговий, розрахунковий та статистично-математичний методи спостережень та досліджень.

Встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного України проведення інокуляції насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосформобілізуючих мікроорганізмів (*B. tiscilaginosus*) та внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування та продуктивність фотосинтетичного апарату. Максимальну фотосинтетичну продуктивність та насіннєву урожайність посівів сої – на рівні 2,86-3,15 т/га забезпечує технологічна модель вирощування, що передбачає застосування бактеризації насіння комплексним препаратом Фосфонітрагін та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення + N_{15} у підживлення в фазі бутонізації. Вищу продуктивність формує середньостиглий сорт сої Сузір'я.

Ключові слова: соя, сорт, бактеризація, мінеральне добриво, азотне підживлення, фотосинтетична продуктивність, урожайність

Актуальність. На сучасному етапі розвитку світового аграрного виробництва провідне місце серед найважливіших високобілкових та олійних культур займає соя. Завдяки високому вмісту в її насінні добре збалансованого за амінокислотним складом білка сою використовують як відмінний замітник продуктів тваринного походження в раціоні людини та джерело цінного кормового білка в годівлі сільськогосподарських тварин [16]. Серед світових лідерів олійних культур соя, потіснивши ріпак, посідає друге місце після соняшнику [15].

Окрім високої продуктивності за виходом з гектару олії та білка, вирощування сої позитивно впливає на якісні характеристики ґрунту, сприяє покращенню фітосанітарного стану посівних площ та істотно підвищує ефективність використання ріллі [2, 11], внаслідок чого ця зернобобова культура має надзвичайно важливе значення у формуванні економічної та продовольчої безпеки держави.

Україна є лідером з виробництва сої на Євразійському континенті проте, біологічний потенціал продуктивності вітчизняних сортів сої реалізується поки що недостатньо – лише на 38-56 % [2]. Тому існує необхідність пошуку шляхів підвищення продуктивності соєвих агрофітоценозів.

Основою створення сухої маси врожаю насіння сої, як будь-якої сільськогосподарської культури, є фотосинтез, інтенсивність якого відображає реакцію рослин на умови росту та розвитку, в тому числі, на технологічну модель вирощування [3]. Тому вивчення закономірностей, які визначають інтенсивність та продуктивність процесу фотосинтезу є важливим способом управління рівнем продуктивності культури [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, фотосинтез є основним процесом живлення зелених рослин та джерелом синтезу і нагромадження ними органічної речовини [8, 12], а тому між фотосинтетичною активністю і врожайністю сільськогосподарських культур існує позитивна кореляція [7, 13].

Оскільки фотосинтез визначає ступінь реалізації генетичного потенціалу продуктивності польових культур та характеризується великими невикористаними резервами, важливим науковим завданням є створення агрофітоценозів з високим коефіцієнтом засвоєння енергії Сонця, що перш за все обумовлюється площею та активністю роботи листя – основного фотосинтезуючого органу [1, 17]. Агрофітоценоз з оптимальними розмірами листової поверхні характеризується більш повним поглинанням сонячної радіації та активнішим накопиченням

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

сухої маси [1, 3]. Найбільш ефективна площа листкової поверхні для сої становить 40-50 тис. м²/га. Такі посіви поглинають 70-98 % фотосинтетично-активної сонячної радіації [8, 11]. Інтенсивність наростання, площа та тривалість функціонування листя залежать від генотипу сорту, ґрунтово-кліматичних умов та обґрунтованості технологій вирощування рослин [3, 7, 8].

Вченими доведено [7, 8, 9], що технологічні прийоми вирощування, спрямовані на збільшення врожайності сільськогосподарських культур, вважаються ефективними, якщо вони: сприяють швидкому наростанню площі листя до оптимальних розмірів і збереженню його в активному стані протягом тривалого періоду; підвищують продуктивність роботи фотосинтетичного апарату та коефіцієнт використання рослинами сонячної енергії; покращують використання продуктів фотосинтезу.

За даними багатьох дослідників [2, 3, 9, 11, 19.] фотосинтетична продуктивність посівів сої в значній мірі залежить від інокуляції насіння та умов живлення, в тому числі, від рівня забезпечення рослин азотом. Залежно від концентрації азотні добрива по-різному впливають на рослинний організм та є істотним стресорним чинником. Одним з індикаторів адаптивної відповіді рослин на стресові умови є зміна вмісту фотосинтетичних пігментів. За

дефіцитного азотного живлення синтез фотосинтетичних пігментів скорочується, а зі зростанням доз азотних добрив вміст хлорофілів, до певної межі збільшується [4, 12, 14, 18].

Враховуючи вищезначене, вивчення фотосинтетичної продуктивності сої за різних норм і строків внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння є актуальним питанням, що потребує наукового обґрунтування.

Мета досліджень – вивчити вплив комплексного застосування інокуляції та мінерального удобрення на формування фотосинтетичної і насінневої продуктивності сої в умовах правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили у 2013-2016 рр. на дослідному полі ДП «ДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Вміст гумусу у шарі 0-20 см – 4,55 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 154-160 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 43-55 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 94-106 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки – 6,7-7,1.

Польовий дослід закладали за схемою: фактор А – сорт: Вільшанка (скоростиглий), Сузір'я

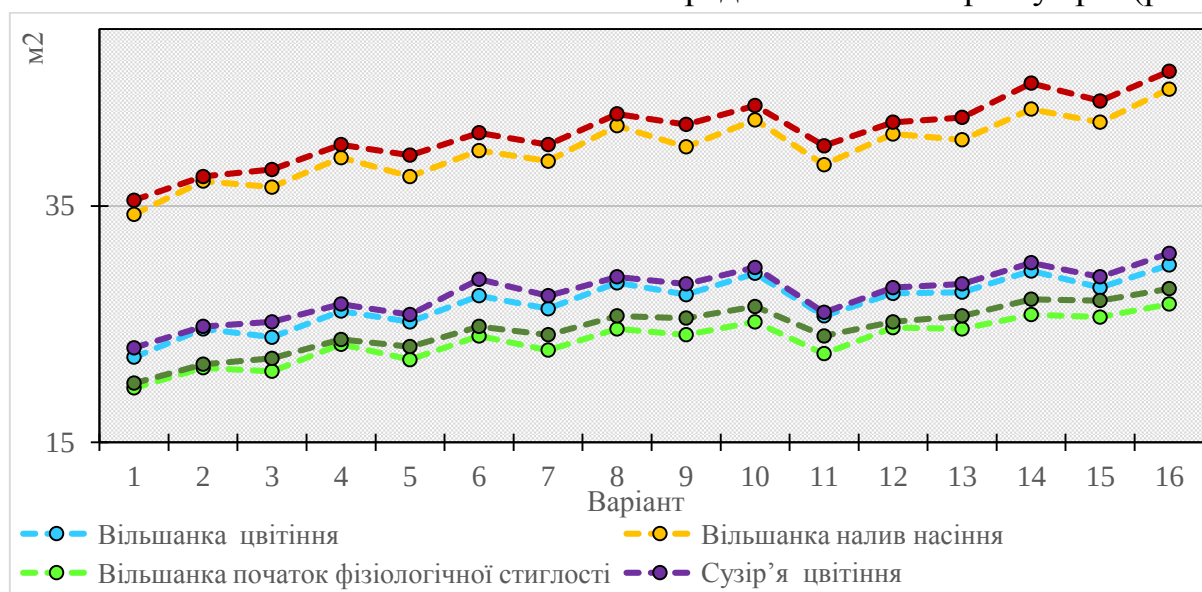
Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

(середньостиглий); фактор В – передпосівна обробка насіння: без інокуляції, бактеріальний препарат Фосфонітрагін; фактор С – мінеральне удобрення: без добрив (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{15}P_{60}K_{60}$; $N_{30}P_{60}K_{60}$; $N_{45}P_{60}K_{60}$; $P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні – у відповідність зі схемою досліду: під передпосівну культивування та у підживлення рослин сої у фазі бутонізації. Інокуляцію насіння проводили комплексним бактеріальним препаратом на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів (*B. tucilagnosus*) та штамів

бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*).

Під час проведення досліджень керувались вимогами, викладеними у посібнику «Основи наукових досліджень в агрономії» [10] та «Методиках державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [6]. Оцінку фотосинтетичної діяльності проводили за методиками [8], кількість хлорофілу – за методом [5].

Результати дослідження та їх обговорення. У наших дослідженнях обидва сорти сої характеризувались високим рівнем наростання листкової поверхні, однак більшу площу листя у всі фази розвитку формувал середньостиглий сорт Сузір'я (рис. 1).



Зміст варіантів: 1 – контроль, 2 – інокуляція, 3 – $P_{60}K_{60}$, 4 – $P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 5 – $N_{15}P_{60}K_{60}$, 6 – $N_{15}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 7 – $N_{30}P_{60}K_{60}$, 8 – $N_{30}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 9 – $N_{45}P_{60}K_{60}$, 10 – $N_{45}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 11 – $P_{60}K_{60} + N_{15}$, 12 – $P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція, 13 – $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$, 14 – $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція, 15 – $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$, 16 – $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція.

Рис. 1 Динаміка формування площі листкової поверхні рослин сої залежно від мінерального удобрення та інокуляції насіння, тис. м²/га (середнє за 2013-2016 рр.)

На покращення умов живлення рослини сої у всі фенологічні фази

реагували зростанням інтенсивності наростання фотосинтезуючої

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

поверхні. До настання фази цвітіння внесення мінеральних добрив забезпечило приріст площі листя відносно контролю на 7,7-35,14 %, бактеризація насіння – на 7,8-11,7 %.

Найбільш потужною за розмірами – на рівні 34,3-44,9 тис.м²/га (сорт Вільшанка) та 35,5-46,4 тис.м²/га (сорт Сузір'я) листкова поверхня в посівах сої формувалась у фазі наливу насіння, коли рослини найбільше потребують асимілятів для накопичення їх у насінні. Наростання максимальної листкової площі забезпечувала сумісна дія інокулянту та мінеральних добрив у нормі N₃₀P₆₀K₆₀ + N₁₅ – 44,9- 46,4 тис. м²/га.

З настанням фази фізіологічної стиглості, внаслідок опадання листя з нижніх ярусів під час відтоку пластичних речовин з вегетативних до генеративних органів площа листя істотно зменшувалась. На абсолютному контролі розмір листової поверхні становив 19,4-20,0

тис. м²/га, в той час як покращені умови живлення, завдяки проведенню бактеризації та внесенню мінеральних добрив, сприяли не лише наростанню більшої площі листя (26,7-28,0 тис. м²/га), але й більш подовженому періоду її функціонування.

Більш повно, ніж розмір листкової поверхні реальні можливості посіву щодо синтезу органічної речовини характеризує фотосинтетичний потенціал посіву – показник, який відображає тривалість активної роботи листя на одиниці площі. Встановлено, що за відсутності удобрення та інокуляції насіння фотосинтетичний потенціал посівів сої в період від сходів до настання фізіологічної стиглості не перевищував 2,092 млн м²×діб/га у сорту Вільшанка та 2,185 млн м²×діб/га у сорту Сузір'я (табл. 1).

1. Вміст хлорофілу а і b в листках сої та фотосинтетична продуктивність її сортів залежно від інокуляції та удобрення (середнє за 2013-2016 рр.)

Удобрєння	Інокуляція	Вміст хлорофілу а+в, мг/г сирої маси	Фотосинтетичний потенціал, млн м ² · діб/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² добу		Вихід сухої маси, т/га
		цвітіння	сходи - фізіологічна стиглість	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Сорт Вільшанка						
Без добрив (контроль)	б/і*	1,43	2,092	0,90±0,1**	1,47±0,2	3,78
	і	1,76	2,604	1,11±0,2	1,59±0,3	4,88
Р ₆₀ К ₆₀	б/і	1,49	2,322	1,02±0,1	1,54±0,3	4,45
	і	1,89	2,830	1,22±0,3	1,82±0,4	5,38
N ₁₅ Р ₆₀ К ₆₀	б/і	1,59	2,542	1,08±0,2	1,60±0,3	4,61
	і	2,04	3,035	1,29±0,2	1,91±0,4	5,48

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,70	2,618	1,22±0,2	1,69±0,2	4,81
	і	2,18	3,163	1,45±0,3	2,04±0,3	5,61
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,81	2,713	1,28±0,2	1,75±0,4	4,92
	і	2,32	3,242	1,51±0,4	2,18±0,4	5,67
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	1,65	2,557	1,11±0,2	1,63±0,2	4,62
	і	2,11	3,095	1,39±0,3	1,94±0,3	5,52
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	1,97	2,804	1,35±0,3	1,79±0,3	5,33
	і	2,44	3,370	1,59±0,2	2,25±0,4	6,28
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,11	3,025	1,45±0,2	1,87±0,4	5,48
	і	2,52	3,477	1,62±0,1	2,33±0,5	6,47
Сорт Сузір'я						
Без добрив (контроль)	б/і	1,55	2,185	1,19±0,2	1,60±0,2	4,29
	і	1,86	2,615	1,40±0,2	1,80±0,3	5,15
P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,67	2,411	1,31±0,1	1,82±0,3	4,98
	і	2,01	2,860	1,51±0,3	2,01±0,2	5,56
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,70	2,618	1,39±0,1	1,93±0,2	5,11
	і	2,17	3,091	1,61±0,2	2,12±0,3	5,71
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,77	2,727	1,49±0,2	2,01±0,3	5,29
	і	2,29	3,158	1,78±0,2	2,26±0,2	6,08
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	1,90	2,840	1,59±0,2	2,09±0,4	5,30
	і	2,48	3,275	1,85±0,4	2,32±0,4	6,15
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	1,74	2,640	1,41±0,3	1,97±0,4	5,17
	і	2,21	3,121	1,67±0,4	2,19±0,2	5,79
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,07	2,985	1,71±0,4	2,17±0,4	5,89
	і	2,61	3,491	1,91±0,5	2,38±0,2	6,77
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,15	3,158	1,72±0,3	2,25±0,5	6,18
	і	2,75	3,635	1,93±0,4	2,51±0,3	7,04
НІР _{0,05} загальна						
НІР _{0,05} сорт		0,33				1,16
НІР _{0,05}		0,12	-	-	-	0,27
удобрення		0,17				0,58
НІР _{0,05}		0,10				0,26
інокуляція						

Примітка: * б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння;

**M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Головною передумовою для проходження процесу фотосинтезу є наявність Взаємодія факторів бактеризації насіння Фосфонітрагіном та внесення добрив збільшували наведені значення, відповідно на 35,3-66,2 та 30,9-66,4 %. Максимальні значення за даним показником – на рівні 3,477 та 3,635 млн м²×діб/га було відмічено на варіантах, що передбачали обробку

насіння перед посівом препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосформобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*) та внесення N₃₀P₆₀K₆₀ + N₁₅ у фазі бутонізації.

хлорофілу і каротиноїдів – основних компонентів фотосинтетичного апарату. Низький вміст хлорофілу у фотосинтезуючих тканинах різко обмежує інтенсивність

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

фотосинтезу [4, 12], а тому рівень врожаю сої більш тісно корелює саме з вмістом суми пігментів, аніж з розмірами асимілюючої поверхні [9, 18].

У наших дослідженнях найвищий вміст хлорофільних пігментів було відмічено за роздрібного внесення азотних добрив – N_{30} у передпосівну культивуацію на фоні $P_{60}K_{60}$ та N_{15} у підживлення у фазу бутонізації. Порівняно з внесенням такої ж кількості азотних добрив за один прийом, вміст суми хлорофілу «а» і «в» збільшувався на 0,25-0,30 мг/г сирої маси, залежно від сорту. Бактеризація насіння сої Фосфонітрагіном підвищувала вміст хлорофілів а+в на 20,0-23,1 %, що на думку деяких науковців [12, 19] можна пояснити прямопропорційним зв'язком між концентрацією хлорофілу у листках та інтенсивністю азотфіксації, яка істотно залежить від симбіотичних властивостей бульбочкових бактерій. Максимальний вміст суми фотосинтетичних пігментів – на рівні 2,52-2,75 мг/г сирої маси було відмічено за сумісної дії технологічних прийомів бактеризації насіння Фосфонітрагіном та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. На всіх варіантах аналізування вища сумарна концентрація хлорофілу а+в властива сорту Сузір'я.

Важливим параметром, що тісно корелює з рівнем урожайності є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ),

яка на думку багатьох науковців [3, 9, 18], характеризує потенційні можливості рослин та дозволяє спрогнозувати рівень їх врожайності, хоча тісна пряма залежність між найвищими значеннями ЧПФ і врожайності насіння сої спостерігається не завжди. В посівах сої за даними вчених [9, 13], динаміка ЧПФ має синусоїдний характер – найвищою вона є в періоди: «початок формування листового апарату - початок цвітіння» та «кінець цвітіння - повний налив насіння». Така ж закономірність спостерігалась і в наших дослідженнях.

Встановлено, що покращення умов живлення за рахунок внесення мінеральних добрив та проведення бактеризації насіння Фосфонітрагіном позитивно впливало на формування ЧПФ. Так, в період від початку до кінця цвітіння інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу за умови внесення мінеральних добрив зростала у сорту Вільшанка на 13,3-61,1 % та у сорту Сузір'я на 10,1-44,4 %, за умови проведення інокуляції – на 23,3 та 17,7 % відповідно, за умови взаємодії цих факторів – на 35,6-80,0 та 26,9-62,2 %. З кінця фенологічної фази цвітіння до настання повного наливу насіння чиста продуктивність фотосинтезу зростала до рівня 1,47-2,51 г/м² за добу, досягаючи свого другого максимуму. В усі періоди спостережень максимальна продуктивність фотосинтезу в

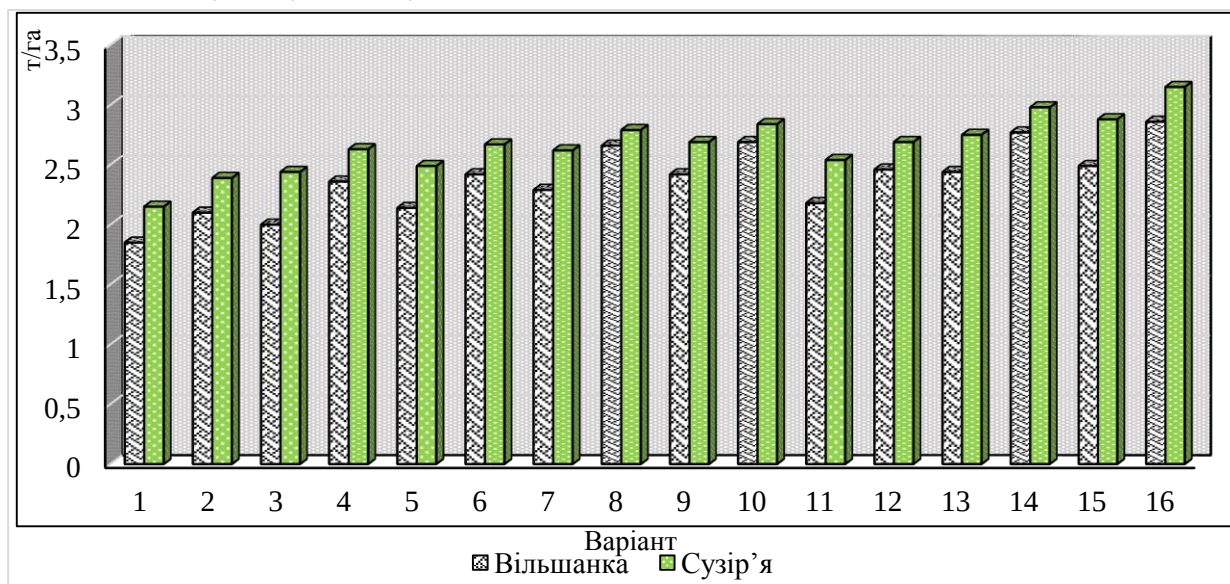
Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

посівах обох сортів сої була відмічена на варіантах, де вивчали сумісну дію бактеризації насіння Фосфонітрагіном та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$.

Узагальнюючим показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин є рівень накопичення ними сухої біомаси [8]. Встановлено, що накопичення сухої речовини – до рівня 3,78-6,47 т/га (сорт Вільшанка) та 4,29-7,04 т/га (сорт Сузір'я) посівами сої продовжувалось до настання фази фізіологічної стиглості. Обробка насіння комплексним бактеріальним препаратом забезпечувала приріст сухої речовини на 20,0-29,1 %, внесення фосфорно-калійних добрив – на 16,1-17,7 %, повного

мінерального добрива – на 22,0-45,0 % (сорт Вільшанка) та 19,1-44,1 % (сорт Сузір'я), в тому числі роздрібне внесення азотних добрив – на 41,0-45,0 та 37,3-44,1 %, відповідно. Найбільш продуктивними за даним показником – на рівні 6,28-7,04 т/га були варіанти, де проводили інокуляцію насіння Фосфонітрагіном та вносили $N_{15-30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації. У всі роки досліджень більший вихід сухої маси формував середньостиглий сорт Сузір'я.

Основним критерієм оцінки роботи фотосинтетичного потенціалу є рівень урожайності насіння сої. У середньому за роки польового експерименту урожайність насіння сої сорту Вільшанка становила 1,85-2,86 т/га, сорту Сузір'я – 2,15-3,15 т/га (рис. 2).



Зміст варіантів: 1 – контроль, 2 – інокуляція, 3 – $P_{60}K_{60}$, 4 – $P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 5 – $N_{15}P_{60}K_{60}$, 6 – $N_{15}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 7 – $N_{30}P_{60}K_{60}$, 8 – $N_{30}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 9 – $N_{45}P_{60}K_{60}$, 10 – $N_{45}P_{60}K_{60}$ + інокуляція, 11 – $P_{60}K_{60} + N_{15}$, 12 – $P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція, 13 – $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$, 14 – $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція, 15 – $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$, 16 – $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ + інокуляція

Рис. 2 Урожайність насіння сої залежно від інокуляції насіння та удобрення, т/га (середнє за 2013-2016 рр.)

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

Максимальний урожай – на рівні 2,86 т/га (скоростиглий сорт Вільшанка) та 3,15 т/га (середньостиглий сорт Сузір'я) посіви сої формували на ділянках з найвищою фотосинтетичною продуктивністю. Порівняно з абсолютним контролем приріст урожаю на вказаних варіантах становив 53,9 та 44,6 %.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу визначено, що сила зв'язку рівня урожайності насіння сої є значною та тісно корелює із накопиченням сухої речовини – коефіцієнт кореляції для сорту Вільшанка становив $r = 0,957$, для сорту Сузір'я – $r = 0,971$.

Висновки і перспективи. Таким чином, проведення бактеризації

Список використаних джерел

1. Алиев Д. А. Акперов З. И. Фотосинтез и урожай сои. Москва : Наука. 1995. 126 с.
2. Бабич А. О., Бабич-Побережна. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.: Аграрна наука, 2011. 548 с.
3. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 27-30.
4. Головатюк Є., Ситар О., Таран Н. Вплив різних доз азотних добрив на вміст фотосинтетичних пігментів та сульфоліпиду у листках сої. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка*. Київ, 2007. № 12. С. 34–36.
5. Гольд В. М., Гаевский Н. А., Голованова Т. И. Физиология растений : метод. указания по лаб. работам. Красноярск : ИПК СФУ, 2008. 61 с.
6. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина / ред. : В.

насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосформобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*) та внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування та продуктивність фотосинтетичного апарату. Найвищу фотосинтетичну продуктивність та насінневу урожайність посівів сої сорту Вільшанка (2,86 т/га) та сорту Сузір'я (3,15 т/га) забезпечує технологічна модель, що передбачає інокуляцію насіння комплексним бактеріальним препаратом Фосфонітрагін та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення + N_{15} у підживлення в фазі бутонізації.

В. Волкодав; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. 100 с.

7. Назарчук А. А. Фотосинтетичний потенціал сої залежно від інокуляції насіння, фону живлення та сорту в умовах степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 1. С. 144–151.

8. Ничипорович А. А. Фізіологія фотосинтезу і продуктивність рослин. *Фізіологія фотосинтезу*. 1982. С. 7–38.

9. Новохацький М. Л. Оптимізація умов фотосинтезу агроценозів сої та використання рослинами його продуктів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. Дослідницьке, 2017. Вип. 21. С. 258–267.

10. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенко. Київ : Дія, 2005. 288 с.

11. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

12. Таран Н. Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин в умовах посухи. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 1999. № 6. С. 414-422.

13. Темрієнко О.О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 100. Т.2. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 75-85.

14. Цветкова Ю.В., Ляшко М.У., Стражникова И.И. Влияние применения инокулянта «Ризоторфин» на содержание хлорофилла в листьях интродуцированных сортов сои и их урожайность. *Вестник РУДН*. 2020. Т. 15. № 1. С. 7-18.

15. Чехова І.В., Чехов С.А. Оцінка ефективності виробництва сої в Україні. *Економічний простір*. 2019. № 144. С. 63-70.

16. Шовкова О.В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. №2. С.113-118.

17. Jeffrey A, Thompson LE, Randall LN. Association of specific leaf weight, an estimate of chlorophyll, and chlorophyll concentration with apparent photosynthesis in soybean. *Photosynthesis Res.* 1996; 49(49): 1-10.

18. Shen X., Jiang C., Zhang J. Correlation between spectrum reflectance and chlorophyll content of soybean leaves under different nitrogen level. *Soybean Sci.* 2012. Vol. 31(1), P. 73–80.

19. Zhang X, Huang G, Bian X, Zhao Q. Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. *Plant Soil Environ.* 2013; 59(2): 80-88.

References

1. Alyev D. A. Akperov Z. Y. (1995). *Fotosyntezy u urozhai soy* [Photosynthesis and soybean harvest]. Moskva : Nauka. 126 s.

2. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. (2011). *Selektsiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti*. [Selection,

production, trade and use of soybeans in the world]. Kyiv : Ahrarna nauka, 548 s.

3. Bakhmat O. M. (2010) *Fotosyntetychna aktyvnist ta vrozhaunist soi zalezno vid sortu, sposobu sivy y udobrennia* [Photosynthetic activity and yield of soybean depending on the variety, method of sowing and fertilization]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. Kyiv, № 7. S. 27-30.

4. Holovatiuk Ye., Sytar O., Taran N. (2007) *Vplyv riznykh doz azotnykh dobryv na vmist fotosyntetychnykh pihmentiv ta sulfolipidu u lystkakh soi* [Effect of different doses of nitrogen fertilizers on the content of photosynthetic pigments and sulfolipid in soybean leaves]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. T. Shevchenka*. Kyiv, № 12. S. 34–36.

5. Hold V. M., Haevskiy N. A., Holovanova T. Y. (2008) *Fyzyolohyia rastenyi : metod. ukazanyia po lab. Rabotam* [Physiology of plants: method. instructions for lab. work]. Krasnoiarsk : YPK SFU, 61 s.

6. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops] (2000). Vyp. 1. *Zahalna chastyna / red. : V. V. Volkodav; Derzh. komis. Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhroni sortiv roslyn*. Kyiv, 100 s.

7. Nazarchuk A. A. (2015) *Fotosyntetychnyi potentsial soi zalezno vid inokuliatsii nasinnia, fonu zhyvlennia ta sortu v umovakh stepu Ukrainy* [Photosynthetic potential of soybeans fallow in the form of inoculation on the background of life of this variety in the minds of the steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria. Mykolaiv*, Vyp. 1. S. 144–151.

8. Nychporovych A. A. (1982) *Fiziolohiia fotosyntezy i produktyvnist roslyn* [Physiology of photosynthesis and plant productivity]. *Fiziolohiia fotosyntezy*. Moskva, S. 7–38.

9. Novokhatskyi M. L. (2017) *Optymizatsiia umov fotosyntezy ahrotsenoziv soi ta vykorystannia roslynamy yoho produktiv* [Optimization of conditions of photosynthesis of soybean agrocenoses and use of its products by plants]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva*

Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В.

Ukrainy. Doslidnytske, 2017. Vyp. 21. S. 258–267.

10. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii (2005) [Fundamentals of scientific research in agronomy] / za red. V. O. Yeshchenka. Kyiv : Diia, 288 s.

11. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V., Ivaniuk S. V. (2016) Soia : monohrafiia [Soya: a monograph]. Vinnytsia : Dilo, 400 s.

12. Taran N. Yu. (1999) Karotynoidy fotosyntetychnykh tkanyn v umovakh posukhy [Carotenoids of photosynthetic tissues under drought conditions]. Fyziolohiya y byokhymia kulturnykh rastenyi. № 6. S. 414–422.

13. Temriienko O.O. (2018) Fotosyntetychna ta nasinnieva produktyvnist posiviv soi zalezno vid tekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic and seed productivity soybean crops depending on the technological methods of cultivation in the conditions Pravoberezhny forest-steppe]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Vyp. 100. T.2. Kherson: Vydavnychiy dim «Helvetyka», S. 75–85.

14. Tsvetkova Yu.V., Liashko M.U., Strazhnykova Y.Y. (2020) Vlyianie prymenyia ynokulianta «Ryzotorfin» na sodержanye khlorofylla v lystiakh yntrodutsyrovannykh sortov soy y ykh urozhainost [Influence of the use of the inoculant "Risotorfin" on the content of

chlorophyll in the leaves of introduced soybean varieties and their yield]. Vestnyk RUDN. T. 15. № 1. S. 7–18.

15. Chekhova I.V., Chekhov S.A. (2019) Otsinka efektyvnosti vyrobnytstva soi v Ukraini [Evaluation of the effectiveness of soybean production in Ukraine]. Ekonomichnyi prostir. № 144. S. 63–70.

16. Shovkova O.V. (2022) Produktyvnist sortiv soi rannostykhloi hrupy v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of soybean varieties of the early ripening group in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoï akademii. №2. S.113–118.

17. Jeffrey A, Thompson L, Randall L. (1996) Association of specific leaf weight, an estimate of chlorophyll, and chlorophyll concentration with apparent photosynthesis in soybean. Photosynthesis Res. 49(49): 1–10.

18. Shen X., Jiang C., Zhang J. (2012) Correlation between spectrum reflectance and chlorophyll content of soybean leaves under different nitrogen level. Soybean Sci. Vol. 31(1), P. 73–80.

19. Zhang X, Huang G, Bian X, Zhao Q. (2013) Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. Plant Soil Environ.: 59(2): 80–88.

PHOTOSYNTHETIC AND SEED PRODUCTIVITY OF SOYBEAN DEPENDS ON INOCULATION AND FERTILIZING IN THE CONDITIONS OF RIGHT-BANK FOREST STEPPE

V. A. Furman, O. V. Furman, I. V. Svystunova

Abstract. At the current stage of world agricultural production development, soy occupies the leading place among the most critical high-protein and oil crops. Ukraine is the leader in soybean production on the Eurasian continent, however, the biological yield potential of domestic soybean varieties is not yet sufficiently realized, and therefore there is a need to find ways to increase the productivity of soybean agro phytocoenoses. The basis of the creation of the dry weight of the soybean seed crop, like any agricultural crop, is photosynthesis. The intensity of which reflects plants' reaction to the conditions of growth and development, including the technological model of cultivation. Therefore, studying laws that determine the photosynthesis process productivity is an essential way of managing the level of crop productivity.

The purpose of the research carried out in 2013-2016 was to establish the influence of seed inoculation by microbial preparation of multifunctional action Phosphonitragin and rates and terms of mineral fertilizers application on photosynthetic and seed productivity formation. Visual, measuring-weighing, calculation, and statistical-mathematical methods of observation and research were used during the research.

*It was established that in the conditions of the Riht-Bank Forest-Steppe of Ukraine, seeds inoculation by preparation based on strains of nodule bacteria (*Br. japonicum*) and phosphorus-mobilizing microorganisms (*B. mucilagnosus*) and mineral fertilizers application have a positive effect on the formation and productivity of the photosynthetic apparatus. The maximum photosynthetic productivity and seed yield of soybean crops - at a level of 2.86-3.15 t/ha is provided by the technological model of cultivation, which involves the use of seed bacterization by complex preparation Phosphonitragin and introduction of $N_{30}P_{60}K_{60}$ as a basic fertilizer + N_{15} as a top dressing in the budding phase. Higher productivity is formed by the mid-ripening soybean variety Suzirya.*

Keywords: soybean, variety, bacterization, mineral fertilizer, nitrogen fertilizing, photosynthetic productivity, productivity

ВПЛИВ РІЗНИХ ГІБРИДІВ ПІДЩЕП НА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ГІБРИДУ ДІПЛОЇДНОГО КАВУНА ЮКОН F₁ ТА ГІБРИДУ ТРИПЛОЇДНОГО КАВУНА КІДМАН F₁ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А. О. ГАЛАГУРЯ

Харківський державний біотехнологічний університет

E-mail: a.galaguria@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.003>

Анотація. *Мета.* Дослідження впливу різних комерційних підщеп на якість плодів диплоїдного та триплоїдного кавунів в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Методи.* Лабораторний, математично-статистичний – статистична обробка результатів дослідів. *Результати.* За результатами проведених досліджень у 2019-2021 рр. ми бачимо що щеплення на підщепи пляшкового гарбуза гібриду Пелопс F₁ та міжвидового гібриду Кобальт F₁ використовується як ефективний варіант боротьби з хворобами, підвищенню врожаю, стійкості до абіотичних факторів у вирощуванні кавунів; однак цей процес може вплинути на параметри якості плодів. Метою цього дослідження було визначення впливу різних підщеп на вміст вітаміну С, сухої розчинної речовини, вмісту загального цукру та нітратів у гібридів кавуна Кідман F₁ та Юкон F₁ в період збору врожаю. У дослідженні визначено вплив двох підщеп на деякі якісні характеристики плодів кавуна. Результати показали, що параметри якості зразків змінювалися в залежності від комбінації гібриду кавуна та гібриду підщепи. Щеплення суттєво не вплинуло на вміст вітаміну С та було нижче ніж у контрольних рослин як на диплоїдному, так і триплоїдному кавунах. Найбільший вміст вітаміну С було у кавуна Юкон F₁ (на контролі) – 8,72 мг/100 г, та комбінації Юкон F₁ з Кобальтом F₁ 8,65 мг/100 г та Юкон F₁ з Пелопсом F₁ 8,37 мг/100 г відповідно. Щеплені рослини кавунів на підщепі Кобальт F₁ мали найбільший вміст сухої розчинної речовини у випробуванні, яка склала на Кідмані F₁ -10,88 %, що на 1,5 % більше ніж на контролі, та на Юконі F₁ – 10,21 %, що на 1,06 % більше ніж на контролі, відповідно. Найбільший вміст загального цукру спостерігався у комбінації Юкона F₁ та Кобальта F₁ 8,84 %, що на 1,71 % більше ніж на контролі, та комбінації Кідмана F₁ та Пелопса F₁ 8,69 %, що на 0,79 % більше ніж на контрольних рослинах відповідно. Вміст нітратів був нижче ГДК (60 мг/кг) та коливався від 21,4 до 27,7 мг/кг. Найнижчий вміст нітратів спостерігався на комбінації підщепи Кобальт F₁ та кавуна Кідман F₁ 21,4 мг/кг, та на кавуні Юкон F₁ 23,9 мг/кг відповідно, що не суттєво відрізняється від контрольних рослин. *Висновки.* Проведені дослідження свідчать про доцільність використання різних підщеп для диплоїдного та триплоїдного кавунів для підвищення якості плодів в умовах Лівобережного Лісостепу України. Щеплення забезпечує суттєве збільшення вмісту сухої розчинної речовини, загального цукру, та менший вміст нітратів, проте щеплення негативно вплинуло на вміст вітаміну С особливо на

Галагура А. О.

триплоїдному кавуні. Порівнюючи дві підщепи, за три роки випробувань можемо зробити висновок, що щеплені рослини кавунів на підщепі гібриду Кобальт F₁ мали більше вмісту сухої речовини, загального цукру, та менший вміст нітратів ніж на підщепі Пелопс F₁. Доведена доцільність використання щеплених рослин в сучасних умовах вирощування.

Ключові слова: *Citrullus lanatus*, щеплені рослини, Лагенарія, міжвидовий гарбуз (*C. maxima* x *C. moschata*), якість плодів

Вступ. Кавун (*Citrullus lanatus*) є культура, яку вирощують та споживають в усьому світі, з щорічними посівами понад 3 мільйони гектарів і виробництвом понад 100 мільйонів тон. Лідером у світі, з виробництва кавунів є Китай, з річним виробництвом понад 60 млн т, іншими великими країнами-виробниками кавунів є Туреччина 3,9 млн т, Індія 2,5 млн т, Бразилія 2,3 млн т, Алжир 2,2 млн т, Іран 1,9 млн т, Росія 1,8 млн т, США 1,7 млн т, Єгипет 1,6 млн т, Мексика 1,3 млн т, Казахстан 1,3 млн т і Узбекистан 1,2 млн т відповідно (*Food Agriculture Organization of the United Nations*, 2021). Кавуни походять з Африки, та культивуються з давніх часів (*Paris H. S.*, 2015).

Постановка проблеми.

Дослідження по щепленню кавунів вперше розпочали в Японії наприкінці 1920-х років у зв'язку з поширенням збудників ґрунтових хвороб і з того часу було багато проведено досліджень та вивчено. В останні кілька десятиліть щеплення овочів також проводили для підвищення стійкості рослин до абіотичних стресів, підвищення ефективності поглинання води та

поживних речовин, а також покращення врожайності та якості плодів (*Bletsos F. and Passam H. C.*, 2010; *King S. R. et al.*, 2010). Найпоширенішими підщепами для кавуна є пляшковий гарбуз, міжвидові гібриди між *C. maxima* та *C. moschata* та дикий кавун (*Citrullus lanatus*) (*Davis, A. R. et al.*, 2008). Щеплення прищеп кавуна на підщепи практикується в усіх основних регіонах виробництва кавунів у світі (*Lee, J. M.* 1994; 2003). Щеплення кавуна на підщепи пляшкового гарбуза зараз практикується в більшості районів вирощування кавунів у всьому світі (*Davis and Perkins-Veazie*, 2005; *Hassell et al.*, 2008; *Schwarz et al.*, 2010). Є дані досліджень про підвищення твердості м'якоті кавуна в більшості комбінацій прищепи-підщепи (*Salam, M. A. et al.*, 2002; *Yetisir, H. et al.*, 2003; *Davis, A. R. and Perkins-Veazie, P* 2005; *Roberts, W. et al.*, 2007; *Cushman, K. E. and Huan, J.* 2008; *Bruton et al.*, 2009; *Soteriou, G. A. and Kyriacou, M. C.* 2015), тоді як інші дослідники вказують, що щеплення на деяких підщепах не впливає на твердість кавуна (*Karaca, F.Y. et al.*, 2012). Дослідження показали, що міжвидові

Галагура А. О.

гібриди підщеп *C. maxima* × *C. moschata* зберігали більшу твердість м'якоті після збору врожаю. Дослідження, проведені на сьогоднішній день, показують, що врожайність і якість плодів можуть мати позитивний або негативний вплив залежно від комбінації підщепи-прищепи та середовища вирощування (Soteriou, G. A, and Kyriacou, M. C., 2015).

Кавун в Україні важлива культура, на яку є постійний попит від споживачів. Згідно статистичних даних від Державної служби статистики України, площа вирощування кавуна у 2020 році склала 47,1 тис. га, в тому числі у Харківській області 2,8 тис. га (State Statistics Service). Українські фермери за останні роки все більше почали втрачати врожай через хвороби на кавуні, що передаються через ґрунт та обумовлені несприятливими погодними умовами, як і в інших країнах світу. Тому для українських фермерів дуже важливо починати використовувати підщепу для кавуна для запобігання цих проблем та ризиків при вирощуванні та отриманні високих врожаїв з високою якістю плодів незалежно від погодних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Згідно з багатьма дослідженнями, комбінація прищепи-підщепи може впливати на ріст і розвиток рослин, а також на якість плодів: рН, вміст

цукру, вміст каротиноїдів, хімічний склад плоду, колір м'якоті, смак і аромат (Bletsos, F. and Passam, H. C., 2010; Bekhradi, F., et al., 2011; Yilmaz, S., et al., 2011). Вміст цукру є одним із найважливіших показників якості плодів кавуна. Щеплення на підщепи *Cucurbita* іноді асоціювалося з утворенням неприємних присмаків у плодах (Ryu J.S, et al., 1973). Крім того, кілька дослідників повідомили, що щеплення на різні підщепи збільшило врожайність плодів, але зменшило вміст розчинних сухих речовин (Alexopoulos, A.A., et al 2007; Qian Q. Q., et al., 2004; Lopez-Galarza, S., et al., 2004). Навпаки, інші дослідники не виявили різниці вмісту розчинних сухих речовин між щепленими та нещепленими кавунами (Colla, G., et al., 2006; Miguel, A., et al 2004). Повідомляється, що деякі комбінації прищепи та підщепи підвищують каротин (Liu, R.Q., et al., 2003) і твердість плодів (Yetisir, H., et al., 2003). Цей ефект пояснюється взаємодією прищепи-підщепи, яка впливає на різні фізіологічні процеси рослини, такі як поглинання та транслокацію поживних речовин з води, синтез гормонів, фотосинтез та інші метаболічні процеси (Rouphael et al., 2010).

Окрім стійкості до низьких та високих температур ґрунту, підщепи кавуна, особливо міжвидові гібриди *C. maxima* × *C. moschata*, можуть підвищити енергію росту рослин,

Галагура А. О.

врожайність, оскільки вони набагато сильніші, ніж підщепи пляшкового гарбуза (Alan, O. et al., 2007; King, S. R. et al., 2010); однак звіти щодо якості фруктів, таких як колір, твердість фруктів, загальна кількість розчинних сухих речовин та цукру, досить суперечливі, оскільки вони збільшуються, зменшуються або залишаються незмінними (Miguel, A. et al., 2004; Davis, A. R. et al., 2008a; Rouphael, L. Y. et al., 2010; Fallik, E and Ilic, Z., 2014; Kyriacou M. C., et al., 2017). Також є повідомлення, що щеплення підвищило твердість м'якоті та інтенсивність червоного кольору у диплоїдних кавунів (Kyriacou, M. and Soteriou, G., 2015).

Щеплення також впливає на ріст і за низьких температур забезпечує вищі врожаї, ніж у нещеплених рослин (Davis, A. R. et al., 2008; Sakata, Y., et al., 2007).

Несумісність щеплень і зниження якості плодів виявлялися залежно від комбінації прищеп-підщепа (Lee, J. M. and Oda, M. 2003).

Повідомлені переваги щеплення включають стійкість до хвороб, спричинених ґрунтовими патогенами, толерантність до абіотичного стресу та підвищення врожайності та якості плодів (Davis et al., 2008b; Louws et al., 2010). У Туреччині було повідомлено про вищу врожайність щепленого кавуна порівняно з нещепленим, хоча у щепленого кавуна спостерігалось зниження якості плодів (Turhan et al.,

2012). Крім того, щеплення забезпечує кавуну стійкість до екстремальних температур, засолення ґрунту та дефіцит або токсичність поживних речовин (Kumar, P. et al., 2015; Rouphael, Y. et al., 2015). Коренева система щеплених рослин кавуна забезпечує кращу стійкість проти абіотичних стресових факторів за рахунок покращеного поглинання води та макро-/мікроелементів (Kumar, P et al., 2017; Louws, F. J. et al., 2010; Nawaz, M. A. et al., 2016).

Проте такого роду дослідження відсутні в умовах Лівобережного Лісостепу України, тому актуальним завданням дослідження стало вивчення впливу різних підщеп на якість плодів диплоїдного та триплоїдного кавунів на крапельному зрошенні.

Мета досліджень. Вивчення впливу різних підщеп на якість плодів диплоїдного гібриду кавуна Юкон F₁ та триплоїдного гібриду кавуна Кідман F₁, оцінити вплив щеплення на кінцеві показники якості плодів: вміст вітаміну С, розчинних сухих речовин, цукрів та нітратів в умовах відкритого ґрунту Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у 2019-2021 роках у Красноградському районі Харківської області на полях «Красноградської овочевої фабрики». Об'єктом досліджень виступали щеплені та нещеплені рослини

Галагура А. О.

гібридів кавуна Кідман F₁ та Юкон F₁. У якості підщеп з родини Гарбузових (*Cucurbitaceae*) вивчалися: комерційний гібрид Пелопс F₁ (*Lagenaria siceraria*) та гібрид Кобальт F₁ (*C.maxima* x *C.moschata*) на які був щеплено гібриди кавунів Юкон F₁ та Кідман F₁. За контроль було обрано нещеплені гібриди кавунів Юкон F₁ та Кідман F₁. Дослідження спрямовано на вивчення впливу різних підщеп на якість плодів диплоїдного та триплоїдного кавунів.

Ґрунт представлений чорноземом звичайним середньо- і важко суглинковим. Ґрунти на всій площі 247 га незасолені. Оцінка засолення проводилась згідно ВНД 33-5.5-11-02 «Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України». Вміст водорозчинних солей в ґрунтах у шарі 0,0-0,5 м складає 0,064 %, в шарі 0,0-1,0 м – 0,072 %, з них токсичних не більше 0,028 %. По хімізму солей вони мають гідрокарбонатний аніонний та кальцієвий катіонний склад. В орному шару ґрунту на полях № 6 та № 7 визначено середній вміст рухомого фосфору 73,26 - 75,25 мг/кг (за норми 51-100 мг/кг), та підвищений вміст рухомого калію 112,88 - 114,30 мг/кг (при нормі 81 - 120 мг/кг).

Розсада диплоїдних та триплоїдних кавунів щеплених та нещеплених вирощувалась на Кременчугській овочевій фабриці. Щеплення гібридів Кідман F₁ та

Юкон F₁ проводилося за технологією з видаленням однієї сім'ядолі (японський метод під кутом 45°). При вирощуванні триплоїдного кавуна використовували запилювач, - кавун сортового Шуга Бейбі, - гібрид Баронеса F₁, для кращого сортування кавунів при збиранні. Розсаду висаджували в співвідношенні 4 до 1, де на 4 рослини безнасінного кавуна Кідман висаджували 1 рослину запилювача – гібрид Баронеса, у фазу 3-4 справжніх листків, з загальною густотою 0,5 рослини/м². Розсада кавунів Кідман F₁ та Баронеса F₁ була висаджена в одну стрічку на мульчуючу плівку, з відстанню 2,1 м між рядами та 0,95 м між рослинами в ряду з площею живлення однієї рослини – 2,0 м².

Розсаду кавуна Юкон F₁ висаджували у фазу 3-4 справжніх листків, з густотою 0,4 рослини/м². Розсада була висаджена в одну стрічку на мульчуючу плівку, з відстанню 2,1 м між рядами та 1,19 м між рослинами в ряду з площею живлення однієї рослини – 2,5 м².

Площа облікової ділянки 84 м², повторність досліду триразова згідно з загальноприйнятою методикою (Bondarenko H. L. and Yakovenko K. I., 2001). Під час випробувань проводився полив та підживлення комплексними та простими водорозчинними мінеральними добривами за допомогою крапельної стрічки в залежності від фаз розвитку рослин.

Галагура А. О.

Збирання врожаю здійснювали в міру дозрівання плодів згідно з вимогами діючого стандарту – “Кавуни продовольчі свіжі. Технічні умови – ДСТУ 3805-98” (DSTU 3805-98, 2010).

Під час масового плодоношення визначали хімічний склад та смакові якості свіжих плодів оптимальної

стиглості, коли ці показники були найвищі для кожного гібриду (Bondarenko H. L. and Yakovenko K. I., 2001). З кожного варіанту брали по 3 плоди, їх розрізали вздовж на дві половини, які додатково ділили на сегменти завтовшки 3-4 см за всією довжиною плоду.



Рис 1. Плоди гібриду кавуна Кідман F₁ щепленого на гібрид підщепи Кобальт F₁

Аналіз на вміст вітаміну С проводилися згідно з вимогами діючого стандарту – “Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення вітаміну С – ДСТУ 7803:2015”. Аналіз вмісту розчинних сухих речовин проводилися згідно з вимогами діючого стандарту – “Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначення вмісту розчинних сухих

речовин – ДСТУ 8402:2015”. Аналіз на вміст цукрів проводилися згідно з вимогами діючого стандарту – “Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів – ДСТУ 4954:2008”. Аналіз на вміст нітратів проводилися згідно з вимогами діючого стандарту – ДСТУ 4948:2008”. Одержані в дослідках показники обробляли статистично методом дисперсійного аналізу

Галагура А. О.

(Bondarenko H. L., Yakovenko K. I., 2001).

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами трьох років досліджень щеплених кавунів за використанням різних підщеп проведено комплекс аналізів на різних варіантах досліду. Показники хімічного складу плодів кавуна, щеплених на комерційні гібриди підщеп Пелопс F₁ та Кобальт F₁ були

різними. Вони змінювалися, залежно від вибраної підщепи та гібриду кавунів.

Вивчався вплив різних підщеп на вміст вітаміну С (аскорбінова кислота) у плодах щеплених та не щеплених гібридів кавунів Кідман F₁ та Юкон F₁. Дані зведені у таблицю, де приведені середні дані по кожному варіанту (табл. 1).

1. Вміст вітаміну С в плодах триплоїдного гібриду кавуна Кідман F₁ та диплоїдного гібриду кавуна Юкон F₁ при використанні різних підщеп, 2019-2021 рр.

Варіанти випробувань	Вміст вітаміну С, мг/100 г			Середнє за роки випробувань, мг/100 г
	2019	2020	2021	
Кідман (контроль)	9,39	7,52	7,50	8,14
Кідман + Пелопс	8,97	7,07	7,06	7,70
Кідман + Кобальт	10,79	7,75	5,52	8,02
Юкон (контроль)	10,65	9,12	6,40	8,72
Юкон + Пелопс	9,81	9,12	6,18	8,37
Юкон + Кобальт	10,23	8,89	6,84	8,65
HP _{0,05}	0,28	0,32	0,35	

За результатами спостережень визначені відмінності за вмістом вітаміну С у плодах, як між диплоїдними та триплоїдними кавунами, так між щепленими

рослинами, та в порівнянні з контролем – нещепленими кавунами Кідман F₁ та Юкон F₁. За роки випробувань, найбільший вміст вітаміну С був у нещепленого

Галагура А. О.

диплоїдного кавуна Юкон F₁ (контроль), яка коливалася в межах 6,40-10,65 мг/100 г, та в середньому склала 8,72 мг/100г. Аналізуючи дані за три роки випробування можемо зробити висновок, що вміст вітаміну С відрізнявся як між самими гібридами кавуна, так і від комбінації прищепи та підщепи, які теж впливали на вміст вітаміну С в плодах. При порівнянні гібридів, кращий результат був у диплоїдного кавуна Юкон F₁ на 0,58 мг/100 г вище в порівнянні з триплоїдним кавуном

Кідман F₁. Згідно результатів дослідження серед підщеп за вмістом вітаміну С на підщепі гібриду Кобальт F₁ в комбінації як з диплоїдним кавуном Юкон F₁ відповідно на 0,07 мг/100 г нижче ніж на контролі, так із триплоїдним кавуном Кідман F₁ на 0,12 мг/100 г.

За вмістом розчинних сухих речовин показники варіантів також різнилися між собою, дані зведені у таблицю за три роки випробування, де приведені середні дані по кожному варіанту (табл. 2).

2. Вміст розчинних сухих речовини в плодах триплоїдного гібриду кавуна Кідман F₁ та диплоїдного гібриду кавуна Юкон F₁ при використанні різних підщеп, 2019-2021 рр.,

Варіанти випробувань	Масова частка розчинних сухих речовин, %			Середнє за роки випробувань, %
	2019	2020	2021	
Кідман (контроль)	9,7	9,53	8,92	9,38
Кідман + Пелопс	10,6	9,70	9,81	10,04
Кідман + Кобальт	11,5	11,13	10,02	10,88
Юкон (контроль)	8,7	9,15	9,61	9,15
Юкон + Пелопс	8,8	9,23	10,31	9,45
Юкон + Кобальт	10,2	10,18	10,24	10,21
HP _{0,05}	0,42	0,48	0,48	

Аналізуючи дані за три роки кавуни щеплені на підщепу Кобальт F₁ мали найбільший вміст розчинних

сухих речовин в випробуваннях, та склали на гібриді Кідман F₁ 10,88 % та гібриді Юкон F₁ 10,21 %, що

Галагура А. О.

відповідно на 1,50 % більше ніж на контрольних не щеплених рослинах Кідман F₁, та на 1,06 % на гібриді Юкон F₁. На щеплених рослинах на підщепі Пелопс F₁ за роки випробувань також спостерігався більший вміст розчинних сухих речовин, але не так суттєво як на підщепі Кобальт F₁, та склав на кавуні Кідман F₁ 10,04 %, а на кавуні Юкон F₁ 9,45 %, що відповідно на 0,66 % більше ніж на контрольних нещеплених рослинах Кідман F₁, та на 0,30 % на гібриді Юкон F₁. Між самими гібридами кавунів теж спостерігалась різниця за вмістом

розчинних сухих речовин за роки випробувань, так гібрид триплоїдного кавуна Кідман F₁ мав 9,38 %, що відповідно на 0,23 % більше ніж на диплоїдному гібриді кавуна Юкон F₁, яка склала 9,15 %. Випробування показали, що підщепи впливають на вміст сухої речовини як у диплоїдного так і триплоїдного кавунів. Також є різниця по вмісту сухих розчинних речовин між самими гібридами.

Дані по вмісту загального цукру в плодах триплоїдного кавуна Кідман F₁ та диплоїдного кавуна Юкон F₁ за роки випробувань, наведені (табл. 3).

3. Вміст загального цукру в плодах триплоїдного гібриду кавуна Кідман F₁ та диплоїдного гібриду кавуна Юкон F₁ при використанні різних підщеп, 2019-2021 рр.

Варіанти випробувань	Загальний цукор, %			Середнє за роки випробувань, %
	2019	2020	2021	
Кідман (контроль)	8,35	7,70	7,65	7,90
Кідман + Пелопс	8,89	8,28	8,89	8,69
Кідман + Кобальт	7,15	9,20	8,48	8,28
Юкон (контроль)	6,12	6,80	8,48	7,13
Юкон + Пелопс	8,35	7,12	9,04	8,17
Юкон + Кобальт	9,19	7,98	9,34	8,84
НІР _{0,05}	0,38	0,42	0,45	

Аналізуючи дані за три роки ми бачимо, що найбільший вміст загального цукру в випробуваннях мав гібрид кавуна Юкон F₁ щеплений

на підщепу Кобальт F₁ що склала 8,84 % та гібриді Кідман F₁ щепленого на підщепі Пелопс F₁, та склала 8,69 %, що відповідно на 1,71 %

Галагура А. О.

більше ніж на контрольних нещеплених рослинах Юкон F₁, та на 0,79 % на гібриді Кідман F₁. Між самими гібридами кавунів теж спостерігалась різниця за вмістом загального цукру за роки випробувань, так гібрид триплоїдного кавуна Кідман F₁ містив цукру 7,90 %, що на 0,77 % більше ніж на диплоїдному гібриді кавуна Юкон F₁ – 7,13 %. Випробування показали, що підщепи впливають на вміст

загального цукру як у диплоїдного так і триплоїдного кавунів. Кращою підщепою для кавуна Юкон F₁ є підщепа Кобальт F₁, а для кавуна Кідман F₁ підщепа Пелопс F₁. Також є різниця по вмісту загального цукру між самими гібридами.

Дані по вмісту нітратів в плодах триплоїдного кавуна Кідман F₁ та диплоїдного кавуна Юкон F₁ за роки випробувань, де приведені середні дані по кожному варіанту (табл. 4).

4. Вміст нітратів в плодах триплоїдного гібриду кавуна Кідман F₁ та диплоїдного гібриду кавуна Юкон F₁ при використанні різних підщеп, 2019-2021 рр.

Варіанти випробувань	Нітрати, мг/кг			Середнє за роки випробувань, мг/кг
	2019	2020	2021	
Кідман (контроль)	24,2	11,2	38,7	24,7
Кідман + Пелопс	20,7	20,1	29,7	23,5
Кідман + Кобальт	20,4	12,3	31,5	21,4
Юкон (контроль)	19,8	18,2	45,1	27,7
Юкон + Пелопс	22,4	12,8	37,1	24,1
Юкон + Кобальт	21,1	15,2	35,5	23,9
НІР _{0,05}	0,21	0,12	0,32	
(Максимально допустимий рівень) МР – 60 мг/кг				

Аналізуючи дані за три роки ми бачимо, що кавуни щеплені на підщепу Кобальт F₁ мали найменший вміст нітратів в випробуваннях, та склали на гібриді Кідман F₁ 21,4 мг/кг

та гібриді Юкон F₁ 23,9 мг/кг, що на 3,3 мг/кг більше ніж на контрольних нещеплених рослинах Кідман F₁, та на 3,8 мг/кг на гібриді Юкон F₁ відповідно. На щеплених рослинах на

Галагура А. О.

підщепі Пелопс F_1 за роки випробувань також спостерігався менший вміст нітратів, але не так суттєво як на підщепі Кобальт F_1 , та склала на кавуні Кідман F_1 23,5 мг/кг, а на кавуні Юкон F_1 24,1 мг/кг, що відповідно на 1,2 мг/кг менше ніж на контрольних нещеплених рослинах Кідман F_1 , та на 3,6 мг/кг на гібриді Юкон F_1 . Між самими гібридами кавунів теж спостерігалась невелика різниця за вмістом нітратів за роки випробувань, так гібрид триплоїдного кавуна Кідман F_1 містив 24,7 мг/кг, що на 3,0 мг/кг менше ніж на диплоїдному гібриді кавуна Юкон F_1 - 27,7 мг/кг. Випробування показали, що підщепи несуттєво впливають на вміст нітратів як у диплоїдного так і триплоїдного кавуна.

Висновки. На основі отриманих трирічних результатів досліджень можна зробити наступні висновки:

Щеплення, незалежно від підщепи, мало вплив на вміст вітаміну С як у диплоїдного кавуна

References

1. Alan, O., Özdemir, N., Günen, Y. (2007). Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy*, 6(2), 362-365. <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2007.362.365>.
2. Alexopoulos, A. A., Kondylis, A., Passam, H. (2007). Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *J Food Agric Environ*; 5: 178-9. [In English].
3. Bekhradi, F., Kashi, A., Delshad, M., (2011). Effect of three cucurbit rootstocks on vegetative and yield of 'Charleston Grey' watermelon. *Int. J. Plant Prod.* 5(2), 105-109. <https://dx.doi.org/10.22069/ijpp.2012.724> [In English].

Юкон F_1 , та і у триплоїдного кавуна Кідман F_1 , але цей вплив є несуттєвим.

Найвищим вмістом розчинних сухих речовин характеризувалися плоди триплоїдного кавуна гібрида Кідман F_1 та Юкон F_1 на підщепі Кобальт F_1 .

За вмістом загального цукру кращі результати отримали у комбінації підщепи Пелопс F_1 та кавуна Кідман F_1 , та підщепи Кобальт F_1 з кавуном Юкон F_1 .

Найкращою підщепою для диплоїдного гібрида кавуна Юкон F_1 та триплоїдного гібрида кавуна Кідман F_1 є гібрид міжвидового гарбуза Кобальт F_1 по параметрам вмісту сухої розчинної речовини, загального цукру та нітратів.

Практичне значення досліджень полягає в тому, що отримані результати дають змогу надати виробникам інформацію про вплив різних підщеп на якість плодів диплоїдного та триплоїдного кавунів.

4. Bletsos, F., & Passam, H. C. (2010). Grafting: an environmentally friendly technique to overcome soil-borne diseases and improve the out of season production watermelon, cucumber and melon. In A. N. Sampson (Ed.), *Horticulture in the 21st Century* (pp. 81-120). New York: Nova Science. [In English].
5. Bruton, B. D., Fish, W. W., Roberts, W., Popham, T. W. (2009). The Influence of rootstock selection on fruit quality attributes of watermelon. *Open Food Sci. J.* 3, 15-34 <http://dx.doi.org/10.2174/1874256400903010015> [In English].
6. Bondarenko H. L. (2001) *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi ta bashtannytstvi* [Methodology of experimental

Галагура А. О.

work in vegetable and melon] Kh: Osnova. 369 s. [In Ukrainian].

7. Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Rea, E. (2006) Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *Hortic Sci*; 41: 622-7. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.3.622> [In English].

8. Cushman, K. E., Huan, J. (2008). Performance of four triploid watermelon cultivars grafted onto five rootstock genotypes: yield and fruit quality under commercial growing conditions. *Acta Hort*. 782, 335-341. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.782.42> [In English].

9. Davis, A. R., Perkins-Veazie, P. (2005). Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 28, 39-42. [In English].

10. Davis, A. R., Penelope, P. V., Hassell, A., King, S. R., & Zhang, X. (2008a). Grafting effects on vegetable quality. *HortScience*, 43, 1670-1672. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1670> [In English].

11. Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Maroto, J. V., Lee, S. G., Huh, Y. C., Sun, Z., Miguel, A., King, S., Cohen, R., & Lee, J. M. (2008b). Cucurbit Grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27(1), 50-74. <http://dx.doi.org/10.1080/07352680802053940> . [In English].

12. (2000) DST Ukraynu 3805-98 Kavuni prodovolchi svigly. Tehnichni umovi. [DST of Ukraine 3805-98 Edible watermelons are fresh. Specifications]: Vveden. 01.01.2000. K: Yzd.officialnoe, [In Ukrainian].

13. (2016) DST Ukraynu 7803:2015 Produkty pererobky ovochiv i fruktiv. Sposoby vyznachenya vitaminu C. [DST of Ukraine 7803:2015 Ukraynu Products of processing fruits and vegetables. Methods for the administration of vitamin C]: Vveden. 01.04.2016. K: Yzd.officialnoe, [In Ukrainian].

14. (2009) DST Ukraynu 4948:2008 Fruky, ovochy ta product ih pereroblennya. Metody vyznachennya vmistu nytratyv. [4948:2008 Fruits, vegetables and their processing products. Methods of determination

of nitrate content]: Vveden. 01.01.2009. K: Yzd.officialnoe, [In Ukrainian].

15. (2017) DST Ukraynu 8402:2015 Produkty pererobky ovochiv i fruktiv. Refraktometrychnyy metod vyznachennya vmistu rozchynnykh sukhykh rehovyn [8402:2015 Products of fruit and vegetable processing. Refractometric method of determining the content of soluble solids]: Vveden. 01.07.2017. K: Yzd.officialnoe, [In Ukrainian].

16. (2009) DST Ukraynu 4954:2008 Produkty pererobky ovochiv i fruktiv. Metody vyznachennya tsukriv [4954:2008 Products of fruit and vegetable processing. Methods of determination of sugars]: Vveden. 01.01.2009. K: Yzd.officialnoe, [In Ukrainian].

17. Fallik, E., & Ilic, Z. (2014). Grafted vegetables – the influence of rootstock and scion on postharvest quality. *Folia Horticulturae*, 26(2), 79-90. <http://dx.doi.org/10.2478/fhort-2014-0008>. [In English].

18. Food Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Available online at: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (accessed February 22, 2021). [In English].

19. Hassell R.L., Memmott F., Liere D.G., (2008). Grafting methods for watermelon production. *HortScience* 43, 1677-1679. [In English].

20. Lee, J. M. and Oda, M. (2003). Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28:61–124. <https://doi.org/10.1002/9780470650851.ch2> [In English].

21. Lee, J. M., (1994). Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience* 29, 235-239. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.310179> [In English].

22. Liu, R. Q., Zhang, H. M., Xu, J. H., et al. (2003). Effects of rootstocks on growth and fruit quality of grafted watermelon. *J Shanghai Jiaotong Univ Agric Sci*; 21: 289-94. [In English].

23. Lopez-Galarza, S., San Bautista, A., Perez, D. M., et al. (2004). Effects of grafting and cytokinin-induced fruit setting on color and sugar-content traits in glasshouse-grown triploid watermelon. *J Hort Sci Biotechnol*; 79: 971-6.

Галагуря А. О.

<http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2004.11511875> [In English].

24. Karaca, F., Yetisir, H., Solmaz, I., Candir, E., Kurt, Ş., Sari, N., Guler, Z., (2012). Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth yield and quality. *Turk. J. Agric. For.* 36, 1-11. <https://doi.org/10.3906/tar-1101-1716> [In English].

25. King, S. R., Davis, A. R., Zhang, X., & Crosby, K. (2010). Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 106-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.001>. [In English].

26. Kyriacou, M. and G. Soteriou. (2015). Quality and postharvest performance of watermelon fruit in response to grafting on interspecific cucurbit rootstocks. *J. Food Qual.* 38:21–29. <https://doi.org/10.1111/jfq.12124> [In English].

27. Kyriacou, M. C., Roupael, Y., Colla, G., Zrenner, R., & Schwarz, D. (2017). Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. *Frontiers in Plant Science*, 8, 741. PMID: 28553298. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00741> [In English].

28. Louws, F. J., Rivard, C. L., Kubota, C. (2010). Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Sci. Hortic.*, 127, 127–146. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.023> [In English].

29. Miguel, A., Maroto, J. V., San Bautista, A., Baixauli, C., Cebolla, V., Pascual, B., Lopez, S., & Guardiola, J. L. (2004). The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of *Fusarium* wilt. *Scientia Horticulturae*, 103(1), 9-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2004.04.007> [In English].

30. Nawaz, M. A., Imtiaz, M., Kong, Q., Cheng, F., Ahmed, W., Huang, Y., Bie, Z. (2016). Grafting: A technique to modify ion accumulation in horticultural crops. *Front. Plant Sci.*, 7, 1457. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01457> [In English].

31. Paris, H. S. (2015). Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Annals of Botany*, 116(2), 133-148. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv077> [In English].

32. Qian, Q. Q., Liu, H.Y., Liu, H.Y., Zhu, Z. H. (2004). Studies on sugar metabolism and related enzymes activity during watermelon fruit development as influenced by grafting. *Zhejiang Univ J Agric Life Sci*; 30: 285-9. [In English].

33. Roberts, W., Bruton, B., Fish, W., Taylor, M., (2007). Using grafted transplants in watermelon production. In: Kelley, W.T. (ed.), *Proceedings of the 2007 Southeast Regional Vegetable Conference*, 33-36, Savannah, Georgia. [In English].

34. Roupael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., & Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 172-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.001> . [In English].

35. Roupael, Y., Rea, E., Cardarelli, M., Bitterlich, M., Schwarz, D., Colla, G. (2016) Can adverse effects of acidity and aluminum toxicity be alleviated by appropriate rootstock selection in cucumber? *Front. Plant Sci.*, 7, 1283. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01283> [In English].

36. Ryu, J.S., Choi, K.S., Lee, S.S. (1973). Effect of grafting stocks on growth, quality and yields of watermelon. *J Kor Soc Hortic Sci*; 13: 45-9. [In English].

37. Sakata, Y., T. Ohara, and M. Sugiyama. (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. *Acta Hort.* 731:159–170. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.731.22> [In English].

38. Salam, M. A., Masum, A. S. M. H., Chowdhury, S. S., Dhar, M., Sad-Deque, A., Islam, M. R., (2002). Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. *Online J. Biol. Sci.* 2, 298-299.

39. Schwarz D., Roupael Y., Colla G., Venema J. H., (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Sci. Hortic.* 127, 162-171.

Галагура А. О.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.016>
[In English].

40. Soteriou, G. A., Kyriacou, M. C. (2015). Rootstock mediated effects on watermelon field performance and fruit quality characteristics. *Int. J. Veg. Sci.* 21, 344-362. <https://doi.org/10.1080/19315260.2014.881454> [In English].

41. State Statistics Service Access mode: <http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/sg/ppsgk/ppsgk2020.xlsx> [In Ukrainian].

42. Yetisir, H., Sari, N., Yucel, S., (2003). Rootstock resistance to Fusarium wilt

and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica* 31, 163-169. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02980786> [In English].

43. Yilmaz, S., Celik, I., Zengin, S., (2011). Combining effects of soil solarization and grafting on plant yield and soil-borne pathogens in cucumber. *Int. J. Plant Prod.* 5 (1), 95-104. <https://dx.doi.org/10.22069/ijpp.2012.723> [In English].

THE INFLUENCE OF DIFFERENT ROOTSTOCK HYBRIDS ON FRUIT QUALITY OF THE DIPLOID WATERMELON HYBRID YUKON F1 AND THE TRIPLOID WATERMELON HYBRID KIDMAN F1 IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

A. O. Galaguria

Abstract. Study of the influence of various commercial rootstocks on the quality of diploid and triploid watermelon fruits in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. Methods. Laboratory, mathematical and statistical - statistical processing of the results of the experiment. The results. Based on the results of the research conducted in 2019-2021, we see that grafting on bottle gourd rootstocks of the hybrid Pelops F1 and the interspecific hybrid Cobalt F1 is used as an effective option for combating diseases, increasing yield, and resistance to abiotic factors in the production of watermelons; however, this process may affect fruit quality parameters. The aim of this study was to determine the effect of different rootstocks on vitamin C content, total soluble solids, total sugar and nitrate content in Kidman F₁ and Yukon F₁ watermelon hybrids at harvest. The study determined the influence of two rootstocks on some qualitative characteristics of watermelon fruits. The results showed that the quality parameters of the samples varied depending on the combination of the watermelon hybrid and the rootstock hybrid. Inoculation did not significantly affect vitamin C content and was lower than that of control plants in both diploid and triploid watermelons. The highest content of vitamin C was in Yukon F₁ watermelon (in control) - 8.72 mg/100 g, and the combination of Yukon F₁ with Cobalt F₁ 8.65 mg/100 g and Yukon F₁ with Pelops F₁ 8.37 mg/100 g, respectively. Grafted watermelon plants on Cobalt F₁ rootstock had the highest total soluble solids content in the test, which was -10.88 % on Kidman F₁, which was 1.5% more than the control, and 10.21 % on Yukon F₁, which was 1.06% more than the control, respectively. The highest content of total sugar was observed in the combination of Yukon F₁ and Cobalt F₁ 8.84 %, which is 1.71 % more than the control, and the combination of Kidman F₁ and Pelops F₁ 8.69 %, which is 0.79% more than the control plants respectively. The content of nitrates was below the MPC (60 mg/kg) and ranged from 21.4 to 27.7 mg/kg. The lowest nitrate content was observed on the combination of Cobalt F₁ rootstock and

Галагура А. О.

Kidman F₁ watermelon 21.4 mg/kg, and on Yukon F₁ watermelon 23.9 mg/kg, respectively, which is not significantly different from the control plants. Conclusions. The conducted studies indicate the expediency of using different rootstocks for diploid and triploid watermelons to improve fruit quality in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. Inoculation provides a significant increase in the content of dry soluble matter, total sugar, and a lower content of nitrates, but inoculation negatively affected the content of vitamin C, especially in triploid watermelon. Comparing the two rootstocks, over three years of testing, we can conclude that grafted watermelon plants on the Cobalt F₁ hybrid rootstock had a higher content of dry matter, total sugar, and lower nitrate content than on the Pelops F₁ rootstock. The feasibility of using grafted plants in modern growing conditions has been proven.

Key words: *Citrullus lanatus*, grafted plants, *Lagenaria*, *C.maxima* x *C.moschata*, fruit quality

МОРОЗОСТІЙКІСТЬ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ПРОМОРОЖУВАННЯ

О. С. ГАВРИЛЮК¹, доктор філософії з садівництва та виноградарства (PhD),

Т. Є. КОНДРАТЕНКО², доктор сільськогосподарських наук, професор,
головний науковий співробітник ІС НААН України, член кореспондент НААН
України

Б. М. МАЗУР¹, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

E-mail: o.havryliuk@nubip.edu.ua

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

²*Інститут садівництва національної академії аграрних наук України*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.004>

Анотація. Стреси, пов'язані з заморозками, сильно впливають на розподіл рослин у просторі. Серед різних небезпек навколишнього середовища саме заморозки завдають найбільших економічних втрат у сільському господарстві. Хоча мороз різко обмежує форми життя і створює величезні економічні втрати, він не був настільки ретельно вивчений, як інші біотичні або абіотичні стреси. На морозостійкість може впливати багато факторів, у тому числі мікроклімат, стан ґрунту, висота рослин, але їх потрібно вивчати у комплексі. Мета досліджень полягала у виділенні морозостійких сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу за умов Лісостепу України. Дослідження проводили у 2021–2022 роках на кафедрі садівництва імені професора Володимира Левковича Симиренка Національного університету біоресурсів і природокористування України. Експериментальною базою виконання досліджень були насадження колоноподібної яблуні Навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад». Морозостійкість визначали у період глибокого спокою методом прямого проморожування однорічних приростів. Досліджувані зразки проморожували у лабораторії фізіології рослин і мікробіології Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України. У досліджуваних рослин при проморожуванні дослідних зразків за температури мінус 25 та 30°C під час глибокого спокою виявлено різну стійкість сортів до низьких температур. У всіх сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу найбільш вразливою виявились верхівкова брунька та генеративні бруньки; тканини середньої та верхньої частини пагона були найбільш стійкими до штучного морозу. Індекс пошкодження при загальному підмерзанні був найменшим у сортів 'Валюта', 'Спарта', 'Фаворит', 'Білосніжка', а також у гібридів «9/110 Михайлівське», «11/15(2)» та «9/78 Вікторія»; найбільшим він був у сорту 'Болеро'. Критичне для рослин підмерзання при прямому проморожуванні не спостерігалось. Усі досліджувані сорти та гібриди яблуні колоноподібного типу рекомендуються для подальших досліджень та для виробництва. Отримані результати будуть цікавими як для досвідчених садівників так і для садівників-аматорів які планують вирощувати яблуню колоноподібного типу у своєму саду.

Ключові слова: ген «Со», сорти та гібриди яблуні, плодові утворення, вплив клімату, пагін

Актуальність. Стрес від підмерзання тканин яблуні є одним із найважливіших лімітуючих факторів, що визначають екологічне поширення та вирощування плодових порід. Отже, оцінка ризику заморозків є критичною для виробництва плодів та садівництва в цілому. Ризик підмерзання є значним, коли небезпека (тобто вплив шкідливих температур повітря) перетинається з вразливістю (тобто чутливістю до морозу).

Стреси, пов'язані з заморозками, сильно впливають на висотний і широтний розподіл плодових рослин [1, 2, 3]. Серед різних погодних небезпек заморозки завдають найбільших економічних втрат у сільському господарстві [4, 5, 6]. Разовий приморозок може призвести до збитків у сотнях тисяч гривень у виробництві плодів і дерев [7]. Більшість плодових культур, які зараз зростають в помірних зонах, походять з теплих регіонів, особливо з Азії, наприклад, волоський горіх, яблуні, груші та сливи [8]. У процесі селекції [9] головними цілями були висока врожайність і сильна стійкість до патогенів, а не морозостійкість [10, 11]. Хоча мороз різко обмежує форми життя і створює величезні економічні втрати, він не був настільки ретельно вивчений, як інші біотичні або абіотичні стреси, такі як

посухостійкість. Основною причиною цього може бути те, що пошкодження виникають коли дерева здаються неактивними, а видимими вони стають лише в наступний вегетаційний період.

Морозочутливість є протилежною морозостійкості. Під час річного циклу росту та спокою найбільш ризикованими є перехідні періоди восени та навесні. Саме тоді рослини найбільш вразливі та існує помірна ймовірність вимерзання. Ймовірність осінніх і весняних заморозків є досить високою [10]. Восени та навесні помірні заморозки можуть значно пошкодити дерева, але взимку температури, які завдають шкоди (тобто морозостійкість), набагато нижчі, ніж температури, з якими стикаються дерева [12].

Фенологічні стадії контролюють вплив морозу на вразливі органи (наприклад, розпускання бруньок, розпускання квітів і листя) [13]. Отже, індукція спокою та вивільнення відбувається одночасно з акліматизацією до морозу та деакліматизацією [14]. Після припинення росту акліматизація до заморозків та вивільнення з ендодорманту регулюються низькими температурами, тоді як деакліматизація та вихід з екологічного спокою згодом контролюються більш

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

теплими, м'якими температурами [15]. У деяких видів плодових культур фотоперіод також може впливати на вихід у стан спокою та час розпускання бруньок [16]. Фотоперіод має найбільший ефект коли вимоги до охолодження не були виконані [17]. «Запас безпеки» (розрахований як різниця між температурами, що викликають пошкодження, та мінімальними температурами) зазвичай є достатньо широкими наприкінці періоду екологічного спокою, щоб уникнути пошкодження бруньок [18]. Тим не менш, заморозки все ще можуть мати місце [19].

На рівні окремих видів плодових культур морозостійкість добре досліджена. Багато моделей використовуються для прогнозування тимчасових змін морозостійкості [20]. Однак дерева є інтегрованими організмами, що складаються з повторюваних структур [21] (наприклад, бруньки, пагони, гілки). Вони гістологічно та просторово відмінні та розташовані на відстані до кількох метрів один від одного. Така організація призводить до неоднорідності температур органів через неоднорідність мікрокліматичних умов. У внутрішньо індивідуальному масштабі просторова мінливість морозостійкості та небезпеки також неоднорідна, від кореневої системи до верхівкових бруньок [22]. Наслідки заморозків для надземних

вегетативних частин рослин досліджені менш ретельно, ніж для економічно важливих частин, таких як квіти та плоди [23, 24, 25]. Однак архітектура надземної частини дерева впливає на розподіл температури (мікроклімат), а отже, на потенційну шкоду [26]. У всіх частинах рослини верхівкова меристема пагона відіграє ключову роль, оскільки пошкодження її температурою впливають на виживання, екологічний розподіл [27] і утворення плодів [28]. Коли верхівкові бруньки пошкоджені, втрата верхівкового домінування призводить до зміни моделей росту особливо у яблуні колоноподібного типу. Таким чином, наступні зміни в архітектурі дерева будуть змінювати місцеві умови навколишнього середовища (наприклад, світло, температуру та вологість), що, у свою чергу, може вплинути на накопичення вуглецю та розвиток шкідників.

Продуктивність і стійкість рослин у саду залежать від процесів росту. Зростання – це інтегративний процес, контрольований умовами навколишнього середовища. Незалежно від виду рослин або місця розташування, стреси, пов'язані з морозом, мають подібні наслідки, викликані низькими температурами та позаклітинним або внутрішньо клітинним підмерзанням. Деревя використовують подібні стратегії, щоб впоратися з цими стресами. Морозостійкість зазвичай

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

залежить від осмотичного контролю за допомогою кріопротекторів і вмісту вільної води в тканинах. Тим не менш, емпіричні зв'язки між факторами навколишнього середовища і морозостійкістю часто використовувалися для цілей моделювання та прогнозування. Низькі температури впливають на живі клітини рослин і неживі здерев'янілі структури. Залежно від того, чи опускається температура нижче точки замерзання соку, виникає пошкодження від охолодження або замерзання [29]. Пошкодження від замерзання також залежать від місця утворення льоду.

У глибоку зиму основний ризик заморозків виникає через зимову посуху, а не від морозу [30]. Коли ґрунт замерз, зневоднення надземних частин не компенсується поглинанням води корінням, що може бути згубним для рослин [31]. У холодних районах рослини можуть бути повністю укриті льодом і пошкоджені від аноксії [1]. Легкі заморозки, які викликають деакліматацию [32, 33], можуть завдати шкоди, коли повторюються морози [34].

На морозостійкість може впливати багато факторів, у тому числі висота рослин, мікроклімат, стан ґрунту. Саджанці, як правило, більш чутливі, ніж дорослі рослини [35]. З різних рослинних тканин кора є найбільш стійкою, значно більше,

ніж деревина [22]. Бруньки є найбільш чутливими та найбільш схильними до морозу органами [36]. Багато досліджень зосереджені на здатності рослин до глибокого переохолодження та поширенню льоду в бруньках і деревині [37, 38, 39]. Взимку бруньки від'єднуються від ксилеми деревини, що може перешкоджати поширенню льоду в бруньку [38]. Навесні бар'єр між ксилемою та бруньками усувається, і поширення льоду в бруньці може завдати серйозної шкоди [40], поставивши під загрозу урожай плодів протягом усього року [28, 41].

Усередині вегетативної бруньки зачатки листя є найбільш чутливими частинами, тоді як прокамбій і серцевина паренхіма можуть вижити при нижчих температурах [42]. У квітках стрес від замерзання маточки та насіннєвих зачатків визначає потенційне виживання отриманого насіння [43]. Бруньки в нижній частині дерева більш вразливі до морозу, ніж у верхній. Бутони, звернені до сонця, більш стійкі, ніж ті, що знаходяться на протилежній стороні.

У природних умовах можна спостерігати два види заморозків: адвективні заморозки і радіаційні заморозки. Заморозки, які пошкоджують рослини, частіше бувають радіаційними, ніж адвективними. Радіаційні морози можна порівняти з утворенням роси: нічне променеве охолодження

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М. відкритого органу знижує його температуру, а це може призвести до замерзання крапель води на поверхні органу. Радіаційні заморозки зазвичай виникають після заходу сонця, коли небо чисте, а швидкість вітру низька. Коли сонячна радіація не надходить в систему, а довгохвильове інфрачервоне випромінювання розсіюється в небо, баланс теплової енергії стає негативним. При негативному енергетичному балансі температура системи (або шару повітря навколо рослини, або самої рослини) падає [5]. Це відбувається частіше у вузьких долинах, ніж на рівнинах, і рідше у висотних регіонах, які більше піддаються дії вітру. Таким чином, сильні вітри звужують різницю між температурою органу та повітрям [44]. Українські науковці вказують на різний рівень морозостійкості у сортів яблуні [45, 46].

Вивчення морозостійкості зазвичай базується на аналізі різних фізіологічно-біохімічних показників або на використанні методу прямого проморожування. Метод дозволяє визначати морозостійкість рослин за об'єктивними ознаками пошкодження при дії на них низьких температур з використанням морозильних камер [47, 48].

Проблема визначення морозо- та зимостійкості сортів яблуні виникла із початку вивчення придатності різних сортів до вирощування в зонах з несприятливими умовами зимівлі

або до інтродукції з регіонів з більш помірним кліматом.

Морозостійкість - це здатність переносити без ушкоджень низькі негативні зимові температури. Під зимостійкістю розуміють спроможність рослинного організму витримувати всі негативні фактори перезимівлі, особливо тривалі відлиги та різкі коливання температури. Нажаль, в Україні, на сьогодні немає чіткої інформації щодо рівня морозостійкості яблуні колоноподібного типу, тому *метою досліджень* було виділення із досліджуваних сортів та гібридів найбільш стійких до морозу.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження виконували протягом 2021–2022 років на кафедрі садівництва імені професора Володимира Левковича Симиренка Національного університету біоресурсів і природокористування України. Експериментальною базою виконання досліджень були насадження колоноподібної яблуні Навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад». Проморожування виконували у лабораторії фізіології рослин і мікробіології Інституту Садівництва НААН України

Предмет досліджень – 13 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу української та закордонної селекції (сорт - ‘Спарта’, ‘Фаворит’, ‘Білосніжка’, ‘Дюймовочка’; гібриди

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.
– «11/1(2)», «9/110 Михайлівське»,
«11/15(2)», «9/78 Вікторія» (Україна);
сорти – ‘Валюта’, ‘Президент’,
‘Останкіно’, ‘Арбат’ (Росія); ‘Болеро’
(Англія)).

Об’єкт дослідження –
морозостійкість сортів та гібридів
яблуні колоноподібного типу.

Морозостійкість визначали у
період глибокого спокою методом
прямого проморожування однорічних
приростів за методикою М.
Соловйової [49] з модифікаціями В.
Грохольського [50, 51]. Алгоритм
проведення прямого проморожування
такий:

1) відбір зразків (відбирали
однорічні прирости до 30–40 см у 5-ти
кратній повторності);

2) підготовка їх до
проморожування;

3) розміщення у морозильних
камерах (проморожували за
температур -25 та -30 °С, порівнювали
із контрольним варіантом без
проморожування, загалом 195
зразків);

4) загартування (витримка при -5
°С протягом 2...4 годин);

5) зниження температури до
заданої (2...5 °С за годину);

6) витримка на заданій
температурі (4–6 годин);

7) відігрів (2...5 °С за годину);

8) стратифікація зразків для
прояву пошкоджень (не менше 7 діб
при кімнатній температурі);

9) визначення ступеня
ушкодження (мікроскопна оцінка

інтенсивності пошкодження
(побуріння) окремих тканин на
поперечних зрізах пагонів);

10) підготовка даних до аналізу;

11) дисперсійний аналіз
отриманих результатів;

12) висновки.

Досліджувані рослини зростають
в зоні Західного Лісостепу України.
Клімат району помірно-
континентальний. Середньорічна
температура повітря за роки
досліджень становить 10.1 °С.
Найхолодніший місяць – січень
(мінус 3,2 °С); найтепліший —
серпень (21,8 °С). Заморозки
відмічали із середини жовтня.
Зимовий період починається в
середині листопада. Спостерігаються
відлиги протягом зимового періоду (у
грудні-лютому, в середньому 40 днів)
[52, 53, 54]. Ймовірні весняні
заморозки до середини травня. За
п’ятирічними даними період вегетації
починається початку квітня.
Активний ріст і розвиток
спостерігається в кінці квітня. Сума
активних температур 10 °С і вище
складала всередньому 3450 °С;
середньорічна кількість становила в
середньому 380 мм.

Ґрунт дослідної ділянки –
чорнозем дерново-
середньопідзолений
крупнопилуватий
середньосуглинковий, сформований
на лесових відкладах, типовий для
північної частини Лісостепу. Вміст
гумусу – 0,69–2,07 %; рН водної

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М. витяжки – 6,47–6,81. Забезпеченість ґрунту лужногідролізованим азотом дуже низька (за Корнфілдом [55]), а вміст рухомих сполук фосфору (за Чіріковим [56]) – високий у всіх горизонтах, в орному шарі ґрунту (0–40 см) – дуже високий. У першому рівні відбору зразків ґрунту (0–20 см) відзначено підвищене забезпечення обмінним калієм у всіх інших рівнях – середнє.

У процесі статистичного опрацювання результатів лабораторних вимірювань проводили дисперсійний аналіз із використанням засобів Excel за В. Меженським [57].

Результати дослідження.

Отриманими результатами з прямого проморожування краще оперувати, опираючись на абсолютні показники,

котрі обчислюються за допомогою визначення відсоткового ушкодження в порівнянні з теоретично можливим повним пошкодженням. Якщо максимальне пошкодження оцінювати 5 балами (відмирання тканин), можливе максимальне пошкодження однорічного приросту дорівнює 500 балів (100 %).

Під час глибокого спокою при проморожуванні дослідних зразків за температури мінус 25 та 30 °С виявлено різну стійкість сортів та частин пагона до низьких температур (Рисунок 1). Найбільш вразливими до морозу у всіх сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу виявились верхівкова брунька та генеративні бруньки.



Рис. 1. Визначення морозовитривалості методом прямого проморожування

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

Стійкими до морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона у міжвузлі. За температури проморожування мінус 25 °С індекс пошкодження при

загальному підмерзанні був найменшим у сортів 'Валюта' – 0,71, 'Фаворит', 'Білосніжка' та гібрида '11/15(2)' – 1,42–1,44; найбільшим у сорту 'Болеро' – 49,29 (табл. 1).

1. Загальне підмерзання пагонів сортів та гібридів яблуні під час глибокого спокою

Сорт/гібрид	Температура проморожування, бал		
	Контроль	-25 °С	-30 °С
Болеро	7,14 ^{abc}	49,29 ^e	107,86 ^d
Валюта	0,00 ^a	0,71 ^a	18,57 ^a
Президент	13,57 ^{cd}	22,86 ^c	72,14 ^c
Останкіно	11,43 ^c	14,29 ^{bc}	49,29 ^{bc}
Спарта	0,71 ^{ab}	10,71 ^b	20,00 ^a
Фаворит	0,00 ^a	1,43 ^a	12,86 ^a
Білосніжка	0,00 ^a	1,44 ^a	11,43 ^a
Арбат	21,43 ^d	32,86 ^d	67,86 ^c
11/1(2)	4,29 ^{abc}	15,71 ^{bc}	42,86 ^b
Дюймовочка	20,01 ^d	24,29 ^{cd}	50,71 ^{bc}
9/110 Михайлівське	2,14 ^{ab}	10,71 ^b	25,00 ^{ab}
11/15(2)	0,00 ^a	1,42 ^a	11,43 ^a
9/78 Вікторія	2,14 ^{ab}	10,71 ^b	25,00 ^{ab}

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

За температурою проморожування мінус 30 °С індекс пошкодження при загальному підмерзанні був найбільшим у сорту 'Болеро' – 107,86; найменшим у 'Білосніжки' та гібрида '11/15(2)' – 11,43, 'Фаворита' – 12,86, 'Валюти' – 18,57, 'Спарта' – 20,00. Загальний ступінь пошкодження сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу при температурах проморожування мінус 25 та 30 °С є досить низьким, хоч потрібно розуміти, що на морозовитривалість впливає не тільки мороз.

У сортів яблуні колоноподібного типу ще у розсаднику відбувається

диференціація генеративні бруньки, отже стійкість останніх до низьких мінусових температур впливає на майбутню врожайність та архітектуру рослин у цілому. Вивчення їх стійкості в різних сортів колоноподібної яблуні проти низьких температур дозволить рекомендувати сорт для певного регіону вирощування.

При проморожуванні за температури мінус 25 °С спостерігали незначні пошкодження генеративних бруньок (табл. 2); критичного рівня пошкоджень не відмічено у жодного досліджуваного варіанта.

2. Ушкодження тканин пагонів, генеративних бруньок та верхівкових бруньок різних сортів та гібридів яблуні (Температура проморожування мінус 25 °С)

Сорт/гібрид	Пагін			Генеративна брунька	Верхівкова брунька
	Верхівка	Середина	Через бруньку		
Болеро	35,03 ^d	37,51 ^{dc}	60,01 ^e	70,02 ^f	130,06 ^d
Валюта	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	10,03 ^a
Президент	12,51 ^b	25,05 ^{bc}	20,14 ^c	40,08 ^e	70,05 ^c
Останкіно	10,03 ^b	10,14 ^a	10,09 ^b	40,11 ^e	40,13 ^b
Спарта	10,12 ^b	10,09 ^a	10,12 ^b	20,01 ^c	10,03 ^a
Фаворит	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	20,13 ^{ab}
Білосніжка	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	20,09 ^{ab}
Арбат	35,12 ^d	35,09 ^{cd}	35,12 ^d	10,14 ^b	30,03 ^b
11/1(2)	10,06 ^b	10,03 ^a	10,05 ^b	30,09 ^d	70,12 ^c
Дюймовочка	22,51 ^c	22,51 ^b	22,51 ^c	30,12 ^d	40,05 ^b
Михайлівське 9/110	10,03 ^b	10,12 ^a	10,12 ^b	0,00 ^a	30,03 ^b
11/15(2)	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	20,11 ^{ab}
9/78 Вікторія	10,13 ^b	10,08 ^a	10,05 ^b	0,00 ^a	30,13 ^b

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

Верхівкова брунька теж є досить стійкою до температури проморожування мінус 25 °С, коефіцієнт коливався від 10 до 130. Найбільший бал ураження верхівкової бруньки відмічали у 'Болеро' (130), хоча цей бал є не критичним. Пагони усіх досліджуваних варіантів виявились дуже стійкими до даної температури проморожування.

Дещо більші пошкодження генеративних бруньок спостерігали при температурі проморожування мінус 30 °С, але пошкодження є досить слабкими (табл. 3).

Пагони усіх досліджуваних сортів та гібридів є дуже стійкими до даної температури проморожування. Верхівкова брунька найбільше пошкоджується при температурі мінус 30 °С у сортів 'Болеро' (230), 'Дюймовочка' (190) та 'Президент' (170), інші досліджувані сорти пошкоджуються значно менше. Найнижчий індекс підмерзання верхівкової бруньки спостерігається у сортів 'Білосніжка', 'Фаворит' та гібриду '11/15(2)', тобто у сортів селекції українських науковців.

3. Пошкодження тканин пагонів, генеративних бруньок та верхівкових бруньок різних сортів та гібридів яблуні (Температура проморожування мінус 30 °С)

Сорт/гібрид	Пагін			Генеративна брунька	Верхівкова брунька
	Верхівка	Середина	Через бруньку		
Болеро	100,02 ^{dc}	100,12 ^c	100,15 ^d	80,04 ^{cd}	230,10 ^e
Валюта	10,12 ^a	12,51 ^a	20,03 ^a	40,13 ^{ab}	60,12 ^b
Президент	85,01 ^{cd}	75,10 ^a	27,50 ^b	60,15 ^{bc}	170,12 ^d
Останкіно	47,51 ^b	37,51 ^a	60,04 ^c	60,04 ^{bc}	80,16 ^b
Спарта	10,02 ^a	10,02 ^a	10,12 ^a	80,07 ^{cd}	80,05 ^b
Фаворит	10,09 ^a	10,11 ^a	10,09 ^a	20,12 ^a	40,02 ^{ab}
Білосніжка	10,11 ^a	10,00 ^a	10,14 ^a	20,05 ^a	20,05 ^a
Арбат	67,52 ^{bc}	67,51 ^b	67,50 ^c	70,03 ^{bc}	70,02 ^b
11/1(2)	35,12 ^a	35,00 ^a	35,15 ^b	50,12 ^b	130,12 ^c
Дюймовочка	35,12 ^a	35,12 ^a	35,16 ^b	100,12 ^{dc}	190,11 ^d
Михайлівське 9/110	20,09 ^a	20,04 ^a	20,05 ^{ab}	20,05 ^a	90,05 ^b
11/15(2)	10,12 ^a	10,04 ^a	10,12 ^a	20,09 ^a	20,14 ^a
9/78 Вікторія	20,22 ^a	20,12 ^a	20,23 ^{ab}	20,02 ^a	90,01 ^b

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

Висновки і перспективи. За проморожування досліджуваних зразків при температурах мінус 25 та 30 °С (під час глибокого спокою) виявлено різну стійкість сортів та різних частин пагона до низьких мінусових температур. Найбільш вразливими до ушкоджень морозом виявились генеративні бруньки та верхівкова брунька. Стійкими проти морозу були тканини середньої та верхньої частини пагона. Найменший індекс пошкодження при загальному підмерзанні спостерігали у сортів ‘Валюта’, ‘Спарта’, ‘Фаворит’,

‘Білосніжка’, а також у гібридів ‘9/110 Михайлівське’, ‘11/15(2)’ та ‘9/78 Вікторія’, найбільше ушкоджувались тканини осіннього сорту ‘Болеро’. Загалом не спостерігалось критичне для рослин підмерзання за температур проморожування мінус 25 та 30 °С не спостерігалось критичне для рослин підмерзання. Усі досліджувані сорти та гібриди яблуні колоноподібного типу виявились стійкими до морозів та рекомендуються для вирощування у промислових та аматорських садах Лісостепу України.

Список використаних джерел

- Charrier G., Cochard H., Améglio T. Evaluation of the impact of frost resistances on potential altitudinal limit of trees. *Tree Physiology*. 2013a. Vol. 33, No. 9. P. 891–902. doi: [10.1093/treephys/tpt062](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt062)
- Gansert D. Treelines of the Japanese Alps—altitudinal distribution and species

composition under contrasting winter climates. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 2004. Vol. 199, No. 2. P. 143–156. doi: [10.1078/0367-2530-00143](https://doi.org/10.1078/0367-2530-00143)

- Larcher W. Climatic constraints drive the evolution of low temperature resistance in woody plants. *Journal of*

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

Agricultural Meteorology. 2005. Vol. 61, No. 4. P. 189–202. doi: [10.2480/agrmet.61.189](https://doi.org/10.2480/agrmet.61.189)

4. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Tonkha O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Yakovlev R., Kryvoshepa V., Trokhymchuk A., Dmytrenko Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*. 2022b. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. doi: [10.15159/AR.22.031](https://doi.org/10.15159/AR.22.031)

5. Snyder R.L., Melo-Abreu J.P. *Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics. Environment and Natural Resources Series*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 223 p. URL: <https://www.fao.org/3/y7231e/y7231e.pdf>

6. Vasylenko O., Kondratenko T., Havryliuk O., Andrusyk Y., Kutovenko V., Dmytrenko Y., Grevtseva N., Marchyshyna Y. The study of the productivity potential of grape varieties according to the indicators of functional activity of leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. No. 15. P. 639–647. doi: [10.5219/1638](https://doi.org/10.5219/1638)

7. Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Kutovenko V., Mazurenko B., Voitsekhivska O., Dmytrenko Y. Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*. 2022a. Vol. 20, No. 1. P. 148–160. doi: [10.15159/AR.22.007](https://doi.org/10.15159/AR.22.007)

8. Fornari B., Malvolti M. E., Turchini D., Fineschi S., Beritognolo I., Maccaglia E., Cannata F. Isozyme and organellar DNA analysis of genetic diversity in natural/naturalised European and Asiatic walnut (*Juglans regia* L.) populations. *Acta Horticulturae*. 2001. No. 544. P. 167–178. doi: [10.17660/ActaHortic.2001.544.23](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.23)

9. Manchester S.R. Early history of the Juglandaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 1989. No. 162, P. 231–250. doi: [10.1007/BF00936919](https://doi.org/10.1007/BF00936919)

10. Fady B., Ducci F., Aleta N., Becquey J., Vazquez R. D., Lopez F., Jay-Allemand C., Lefèvre F., Ninot A., Panetsos K., Paris P., Pisanelli A., Rumpf H. Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests

across Europe. *New Forests*. 2003. No. 25. P. 211–225. doi: [10.1023/A:1022939609548](https://doi.org/10.1023/A:1022939609548)

11. Гаврилюк О.С., Кондратенко Т.Є., Гончарук Ю.Д. Особливості формування продуктивності колоноподібної яблуні. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 97, № 6. С. 27–34. doi: [10.31073/agrovysnyk201906-04](https://doi.org/10.31073/agrovysnyk201906-04)

12. Kollas C., Koerner C., Randin C. F. Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. *Journal of Biogeography*. 2014. Vol. 41, No. 4. P. 773–783. doi: [10.1111/jbi.12238](https://doi.org/10.1111/jbi.12238)

13. Lang G.A., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*. 1987. Vol. 22, No. 3. P. 371–377.

14. Charrier G., Bonhomme M., Lacointe A., Améglio T. Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control?. *International Journal of Biometeorology*, 2011. No. 55. P. 763–774. doi: [10.1007/s00484-011-0470-1](https://doi.org/10.1007/s00484-011-0470-1)

15. Bonhomme M., Lacointe A., Rageau R. Evidence for non-occurrence of node-to-node or stem-to-bud transfer of chilling temperature signal for dormancy release. *Advances in Horticultural Science*. 2013. No. 27. P. 33–43.

16. Basler D., Koerner C. Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2012. No. 165. P. 73–81. doi: [10.1016/j.agrformet.2012.06.001](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.06.001)

17. Laube J., Sparks T. H., Estrella N., Hofler J., Ankerst D. P., Menzel A. Chilling outweighs photoperiod in preventing precocious spring development. *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20, No. 1. P. 170–182. doi: [10.1111/gcb.12360](https://doi.org/10.1111/gcb.12360)

18. Lenz A., Hoch G., Vitasse Y., Koerner C. European deciduous trees exhibit similar safety margins against damage by spring freeze events along elevational gradients. *New Phytologist*. 2013. Vol. 200, No. 4. P. 1166–1175. doi: [10.1111/nph.12452](https://doi.org/10.1111/nph.12452)

19. Cittadini E.D., de Ridder N., Peri P.L., van Keulen, H. A method for assessing frost damage risk in sweet cherry orchards of South Patagonia. *Agricultural and Forest*

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

Meteorology. 2006. Vol. 141, №2-4. P. 235–243. doi: [10.1016/j.agrformet.2006.10.011](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.10.011)

20. Poirier M., Lacoite A., Améglio T. A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiology*. 2010. Vol. 30, No. 12. P. 1555–1569. doi: [10.1093/treephys/tpq087](https://doi.org/10.1093/treephys/tpq087)

21. Kawamura K.A conceptual Framework for the study of modular responses to local environmental heterogeneity within the plant crown and a review of related concepts. *Ecological Research*. 2010. Vol. 25, No. 4. P. 733–744. doi: [10.1007/s11284-009-0688-0](https://doi.org/10.1007/s11284-009-0688-0)

22. Charrier G., Poirier M., Bonhomme M., Lacoite A., Améglio T. Frost acclimation in different organs of walnut trees *Juglans regia* L.: how to link physiology and modelling?. *Tree Physiol.* 2013b. Vol. 33, No. 11, P. 1229–1241. doi: [10.1093/treephys/tpt090](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt090)

23. Havryliuk O., Kondratenko T. Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2019. No. 3. P. 57–65. doi: [10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065](https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065)

24. Havryliuk O.S., Kondratenko T.E., Kytaiev O.I. Діагностика функціонального стану рослин колоноподібних сортів яблуні. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 2019. Т. 10, №2. С. 70–80. doi: [10.31548/agr2019.02.070](https://doi.org/10.31548/agr2019.02.070)

25. Winkel T., Lhomme J.P., Nina Laura J.P., Alcon C.M., del Castillo C., Rocheteau A. Assessing the protective effect of vertically heterogeneous canopies against radiative frost: the case of quinoa on the Andean Altiplano. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2009. Vol. 149, No. 10. P. 1759–1768. doi: [10.1016/j.agrformet.2009.06.005](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.06.005)

26. Havryliuk O.S., Kondratenko T.E. Структурно-функціональний стан листків колоноподібних сортів яблуні в умовах Київщини. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. №2(84). doi: [10.31548/dopovidi2020.02.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.013)

27. Nobel P.S. Morphology, nurse plants, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*. *Botanical Gazette*.

1980. Vol. 141, No. 2. P. 188–191. doi: [10.1086/337142](https://doi.org/10.1086/337142)

28. Rodrigo J. Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*. 2000. Vol. 85, No. 3. P. 155–173. doi: [10.1016/S0304-4238\(99\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00150-8)

29. Sakai A., Larcher W. “Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress”. *Ecological Studies* (Berlin: Springer Verlag), 1987. Vol. 62. 321 p. doi: [10.1007/978-3-642-71745-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-71745-1)

30. Man R., Colombo S., Kayahara G.J., Duckett S., Velasquez R., Dang Q.L. A case of extensive conifer needle browning in northwestern Ontario in 2012: winter drying or freezing damage?. *The Forestry Chronicle*. 2013. No. 89. P. 675–680. doi: [10.5558/tfc2013-120](https://doi.org/10.5558/tfc2013-120)

31. Tranquillini W. Physiological Ecology of the Alpine Timberline. *Berlin: Springer-Verlag*, 1979. 31 p. doi: [10.1007/978-3-642-67107-4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-67107-4)

32. Kalberer S.R., Wisniewski M., Arora R. Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*. 2006. Vol. 171, No. 1. P. 3–16. doi: [10.1016/j.plantsci.2006.02.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.02.013)

33. Pagter M., Hausman J. F., Arora R. Deacclimation kinetics and carbohydrate changes in stem tissues of *Hydrangea* in response to an experimental warm spell. *Plant Science*. 2011. Vol. 180, No. 1. P. 140–148. doi: [10.1016/j.plantsci.2010.07.009](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.009)

34. Saarinen T., Lundell R., Hanninen H. Recovery of photosynthetic capacity in *Vaccinium vitis-idaea* during mild spells in winter. *Plant Ecology*. 2011. No. 212. P. 1429–1440. doi: [10.1007/s11258-011-9918-y](https://doi.org/10.1007/s11258-011-9918-y)

35. Lim C.C., Krebs S.L., Arora R. Cold hardiness increases with age in juvenile *Rhododendron* populations. *Front. Plant Sci.* 2014. 5:542. doi: [10.3389/fpls.2014.00542](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00542)

36. Pramsohler M., Hacker J., Neuner G. Freezing pattern and frost killing temperature of apple (*Malus domestica*) wood under controlled conditions and in nature. *Tree Physiology*. 2012. Vol. 32, No. 7. P. 819–828. doi: [10.1093/treephys/tps046](https://doi.org/10.1093/treephys/tps046)

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

37. Charrier, G., Pramsohler, M., Charra-Vaskou, K., Saudreau, M., Améglio, T., Neuner, G., et al. Ultrasonic emissions during ice nucleation and propagation in plant xylem. *New Phytologist*. 2015. Vol. 207, №3. P. 570–578. doi: [10.1111/nph.13361](https://doi.org/10.1111/nph.13361)

38. Hacker J., Ladinig U., Wagner J., Neuner G. Inflorescences of alpine cushion plants freeze autonomously and may survive subzero temperatures by supercooling. *Plant Science*. 2011. Vol. 180, No. 1. P. 149–156. doi: [10.1016/j.plantsci.2010.07.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.013)

39. Kuprian, E., Briceño, V. F., Wagner, J., Neuner, G. Ice barriers promote supercooling and prevent frost injury in reproductive buds, flowers and fruits of alpine dwarf shrubs throughout the summer. *Environmental and Experimental Botan*. 2014. No. 106. P. 4–12. doi: [10.1016/j.envexpbot.2014.01.011](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.01.011)

40. Pramsohler M., Neuner G. Dehydration and osmotic adjustment in apple stem tissue during winter as it relates to the frost resistance of buds. *Tree Physiology*. 2013. Vol. 33, No. 8. P. 807–816. doi: [10.1093/treephys/tpt057](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt057)

41. Rowland L.J., Ogden E.L., Takeda F., Glenn D.M., Ehlenfeldt M.K., Vinyard B.T. Variation among highbush blueberry cultivars for frost tolerance of open flowers. *HortScience*. 2013. Vol. 48, No. 6. P. 692–695. doi: [10.21273/HORTSCI.48.6.692](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.6.692)

42. Andergassen S., Bauer H. Frost hardiness in the juvenile and adult life phase of ivy (*Hedera helix* L.). *Plant Ecology*. 2002. 161. P. 207–213. doi: [10.1023/A:1020365422879](https://doi.org/10.1023/A:1020365422879)

43. Lardon A., Triboi-Blondel A.M. Freezing injury to ovules, pollen and seeds in winter rape. *Journal of Experimental Botany*. 1994. Vol. 45, No. 8. P. 1177–1181. doi: [10.1093/jxb/45.8.1177](https://doi.org/10.1093/jxb/45.8.1177)

44. Michaletz S.T., Johnson E.A. Foliage influences forced convection heat transfer in conifer branches and buds. *New Phytologist*. 2006. Vol. 170, No. 1. P. 87–98. doi: [10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x)

45. Трохимчук А.І., Макарова Д. Г., Китаєв О. І. Потенціал морозостійкості інтродукованих сортів яблуні (*Malus domestica* Borkh.) в умовах Західного лісостепу України. *Науковий вісник*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012, №180. С. 187–192.

46. Тороп В.В., Грохольський В.В., Скрипченко Н.В., Мороз П.А. Дослідження морозостійкості актинідії. *Садівництво*, 2005. Вип. 56, С. 213–221.

47. Васюта В.М., Середа І.І. Особливості морозостійкості дерев яблуні в інтенсивних садах. *Садівництво*. 2005. № 56. С. 189–195.

48. Гончарук Ю.Д. Зимостійкість імунних до парші сортів яблуні (*Malus domestica* Borkh.). *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 180. С. 192–199.

49. Соловьева М.А. Атлас повреждений плодовых ягодных культур морозами, 1988. 48 с.

50. Грохольський В.В. Методи визначення пошкодження плодових культур умовами зимівлі, весняними та осінніми приморозками. Моніторинг плодових культур. 2003. С. 127–135.

51. Палагеча Р.М., Грохольський В.В., Китаєв О.І., Фомічова С.В. Морозостійкість тканин пагонів листопадних магнолій. *Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. *Вісник Київського національного ун-ту ім. Тараса Шевченка*, 2005. № 8, С. 52–55.

52. Агрокліматичний довідник по території України / за редакцією: Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Кам'янець-Подільський : ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.

53. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ : ТОВ «РІА»БЛПЦ, 2014. 18 с.

54. Адаменко Т.І. Особливості розвитку весняних процесів в Україні в період глобального потепління. *Агроном*. 2008. № 1. С. 10–11.

55. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда

56. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова

57. Меженський В. М. *Основи наукових досліджень у садівництві. Розрахунки в Microsoft Excel: Навчальний посібник*, 2017. 212 с.

References

- Charrier, G., Cochard, H., & Améglio, T. (2013a). Evaluation of the impact of frost resistances on potential altitudinal limit of trees. *Tree Physiology*, 33(9), 891–902. doi:[10.1093/treephys/tpt062](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt062)
- Gansert, D. (2004). Treelines of the Japanese Alps—altitudinal distribution and species composition under contrasting winter climates. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199 (2), 143–156. doi:[10.1078/0367-2530-00143](https://doi.org/10.1078/0367-2530-00143)
- Larcher, W. (2005). Climatic constraints drive the evolution of low temperature resistance in woody plants. *Journal of Agricultural Meteorology*, 61(4), 189–202. doi:[10.2480/agrmet.61.189](https://doi.org/10.2480/agrmet.61.189)
- Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., Yakovlev, R., Kryvoshapka, V., Trokhymchuk, A., & Dmytrenko, Y. (2022b). Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*, 20(2), 241–260. DOI: doi:[10.15159/AR.22.031](https://doi.org/10.15159/AR.22.031)
- Snyder, R.L., & Melo-Abreu, J.P. (2005). *Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics, Environment and Natural Resources Series*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 223 p. URL: <https://www.fao.org/3/y7231e/y7231e.pdf>
- Vasylenko, O., Kondratenko, T., Havryliuk, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., Dmytrenko, Y., Grevtseva, N., & Marchyshyna, Y. (2021). The study of the productivity potential of grape varieties according to the indicators of functional activity of leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 639–647. doi:[10.5219/1638](https://doi.org/10.5219/1638)
- Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Kutovenko, V., Mazurenko, B., Voitsekhivska, O., & Dmytrenko, Y. (2022a). Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*, 20(1), 148–160. doi:[10.15159/AR.22.007](https://doi.org/10.15159/AR.22.007)
- Fornari, B., Malvolti, M. E., Turchini, D., Fineschi, S., Beritognolo, I., Maccaglia, E., & Cannata, F. (2001). Isozyme and organellar DNA analysis of genetic diversity in natural/naturalised European and Asiatic walnut (*Juglans regia* L.) populations. *Acta Horticulturae*, 544, 167–178. doi:[10.17660/ActaHortic.2001.544.23](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.23)
- Manchester, S.R. (1989). Early history of the *Juglandaceae*. *Plant Systematics and Evolution*, 1989, 162, 231–250. doi:[10.1007/BF00936919](https://doi.org/10.1007/BF00936919)
- Fady, B., Ducci, F., Aleta, N., Becquey, J., Vazquez, R. D., Lopez, F. F., Jay-Allemand, C., Lefèvre, F., Ninot, A., Panetsos, K., Paris, P., Pisanelli, A., & Rumpf, H. (2003). Walnut demonstrates strong genetic variability for adaptive and wood quality traits in a network of juvenile field tests across Europe. *New Forests*, 25, 211–225. doi:[10.1023/A:1022939609548](https://doi.org/10.1023/A:1022939609548)
- Gavryliuk, O., Kondratenko T., & Goncharuk Ju. (2019). Features of formation of productivity of columnar apple-tree. *Bulletin of Agricultural Science*, 97(6), 27–34. doi:[10.31073/agrovisnyk201906-04](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-04)
- Kollas, C., Koerner, C., & Randin, C.F. (2014). Spring frost and growing season length co-control the cold range limits of broad-leaved trees. *Journal of Biogeography*, 41(4), 773–783. doi:[10.1111/jbi.12238](https://doi.org/10.1111/jbi.12238)
- Lang, G.A., Early, J.D., Martin, G.C., & Darnell, R.L. (1987). Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*, 22(3), 371–377.
- Charrier, G., Bonhomme, M., Lacoite, A., & Améglio, T. (2011). Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control?. *International Journal of Biometeorology*, 55, 763–774. doi:[10.1007/s00484-011-0470-1](https://doi.org/10.1007/s00484-011-0470-1)
- Bonhomme, M., Lacoite, A., & Rageau, R. (2013). Evidence for non-occurrence of node-to-node or stem-to-bud transfer of chilling temperature signal for dormancy release. *Advances in Horticultural Science*, 27, 33–43.
- Basler, D. & Koerner, C. (2012). Photoperiod sensitivity of bud burst in 14

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

temperate forest tree species. *Agricultural and Forest Meteorology*, 165, 73–81. doi:[10.1016/j.agrformet.2012.06.001](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.06.001)

17. Laube, J., Sparks, T.H., Estrella, N., Hofler, J., Ankerst, D.P., & Menzel, A. (2014). Chilling outweighs photoperiod in preventing precocious spring development. *Global Change Biology*, 20(1), 170–182. doi:[10.1111/gcb.12360](https://doi.org/10.1111/gcb.12360)

18. Lenz, A., Hoch, G., Vitasse, Y., & Koerner, C. (2013). European deciduous trees exhibit similar safety margins against damage by spring freeze events along elevational gradients. *New Phytologist*, 200(4), 1166–1175. doi:[10.1111/nph.12452](https://doi.org/10.1111/nph.12452)

19. Cittadini, E. D., de Ridder, N., Peri, P. L., & van Keulen, H. (2006). A method for assessing frost damage risk in sweet cherry orchards of South Patagonia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141(2-4), 235–243. doi:[10.1016/j.agrformet.2006.10.011](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.10.011)

20. Poirier, M., Lacombe, A., & Améglio, T. (2010). A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem. *Tree Physiology*, 30(12), 1555–1569. doi:[10.1093/treephys/tpq087](https://doi.org/10.1093/treephys/tpq087)

21. Kawamura, K. (2010). A conceptual Framework for the study of modular responses to local environmental heterogeneity within the plant crown and a review of related concepts. *Ecological Research*, 25(4), 733–744. doi:[10.1007/s11284-009-0688-0](https://doi.org/10.1007/s11284-009-0688-0)

22. Charrier, G., Poirier, M., Bonhomme, M., Lacombe, A., & Améglio, T. (2013b). Frost acclimation in different organs of walnut trees *Juglans regia* L.: how to link physiology and modelling?. *Tree Physiology*, 33(11), 1229–1241. doi:[10.1093/treephys/tpt090](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt090)

23. Havryliuk, O., & Kondratenko, T. (2019). Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 3, 57–65. doi:[10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065](https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065)

24. Havryliuk, O.S., Kondratenko, T.E., & Kytaiev, O.I. (2019). of the functional state of plants of colonial cultivars of apple. *Plant and Soil Science*, 10(2), 70–80. (in Ukraine). doi:[10.31548/agr2019.02.070](https://doi.org/10.31548/agr2019.02.070)

25. Winkel, T., Lhomme, J.P., Nina Laura, J.P., Alcon, C.M., del Castillo, C., & Rocheteau, A. (2009). Assessing the protective effect of vertically heterogeneous canopies against radiative frost: the case of quinoa on the Andean Altiplano. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149(10), 1759–1768. doi:[10.1016/j.agrformet.2009.06.005](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.06.005)

26. Havryliuk, O.S., & Kondratenko, T.E. (2020). The intensity of photosynthesis of the surface of columnar apple-tree in the conditions of Kyiv. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 2(84). (in Ukraine). doi:[10.31548/dopovidi2020.02.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.013)

27. Nobel, P.S. (1980). Morphology, nurse plants, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*. *Botanical Gazette*, 1980, 141(2), 188–191. doi:[10.1086/337142](https://doi.org/10.1086/337142)

28. Rodrigo, J. (2000). Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*, 85(3), 155–173. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00150-8)

29. Sakai, A., & Larcher, W. (1987). “Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress”. *Ecological Studies* (Berlin: Springer Verlag), 62, 321 p. doi:[10.1007/978-3-642-71745-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-71745-1)

30. Man, R., Colombo, S., Kayahara, G.J., Duckett, S., Velasquez, R., & Dang, Q.L. (2013). A case of extensive conifer needle browning in northwestern Ontario in 2012: winter drying or freezing damage?. *The Forestry Chronicle*, 89, 675–680. doi:[10.5558/tfc2013-120](https://doi.org/10.5558/tfc2013-120)

31. Tranquillini, W. (1979). *Physiological Ecology of the Alpine Timberline*. Berlin: Springer-Verlag., 31. doi:[10.1007/978-3-642-67107-4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-67107-4)

32. Kalberer, S.R., Wisniewski, M., & Arora, R. (2006). Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*, 171(1), 3–16. doi:[10.1016/j.plantsci.2006.02.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.02.013)

33. Pagter, M., Hausman, J.F., & Arora, R. (2011). Deacclimation kinetics and carbohydrate changes in stem tissues of *Hydrangea* in response to an experimental warm spell. *Plant Science*, 2011, 180(1), 140–148. doi:[10.1016/j.plantsci.2010.07.009](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.009)

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

34. Saarinen, T., Lundell, R., & Hanninen, H. (2011). Recovery of photosynthetic capacity in *Vaccinium vitis-idaea* during mild spells in winter. *Plant Ecology*, 212, 1429–1440. doi:[10.1007/s11258-011-9918-y](https://doi.org/10.1007/s11258-011-9918-y)
35. Lim, C.C., Krebs, S.L., & Arora, R. (2014). Cold hardiness increases with age in juvenile *Rhododendron* populations. *Front. Plant Sci.*, 5:542. doi:[10.3389/fpls.2014.00542](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00542)
36. Pramsohler, M., Hacker, J., & Neuner, G. (2012). Freezing pattern and frost killing temperature of apple (*Malus domestica*) wood under controlled conditions and in nature. *Tree Physiology*, 32(7), 819–828. doi:[10.1093/treephys/tps046](https://doi.org/10.1093/treephys/tps046)
37. Charrier, G., Pramsohler, M., Charra-Vaskou, K., Saudreau, M., Améglio, T., Neuner, G., et al. (2015). Ultrasonic emissions during ice nucleation and propagation in plant xylem. *New Phytologist*, 207(3), 570–578. doi:[10.1111/nph.13361](https://doi.org/10.1111/nph.13361)
38. Hacker, J., Ladinig, U., Wagner, J., & Neuner, G. (2011). Inflorescences of alpine cushion plants freeze autonomously and may survive subzero temperatures by supercooling. *Plant Science*, 180(1), 149–156. doi:[10.1016/j.plantsci.2010.07.013](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.07.013)
39. Kuprian, E., Briceño, V.F., Wagner, J., & Neuner, G. (2014). Ice barriers promote supercooling and prevent frost injury in reproductive buds, flowers and fruits of alpine dwarf shrubs throughout the summer. *Environmental and Experimental Botany*, 106, 4–12. doi:[10.1016/j.envexpbot.2014.01.011](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.01.011)
40. Pramsohler, M., & Neuner, G. (2013). Dehydration and osmotic adjustment in apple stem tissue during winter as it relates to the frost resistance of buds. *Tree Physiology*, 33(8), 807–816. doi:[10.1093/treephys/tpt057](https://doi.org/10.1093/treephys/tpt057)
41. Rowland, L.J., Ogden, E.L., Takeda, F., Glenn, D.M., Ehlenfeldt, M.K., & Vinyard, B.T. (2013). Variation among highbush blueberry cultivars for frost tolerance of open flowers. *HortScience*, 48(6), 692–695. doi:[10.21273/HORTSCI.48.6.692](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.6.692)
42. Andergassen, S., & Bauer, H. (2002). Frost hardiness in the juvenile and adult life phase of ivy (*Hedera helix* L.). *Plant Ecology*, 161, 207–213. doi:[10.1023/A:1020365422879](https://doi.org/10.1023/A:1020365422879)
43. Lardon, A., & Triboi-Blondel, A.M. (1994). Freezing injury to ovules, pollen and seeds in winter rape. *Journal of Experimental Botany*, 45(8), 1177–1181. doi:[10.1093/jxb/45.8.1177](https://doi.org/10.1093/jxb/45.8.1177)
44. Michaletz, S.T., & Johnson, E.A. (2006). Foliage influences forced convection heat transfer in conifer branches and buds. *New Phytologist*, 170(1), 87–98. doi:[10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01661.x)
45. Trokhymchuk, A.I., Makarova, D.H., & Kytaiev, O.I. (2012). Frost resistance potential of introduced varieties of apple (*Malus domestica* Borkh.) in the conditions of the Western forest-steppe of Ukraine. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, (180), 187–192. (in Ukraine)
46. Torop, V.V., Hrokholskyi, V.V., Skrypchenko, N.V., & Moroz, P.A. (2005). Study of frost resistance of actinidia. *Horticulture*, 56, 213–221. (in Ukraine)
47. Vasiuta, V.M., & Sereda, I.I. (2005). Peculiarities of frost resistance of apple trees in intensive orchards. *Horticulture*, 56, 189–195. (in Ukraine).
48. Honcharuk, Yu.D. (2012). Winter hardiness of scab-immune varieties of apple (*Malus domestica* Borkh.). *Scientific Bulletin of the NULES of Ukraine*, (180), 192–199. (in Ukraine)
49. Soloveva, M.A. (1988). *Atlas of damage to fruit berry crops by frost*. 48 p. (in Russian)
50. Hrokholskyi, V.V. (2003). Methods of determining damage to fruit crops due to wintering, spring and autumn frosts. *Monitoring of fruit crops*, 2003. 127–135. (in Ukraine).
51. Palahecha, R.M., Hrokholskyi, V.V., Kytaiev, O.I., & Fomichova, S.V. (2008). Frost resistance of deciduous magnolia shoot tissues. Introduction and conservation of plant diversity. *Bulletin of the Kyiv National University named after Taras Shevchenko*, (8), 52–55.
52. Adamenko, T.I., Kulbida, M.I., & Prokopenko, A.L. (2011). *Agroclimatic guide for the territory of Ukraine*. Kamianets-Podilskyi : PP Halahodza R.S. 108 p. (in Ukraine).
53. Adamenko, T.I. (2014). *Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine*

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М.

taking into account climate change. Kyiv : TOV «RIA»BLITs. 18 p. (in Ukraine).

54. Adamenko, T.I. (2008). Peculiarities of the development of spring processes in Ukraine during the period of global warming.. *Ahronom*, № 1. 10–11. (in Ukraine).

55. DSTU 7863:2015. (2016). Soil quality. Determination of easily hydrolyzable nitrogen by the Kornfield method. [Effective from 2016-07-01]. View. officer Kyiv: State Enterprise "UkrNDNC". 5 p. (in Ukraine)

56. DSTU 4115-2002. (2003). Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the modified Chirikov method. [Effective from 2003-01-01]. Kyiv: State Committee of Ukraine for Technological Regulation and Consumer Policy, 9 p. (in Ukraine)

57. Mezhenyskyi, V.M. (2017). *Basics of scientific research in horticulture. Calculations in Microsoft Excel: Tutorial*. Kyiv: Lira-K Publishing House. 212 p.

FROST RESISTANCE OF THE COLUMNAR APPLE TREE THE METHOD OF DIRECT FREEZING

O. Havryliuk, T. Kondratenko, B. Mazur

Abstract. Frost stress strongly affects the spatial distribution of plants. Among various weather hazards, frost causes the greatest economic losses in agriculture. Among various environmental hazards, it is frost that causes the greatest economic losses in agriculture. Although frost severely limits life forms and creates enormous economic losses, it has not been studied as thoroughly as other biotic or abiotic stresses. Frost resistance can be affected by many factors, including microclimate, soil condition, plant height, but they must be studied in a complex. The purpose of the research was to select frost-resistant cultivars and hybrids of the columnar apple tree under the conditions of the Forest Steppe of Ukraine. The research was carried out during 2021–2022 at the V.L. Symyrenko Department of Horticulture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. The experimental basis for conducting research was the columnar apple tree plantations of the Training Laboratory «Fruit and Vegetable Garden». Frost resistance was determined during the period of deep rest by the method of direct freezing of one-year increments. Freezing was performed in the laboratory of plant physiology and microbiology of the National Academy of Sciences of Ukraine. In the researched plantations, when the test samples were frozen at temperatures of -25 and -30 °C during deep rest, different resistance of varieties and shoot parts to low temperatures was found. In all cultivars and hybrids of columnar type apple trees, the apical bud and generative buds were the most vulnerable, and the tissues of the middle and upper part of the shoot were the most resistant to frost. The damage index during general freezing was the lowest in the cultivars 'Valuta', 'Sparta', 'Favoryt', 'Bilosnizhka', as well as in the hybrids '9/110 Mykhailivske', '11/15(2)' and '9/78 Viktoriia'; it was the largest in the 'Bolero' cultivars. Freezing of experimental samples at temperatures of -25 and -30 °C did not result in frostbite, critical for plants. All studied cultivars and hybrids of columnar apple trees are recommended for further research and production. The obtained results will be interesting for both experienced gardeners and amateur gardeners who plan to grow columnar apple trees in their garden.

Keywords: «Co» gene, cultivars and hybrids of apple trees, fruit formations, influence of climate, shoot

Зламанюк Л. М., Бакшук К. С.

УДК 636.127.1.082:798

**ДИНАМІКА ЛІНІЙНОГО РОСТУ І РОБОТОЗДАТНОСТІ МОЛОДНЯКУ
КОНЕЙ РИСИСТИХ ПОРІД ДВОРІЧНОГО ВІКУ****Л. М. ЗЛАМАНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент<https://orcid.org/0000-0003-3323-4658>**К. С. БАКШУК***Національний університет біоресурсів і природокористування України*E-mail: zlamanuk@nubip.edu.ua<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.005>

Анотація. Досліджено лінійний ріст та роботоздатність молодняку коней орловської та російської рисистих порід дворічного віку ПП “Сукач В.П.”.

Проведений аналіз динаміки лінійного росту свідчить про те, що жеребчики та кобилки орловської рисистої породи дворічного віку переважають молодняк російської рисистої породи. Хоча, слід відмітити, що кобилки орловської рисистої породи за показниками обхвату грудей та обхвату п'ястка суттєво не відрізнялися від ровесниць російської рисистої породи. Крім того встановлено, що кобилки російської рисистої породи незначно поступалися вимогам контрольної шкали розвитку молодняку рисистих порід за промірами: висоти в холці – на 0,7 см, обхвату грудей – на 4,9 см та обхвату п'ясті на 0,2 см.

Для коней рисистих порід жвавість вважається основною селекційною ознакою, а головним критерієм відбору – є жвавість на 1600 м.

Для проходження кваліфікації молодняк орловської рисистої породи дворічного віку, незалежно від статі, має пройти дистанцію 1600 м за 2.55,0 і жвавіше, а для російської – 2.50,0 і жвавіше.

Жеребці орловської породи були жвавішими на 2.3 сек., а жеребці російської – поступилися вимогам стандарту на 1,2 сек., що підтверджує кращу скороспілість для поголів'я орловської популяції у порівнянні з ровесниками російської рисистої породи.

Кобилки обох дослідних порід поступалися стандарту орловської рисистої породи на 9,1 сек., а російської – на 2,5 сек., що є небажаним особливо для маточного поголів'я орловської популяції.

Отже, встановлено, що молодняк орловської рисистої породи незалежно від віку є скороспілішим за молодняк російської рисистої породи, але за показником жвавості навпаки жеребчики та кобилки російської рисистої породи переважали орловську.

Ключові слова: Орловська рисиста, російська рисиста, висота у холці, коса довжина тулуба, обхват п'ясті, обхват грудей за лопатками, жвавість

Актуальність. Значну увагу в розвитку галузі конярства приділяють якісному поліпшенню поголів'я, яке в значній мірі залежить від цілеспрямованого вирощування молодняку особливо це стосується

Зламанюк Л. М., Бакшук К. С.

молодняку коней рисистих порід, оскільки для них основною селекційною ознакою є жвавистість.

У молодняку заводських порід впродовж другого року життя інтенсивнішим є приріст довжини і об'єму тулуба, ніж висоти в холці, спині та крижах. Повноцінна годівля й активний моціон у цей період сприяють формуванню коней бажаної будови тіла. Серед факторів, які впливають на ріст і розвиток молодняку, має значення стать приплоду [3].

За добрих умов годівлі та утримання жеребчики ростуть швидше, ніж кобилки. За недостатньої чи неповноцінної годівлі у них затримується ріст більше, ніж у ровесниць. Тому за різницею їх розвитку досить об'єктивно оцінюють організацію вирощування молодняку. Якщо в 1,5 – 2,5-річному віці жеребчики чітко відрізняються за розвитком від кобилок, то це є свідченням оптимальних умов вирощування молодняку. Коли лошата не відрізняються між собою за розвитком або кобилки переважають жеребчиків, то це вказує на порушення технології вирощування [1, 2, 4, 5, 6].

У віці двох років різниця у промірах висоти у холці, довжини тулуба, обхвату грудей та обхвату п'ястка між жеребцями і кобилами не вірогідна. Але абсолютні значення промірів висоти у холці, довжини

тулуба та обхвату п'ястка у жеребців вище, порівняно з кобилами. Російські рисаки поступають на іподром більш сформованими, з більшим об'ємом грудей (174 см в два роки), тоді як орловські рисаки мають 171,5 см.

В сучасному конярстві великого значення набуває вивчення взаємозв'язку різних факторів і швидкості коня. Різниця у жвавості між жеребцями і кобилами не доведена, але дискретна змінна статі була запропонована для побудови моделей оцінки жвавості за комплексом промірів. Вона увійшла до моделі для коней 2-х років (без трансформації даних) із коефіцієнтом 1,71 (рівень значущості $p=0,32$). Тобто жеребці в середньому показують жвавистість на 1,71 секунди тихіше від кобил при рівних умовах (при однакових промірах). В цій моделі змінна статі має в основному теоретичне значення, яке пов'язано зі стандартною похибкою моделі, що дорівнює 9,19 секунд і невірогідністю самої змінної. Тому характер прояву жвавості у жеребців і кобил змінюється з віком [7, 10].

У зв'язку з цим **метою роботи** є порівняльна характеристика результатів роботоздатності та лінійного росту коней орловської та російської рисистих порід ПП "Сукач В.П." з використанням генетичних параметрів основних селекційних ознак.

Зламанюк Л. М., Бакшук К. С.

Матеріали і методи експерименту був молодняк коней дослідження. Об'єктом для орловської та російської рисистих проведення науково – виробничого порід ПП “Сукач В.П.” (табл. 1)

1. Розподіл поголів'я молодняку орловської і російської рисистих порід за лінійною належністю

№	Лінія	Жеребці	Кобили
Орловська рисиста порода			
1	Піона 2.00,1	Лайф 2.34,0 Іф 2.14,8 Зевс 2.28,0 Кіф 2.42,5 Корифей 2.03,5	Кіфа 2.08,7 Бенфіка 2.30,0 Золота Фортуна 2.31,6
2	Барчука 2.12,2	Бест 2.13,1 Беркут 2.10,0 Фетіш 2.12,8	Лучшая 2.14,5
3	Пілота 2.02,2	Інфоніто 2.30,4 Шадрінськ 2.13,2	Лафіра 2.45,5 Каліфорнія 2.51,5
Російська рисиста порода			
1	Воломайта 1,59,1	Гангстер 2.06,6 Гонг 2.14,9 Громогласний 2.31,5 Дуглас 2.15,4 Гранд Хамер 2.08,9	Долгожданная 2.11,1 Географія 2.10,1 Громогласна 2.17,7 Геологія 2.17,3 Аргентина 2.35,3
2	Скотленда 1,59, ¹ / ₄	Громобой 2.04,4	Полночь 2.26,2

Все поголів'я рисистих коней утримується практично в однакових умовах, тому різниця їхньої продуктивності, в основному, залежить від реалізації і генетичного потенціалу кожної тварини, яку піддають тренуванню в племінному репродукторі і на іподромі.

Дослідження були проведені методом груп-аналогів. Для цього відбирали аналогів в кожній групі 2014 та 2015 року народження. При підборі аналогів враховували – стать, вік, походження. У тварин брали лінійні проміри – висота в холці, коса

довжина тулуба, обхват грудей, обхват п'ястка.

Визначали належність молодняку орловської та російської рисистих порід до ліній, а також була проведена порівняльна характеристика швидкості росту молодняку ПП “Сукач В.П.” відповідно до контрольної шкали, залежно від віку та генеалогічної належності.

Результати досліджень оброблені генетико – статистичним методом за методикою Плохинського М.О. [8] з використанням

Зламаний Л. М., Бакшук К. С.

кореляційного та дисперсійного аналізу за програмою Microsoft Excel 2003.

Результати дослідження та їх обговорення. Для орловської рисистої породи коней характерною особливістю є поєднання промірів, що мають значення не нижче стандарту та нарядності і високої роботоздатності [9].

Проведений аналіз динаміки лінійного росту свідчить про те, що дворічні жеребчики орловської рисистої породи за висотою в холці переважали показники стандарту породи на 3,4 см (табл. 2).

Аналогічна закономірність виявлена за промірами – коса

довжина тулуба, обхват грудей та обхват п'ястку. Так, коса довжина тулубу, яка є критерієм для правильної динаміки руху коня на швидкому аллюрі (мах), у досліджуваних дворічних жеребців складала 162,1 см, що є на 4,0 % (6,3 см) вище порівняно зі стандартом. Характеризуючи об'ємну характеристику передньої частини тулуба потрібно констатувати, що перевищення обхвату грудей знаходиться на рівні 2,9 %, або 5,1 см у порівнянні зі стандартом. Обхват п'ястку знаходиться практично на рівні стандарту, що складає 20,2 см.

2. Лінійний ріст молодняку дворічного віку, $M \pm m$, см

Порода	Проміри, см							
	висота у холці		коса довжина тулуба		обхват			
					грудей		п'ястку	
	$M \pm m$	$\pm$ до стандарту	$M \pm m$	$\pm$ до стандарту	$M \pm m$	$\pm$ до стандарту	$M \pm m$	$\pm$ до стандарту
жеребчики								
орловська рисиста	158,4 $\pm$ 1,17	+3,4	162,1 $\pm$ 1,20	+6,3	179,1 $\pm$ 1,14	+5,1	20,2 $\pm$ 0,16	+0,7
російська рисиста	157,8 $\pm$ 0,86	+2,1	160,4 $\pm$ 1,45	+6,6	176,0 $\pm$ 0,38	+4,5	19,9 $\pm$ 0,21	+0,5
кобилки								
орловська рисиста	156,7 $\pm$ 0,36	+3,7	161,1 $\pm$ 1,08	+5,7	173,1 $\pm$ 1,01	-0,9	19,5 $\pm$ 0,15	+0,5
російська рисиста	156,6 $\pm$ 1,91	-0,7	160,1 $\pm$ 1,08	+1,8	173,1 $\pm$ 0,89	-4,9	19,5 $\pm$ 0,20	-0,2

У дворічного молодняку спостерігалася подібна російської рисистої породи закономірність і за основними

Зламанюк Л. М., Бакшук К. С.

промірами тілобудови відповідно до стандарту. Проте дане перевищення дещо менше порівняно з ровесниками орловської рисистої породи, особливо це характерно для висоти у холці і обхвату грудей (перевищення відповідно на 2,1 і 4,5 см.). За косою довжиною тулубу, жеребчики російської рисистої породи переважають стандарт породи на 4,3 % (6,6 см). Обхват п'ястку майже не відрізняється від показників стандарту, хоча є дещо вищим (0,5 см).

З кобилками ситуація гірша. Якщо у орловської рисистої породи проміри – висота у холці, коса довжина тулубу і обхват п'ястку перевищують стандарт відповідно на 3,7 см, 5,7 і 0,5 см, а обхват тулуба не відповідає стандарту на 0,9 см, але дана різниця практично не впливає на габітус коней даної групи, то у досліджуваного поголів'я кобилки російської рисистої породи показники промірів гірші, це підтверджується обхватом п'ястку, показник якого нижче 4,9 см порівняно зі стандартом, висота у холці менша на 0,7 см але це не так помітно, а коса довжина тулуба більше на 1,8 см, що є бажаним для даного поголів'я.

Порівнюючи дворічок орловської і російської породи можна стверджувати, що орловські жеребці і кобили мають кращі показники промірів, а російські жеребці і кобилки гірші. Тому одержані

результати потрібно враховувати у подальшій роботі з досліджуванним поголів'ям.

Для коней рисистих порід жвавність вважається основною селекційною ознакою, а головним критерієм відбору – є жвавність на 1600 м [16].

Для проходження кваліфікації молодняк орловської рисистої породи дворічного віку, незалежно від статі, має пройти дистанцію 1600 м за 2.55,0 і жвавіше, а для російської – 2.50,0 і жвавіше.

Порівнюючи дані фактичної роботоздатності жеребців орловської рисистої породи на дистанції 1600 м, слід відмітити, що вони пройшли дану дистанцію жвавіше 2.50,3. Так цей показник був меншим порівняно з вимогами кваліфікації на 4,7 сек. (табл. 3.).

Щодо жвавості жеребців російської рисистої породи, то потрібно констатувати, що вона була кращою порівняно з кваліфікаційними вимогами на 12,2 сек., що є хорошим показником для характеристики скороспілості. Аналізуючи кількість бігових днів з найкращою жвавністю, можна зробити висновок, що середня жвавність стартів день для дворічок орловської рисистої породи – 6,8 днів, а для російської рисистої – 7,0 днів, що також є кращим результатом серед коней орловської рисистої породи.

3. Роботоздатність молодняку дворічного віку, $M \pm m$, хв.сек.

Порода	Роботоздатність, хв.сек. ± сек.		± до стандарту	Біговий день з найкращою жвавистю
	кваліфікаційна	найкраща		
жеребчики				
орловська рисиста	2.50,3±2,9	2.27,7±3,3	–2,3	6,8±0,9
російська рисиста	2.37,8±1,1	2.21,2±1,6	+1,2	7,0±0,8
кобилки				
орловська рисиста	2.47,9±6,1	2.39,1±3,6	+9,1	4,4±1,0
російська рисиста	2.37,8±2,6	2.22,5±4,8	+2,5	6,9±1,0

Характеризуючи кобилок дворічного віку орловської породи встановлено, що вони мають також кращу жвависть (на 7,1 сек.) порівняно зі стандартом. Подібна картина відмічалася і у кобилок російської рисистої породи, адже жвависть була вищою за вимоги стандарту на 12,2 сек. Порівнюючи дані кобилок орловської і російської рисистої порід потрібно відмітити, що кобилки російської рисистої породи жвавіші порівняно з аналогами орловської.

Жеребці орловської породи були жвавішими на 2,3 сек., а жеребці російської – поступилися вимогам стандарту на 1,2 сек., що підтверджує кращу скороспілість для поголів'я орловської популяції у порівнянні з ровесниками російської рисистої породи.

Кобилки обох дослідних порід поступалися стандарту орловської рисистої породи на 9,1 сек., а російської – на 2,5 сек., що є

небажаним особливо для маточного поголів'я орловської популяції.

У цілому системи технологічного процесу та кінцевий результат основної селекційної ознаки – жвавості є бажаним для жеребців орловської породи, а для майбутніх ремонтних кобил потрібно проаналізувати як селекційний процес, так і системи вирощування молодняку.

Висновки.

1. У господарстві ПП “Сукач В.П.” дворічні жеребці і кобилки орловської рисистої породи за лінійними показниками перевершують молодняк російської рисистої породи. Але, слід відмітити, що за обхватом грудей та обхватом п'ястку, кобилки орловської рисистої породи істотно не відрізнялися від ровесниць російської рисистої породи.

2. Встановлено, що за висотою в холці, обхватом грудей та обхватом п'ясті кобилки російської рисистої

Зламанюк Л. М., Бакшук К. С.

породи дещо поступалися вимогам стандарту розвитку молодняку рисистих порід, відповідно на 0,7 см, 4,9 см та 0,2 см.

3. Незалежно від віку молодняк орловської рисистої породи відзначався кращою скороспілістю

Список використаних джерел

1. Гопка Б.М., Хоменко М.П., Павленко П.М. Конярство. Підручник. К.: Вища освіта, 2004. 320 с.
2. Гопка Б.М., Буренко А.В., Шаповал В.М. Жвависть і скороспілість орловських рисаків. Науковий вісник НАУ. 2007. Вип. 114. С. 45-52.
3. Калинкина Г.В. Орловский рысак сегодня. Каталог рысакор орловской породы класса 2.10. М.: ВНИИ коневодства, 2006. С. 3-14.
4. Каталог рысакор класса 2.05 (орловские и русские). М. 2005. – 88 с.
5. Каталог жеребцов-производителей русской рысистой и стандартбредной пород на 2001 год М.: ВНИИ коневодства. 2001. 57 с.
6. Міллер П. Годівля та роботоздатність коней. Тези доповідей міжнародної конференції, організованої Айовським (США) та Національним (Україна) аграрними університетами. К., 1996. – С. 169-178.
7. Пащенко Н. П. Детермінація жвавості коней російської рисистої породи комплексом морфометричних ознак: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.01 "Розведення та селекція тварин" Київ, 2002. 18 с.
8. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 246 с.
9. Рождественская Г.А. Орловский рысак М.: Аквариум, 2003. 160 с.
10. Парфенов В.А. Орловский рысак – 225 лет побед и поражений. Конный мир. 2001. № 6. С. 10-16.

ніж ровесники російської рисистої породи, але за жвавистістю, спостерігалася протилежна картина, жеребчики та кобилки російської рисистої породи переважали аналогів орловської рисистої породи.

References

1. Hopka B.M., Khomenko M.P., Pavlenko P.M. (2004) Koniarstvo. Pidruchnyk. Kyiv. Vyshcha osvita.
2. Hopka B.M. Burenko A.V., Shapoval V.M. (2007) Zhvavict i skorospilict orlovckyykh rysakiv. Naukovyi vicnyk NAU, 114, 45-52.
3. Kalinkina G.V. (2006) Orlovckiy rysak cegodnya. Katalog rysakov orlovckoy porody klacca 2.10. Moskva: VNII konevodctva. 3-14.
4. Katalog rysakov klacca 2.05 (orlovckiy i ruscckiy) (2005). Moskva.
5. Katalog zherebtsov-proizvoditeley ruscckoy rysicтой i standartbrednoy porod na 2001 god (2001). VNII konevodctva.
6. Miller P. (1996) Hodivlia ta robotozdatnict konei. Tezy dopovidei mizhnarodnoi konferentsii, orhanizovanoi Aiovckym (CShA) ta Natsionalnym (Ukraina) ahrarnymy univercytetamy (pp. 169-178). Kyiv.
7. Pashchenko N. P. (2002) Determinatsiia zhvavosti konei rosiiskoi rysystoi porody kompleksom morfometrychnykh oznak (Doctoral thesis, Natsionalnyi ahrarnyi universytet, Kyiv, Ukraine)
8. Plokhinckiy N.A. (1969) Rukovodctvo po biometrii dlya zootekhnikov. Moskva: Koloc.
9. Rozhdectvenckaya G.A. (2003) Orlovckiy rysak. Moskva: Akvarium.
10. Parfenov V.A. (2001) Orlovckiy rysak – 225 let pobed i porazheniy. Konnyy mir. No. 6. P. 10-16.

DYNAMICS OF LINEAR GROWTH AND PERFORMANCE OF TWO-YEAR-OLD YOUNG TROPPING HORSES**L. Zlamaniuk, K. Bakshuk**

Abstract. *The linear growth and performance of young horses of the Oryol and Russian trotting breeds of two years of age of the PE "Sukach V.P." were studied.*

The conducted analysis of the dynamics of linear growth shows that two-year-old stallions and fillies of the Oryol trotting breed outnumber the young of the Russian trotting breed. Although, it should be noted that fillies of the Orlov trotting breed did not significantly differ from female Russian trotting breeds in terms of breast girth and wrist girth. In addition, it was established that fillies of the Russian trotting breed were slightly inferior to the requirements of the control scale for the development of young trotting breeds in terms of measurements: height at the withers - by 0.7 cm, chest girth – by 4.9 cm, and instep girth by 0.2 cm.

For horses of trotting breeds, liveliness is considered the main selection feature, and the main selection criterion is liveliness at 1600 m.

In order to qualify, two-year-old young Orel trotters, regardless of gender, must complete a distance of 1,600 m in 2.55.0 and faster, and for Russian - 2.50.0 and faster.

The stallions of the Oryol breed were 2.3 seconds faster, and the Russian stallions yielded to the requirements of the standard by 1.2 seconds, which confirms the better precociousness of the Oryol population in comparison with peers of the Russian trotting breed.

The mares of both experimental breeds were inferior to the standard of the Oryol trotting breed by 9.1 seconds, and the Russian one by 2.5 seconds, which is undesirable especially for the mother stock of the Oryol population.

So, it was established that regardless of age, the young of the Orlov trotting breed are more precocious than the young of the Russian trotting breed, but according to the liveliness index, on the contrary, stallions and mares of the Russian trotting breed prevailed over the Orlov.

Keywords: *Orlov's trotter, Russian trotter, height at the withers, oblique body length, girth of the hand, girth of the chest behind the shoulder blades, playfulness*

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ БУЙВОЛІВ *Bubalus bubalis bubalis* ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ГЕНОТИПАМИ**Н. Б. МОХНАЧОВА**, кандидат сільськогосподарських наук*Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН,*

E-mail:nataliia.mokhnachova82@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.006>

Анотація. В Україні розведення буйволів є давньою традиційною галуззю тваринництва. В основному "українські" буйволи відносяться до річкового буйволу (*Bubalus bubalis*) та розводяться для молочної та м'ясної продуктивності. Поліморфізм генів молочних білків та гормонів дозволить вести селекцію буйволів з урахуванням «бажаних» генотипів щодо господарсько-корисних ознак.

Враховуючи полігенний характер формування молочної та м'ясної продуктивності, метою дослідження було виявити особливості генетичної структури «українського» буйвола за комплексними генотипами – комбінаціями цінних генів, які впливають на молочну та м'ясну продуктивність. Дослідження проведені на базі лабораторії відділу генетики і біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН з використанням методу ПЛР-ПДРФ.

Внаслідок аналізу отриманих результатів були визначені комплексні генотипи за трьома генами білків молока та двома генами гормонів. Серед досліджених тварин переважають носії комплексного генотипу $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}$ (61 гол. або 92%) та $GH^{LL}/TG5^{TT}$ (66 гол. або 100%). Якщо оцінити прояв комплексних генотипів у буйволів загалом, то лідирував варіант $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$, який проявився у 61 дослідженій тварини, що склало 92% від загальної кількості. Варіант комплексного генотипу за всіма досліджуваними генами, який несе бажані алелі – $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$, складає 8% від усіх протестованих тварин.

Результати досліджень становлять інтерес у галузі молекулярно-генетичного аналізу геному буйволів, які є джерелом специфічних властивостей. Досліджені важливі гени-кандидати асоційовані з господарсько-корисними ознаками молочної і м'ясної продуктивності можуть використовуватися як маркери в селекційних програмах.

Ключові слова. буйволи, господарсько-корисні ознаки, молекулярно-генетичні маркери, гени, алелі, QTL-маркери, ПЛР-ПДРФ, комплексні генотипи

Актуальність. Буйволи – дуже древні тварини, що належать до роду биків (*Bos*) і виділяються в самостійний рід буйволів (*Bubalus*) та розділяються на три окремих роди:

аано, азіатські та африканські буйволи. Поширенню буйволів у Східній Європі сприяли хрестові походи у XII-XV ст. та турецька експансія Османської імперії.

Мохначова Н. Б.

Одомашнені форми буйволів відносяться до азійських. Їх приручення почалося в Китаї близько 10 тисяч років тому [1].

«Українські» буйволи походять від річкового буйвола (*river buffalo*) і розводять їх молочного та м'ясного напрямку продуктивності. У молоці буйволиць вдвічі більше жиру і білка, майже на 60% більше мінералів і вітамінів, ніж у коров'ячому. М'ясо буйволів дуже смачне та використовується для профілактики та лікування анемії, через високий вміст заліза [2].

В Україні селекційно-племінна робота з популяцією буйволів ведеться у ТОВ «ТАСБІО» (Чернігівська обл.). Селекційні, репродуктивні і продуктивні ознаки буйволів досліджені багатьма дослідниками, однак повідомлення про дослідження генетичної структури, які розводяться в Україні нині дуже обмежені. З урахуванням продуктивного ресурсу цього виду тварин детальна інформації про гени, асоційовані із ознаками молочної продуктивності, сприяла б покращенню селекційної роботи.

Метою даної роботи є вивчення генетичного поліморфізму української популяції буйволів азійського кореня *Bubalus bubalis* за генами, асоційованими з молочними і м'ясними ознаками – бета-казеїну, капа-казеїну і бета-лактоглобуліну, а також гормонів – гормону росту та тиреоглобуліну.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Бета-казеїн (β -CN), капа-казеїн (CSN3) та бета-лактоглобулін (β LG) – це гени білків молока, які здійснюють безпосередній вплив на рівень молочної продуктивності та якісний склад молока. Ген бета-казеїну має два генетичні варіанти – A1 та A2. З A1-алелем пов'язують виникнення серйозних хвороб у людини [3]. Алель В капа-казеїну впливає на тривалість коагуляції і вихід сичужного згустка, тобто «бажаний» при виробництві сиру [4]. У гені бета-лактоглобуліну В алель пов'язаний з більшим вмістом жиру і білку у молоці, тоді як А-алель є важливим для збільшення виробництва молока [5].

Гени гормону росту (*GH*) та тиреоглобуліну (*TG5*) – це важливі гени гормонів, які залучені в біохімічні і фізіологічні процеси в організмі тварин. *GH* синтезується передньою долею гіпофізу та регулює соматичний ріст тварин та пов'язаний з лактогенною та жиромобілізуючою дією [6]. Гормон щитовидної залози тиреоглобулін бере участь в регуляції метаболізму, тому впливає на ріст та диференціювання тканин та бере участь у формуванні жирових клітин [7].

Матеріали та методи дослідження. Було досліджено зразки крові (n=66) від водяних буйволів (*Bubalus bubalis*), які утримуються в ТОВ «ТАСБІО» (Чернігівської обл.). Господарство

Мохначова Н. Б.

розводить буйволів і виготовляє продукти харчування з молока буйволиць (рис.1).



Рис.1. Буйволи (*B. bubalus bubalis*) ТОВ «ТАСБІО»

Молекулярно-генетичні дослідження проводились на базі відділу генетики і біотехнології Інституту розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН. Для молекулярного дослідження відбирали кров з яремної вени в об'ємі 5 мл в вакуумні пробірки з сухим ЕДТА. Виділення ДНК з цільної крові здійснювали з використанням стандартного комерційного набору «ДНК-сорб-В».

Поліморфізм генів *CSN2*, *CSN3*, *βLG*, *GH*, *TG5* досліджували за допомогою методу ПЛР-ПДРФ на чотирьохканальному програмованому термостаті для ПЛР

«Терцик». Суміш для проведення ПЛР у своєму складі містила: 2,5 мкл 10*буфера для ПЛР, 2,5 мкл суміші три фосфатів в концентрації 2мМ, по 0,2 мкл кожного праймера в концентрації 50 мкМ та 5 од/мкл ДНК-полімерази, 1,5 мкл геномної ДНК. Загальний об'єм ДНК-суміші доводили до 25 мкл деіонізованою водою.

Продукти ПЛР оброблялись специфічними ендонуклеазами рестрикції (табл. 1) за схемою: H₂O – 3,5 мкл, 10x буфер для ферменту – 1,0 мкл, рестриктаза – 0,5 мкл та 5,0 мкл ампліфікату на 10,0 мкл робочої суміші.

1. Нуклеотидні послідовності праймерів та рестриктази

Послідовність праймера	Ампліфікат, (п.н.)	Рестриктаза	Посилання
CSN2			
F:5`-CCTTCTTTCCAGGATGAACTCCAG-3` R:5`-AGTACGAGGAGGGATGTTTTGTGGGAGGCTCT-3`	121	<i>DdeI</i>	McLachlan et al., 2006 [8]
CSN3			
F:5`-GAAATCCCTACCATCAATACC-3` R:5`-CCATCTACCTAGTTTAGATG -3`	273	<i>HinfI</i>	Pinder et al., 1991 [9]
βLG			
F:5`-TGTGCTGGACACCGACTACAAAAAG-3` R:5`-GCTCCCGGTATATGACCACCCTCT-3`	247	<i>Hae III</i>	Medrano et al., 1990 [10]
GH			
F:5`- GCTGCTCCTGAGGGCCCTTC-3` R:5`-GCGGCGGCACTTCATGACCC-3`	223	<i>AluI</i>	Lucy et al., 1993 [11]
TG5			
F:5`- GGGGATGACTACGAGTAT GACTG -3` R:5`-GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGT-3`	548	<i>PstI</i>	Alison et al., 2007 [12]

Візуалізацію продуктів ампліфікації проводили методом горизонтального електрофорезу при напрузі 15 В/см в 1×TBE буфері у 3%-ному агарозному гелі з етидієм броміду (0,5 мкг/мл). Генотипи ідентифікували за кількістю та розміром фрагментів в агарозному гелі через транслюмінатор в УФ-світлі при довжині хвилі 312 нм. Розміри продуктів рестрикції встановлювали за допомогою маркерів молекулярних мас: *Gene Ruler TM 50 bp DNA Ladder*, *GeneRuler TM 100 bp DNA Ladder* ("Fermentas").

Для статистичної обробки даних використовували програми "GEN Alex 6", "Statistica".

Результати досліджень та їх обговорення. Оцінка мінливості ознаки, яка кодується кількома генами, може бути ефективнішою, ніж за дослідження окремих генів [13].

У результаті аналізу генетичної структури буйволів визначені комплексні генотипи за трьома генами білків молока (бета-казеїну, капа-казеїну та бета-лактоглобуліну). Із 27 теоретично можливих комплексних генотипів у

Мохначова Н. Б.

протестованих буйволів визначено 2 (табл.2).

2. Частоти комплексних генотипів генів білків молока

Тварини	п/п	Комплексні генотипи $CSN2/CSN3/\beta LG$	Частота генотипів	
			n	%
Буйволи	1	A2A2/AA/BB	61	92
	2	A2A2/AB/BB	5	8

Встановлено, що серед досліджених тварин переважають носії комплексного генотипу $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}$ (61 гол. або 92%), рідше зустрічається генотип $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/\beta LG^{BB}$.

Доведено, що якість молока, його технологічні якості і склад сиру залежать в першу чергу від алелю A2 бета-казеїну та алелів B капа-казеїну і бета-лактоглобуліну, які діють доповнюючи один одного [14]. Зокрема A2 – це більш природній для людського організму різновид бета-казеїну, алель $CSN3^B$ асоційований з

вищим вмістом білка в молоці, алель βLG^B – з високим вмістом у молоці казеїнових білків і молочного жиру.

Генотип, в якому одночасно зустрічаються алелі $CSN2^{A2}$, $CSN3^B$ та βLG^B – $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/\beta LG^{BB}$ виявлено у 8% буйволів.

Дослідженням генетичної структури буйволів виявлено лише 1 з 9 теоретично можливих комплексних генотипів за двома генами гормонів (гормон росту та тиреоглобулін), які безпосередньо пов'язані з м'ясною продуктивністю (табл.3).

3. Частоти комплексних генотипів генів гормонів

Тварини	п/п	Комплексні генотипи $GH/TG5$	Частота генотипів	
			n	%
Буйволи	1	LL/TT	66	100

У цілому у досліджених буйволів зустрічався лише комплексний генотип за генами гормону росту та тиреоглобуліну – $GH^{LL}/TG5^{TT}$. За геном гормону росту переважав алель GH^L , який пов'язаний з більшою інтенсивністю росту у тварин. За

геном тиреоглобуліну виявлявся лише $TG5^T$ алель у TT -генотипах, який асоціюється з більшим вмістом жиру в м'язових тканинах тварини.

Зважаючи на полігенний характер формування ознак, для оцінки генетичної структури

Мохначова Н. Б.

української популяції буйволів також визначено комплексні генотипи за п'ятьма генами молочних білків: бета-казеїну, капа-казеїну та бета-лактоглобуліну та гормонів: гормону росту та тиреоглобуліну.

У результаті досліджень встановлено, що буйволам не притаманний широкий спектр комплексних генотипів за п'ятьма досліджуваними генами. Загалом, у 66 тварин було виявлено лише два таких комплексних генотипи (табл.4).

4. Частоти комплексних генотипів генів молочних білків та гормонів

Тварини	п/п	Комплексні генотипи <i>CSN2/CSN3/βLG/GH/TG5</i>	Частота генотипів	
			п	%
Буйволи	1	<i>A2A2/AA/BB/LL/TT</i>	61	92
	2	<i>A2A2/AB/BB/LL/TT</i>	5	8

Оцінка прояву комплексних генотипів у буйволів свідчить про перевагу варіанту *CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/ β LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}* у 61 дослідженої тварини, що склало 92% від загальної кількості. Варіант комплексного генотипу за всіма досліджуваними генами, який несе бажані алелі – *CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/ β LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}*, складає 8 % від усіх протестованих тварин.

Отримані нами результати дослідження буйволів за генами *CSN2*, *CSN3*, *β LG*, *GH*, *TG5* узгоджуються з даними отриманими іншими авторами. Зокрема, аналогічні висновки щодо частоти алелю *A2* гену бета-казеїну та *B* гену капа-казеїну повідомили X.Y. Fan et al. [15] A.M.H.Abdel Dayem et al. [16], Mehmet Ulas Cinar et al. [17]. Результати отримані у Анатолійських буйволів свідчать про дещо нижчі

показники алелю *A* гену *β LG* [18]. Подібні висновки щодо частоти алелів та генотипів гену *GH* серед бразильських буйволів повідомили P. Kemenes et al. [19]. Результати, отримані Marina R.S. Fortes et al. Показують, що алель *T* зустрічається рідше, ніж *C* [20].

Висновки і перспективи.

Отримані результати генетичної структури української популяції буйволів азіатського кореня *Bubalus bubalis bubalis* з господарства ТОВ «ТАСБІО» (Чернігівської обл.) за комплексними генотипами, асоційованими з молочною та м'ясною продуктивністю, свідчать про реальну можливість проведення оцінки генетичного потенціалу за поліморфізмом генотипів генів молочних білків та гормонів, що може слугувати маркерами і сприяти покращенню селекційної роботи зв'язом тварин. Встановлено, що 8 %

Мохначова Н. Б.

від усіх протестованих водяних буйволів (*Bubalus bubalis*) є носіями комплексного генотипу з бажаними для селекціонера алелями п'яти досліджених генів –

$CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$, при цьому найбільш часто у буйволів зустрічається генотип $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$ (92%).

Список використаних джерел

1. Мохначова Н.Б. Генетична структура української популяції водяних буйволів за ISSR-PCR маркерами. Біологія тварин. 2022. Т. 24. № 1. С. 19-24. <https://doi.org/10.15407/animbiol24.01.019>

2. Guseev, Y. V., Melnyk O. V., Gladyr, E. A., & Zinovieva, N. A. Поліморфізм популяції українських річкових буйволів (river buffalo) за мікросателітними локусами ДНК. Розведення і генетика тварин. 2018. Т. 51. С. 276-283. <https://doi.org/10.31073/abg.51.37>

3. Ramesha K., Akhila Rao, Varalakshmi S. Genetic variants of β -casein in cattle and buffalo breeding bulls in Karnataka state of India. Journal of Biotechnology. 2016. Vol.15. P. 178-181.

4. Trakovická A., Moravčíková N., Navrátilová A. Kappa-casein gene polymorphism (CSN3) and its effect on milk production traits. Acta fytotechnica et zootechnica. Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2012. No. 3. P. 61–64.

5. Matějček A., Matějčková J., Štípková M. Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh. Czech J. Anim. Sci. 2008. Vol. 53. №6. P. 246–252.

6. Shariflou M.R., Moran C., Nicholas F.W. Association of the Leu127 variant of the bovine growth hormone (bGH) gene with increased yield of milk, fat, and protein in Australian Holstein-Friesians. Aust. J. Agric. Res. 2000. Vol. 51. P. 515–522.

7. Hou G. Y., Yuan Z. R., Zhou H. L., Zhang L. P., Li J. Y., Gao X., Wang D. J., Gao H. J., and Xu S. Z. Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. Molecular biology report. 2011. Vol. 38. № 7. P. 705–708.

8. McLachlan C. N. Breeding and milking cows for milk free of β -casein A1, United States Patent 7094949, 2006.

9. Pinder S. J., Perry B. N., Skidmore C. J., Savva D. Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. Anim. Genet. 1991, Vol. 22. P. 11–20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.1991.tb00642.x>

10. Medrano J.F., Aquilar-Cordova E. Polymerase chain reaction amplification of bovine β -lactoglobulin genomic sequences and identification of genetic variants by RFLP analysis. Animal Biotechnology. 1990. Vol. 1. № 1. P. 73-77. <https://doi.org/10.1080/10495399009525730>

11. Lucy M. C., Hauser S. D., Eppard P. J. Variants of somatotropin in cattle: gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production. Domestic animal endocrinology. 1993. Vol. 10. № 4. P. 325–333. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(93\)90036-B](https://doi.org/10.1016/0739-7240(93)90036-B)

12. Alison V. E. Marker - assisted selection in beef cattle. UC Davis. 2007. P. 1–2.

13. Епишко О. А., Пешко Н. Н., Кузьмина Т. И., Пешко В. В. Влияние комплексных генотипов по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста на молочную продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы. Генетика и разведение животных. 2017. № 3. С. 58–68.

14. Ng-Kwai-Hang K. F. Genetic polymorphism of milk proteins: Relationships with production traits, milk composition and technological properties. Animal Science. 1998. Vol.78. P. 131-145.

15. Fan X. Y., Xue J., Qiu L. H., Wang R. P. and Miao Y. W. Polymorphisms of beta casein (CSN2) CDS and inference of its variants in river and swamp water buffalo (*Bubalus Bubalis*). Journal of Animal & Plant Sciences. 2021. Vol. 31. №5. P. 1240-1251. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.5.0324>

16. Abdel Dayem A. M. H., Mahmoud Karima Gh. M., Nawito M. F., Ayoub M. M., Darwish Samah F. Genotyping of kappa-casein

Мохначова Н. Б.

gene in Egyptian buffalo bulls. *Livestock Science*. 2009. Vol. 122, P. 286-289. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.010>

17. Ghafoor A., Riaz M. N., Zahur A. B., Abbas N., Yousaf M., Shah A., Ishaq R. and Suleman M. K-CN gene polymorphism in Nili-ravi buffalo, Achai and Sahiwal cattle of Pakistan. *International Journal of Dairy Technology*. 2014. Vol. 68. P. 105-110. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12146>

18. Cinar M. U., Akyuz B., Arslan K., Ilgar E. G. Genotyping of the kappa-casein and beta-lactoglobulin genes in Anatolian water buffalo by PCR-RFLP. *International Journal of Dairy Technology*. 2015. Vol. 69. P. 308–311. doi: 10.1111/1471-0307.12257

19. Kemenes P. A., de Almeida Regitano L. C., de Magalhães Rosa A. J., Packer I. U., Razook A. G., de Figueiredo L. A., Silva N. A., Etchegaray M. A. L. and L. L. Coutinho. K-casein, β -lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in nelore, gyr, guzerá, caracu, charolais, canchim and santa gertrudis cattle. *Genetics and Molecular Biology*. 1999. Vol. 22. №4. P. 539-541. <https://doi.org/10.1590/S1415-47571999000400012>

20. Fortes M. R.S., Curi R. A., Chardulo L. A. L., Silveira A. C., Assumpção M. E. O. D., Visintin J. A., de Oliveira H. N. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. *Genetics and Molecular Biology*. 2009. Vol. 32. № 1. P. 75-82. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572009000100011>

References

1. Mokhnachova N. B. (2022). Genetic structure of the Ukrainian water buffalo population according to ISSR-PCR markers. *Biolohiya tvaryn*. vol. 24. no. 1. pp. 19-24. <https://doi.org/10.15407/animbiol24.01.019> (in Ukrainian)

2. Guseev Y. V., Melnyk O. V., Gladyr, E. A., & Zinovieva, N. A. (2018). The polymorphism of the population of the ukrainian river buffalo at microsatellite DNA loci. 2016. *Rozvedennya ta henetyka tvaryn*. vol. 51. pp. 276-283. <https://doi.org/10.31073/abg.51.37> (in Ukrainian)

3. Ramesha K., Akhila Rao, Varalakshmi S. (2016). Genetic variants of β -casein in cattle

and buffalo breeding bulls in Karnataka state of India. *Journal of Biotechnology*. vol.15. pp. 178-181. (in English).

4. Trakovická A., Moravčíková N., Navrátilová A. (2012). Kappa-casein gene polymorphism (CSN3) and its effect on milk production traits. *Acta fytotechnica et zootechnica. Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*; no. 3. pp. 61–64. (in English).

5. Matějček A., Matějčková J., Štípková M. (2008). Joint effects of CSN3 and LGB genes on milk quality and coagulation properties in Czech Fleckvieh. *Czech J. Anim. Sci.* vol. 53. no. 6. pp. 246–252. (in English).

6. Shariflou M. R., Moran C., Nicholas F. W. (2000). Association of the Leu127 variant of the bovine growth hormone (bGH) gene with increased yield of milk, fat, and protein in Australian Holstein. *Aust. J. Agric. Res.* vol. 51. pp. 515–522. (in English).

7. Hou, G. Y., Yuan Z. R., Zhou H. L. et al. (2011). Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. *Molecular biology report*. vol. 38. pp. 4705–4708 (in English).

8. McLachlan, C. N. Breeding and milking cows for milk free of β -casein A1, United States Patent 7094949, 2006. (in English).

9. Pinder S. J., Perry B. N., Skidmore C. J., Savva D. (1991). Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of polymerase chain reaction. *Anim. Genet.* vol. 22, pp.11–20. (in English).

10. Medrano J. F., Aquilar-Cordova E. (1990). Polymerase chain reaction amplification of bovine β -lactoglobulin genomic sequences and identification of genetic variants by RFLP analysis. *Animal Biotechnology*. vol. 1. no. 1. pp. 73-77. <https://doi.org/10.1080/10495399009525730>. (in English).

11. Lucy M. C., Hauser S. D., Eppard P. J. (1993). Variants of somatotropin in cattle: gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production. *Domestic animal endocrinology*. vol. 10. no. 4. pp. 325–333. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(93\)90036-B](https://doi.org/10.1016/0739-7240(93)90036-B). (in English).

Мохначова Н. Б.

12. Alison V. E. Marker - assisted selection in beef cattle. UC Davis. 2007. P. 1–2. (in English).
13. Yepishko O. A., Peshko N. N., Kuz'mina T. I., Peshko V. V. (2017). The influence of complex genotypes for the genes of beta-lactoglobulin, prolactin and growth hormone on the milk productivity of cows of the Belarusian Black-and-White breed. *Genetika i razvedeniye zhivotnykh.* no. 3. C. 58–68. (in Russian).
14. Ng-Kwai-Hang K. F. (1998). Genetic polymorphism of milk proteins: Relationships with production traits, milk composition and technological properties. *Animal Science.* vol. 78. pp. 131-145. (in English).
15. Fan X. Y., Xue J., Qiu L. H., Wang R. P. and Miao Y. W. (2021). Polymorphisms of beta casein (CSN2) CDS and inference of its variants in river and swamp water buffalo (*Bubalus Bubalis*). *Journal of Animal & Plant Sciences.* vol. 31. no. 5. pp. 1240-1251. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2021.5.0324>. (in English).
16. Abdel Dayem A. M. H., Mahmoud Karima Gh. M., Nawito M. F., Ayoub M. M., Darwish Samah F. (2009). Genotyping of kappa-casein gene in Egyptian buffalo bulls. *Livestock Science.* vol. 122. pp. 286-289. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.010>. (in English).
17. Ghafoor A., Riaz M. N., Zahur A. B., Abbas N., Yousaf M., Shah A., Ishaq R. and Suleman M. (2014). K-CN gene polymorphism in Nili-ravi buffalo, Achai and Sahiwal cattle of Pakistan. *International Journal of Dairy Technology.* vol. 68. pp. 105– 110. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12146>. (in English).
18. Cinar M. U., Akyuz B., Arslan K., Ilgar E. G. (2015). Genotyping of the kappa-casein and beta-lactoglobulin genes in Anatolian water buffalo by PCR-RFLP. *International Journal of Dairy Technology.* vol. 69. pp. 308– 311. doi: 10.1111/1471-0307.12257. (in English).
19. Kemenes P. A., de Almeida Regitano L. C., de Magalhães Rosa A. J., et al. (1999). K-casein, β -lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in nelore, gyr, guzerá, caracu, charolais, canchim and santa gertrudis cattle. *Genetics and Molecular Biology.* vol. 22. no. 4. pp. 539-541. <https://doi.org/10.1590/S1415-47571999000400012>. (in English).
20. Fortes M. R.S., Curi R. A., Chardulo L. A. L., Silveira A. C., Assumpção M. E. O. D., Visintin J. A., de Oliveira H. N. (2009). Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. *Genetics and Molecular Biology.* vol. 32. no. 1. pp. 75-82. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572009000100011>. (in English).

FEATURES OF BUFFALO *Bubalus bubalis bubalis* GENETIC STRUCTURE ACCORDING TO COMPLEX GENOTYPES

N. Mokhnachova

Abstract. Buffalo breeding is an ancient traditional branch of animal husbandry in Ukraine. Basically, "Ukrainian" buffaloes belong to the river buffalo (*Bubalus bubalis*) and are bred for milk and meat productivity. Polymorphism of genes of milk proteins and hormones will allow selection of buffaloes taking into account "desired" genotypes for economic and useful traits.

Taking into account the polygenic nature of the formation of milk and meat productivity, the purpose of the study was to reveal the features of the genetic structure of the "Ukrainian" buffalo based on complex genotypes – combinations of valuable genes that affect milk and meat productivity. The research was conducted on the basis of the laboratory of the Department of Animal Genetics and Biotechnology of the Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Teeth of the National Academy of Sciences using the PCR-PDRF method.

As a result of the analysis of the obtained results, complex genotypes were determined for three milk protein genes and two hormone genes. Carriers of the complex genotype $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}$ (61 individuals or 92%) and $GH^{LL}/TG5^{TT}$ (66 individuals or 100%) predominate among the studied animals. If we evaluate the manifestation of complex genotypes in buffaloes in general, then the variant $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AA}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$ was in the lead, which appeared in 61 studied animals, which accounted for 92% of the total number. The variant of the complex genotype for all studied genes, which carries the desired alleles – $CSN2^{A2A2}/CSN3^{AB}/\beta LG^{BB}/GH^{LL}/TG5^{TT}$, is 8% of all tested animals.

The research results are of interest in the field of molecular genetic analysis of the buffalo genome, which is the source of specific properties. The studied important candidate genes associated with economically useful traits of milk and meat productivity can be used as markers in breeding programs.

Keywords: buffaloes, economic useful traits, molecular genetic markers, genes, alleles, QTL-markers, PCR-PDRF, complex genotypes

РЕГУЛЯЦІЯ ОБМІНУ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У КОРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТИПУ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

О. В. ЖУРЕНКО, доктор ветеринарних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-4933-0372>

E-mail: Zhurenko-lena@ukr.net

В. І. КАРПОВСЬКИЙ, доктор ветеринарних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>

E-mail: karpovskiy@meta.ua

В. О. ТРОКОЗ, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-8619-195X>

E-mail: trokoz@nubip.edu.ua

Д. І. КРИВОРУЧКО, кандидат ветеринарних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-1788-6090>

E-mail: kryvoruchko@nubip.edu.ua

В. В. ЖУРЕНКО, кандидат ветеринарних наук, старший викладач

<https://orcid.org/0000-0003-2097-9212>

E-mail: VV.1972@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.007>

***Анотація.** Проведеними дослідженнями було відмічено, що вміст Натрію у крові корів залежно від типу вищої нервової діяльності був у цільній крові – 2,5–2,9 г/л. У корів сильного врівноваженого інертного та сильного неврівноваженого типу вищої нервової діяльності вміст металу був відповідно на 2,3 % ($p < 0,01$) та 4,6 % ($p < 0,01$) більшим за такого ніж у корів сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності. В той же час у корів слабого типу вищої нервової діяльності вміст Натрію був більше по відношенню до корів з сильним врівноваженим рухливим типом, у сироватці крові вміст даного металу незалежно від пори року достовірно не відрізнявся. У клітинах крові вміст Натрію залежить від типу вищої нервової діяльності незалежно яка пора року. За результатами проведених досліджень у цільній крові вміст Калію залежно від типу вищої нервової діяльності та пори року був 114–168 мг/100 мл та достовірно різнився по відношенню до тварин, які мали різні типи вищої нервової діяльності. У сироватці крові корів вміст загального Фосфору у корів був 11,9–14,0 мг/100 мл, та не виходив за фізіологічні значення та достовірно не різнився у корів з різними типами вищої нервової діяльності. Достовірний вплив на вміст Фосфору в цільній крові та її сироватці має пора року лише у корів сильного неврівноваженого типу вищої нервової діяльності. Відмічено, що у тварин з різними типами вищої нервової діяльності вміст Кальцію в різних фракціях крові не виходив за фізіологічні межі. Сила, врівноваження та рухливість нервових процесів в різні пори року непов'язана з*

Журенко О. В., Карповський В. І., Трокоз В. О., Криворучко Д. І., Журенко В. В.

вмістом Кальцію у цільній та сироватці крові. Слід відмітити, що влітку основні характеристики нервових процесів обернено пов'язані з вмістом Кальцію в клітинах крові ($r=-0,53-0,57$; $p<0,05$). Тоді, як взимку дані взаємозв'язки недостовірні ($r = -0,32-0,48$).

Отже, на основі проведених досліджень були встановлені залежність між типом вищої нервової діяльності і вмістом макроелементів та взаємозв'язок основних характеристик нервових процесів у корів.

Ключові слова. велика рогата худоба, вища нервова діяльність, регуляція, мінеральний обмін, нервова система

Актуальність проблеми.

Нервова система впливає на функції ряду органів, не тільки через нервові імпульси, а й за допомогою хімічних речовин, що утворюються в клітинах організму [1, 9]. Утворення і надходження в кров багатьох активних хімічних речовин перебуває в свою чергу під регулюючим впливом нервової системи [6]. Мінеральні речовини входять до складу всіх клітин організму, гормонів, ферментів і беруть участь у синтезі важливих сполук, обмінних процесах чим забезпечують постійність внутрішнього середовища організму[4,5,8]. Дослідження взаємозв'язку між особливостями умовно-рефлекторної діяльності тварин та характером роботи внутрішніх органів, систем крові, імунної відповіді, рівнем обмінних процесів були розпочаті ще за життя І. П. Павлова та продовжуються і понині [3]. Загальновідомо, що регуляторним центром всього організму є кора півкуль головного мозку, яка забезпечує постійний та безперервний зв'язок організму із

оточуючим середовищем через умовні та безумовні рефлекси. Тип вищої діяльності виявляє якісне функціонування всього організму вищих тварин, визначає індивідуальні особливості реакції на той чи інший подразник окремої особини [2, 10]. Кортикальна система здійснює швидкий регулюючий вплив, викликаючи при цьому чіткі біохімічні зміни, які швидко відновлюються після закінчення нервового впливу. В організмі трофічна діяльність центральної нервової системи переважно спрямована на регуляцію обміну білків, вуглеводів, жирів, мінеральних речовин і води [6]. Нервова регуляція обміну речовин є найбільш досконалий регулюючий організм, який дозволяє швидко і точно змінювати хід біохімічних процесів у кожній клітині організму через зміни його середовища. Як відомо з літературних джерел, цей вид регуляції здійснюється центральною і периферійною нервовою системою, які тісно пов'язані між собою. Периферична нервова система як відомо складається з двох відділів:

Журенко О. В., Карповський В. І., Трокоз В. О., Криворучко Д. І., Журенко В. В.

соматичного і вегетативного [9]. Передача нервових імпульсів соматичною і вегетативною нервовою системою до периферійних органів і тканин здійснюється за допомогою особливих хімічних речовин – медіаторів, які в мізерно малих кількостях виділяються у синапсах. Поява нервового імпульсу на пресинаптичному кінці нейрона стимулює вивільнення хімічного нейромедіатора [3]. Збудження і гальмування є основними компонентами складно рефлекторної функції вищої нервової діяльності, яка забезпечує найбільш точне і досконале пристосування організму до зовнішнього середовища за допомогою безумовних і умовних рефлексів [7]. Регуляторний вплив, який здійснює центральна нервова система забезпечує взаємозв'язок різних органів та систем між собою, зберігаючи цілісність всього організму. У ссавців вищим центром регуляції соматичних і вегетативних функцій є кора головного мозку, діяльність якої проявляється в організації поведінкових актів, направлених на збереження сталості відносин організму і навколишнього середовища [10]. Дослідження індивідуальних особливостей вмісту макроелементів у крові корів є досить актуальним, що дозволить краще зрозуміти центральні регуляторні механізми їх обміну.

Метою даної роботи було дослідити вміст макроелементів в

крові корів залежно від типу вищої нервової діяльності.

Матеріал і методи досліджень.

Умовно-рефлекторну діяльність корів проводили за методикою розробленою науковцями кафедри біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого. Матеріалом для досліджень були зразки крові тварин отримані із яремної вени. У цільній крові тварин визначали вміст макроелементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою [174].

Результати досліджень.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що вміст Натрію у крові корів залежно від типу вищої нервової діяльності був у цільній крові – 2,5–2,9 г/л. У корів сильного врівноваженого інертного та сильного невраїноваженого типу вищої нервової діяльності вміст металу був відповідно на 2,3 % ($p < 0,01$) та 4,6 % ($p < 0,01$) більшим за такого ніж у корів сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності. В той же час у корів слабого типу вищої нервової діяльності вміст Натрію був більше по відношенню до корів з сильним врівноваженим рухливим типом. У корів з різними типами вищої нервової діяльності в сироватці крові вміст даного металу незалежно від пори року достовірно не відрізнявся.

У клітинах крові вміст Натрію залежить від типу вищої нервової

діяльності незалежно яка пора року. Так, вміст цього металу в клітинах крові корів з СН та слабким типом вищої нервової діяльності був на 10,5–16,2 % ($p < 0,05$ –0,01) та 19,1–20,2 % ($p < 0,01$ –0,001) менше відповідно до показників корів які мали сильний врівноважений рухливий тип нервової системи. У клітинах крові корів які були віднесені до сильного врівноваженого інертного типу вищої нервової діяльності вміст даного металу достовірно не відрізнявся по відношенню до тварин які мали сильний врівноважений рухливий тип нервової системи.

Було відмічено, що пора року чинить значний вплив на вміст Натрію в цільній крові. Саме, у корів з сильним врівноваженим рухливим, сильним врівноваженим інертним, сильним неврівноваженим та слабким типом вищої нервової діяльності вміст Натрію в цільній крові взимку був менший відповідно на 8,9 % ($p < 0,001$), 10,4 % ($p < 0,001$), 11,5 % ($p < 0,001$) та 14,8 % ($p < 0,001$) від таких показників які були у теплу пору року. Відношення вмісту Натрію в клітинах крові до такого в сироватці крові у корів які мали різні типи вищої нервової діяльності є 0,14–0,18 ум. Од. Відношення вмісту Натрію в клітинах крові до такого в сироватці крові корів з сильним неврівноваженим та слабким типом вищої нервової діяльності в теплу та холодну пору року був більше на

13,5–17,4 % ($p < 0,05$) та 15,2–22,1 % ($p < 0,001$). За результатами, які були отримані при дослідженні даного металу, пора року не чинить впливу на відношення вмісту Натрію в клітинах крові до такого в сироватці крові корів з різними типами вищої нервової діяльності.

Вміст Калію у тварин з різними типами вищої нервової діяльності та різних фракціях крові не виходив за фізіологічні межі. Однак, у цільній крові вміст Калію залежно від типу вищої нервової діяльності та пори року був 114–168 мг/100 мл та достовірно різнився по відношенню до тварин, які мали різні типи вищої нервової діяльності. У теплу пору року, у тварин сильного неврівноваженого та слабого типу вищої нервової діяльності вміст Калію був на 17,8 % ($p < 0,05$) та 26,1 % ($p < 0,01$) меншим ніж у корів сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності. У тварин слабого типу в цільній крові вміст даного металу був достовірно меншим на 26,2 % ($p < 0,01$) від такого у корів сильного врівноваженого рухливого типу.

Вміст Калію у сироватці крові корів був 14,5–21,5 мг/100 мл залежно від типу вищої нервової діяльності. За результатами досліджень у корів сильного неврівноваженого типу нервової системи в теплу пору року та слабого типу вміст Калію був меншим на 11,5 % ($p < 0,05$) та 17,8 % ($p < 0,01$) по відношенню до тварин

сильного врівноваженого рухливого типу вищої нервової діяльності. У сироватці крові в холодну пору року тварини слабого типу мали на 26,8 % ($p < 0,01$) менше даного металу відповідно до тварин сильного врівноваженого рухливого типу.

Відмічено, що в різних фракціях крові тварин певний вплив на вміст Калію має пора року. Тварини сильного врівноваженого рухливого типу нервової діяльності вміст Калію у цільній крові та її клітинах достовірно не відрізняється у різні пори року, а в плазмі та сироватці крові був більший на 16,3–18,4 % ($p < 0,05$) взимку від таких показників у теплу пору року. Спостерігали, що у тварин які мали сильний врівноважений інертний та слабкий тип вищої нервової діяльності вміст Калію в різних фракціях крові корів не залежить від пори року. У корів з сильним неврівноваженим типом нервової системи вміст даного металу в різних фракціях крові взимку був більше на 16,5–32,8 % ($p < 0,05$) відповідно до показників цих тварин влітку.

У корів слабого типу вищої нервової діяльності вміст Фосфору був на 14,6–16,8 % ($p < 0,05$) меншим за такого у корів сильного врівноваженого рухливого типу. У сироватці крові корів вміст загального Фосфору у корів був 11,9–14,0 мг/100 мл, та не виходив за фізіологічні значення та достовірно

не різнився у корів з різними типами вищої нервової діяльності.

Вміст Фосфору в клітинах крові корів з сильним неврівноваженим та слабкими типами вищої нервової діяльності влітку був меншим на 6,8–9,4 % ($p < 0,05$) відповідно до показників корів з сильним врівноваженим рухливим типом, а взимку лише у корів з слабким типом вищої нервової діяльності менше на 8,5 % ($p < 0,05$) відповідно до показників корів з сильним врівноваженим рухливим типом.

Достовірний вплив на вміст Фосфору в цільній крові та її сироватці має пора року лише у корів сильного неврівноваженого типу вищої нервової діяльності. Вміст Фосфору у даного типу в цільній та сироватці крові взимку більший на 13,4 % ($p < 0,05$) від таких показників у теплу пору року. На відміну від цього, у корів з іншими типами вищої нервової діяльності відмічено лише відповідну тенденцію. Встановлено, що сила нервових процесів влітку прямо пов'язана з вмістом Фосфору у цільній крові ($r = 0,68$; $p < 0,01$), сироватці ($r = 0,66$; $p < 0,01$) та клітинах крові ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Тоді, як взимку дані взаємозв'язки послаблюються. Так, сила нервових процесів взимку прямо пов'язана з вмістом Фосфору у цільній крові ($r = 0,50$; $p < 0,05$) та клітинах крові ($r = 0,51$; $p < 0,05$).

Отже, на основі проведених досліджень був встановлений

взаємозв'язок основних характеристик нервових процесів у корів з вмістом неорганічного фосфору в крові залежно від пори року.

Влітку сила і врівноваженість нервових процесів була прямо пов'язана з вмістом неорганічного фосфору в сироватці крові ($r = 0,60-0,70$; $p < 0,05-0,01$), тоді, як взимку дані взаємозв'язки посилюються ($r = 0,75-0,82$; $p < 0,001$).

Незалежно від пори року рухливість нервових процесів, невзаємопов'язана з вмістом неорганічного фосфору в сироватці крові корів ($r = 0,08-0,34$).

Таким чином, сила нервових процесів у більшій мірі лімітує вміст Фосфору в крові влітку, тоді, як врівноваженість узимку. На вміст Фосфору та неорганічного Фосфору в цільній крові впливає рухливість нервових процесів в холодну пору року. За результатами проведених досліджень, у тварин з різними типами вищої нервової діяльності вміст Кальцію в різних фракціях крові не виходив за фізіологічні межі. Сила,

врівноваження та рухливість нервових процесів в різні пори року непов'язана з вмістом Кальцію у цільній та сироватці крові. Слід відмітити, що влітку основні характеристики нервових процесів обернено пов'язані з вмістом Кальцію в клітинах крові ($r = -0,53-0,57$; $p < 0,05$). Тоді, як взимку дані взаємозв'язки недостовірні ($r = -0,32-0,48$).

Висновки. На основі проведених досліджень були встановлені залежності між типом вищої нервової діяльності і вмістом макроелементів та взаємозв'язок основних характеристик нервових процесів у корів. Дані дослідження значно розширюють і доповнюють сучасні уявлення про фізіологічні механізми регуляції обміну окремих макроелементів в організмі дійних корів.

Перспективи подальших досліджень. Проведення досліджень впливу сполук нанокитратів металів на ліпідний гомеостаз свиней залежно від вегетативної регуляції.

Список використаних джерел

1. Безух В. М., Чуб О. В., Надточій В. П. Обмін речовин у високопродуктивних корів та його аналіз. Науковий вісник вет. медицини: Збірник наукових праць. Біла Церква. 2011. Вип. 8 (87). С. 5–8.
2. Василів А. П., Карповський В. І., Данчук О. В. Кортикальна регуляція обміну білків у свиней: [монографія]. Київ, 2017. 154 с.
3. Журенко О. В., Карповський В. І., Данчук О. В. Вміст Калію у крові корів з різними типами вищої нервової діяльності.

Аграрний вісник Причорномор'я. 2019. Вип. 93. С. 103–111.

4. Захаренко М. О., Шевченко Л. В., Михальська В. М., Малюга Л. В., Скиба О. О. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин. Вет. медицина України. 2004. №2. С.13–16.

5. Грушанська Н. Г., Долецький С. П. Стан обміну мінеральних речовин в організмі корів у господарствах північно-східної біогеохімічної зони України. Ветеринарна медицина. 2018. Вип. 104. С. 239–242.

Журенко О. В., Карповський В. І., Трокоз В. О., Криворучко Д. І., Журенко В. В.

6. Карповський В.І., Журенко О.В., Трокоз В.О., Постой Р.В., Сисюк Ю.О., Кравченко-Довга Ю.В., Ландаренко Л.С. Кортико-вегетативні взаємини в регуляції фізіологічних функцій організму корів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2016. Т. 18. № 1 (65) ч.2. С. 63–68.

7. Кравченко-Довга Ю. В. Вплив вищої нервової діяльності на обмін мікроелементів у організмі корів. Наукові доповіді НУБіП України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва. 2018. № 3 (73), Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10825/9468>.

8. Нелипа П. О., Карповський В. І., Мазуркевич А.Й. [та ін.] Вітамінно-мінеральний статус новонароджених телят в нормі та при патології. Науковий вісник Національного аграрного університету. К. 1998. Вип. 11. С. 22–30.

9. Паска М. З. Фізіологічний статус організму бугайців Волинської м'ясної породи залежно від типів вищої нервової діяльності. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок. Львів, 2011. Вип. 12, № 3-4. С. 29–35.

10. Трокоз В. О. Умовно-рефлекторна діяльність і типологічні властивості нервової системи свиней під впливом зовнішніх подразників. Науковий вісник національного аграрного університету. К.: НАУ, 2004. № 78. С. 196–206

Reference

1. Bezukh V. M., Chub O. V., Nadtochiy V. P. (2011). Speech exchange in highly productive cows and yogo analysis. Science Bulletin Vet. medicine: Collection of scientific works. Bela Church. V. 8 (87). pp. 5–8. [in Ukrainian].

2. Vasiliv A. P., Karpovsky V. I., Danchuk O. V. (2017). Cortical regulation of protein turnover in pigs: [monograph]. Kiev, 154 p.

3. Zhurenko O. V., Karpovsky V. I., Danchuk O. V. (2019). Instead of potassium in

the blood of cows with different types of higher nervous activity. Agrarian Bulletin of the Black Sea. V. 93. pp. 103–111. [in Ukrainian].

4. Zakharenko M. O., Shevchenko L. V., Mikhalska V. M., Malyuga L. V., Skiba O. O. (2004). The role of microelements in the life of creatures. Vet. Ukrainian medicine. No. 2. pp.13–16. [in Ukrainian].

5. Hrushanska N. G., Doletsky S. P. (2018). The mill for the exchange of mineral speeches in the organisms of cows in the states of the pivnichno-skhidnoï biogeochemical zone of Ukraine. Veterinary medicine. V. 104, pp. 239–242. [in Ukrainian].

6. Karpovsky V.I., Zhurenko O.V., Trokoz V.O., Postoy R.V., Sisyuk Yu.O., Kravchenko-Dovga Yu.V., Landarenko L.S. (2016). Cortico-vegetative mutually in the regulation of physiological functions of the organism of cows. Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z.Gzhitsky. T. 18. No. 1 (65) part 2. pp. 63–68. [in Ukrainian].

7. Kravchenko-Dovga Yu. V. (2018). Injection of the highest nervous activity on the exchange of microelements in the organisms of cows. Scientific dopovid NUBiP Ukraine. Series: Veterinary medicine, quality and safety of products. No. 3 (73), Access Mode: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10825/9468>.

8. Nelipa P. O., Karpovsky V. I., Mazurkevich A. I. [ta in.] (1998). Vitamin and mineral status of new born calves in normal and pathological conditions. Scientific Bulletin of the National Agrarian University. V. 11. S. 22–30. [in Ukrainian].

9. Paska M. Z. (2011). The physiological status of the organism of the Volinsky meat breed is fallow in types of higher nervous activity. Scientific and technical bulletin of the Institute of Biology of Animals and the State Scientific Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives. Lviv. V. 12, nos. 3-4. pp. 29–35.

10. Trokoz V. O. (2004). Mentally-reflex activity and typological power of the nervous system of pigs under the influence of outward podrazniki. Scientific Bulletin of the National Agrarian University. K.: NAU. No. 78. S. 196–206. [in Ukrainian].

**REGULATION OF THE MACROELEMENT METABOLISM IN COWS
DEPENDING ON THE TYPE OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY****O. Zhurenko, V. Karpovskyi, V. Trokoz, D. Kryvoruchko, V. Zhurenko**

Abstract. Conducted studies have shown that the content of sodium in the whole blood of cows, depending on the type of higher nervous activity, was 2.5–2.9 g/l. In cows of a strong balanced inert and strong unbalanced type of higher nervous activity the metal content was, respectively, 2.3% ($p < 0.01$) and 4.6% ($p < 0.01$) higher than in cows of a strong balanced mobile type. At the same time, in cows of a weak type of higher nervous activity, the sodium content was higher compared to cows with a strong, balanced, mobile type, the content of this metal in blood serum did not differ reliably regardless of the season. The sodium content in blood cells depends on the type of higher nervous activity regardless of the season. According to the results of the studies, the potassium content in whole blood depending on the type of higher nervous activity and the season, was 114–168 mg/100 ml and differed reliably in animals that had different types of higher nervous activity. In the blood serum of cows, the content of total phosphorus was 11.9–14.0 mg/100 ml, but did not exceed physiological values and did not differ reliably in cows with different types of higher nervous activity. The season has a significant effect on the phosphorus content in whole blood and its serum only in cows of a strong unbalanced type of higher nervous activity. It was noted that in animals with different types of higher nervous activity, the calcium content in different blood fractions did not exceed physiological limits. The strength, balance and mobility of nervous processes at different times of the year are not related to the calcium content in whole blood and serum. It should be noted that in summer the main characteristics of nervous processes are inversely related to the content of calcium in blood cells ($r = -0.53$ – -0.57 ; $p < 0.05$). Thus in winter these correlations are unreliable ($r = -0.32$ – -0.48).

Therefore, the dependence between the type of higher nervous activity and the content of macroelements and the relationship between the main characteristics of nervous processes in cows were established on the basis of the conducted studies.

Key words: cattle, higher nervous activity, nerve regulation, mineral exchange, nervous system

ЗБЕРІГАННЯ ЕРИТРОЦИТАРНОЇ МАСИ КОНЕЙ ТА КОНТРОЛЬ ЇЇ СТЕРИЛЬНОСТІ

Д. В. ТАРНАВСЬКИЙ, асистент

E-mail: targal@ukr.net

О. В. ЄГОРОВ, аспірант

E-mail: o.yehorov@it.nubip.edu.ua

М. О. МАЛЮК, доктор ветеринарних наук, доцент

E-mail: nikolai_malyuk@ukr.net

Г. В. КОЗЛОВСЬКА кандидат доктор ветеринарних наук, доцент

E-mail: kozlovska@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.008>

Анотація. На даний час переливання крові слід розцінювати як операцію трансплантації тканини організму з усіма наслідками – можливим відторгненням клітинних і плазмових компонентів крові, розвитком алосенсибілізації до антигенів клітин крові і білків плазми, а також, при імунodefіцитному стані хворого, можливим розвитком життєво небезпечної реакції "Трансплантат проти господаря".

Еритроцитна маса - трансфузійне середовище, що містить не менше 70 % еритроцитів, що є оптимальною в терапії анемічного синдрому. При рівних обсягах порівняно з цільною кров'ю еритроцитарна маса містить більшу кількість еритроцитів, але значно менше цитрату, продуктів розпаду клітин, клітинних та білкових антигенів та антитіл. Трансфузії еритроцитарної маси займають чільне місце в трансфузійній терапії, що має на меті заповнення дефіциту еритроцитів при анемічних станах.

Нами було дослідження 5 зразків консервованої еритроцитарної маси від клінічно здорових коней. Кров відбирали закритим методом з наступним відділенням еритроцитарної маси центрифугуванням. Зберігали масу в холодильнику при температурі 2-6°C впродовж 30 діб.

Посів кожного зразка проводили у товщу поживного середовища. Посіви в тіогліколевому середовищі і контрольні пробірки інкубували у термостаті за температури 20-25°C і за температури 30-35°C, з середовищем Сабуро – за температури 20-25°C. Термін інкубації посівів у термостаті в обох поживних середовищах становив 14 діб.

За результатами бактеріологічного дослідження проб еритроцитарної маси коней після їхнього зберігання, жодної нестерильної проби не було виявлено.

Отже, метод забору крові з використанням закритих систем, є надійним та дає змогу одержувати донорську кров та компоненти крові без втрати стерильності за тривалого терміну зберігання.

Ключові слова: еритроцитарна маса крові коней, мікробна контамінація, стерильність донорської кров

Актуальність. Переливання цільної крові або клітин крові показані при лікуванні гострої кровотечі або важкої анемії у коней. Переливання крові у коней не часто проводиться, тому практикуючі лікарі повинні бути готові відібрати кров та використати її належним чином як один із заходів збереження життя. Є деякі важливі відмінності в зберіганні, попередньому перед-трансфузійному тестуванні та використанні крові коней в порівнянні з дрібними тваринами.

Переливання компонентів крові – це лікувальний процес, що полягає у введенні в кровоносне русло хворого донорської крові та/або її компонентів, заготовлених від донора чи самого реципієнта.

Операція по переливанню компонентів крові супроводжується для реципієнта як позитивними, так і негативними наслідками. При переливанні незбираної консервованої крові, особливо тривалих (більше 7 доби) термінів зберігання, реципієнт отримує поряд з необхідними йому компонентами функціонально неповноцінні тромбоцити, продукти розпаду лейкоцитів, антитіла та антигени, які можуть стати причиною посттрансфузійних реакцій та ускладнень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відколи було встановлено, що трансфузії крові та її компонентів можуть стати джерелом інфекційних захворювань (Allain, J 2005), проводяться спроби уникнути передачі патогенів. Забезпечення безпечних трансфузій, за визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, є обов'язком органів охорони здоров'я кожної країни.

На сьогоднішній день розроблено велику кількість методів профілактики трансфузійної передачі інфекцій: анкетування та скринінг донорів, високочутливі тести ідентифікації інфекційних агентів, високоефективні антисептики для обробки шкіри в місці венепункції, удосконалені системи та технології заготівлі крові та її компонентів, карантізація плазми, посіви компонентів крові на бактеріальну культуру (Allain, J, Busch, M., 2006). Однак, не дивлячись на досягнуті успіхи, ризик інфікування не виключено.

Бактеріальна контамінація найчастіше виникає при венепункції, однак може статися на будь-якому технологічному етапі заготівлі компонентів крові і тому є константно присутньою загрозою безпеки реципієнтів.

Зберігання у холодних умовах перешкоджає зростанню чи знищує деякі бактерії, що робить еритроцитарні компоненти більш безпечними на відміну від тромбоцитних компонентів, що зберігаються за кімнатної температури (Brecher, M 2005). Найбільш частим джерелом бактеріального забруднення продуктів крові є шкіра в місці пункції вени (de Korte, D 2002). Методи дезінфекції шкіри постійно удосконалюються, але усунули фактор контамінації повністю не вдається (de Korte, D 2002, de Korte, D 2005).

Прихована бактеріємія донорів також може бути джерелом бактеріального забруднення продуктів крові, хоча трапляється вкрай рідко. Найчастіше джерелом бактеріємії донорів є доброякісна флора кишковика. Концентрація бактерій за прихованої бактеріємії у донорів, як правило, низька і становить менше 10 КУО (колонієутворююча одиниця)/мл. Це пов'язано з тим, що виражена бактеріємія супроводжується відповідною клінічною картиною (лихоманка, шок та ін.) (Goodrich, R 2010).

У процесі донації компоненти крові зазвичай забруднюються невеликою кількістю бактерій, близько 10-100 КУО (колонієутворююча одиниця) [Brecher, M 2000]. Найчастішими

причинами (80-90 % випадків) фатальних результатів, пов'язаних з нестерильною трансфузією, є наступні мікроорганізми: *Staphylococcus spp.*, *E. coli*, *B. cereus*, *Y. enterocolitica*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii* та *P. acnes*. Тому важливе клінічне значення мають методи інактивації саме цих бактерій (Goodrich, R 2009).

Мета дослідження. Здійснити дослідження проб еритроцитарної маси крові коней на стерильність після їх гіпотермічного зберігання впродовж 30 діб.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом для дослідження були зразки еритроцитарної маси крові від 5 коней. Відбір проб крові проводили з врахуванням законів асептики та антисептики.

Обробка шкіри операційного поля.

1. Йодонат являє собою йодофор, в якому в якості носія йоду використовується суміш алкилсульфатів натрію. Йодонат має бактерицидну, фунгіцидну і спороцидну дію. Випускається у флаконах у 5 % концентрації вільного йоду.

Для обробки операційного поля робочий розчин йодоната (1 % від вільного йоду) готують *ex tempore* шляхом розведення вихідного розчину в 5 раз стерильної води. Шкіру операційного поля донора обробляють двократно ватними

Тарнавський Д. В., Сторов О. В., Малюк М. О., Козловська Г. В.

тампонами, змоченими в 5 мл 1 % розчину йодоната.

2. Хлоргексидин біглюконат. Шкіру двократно протирають ватними тампонами, змоченими в 0,5 % спиртовому розчині хлоргексидину.

3. Йодопирон. Операційне поле обробляють двократно ватними тампонами, змоченими по 5-7 мл 1 % розчину йодопірону.

Обробка рук персоналу.

1. Хлоргексидин біглюконат (гібітан) володіє антибактеріальними властивостями. Випускається у вигляді 20 % водного розчину в скляних бутілках ємністю до 500 мл. Для обробки рук використовують 0,5 % спиртового розчину препарату. Для отримання розчину препарат розводять у 70 % спирті у співвідношенні 1:40. Після попереднього миття рук з милом і подальшого висушування стерильною салфеткою руки обробляють ватними тампонами, змоченими в 0,5 % спиртовому

розчині хлоргексидину протягом 2-3 хвилин.

2. Йодопирон являє собою суміш йоду з полівінілпіролідом. Препарат володіє бактерицидною активністю, виробляється у флаконах. У порівнянні з йодом має ряд переваг: розчинений у воді, стійкий при збереженні, не токсичний, не має запаху, не викликає алергічних шкірних проявів. Для обробки рук використовують 0,1 % розчин йодопірону. Після попереднього миття рук з милом і після висушування стерильною салфеткою, руки обробляють протягом 2-3 хв ватними тампонами, змоченими в 5 мл 0,1 % розчину йодопірону.

Донорська кров коней була заготовлена закритим методом в подвійні полімерні контейнери з CPDA (рис. 1), та після центрифугування при 2500 об/хв впродовж 20 хв була відділена плазма та отримана еритроцитарна маса крові коней (рис. 2).



Рис.1 Відбір крові у коня-донора

Зразки зберігались за температури 2-6°C впродовж 30 діб в умовах холодильної камери (рис. 3). По закінченню терміну зберігання зразки були направлені на бактеріологічне дослідження, яке проводили згідно затвердженої Інструкції МОЗ України. Посів кожного зразка проводили у товщу поживного середовища. Кожен зразок засівали по 1 мл кожного у дві пробірки, які містять по 20 мл тіогліколевого середовища та одну пробірку з 20 мл середовища Сабуро (рідкого). Паралельно дві пробірки з тіогліколевим середовищем і одну з середовищем Сабуро залишали

незасіяними для контролю стерильності поживних середовищ на весь період інкубації досліджуваних зразків. Посіви в тіогліколевому середовищі і контрольні пробірки інкубували у термостаті за температури 20-25°C і за температури 30-35°C, з середовищем Сабуро - за

температури 20-25°C. Термін інкубації посівів у термостаті в обох поживних середовищах становив 14 діб. Посіви переглядали щоденно. Наявність росту мікроорганізмів у поживних середовищах оцінювали візуально макро- і мікроскопічно.

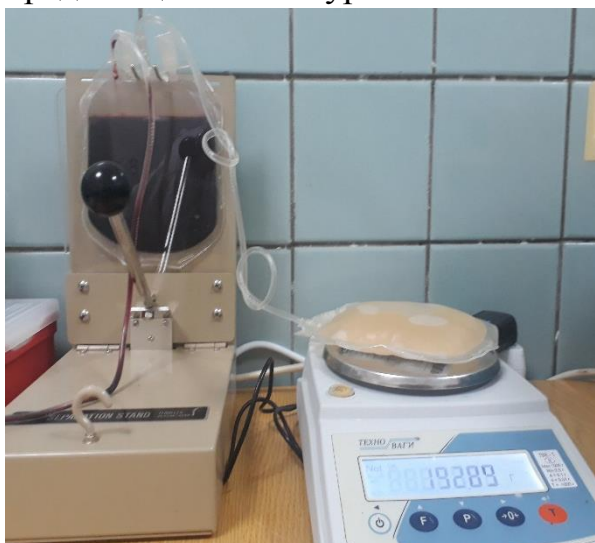


Рисунок 2. Розділення крові на компоненти

Результати дослідження. У результаті проведених досліджень нами було досліджено 5 проб консервованої еритроцитарної маси крові коней, які були використані в якості донорів в умовах ННЛ «Банк крові тварин» НУБіП України та Кінно-спортивний Клуб «Магнат», село Чубинське, Київська область,



Рисунок 3. Еритроцитарна маса коня у холодильній камері

Україна. Дані проби крові були досліджені на стерильність через 30 діб зберігання за температури 2-6 °C в холодильній камері.

Впродовж гіпотермічного зберігання при зовнішньому огляді полімерних контейнерів з дослідними зразками еритроцитарної маси коней, у жодному з них не було виявлено

ознак бактеріального росту: зміни кольору крові від темно-бузкового до світло-червоного чи зеленого, ознак гемолізу верхніх шарів еритроцитарної маси, наявність видимих згустків.

Результати бактеріологічного дослідження зразків еритроцитарної маси за використання тіогліколевого середовища і середовища Сабуро

показали, що всі 5 дослідних зразків з терміном зберігання 30 діб були стерильні. Результати досліджень вносили у журнал у вигляді таблиці

Встановлено, що ріст мікроорганізмів в усіх поживних середовищах був відсутній. Тобто усі досліджувані зразки еритроцитарної маси крові коней відповідають вимогам стерильності.

1. Результати дослідження зразків на стерильність

Тварина	Контамінація	Ступінь контамінації
1	–	–
2	–	–
3	–	–
4	–	–
5	–	–

*Примітка: – - забруднення відсутнє, + - контамінація має місце, * - слабка ступінь, ** - помірна ступінь, *** - значна контамінація*

Висновки.

За результатами бактеріологічного дослідження зразків еритроцитарної маси коней, які зберігалися впродовж 30 діб встановлено, що усі досліджувані зразки еритроцитарної маси крові коней відповідають вимогам стерильності.

Результати наших досліджень стверджують, що закритий спосіб відбору крові у коней із дотриманням вимог асептики і антисептики та умови зберігання еритроцитарної маси в умовах ННЛ «Банк крові тварин» НУБіП України є безпечними щодо можливої її контамінації.

Список використаних джерел

1. Allain, J., Bianco, C., Blajchman, M., Brecher, M., Busch, M., Leiby, D., Lin, L., Stramer, S. Protecting the blood supply from emerging pathogens: the role of pathogen inactivation. *Transfusion Medicine Reviews*. 2005. 19. p. 110–126.
2. Busch, M. Transfusion-transmitted viral infections: building bridges to transfusion medicine to reduce risks and understand epidemiology and pathogenesis. *Transfusion*. 2006. 46(9). p.1624-1640

3. Brecher, M., Hay, S. Bacterial contamination of blood components. *Clinical Microbiology Reviews*. 2005. 18. p. 195-204.

4. de Korte, D., Marcelis, J., Verhoeven, A., Soeterboek, A. Diversion of first blood volume results in a reduction of bacterial contamination for whole blood collections. *Vox Sanguinis*. 2002. 83. p. 13-16.

5. de Korte, D., Curvers, J., de Kort, W., Hoekstra, T., van der Poel, C., Beckers, E., Marcelis, J. Effects of skin disinfection method, deviation bag, and bacterial screening on

Тарнавський Д. В., Єгоров О. В., Малюк М. О., Козловська Г. В.

clinical safety of platelet transfusions in the Netherlands. *Transfusion*. 2006. 46. p. 476-485.

6. Brecher, M., Holland, P., Pineda, A., Tegtmeier, G., Yomtovian, R. Growth of bacteria in inoculated platelets: implications for bacteria detection and the extension of platelet storage. *Transfusion*. 2000. 40. p. 1308-1312

7. Goodrich, R., Custer, B., Keil, S., Busch, M. Defining «adequate» pathogen reduction performance for transfused blood components. *Transfusion*. 2010. 50(8). p. 1827-1837.

8. Goodrich, R., Gilmour, D., Hovenga, N., Keil, S. A laboratory comparison of pathogen reduction technology treatment and culture of platelet products for addressing bacterial contamination concerns. *Transfusion*. 2009. 49. p. 1205-1216.

References

1. Allain, J., Bianco, C., Blajchman, M., Brecher, M., Busch, M., Leiby, D., Lin, L., Stramer, S. (2005). Protecting the blood supply from emerging pathogens: the role of pathogen inactivation. *Transfusion Medicine Reviews*. 19. p. 110–126.

2. Busch, M. (2006). Transfusion-transmitted viral infections: building bridges to transfusion medicine to reduce risks and understand epidemiology and pathogenesis. *Transfusion*. 46(9). p.1624-1640

3. Brecher, M., Hay, S. (2005). Bacterial contamination of blood components. *Clinical Microbiology Reviews*. 18. p. 195-204.

4. de Korte, D., Marcelis, J., Verhoeven, A., Soeterboek, A. (2002). Diversion of first blood volume results in a reduction of bacterial contamination for whole blood collections. *Vox Sanguinis*. 83. p. 13-16.

5. de Korte, D., Curvers, J., de Kort, W., Hoekstra, T., van der Poel, C, Beckers, E., Marcelis, J. (2006). Effects of skin disinfection method, deviation bag, and bacterial screening on clinical safety of platelet transfusions in the Netherlands. *Transfusion*. 46. p. 476-485.

6. Brecher, M., Holland, P., Pineda, A., Tegtmeier, G., Yomtovian, R. (2000). Growth of bacteria in inoculated platelets: implications for bacteria detection and the extension of platelet storage. *Transfusion*. 40. p. 1308-1312

7. Goodrich, R., Custer, B., Keil, S., Busch, M. (2010). Defining «adequate» pathogen reduction performance for transfused blood components. *Transfusion*. 50(8). p. 1827-1837.

8. Goodrich, R., Gilmour, D., Hovenga, N., Keil, S. (2009). A laboratory comparison of pathogen reduction technology treatment and culture of platelet products for addressing bacterial contamination concerns. *Transfusion*. 49. p. 1205-1216.

STORAGE OF ERYTHROCYTE MASS OF HORSES AND CONTROL OF ITS STERILITY

D. V. Tarnavskiy, O. V. Egorov, M. O. Malyuk, G. V. Kozlovskaya

Abstract. *Currently, blood transfusion should be considered as a tissue transplantation operation with all the consequences - possible rejection of cellular and plasma components of blood, development of allosensitization to antigens of blood cells and plasma proteins, as well as, in the case of an immunodeficient patient, the possible development of a life-threatening reaction "Transplant against host".*

Erythrocyte mass is a transfusion medium containing at least 70% erythrocytes, which is optimal in the treatment of anemic syndrome. At equal volumes compared to whole blood, the erythrocyte mass contains a larger number of erythrocytes, but significantly less citrate, products of cell decay, cellular and protein antigens, and antibodies. Transfusions of erythrocyte mass occupy a prominent place in transfusion therapy, which aims to fill the deficiency of erythrocytes in anemic conditions.

We studied 5 samples of preserved erythrocyte mass from clinically healthy horses. Blood was collected by a closed method followed by separation of the

Тарнавський Д. В., Єгоров О. В., Малюк М. О., Козловська Г. В.

erythrocyte mass by centrifugation. The mass was stored in a refrigerator at a temperature of 2-6°C for 30 days.

Sowing of each sample was carried out in the thickness of the nutrient medium. Cultures in a thioglycol medium and control tubes were incubated in a thermostat at a temperature of 20-25°C and at a temperature of 30-35°C, with a Sabouraud medium at a temperature of 20-25°C. The term of incubation of crops in a thermostat in both nutrient media was 14 days.

According to the results of bacteriological examination of samples of erythrocyte mass of horses after their storage, not a single non-sterile sample was found.

Therefore, the method of blood collection using closed systems is reliable and makes it possible to receive donor blood and blood components without loss of sterility during a long storage period.

Key words: *erythrocyte mass of horse blood, microbial contamination, sterility of donor blood*

ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ХВОРОБ ТВАРИН**М. О. ЖУКОВСЬКИЙ**, асистент**В. В. НЕДОСЄКОВ**, доктор ветеринарних наук, професор*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: nfvm@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.009>

***Анотація.** Економічний аналіз хвороб тварин є одним з компонентів економіки здоров'я тварин. У нас в країні масштаби економіки здоров'я тварин були досить скромними. Концепція була основана на втратах (збитках) через хвороби і аналізом витрат та вигод стратегій контролю чи подолання хвороб. Цю роботу можна назвати економічним аналізом хвороб тварин і стратегіями ліквідації умовно.*

У статті ґрунтовно структуровано компоненти економічного аналізу хвороб тварин. Розглянуто кожен з компонентів та виділено особливості. На нашу думку, економічний аналіз хвороб тварин в першу чергу включає економічну ефективність ветеринарних заходів та її складові, економію трудових і матеріальних ресурсів унаслідок застосування більш ефективних засобів і методів профілактики хвороб і лікування тварин, економію в суміжних галузях, стратегію, прогнозування та моделювання проведення ветеринарних заходів.

Економічний аналіз хвороб тварин дозволяє визначити прибутковість конкретних програм боротьби з хворобами та управління здоров'ям тварин. Вплив хвороб тварин у виробничій системі (тваринництво різних рівнів) полягає в зниженні рентабельності та результатів виробничої діяльності. Наслідки захворювання можна розділити на дві групи: прямі та непрямі втрати.

***Ключові слова:** економічний аналіз хвороб тварин, економічна ефективність ветеринарних заходів, економіка охорони здоров'я тварин, тваринництво, протиепізоотичні заходи*

Актуальність та постановка проблеми. Близько 65 % населення нашої країни зараз живуть у міських умовах, де вони мають кращий доступ до роботи, вищий рівень життя у порівнянні з сільськими територіями, краще розвинену соціальну сферу та спрощений доступ до благ цивілізації, але обмежений або взагалі відсутній доступ до землі, худоби та виробництва їжі. Це передбачає залежність більшості людей від

сільськогосподарських товаровиробників. Тому, ефективне функціонування цієї галузі економіки, зокрема, галузі тваринництва, що охоплює всі аспекти: виробництво, постачання, переробку, логістику та збут, стало стратегічно важливим питанням для гарантування продовольчої безпеки України.

Актуальним є отримання знань на стикові різних спеціальностей та

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

забезпечення економічного обґрунтування будь-якої ветеринарної діяльності по покращенню та захисту здоров'я тварин з боку фінансування та організації заходів. Малодослідженими наразі є теоретичні засади та економічні інструменти, що висвітлюють проблеми здоров'я тварин та функціонування служб ветеринарної медицини. На виробничому рівні економічна теорія та інструменти особливо важливі при плануванні ветеринарних заходів, розподілі фінансових ресурсів, ефективності протиепізоотичної роботи та забезпеченні належного рівня ветеринарного обслуговування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Економічний аналіз хвороб тварин, як один з елементів економіки здоров'я тварин вже доволі вдало інтегрувався в навчальні програми підготовки студентів провідних факультетів ветеринарної медицини світу. Але актуальними питаннями цього напрямку досліджень займалась і займається, наразі, дуже невелика група вчених, консультантів та вузькопрофільних спеціалістів. Серед них можна виділити: Anteneha E., Bennet R. M., Carpenter T. E., Dijkhuizen, A.A., Ellis, P.R., Hansson H., Hugh-Jones, M.E., McInerney, J.P., Mlangwa J.E.D., Morris, R.S., Otte M.J., Perry, B.D., Rushton, J., Stott, A.W., Tisdell C. та інші [1,2,3,4,5,6,8,9,10,11, 13,14,15,17,18,19].

Мета дослідження — структурувати компоненти економічного аналізу хвороб тварин та превентивних ветеринарних заходів. Розглянути кожен з компонентів, виділити особливості та значення. Оцінити актуальний стан досліджень з цього напрямку в Україні.

Матеріали та методи дослідження. Матеріали досліджень слугували: дані літературних джерел, статистична інформація. Використано статистичний, аналітичний, історичний, системний методи, а також системно-діяльнісний підхід.

Результати дослідження та їх обговорення. У світі в сільському господарстві зайнято більше 700 млн осіб, в Україні близько трьох мільйонів. Це колосальний ринок праці, де кількість зайнятих осіб не залежить від моди, політичних рішень, міжнародних конфліктів та інших факторів макросередовища, а головне це значна частина світової економіки. Значення сільськогосподарських тварин та їх здоров'я в сучасному світі важко переоцінити. Насамперед це продовольча безпека людей і країн.

У зв'язку з повномаштабною війною ВВП країни різко скоротився, а багато галузей економіки втратили свою провідну роль. Саме сільське господарство стало бюджетотворюючою галуззю економіки, а забезпечення здоров'я та

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

благополуччя тварин, і відповідно, продовольчої безпеки країни є надважливим завданням.

Розвиток світового ринку продовольства свідчить про те, що в довгостроковій перспективі дефіцит продовольчих ресурсів збережеться, кон'юнктура ринку залишиться нестабільною, а торгівля продовжить розвиватися під впливом не тільки природної конкуренції, але й політичних і військових чинників. Країни, які виступають в якості основних виробників та експортерів продовольства, будуть як і раніше збільшувати державну підтримку аграрного сектора, змінюючи її структуру і підвищуючи ефективність.

Економічний аналіз хвороб тварин є одним з компонентів економіки здоров'я тварин [12,20,21,24,25,28,29]. У нас в країні масштаби економіки здоров'я тварин були досить скромними. Концепція була основана на втратах (збитках) через хвороби і аналізом витрат та вигод стратегій контролю чи подолання хвороб. Цю роботу можна назвати економічним аналізом хвороб тварин і стратегіями ліквідації умовно. У минулому мало використовувались економічні принципи і методи для аналізу ветеринарних систем, управління такими системами та багато іншого. У світі дана ситуація змінилась ще кілька десятиліть тому з вкладом фахівців з розвитку тваринництва,

політологів, економістів і ветеринарних лікарів, які були зацікавлені в абсолютно нових принципах управління ветеринарними системами та аналізом ефективності профілактики, діагностики та лікування хвороб тварин.

Розвиток економічного аналізу хвороб тварин позитивно вплинув на: фінансування служб ветеринарної медицини у різних країнах; якість ветеринарних послуг; розподіл обов'язків між державою та приватно практикуючими лікарями; планування та рівень фінансування протиепізоотичних заходів.

Економічний аналіз хвороб тварин та рішення прийняті на його основі напряму впливають на ефективність тваринництва в цілому, оскільки тільки від здорових тварин можна отримати заплановану кількість якісної і безпечної продукції.

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації FAO, навіть у розвинених країнах Європи та Північної Америки втрати від різних захворювань худоби складають 10–20 % вартості продукції тваринництва. Для країн з перехідною економікою цей показник сягає 30–40 %. Лише тільки від ектопаразитозів щорічний збиток у світовому масштабі сягає 7 млрд дол США [7].

На нашу думку, економічний аналіз хвороб тварин в першу чергу включає економічну ефективність

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

ветеринарних заходів, що являє собою суму втрат у тваринництві, які вдалось попередити, додаткову вартість, одержану за рахунок збільшення кількості продукції, підвищення її якості, економію трудових і матеріальних ресурсів унаслідок застосування більш ефективних засобів і методів

профілактики хвороб і лікування тварин, економію в суміжних галузях, стратегію, прогнозування та моделювання проведення ветеринарних заходів. (рис. 1).

Розрізняють планову, фактичну, галузеву і національну економічну ефективність.

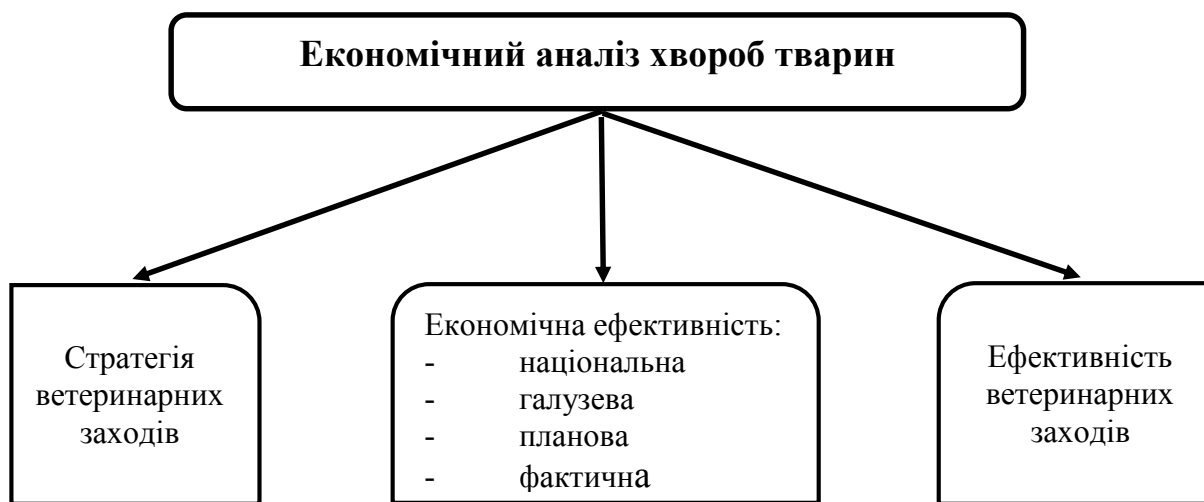


Рис. 1. Компоненти економічного аналізу хвороб тварин

Планова економічна ефективність визначається при обґрунтуванні планів профілактики заразних і незаразних хвороб, засобів і способів лікування тварин тощо.

Фактична економічна ефективність розраховується за наслідками здійснення комплексу профілактичних, оздоровчих і лікувальних заходів, застосування окремих методів лікування, засобів та обладнання.

Галузева економічна ефективність розраховується за наслідками здійснення ветеринарних заходів, зокрема, профілактичних,

протиєпізоотичних, оздоровлення по певній галузі тваринництва.

Національна економічна ефективність розраховується за наслідками ветеринарних заходів, що були проведені по галузі тваринництва в цілому по країні та мали вплив на інші суміжні галузі: переробну, харчову, міжнародну торгівлю та інші.

Методологія й методика оцінки економічної ефективності ветеринарних заходів у тваринництві передбачає, насамперед, необхідність всебічного врахування великої кількості лікувальних та профілактичних заходів,

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

обґрунтування економічної доцільності їх проведення як співвідношення витрат і отриманого ефекту у діючому та майбутньому періодах. Із цією метою доцільно застосовувати як загальноприйняті методи і методики оцінки виробничої діяльності та надання послуг, так і спеціальні методи і показники, які дають змогу виявити ефективність затрат праці ветеринарних спеціалістів та її продуктивність, вартість, ціну і економічну доцільність проведення тих чи інших профілактичних заходів, засобів і методів боротьби з різними хворобами тварин.

Різноманіття об'єктів ветеринарної діяльності, різні напрями ветеринарної роботи потребують урахування складної сукупності фінансово-економічних показників і методів їх розрахунку. Вони також є основою для планування, прогнозування та моделювання проведення ветеринарних заходів на перспективу. Необхідно відзначити, що оцінка економічної ефективності профілактичних і лікувальних заходів у ветеринарній діяльності є складною економіко-математичною задачею з необхідністю врахування значної кількості чинників впливу, отже, статистичних імовірностей. Це необхідно чітко розуміти й направляти хід своїх розрахунків на одержання достовірного результату [27]. До чинників, завдяки впливу

яких розрахунки економічної ефективності в більшості випадків є не абсолютно достовірними, а вірогідними, належать такі як:

-захворюваність

сільськогосподарських тварин може сильно змінюватися з року в рік навіть у відносно стабільних умовах, вона являє собою вкрай складний, значною мірою випадковий процес, заснований на дії багатьох факторів і процесів;

-процес виникнення й перебігу інфекційних хвороб контролюється за допомогою лабораторно-діагностичних досліджень і специфічною профілактикою, схемою лікування при незаразних хворобах, а також комплексом інших нестабільних факторів, багато з яких, включаючи фізіологічні особливості організму кожної тварини, санітарно-гігієнічні умови утримання, рівень та якість годівлі тварин, захворюваність у попередні роки, обсяги фінансування ветеринарних заходів, і все це, досить важко прогнозувати в динаміці.

Економічна ефективність ветеринарних заходів може розраховуватись для способу лікування чи профілактики, однієї тварини, групи тварин, фермерського господарства, сільськогосподарського підприємства, тваринницького комплексу, населеного пункту, району, регіону, області, галузі, країни.

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

Показниками економічної ефективності ветеринарних заходів є:

1. Зниження рівня захворюваності і смертності тварин;
2. Зменшення розміру заподіяних збитків та втрат;
3. Підвищення продуктивності тварин;
4. Збільшення кількості виробленої продукції тваринництва;
5. Зменшення витрат корму на одиницю продукції;
6. Зниження собівартості одиниці продукції;
7. Підвищення рентабельності та збільшення прибутку.

Також, економічний аналіз хвороб тварин дозволяє визначити прибутковість конкретних програм боротьби з хворобами та управління здоров'ям тварин. Шляхом економічного аналізу, кількісної оцінки економічних наслідків заподіяних хворобами тварин можна розробити підходи для оптимізації рішень щодо проведення ветеринарних заходів у майбутньому і таким чином здійснювати управління здоров'ям тварин [1].

Прикладом економічних втрат внаслідок захворювання тварин на незаразні хвороби можна обрати втрати внаслідок маститу корів. Дане захворювання наносить як прямі економічні втрати власникам тварин та молокопереробним підприємствам так і опосередковані, зниження якості продукції яка споживається людьми.

А втрати що завдає дане захворювання сягають 75-500 євро на одну корову в різних країнах ЄС.

Що стосується інфекційних захворювань, то відповідно до офіційних даних річних звітів обласних відділень Держпродспожислужби України в період з 2009 по 2018 роки на сказ захворіло 1762 сільськогосподарські тварини. Левова частка з них 1512 гол або 85,8 % велика рогата худоба. Протягом цього 10 річного періоду сума економічного збитку, обумовленого сказом всіх видів сільськогосподарських тварин склала 81701 тис грн. На ВРХ припадає 80650 тис грн [26].

Вплив хвороб тварин у виробничій системі (тваринництво різних рівнів) полягає в зниженні рентабельності та результатів виробничої діяльності. Наслідки захворювання можна розділити на дві групи: прямі та непрямі втрати (збитки) [14]. До прямих втрат слід віднести:

- хвороби руйнують головний ресурс тваринництва, призводять до загибелі тварин або стають причиною їх масового знищення;

- хвороби знижують ефективність та продуктивність виробничих процесів, як приклад зниження засвоєння кормів;

- хвороби знижують продуктивність тварин, а саме знижуються надій, виробництво яєць, приріст живої ваги, а головне,

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

знижується якість і вартість продукції.

Непрямі втрати включають наступне:

- ветеринарні витрати для профілактики, ліквідації чи лікування хвороб тварин (вакцинація, ветеринарні препарати, витрати на карантин, тощо);

- шкода заподіяна здоров'ю людей внаслідок зоонозів чи споживання неякісної зараженої продукції;

- неоптимальне використання ресурсів що є в наявності шляхом внесення примусових змін у виробництво (закриття експортних ринків внаслідок епізоотичного неблагополуччя, інше).

Висновки і перспективи.

Оскільки, Україна багато років стояла осторонь розвитку такого напрямку економічних досліджень як економіки здоров'я тварин та опиралась на застарілу систему визначення економічних збитків у тваринництві, яку успадкувала ще від часів планової економіки то наразі, конче необхідним, є започаткування власної наукової школи, що буде

Список використаних джерел

1. Ababneh, M. (2003): Surveillance, Diagnosis and Control of 470 Brucellosis. Economic impact of small ruminant brucellosis; the regional Training Workshop: Amaan, Jordon. Pp. 67-70.
2. Anteneha. E. (1991): The financing and staffing of livestock services in sub-Saharan Africa, across country analysis. Working Document No. 16. International Livestock.
3. Bennett, R.M. (2003) The direct costs of livestock disease: the development of a

враховувати світовий досвід та реалії і особливості галузі ветеринарної медицини та тваринництва нашої країни.

В цілому, ветеринарна діяльність потребує всебічної регламентації, економічної аргументації, доцільності, обґрунтування економічної ефективності, порядку й механізмів здійснення. Знання основ економічного аналізу хвороб тварин надають можливість ветеринарному лікарю проводити оцінку економічного ефекту ветеринарних заходів, економії трудових і матеріальних ресурсів унаслідок застосування більш ефективних засобів і методів профілактики хвороб і лікування тварин, забезпечувати економію в суміжних галузях та розробляти нові стратегічні програми ветеринарних заходів з урахуванням прогнозування. Ці знання додають цінності як лікарям ветеринарної медицини державних обласних і районних лікарень, так і приватно практикуючим лікарям, роблячи їх краще підготовленими до конкуренції на ринку ветеринарних послуг.

system of models for the analysis of 30 endemic livestock diseases in Great Britain. Journal of Agricultural Economics 54, 55–72.

4. Carpenter, T.E. (1980) Economic evaluation of Mycoplasma meleagridis infection in turkeys: I. Production losses. II. Feasibility of eradication. Dissertation Abstracts International 41B(2), 485.

5. Dijkhuizen, A.A. and Morris, R.S. (eds) (1997) Animal Health Economics: Principles and Applications. University of

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

Sydney, Postgraduate Foundation in Veterinary Science, Sydney, Australia.

6. Ellis, P.R., James, A.D. and Shaw, A.P.M. (1977) Studies on the Epidemiology and Economics of Swine Fever Eradication in the EEC. EUR 5738, Commission of the European Communities, Brussels, 90 pp.

7. Healthy animals, happy farmers! Офіційний сайт FAO. URL: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA2348UK/> (дата звернення 27.11.2022).

8. Helena Hansson (2019). Modelling animal health as a production factor in dairy production - a case of Swedish dairy agriculture Advanced level Agricultural Programme- Economics and Management Degree thesis No 1189 ISSN 1401-4084 Uppsala 2019

9. Hugh-Jones, M.E., Ellis, P.R. and Felton, M.R. (1975) An Assessment of the Eradication of Bovine Brucellosis in England and Wales. Department of Agriculture and Horticulture, University of Reading, Reading, UK, 75 pp.

10. McInerney, J.P. (1996) Old economics for new problems – livestock disease: presidential address. Journal of Agricultural Economics 47(3), 295–314.

11. Mlangwa J.E.D. and Samui K.L. (1996) The nature of animal health economics in relation to veterinary epidemiology. - Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 1996, 15 (3), 797-812

12. М. О. Жуковський, В. В. Недосєков (2021). Introduction to the economics of animal health in Ukraine. Український часопис ветеринарних наук, 2021, Том 12 №3. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Vet_erenarna/article/view/cjvs2021.03.008 (дата звернення 2.11.2022 р.).

13. Morris, R.S. (1999) The application of economics in animal health programmes: a practical guide. Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz. 18(2), 305-314

14. Otte M.J., Chilonda P.: Animal Health Economics: an Introduction. Livestock Information, Sector Analysis and Policy Branch, Animal Production and Health Division (AGA), FAO, Rome, Italy. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ag275e/ag275e.pdf>

15. Perry, B., Randolph, T.F., McDermott, J.J., Sones, K.R. and Thornton,

P.K. (2002) Investing in Animal Health Research to Alleviate Poverty. ILRI, Nairobi, Kenya, 140 pp.

16. Ramsay, G., Harrison, S.R. and Tisdell, C. (1999) Assessing the value of additional animal health information. In: Sharma, P. and Baldock, C. (eds) Understanding Animal Health in Southeast Asia. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia, pp. 260–281.

17. Rushton, J. (2006) Animal health systems and status – Are they trade barriers or mechanisms to improve global animal disease control In: Proceedings of the International Agricultural Trade and Research Consortium Summer Symposium Held in Bonn, Germany 28–30 May 2006. Available at: http://www.ilr.uni-bonn.de/iatrc/iatrc_program/Session%202/J%20Rushton.pdf

18. Stott, A.W. (2005) Costs and benefits of preventing animal diseases: a review focusing on endemic diseases. Report to SEERAD under Advisory Activity 211. Available at: <http://www.scotland.gov.uk/library5/environment/cbpad-00.asp>

19. Tisdell, C. (1995) Assessing the Approach to Cost–Benefit Analysis of Controlling Livestock Diseases of McInerney and Others. Paper No. 3 of Research Papers and Reports in Animal Health Economics, University of Queensland, Australia, 22 pp.

20. Жуковський М.О., Місніченко В.І., Недосєков В.В. Аналіз міжнародного досвіду фінансування протиєпізоотичних заходів / Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2016, № 1 (58). Режим доступу: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/index.html (дата звернення 2.11.2021 р.).

21. Жуковський, М. О., Недосєков, В. В., Пєроцька, Л. В., Пивоварова, І. В. Досвід країн ЄС у фінансуванні протиєпізоотичних заходів та компенсацій за емерджентних ситуацій. Аграрний вісник Причорномор'я. 2019. С. 58–66.31.

22. Жуковський М. Міжнародні ветеринарні організації. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

природокористування України. 2019, №6 (82).

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.018>

23. Жуковський М., Недосєков В. Основи економіки охорони здоров'я тварин. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2021, №6 (94).

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.013>

24. Жуковський М. Фінансування протиепізоотичних заходів в країнах ЄС. Можливості для України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018, №6 (33).

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.024>

25. Жуковський, М. О., Недосєков, В. В., Еволюція економіки здоров'я тварин. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2021, №3 (91).

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.03.008>

26. Маковська І., Жуковський М., Недосєков В. Економічні аспекти превенції сказу тварин. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2020, №6 (88).

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.06.016>

27. Мармуть Л.О., Аранчій Я.С. Методологічні аспекти визначення економічної ефективності ветеринарної діяльності у тваринництві. Економіка АПК. 2014. № 9 С. 14

28. Недосєков В. Жуковський М. Система фінансування протиепізоотичних заходів та забезпечення епізоотичного благополуччя України. Наукові Доповіді НУБіП України, 2017, №4. (68). – Режим доступу:

<file:///C:/Users/Epizootologia/AppData/Local/Temp/9118-19191-2-PB.pdf> (дата звернення 2.11.2022 р.).

29. Недосєков В., Хаунхорст Е., Ситнік В., Шевчук В., Жуковський М. Організація та економіка ветеринарної

справи: навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2019. 408с.

References

1. Ababneh M. (2003). Surveillance, Diagnosis and Control of 470 Brucellosis. Economic impact of small ruminant brucellosis; the regional Training Workshop: Amaan, Jordon. Pp. 67-70.

2. Anteneha E. (1991). The financing and staffing of livestock services in sub-Saharan Africa, across country analysis. Working Document No. 16. International Livestock.

3. Bennett R. M. (2003). The direct costs of livestock disease: the development of a system of models for the analysis of 30 endemic livestock diseases in Great Britain. Journal of Agricultural Economics 54, 55–72.

4. Carpenter T. E. (1980). Economic evaluation of Mycoplasma meleagridis infection in turkeys: I. Production losses. II. Feasibility of eradication. Dissertation Abstracts International 41B(2), 485.

5. Dijkhuizen A.A., Morris R.S. (eds) (1997) Animal Health Economics: Principles and Applications. University of Sydney, Postgraduate Foundation in Veterinary Science, Sydney, Australia.

6. Ellis, P.R., James, A.D. and Shaw, A.P.M. (1977). Studies on the Epidemiology and Economics of Swine Fever Eradication in the EEC. EUR 5738, Commission of the European Communities, Brussels, 90 pp.

7. Healthy animals, happy farmers! Ofitsiyniy sayt FAO. URL: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA2348UK/> (data zvernennya 27.11.2022).

8. Helena Hansson (2019). Modelling animal health as a production factor in dairy production – a case of Swedish dairy agriculture Advanced level Agricultural Programme- Economics and Manegment Degree thesis No 1189 ISSN 1401-4084 Uppsala 2019

9. Hugh-Jones M.E., Ellis P.R. and Felton M.R. (1975). An Assessment of the Eradication of Bovine Brucellosis in England and Wales. Department of Agriculture and Horticulture, University of Reading, Reading, UK, 75 pp.

10. McNerney J.P. (1996). Old economics for new problems – livestock

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

disease: presidential address. *Journal of Agricultural Economics* 47(3), 295–314.

11. Mlangwa J.E.D. and Samui K.L. (1996) The nature of animal health economics in relation to veterinary epidemiology. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1996, 15 (3), 797-812

12. Zhukovskiy M. O., Nedosekov V. V. (2021). Introduction to the economics of animal health in ukraine. *Ukrayinskiy chasopis veterinarnih nauk*, 2021, Tom 12 №3. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Veterenarna/article/view/ujvs2021.03.008>

13. Morris R.S. (1999). The application of economics in animal health programmes: a practical guide. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 18(2), 305-314

14. Otte M. J., Roland-Holst D., Pfeiffer D., Soares-Magalhaes R., Rushton J., Graham J. and Silbergeld E. (2007). *Industrial Livestock Production and Global Health Risks*. Research Report, FAO-PPLPI, Rome, Italy, with Johns Hopkins School of Public Health, Maryland, University of California, California and RVC, London.

15. Perry B., Randolph T.F., McDermott J.J., Sones K.R. and Thornton P.K. (2002). *Investing in Animal Health Research to Alleviate Poverty*. ILRI, Nairobi, Kenya, 140 pp.

16. Ramsay G., Harrison S.R. and Tisdell C. (1999). Assessing the value of additional animal health information. In: Sharma, P. and Baldock, C. (eds) *Understanding Animal Health in Southeast Asia*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia, pp. 260–281.

17. Rushton J. (2006). Animal health systems and status – Are they trade barriers or mechanisms to improve global animal disease control In: *Proceedings of the International Agricultural Trade and Research Consortium Summer Symposium Held in Bonn, Germany 28–30 May 2006*. Available at: http://www.ilr.uni-bonn.de/iatrc/iatrc_program/Session%202/J%20Rushton.pdf

18. Stott A.W. (2005). Costs and benefits of preventing animal diseases: a review focusing on endemic diseases. Report to SEERAD under Advisory Activity 211. Available at:

<http://www.scotland.gov.uk/library5/enviroment/cbpad-00.asp>

19. Tisdell C. (1995). *Assessing the Approach to Cost–Benefit Analysis of Controlling Livestock Diseases of McInerney and Others*. Paper No. 3 of Research Papers and Reports in Animal Health Economics, University of Queensland, Australia, 22 pp.

20. Zhukovskiy M. O., Misnichenko V. I., Nedosekov V. V. (2016). *Analiz mizhnarodnogo dosvidu finansuvannya protiepidemicheskikh zahodiv / Naukovi dopovidi Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodozashchistu Ukrainy*. 1 (58). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/index.html (data zvernennya 2.11.2021 r.).

21. Zhukovskiy M. O., Nedosekov V. V., Perotska L. V., Pivovarov I. V. (2019). *Dosvid krayin ES u finansuvanni protiepidemicheskikh zahodiv ta kompensatsiy za emerdzhentnih situatsiy. Agrarniy visnik Prichornomor'ya*. C. 58–66.31.

22. Zhukovskiy, M. (2019). *International veterinary organizations*. Scientific reports of NULES of Ukraine, 0(6(82)). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.018>

23. Zhukovskiy M., Nedosekov V. (2021). *Osnovi ekonomiki ohoroni zdorov'ya tvarin. naukovi dopovidi natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodozashchistu Ukrainy*. No6 (94). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.01323>.

24. Zhukovskiy M. (2018). *Finansuvannya protiepidemicheskikh zahodiv v krayinah ES. Mozhlivosti dlya Ukrainy*. Naukovi dopovidi Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodozashchistu Ukrainy. #6 (33). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.024>

25. Zhukovskiy M. O., Nedosekov V. V. (2021). *Evolutsiya ekonomiki zdorov'ya tvarin. Naukovi dopovidi Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodozashchistu Ukrainy*. #3 (91). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.03.008>

26. Makovska I., Zhukovskiy M., Nedosekov V. (2020). *Ekonomichni aspekti preventsiyi skazu tvarin. Naukovi dopovidi*

Жуковський М. О., Недосєков В. В.

Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannya Ukraini. #6 (88). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.06.016>

27. Marmul L. O., Aranchiy Ya. S. (2014). Metodologichni aspekty viznachennya ekonomichnoyi efektyvnosti veterinarnoyi diyalnosti u tvarinnitstvi. Ekonomika APK. № 9 S. 14

28. Nedosekov, V., & Zhukovskyi, M. (2017). System of funding anti-epizootic

measures and epizootic welfare of Ukraine. Scientific reports of NULES of Ukraine, 0(4(68)). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.020>

29. Nedosekov V., Haunhorst E., Sitnik V., Shevchuk V., Zhukovskyi M. (2019). Organizatsiya ta ekonomika veterinarnoyi spravi: navch. posibnik. Kyiv: NUBIP Ukraini, 408s.

ECONOMIC ANALYSIS OF ANIMAL DISEASES

M. O. Zhukovskyi, V. V. Nedosekov

Abstract. *Economic analysis of animal diseases is one of the components of animal health economics. In our country, the scale of the economy of animal health was quite modest. The concept was based on losses (damages) due to diseases and cost-benefit analysis of strategies to control or overcome diseases. This work can be conditionally called an economic analysis of animal diseases and strategies for elimination.*

The article has a ground structured component and economic analysis of disease creatures. Each of the components is considered and features are highlighted. In our opinion, the economic analysis of animal diseases primarily includes the economic efficiency of veterinary measures and their components, the saving of labor and material resources due to the use of more effective means and methods of disease prevention and treatment of animals, savings in related industries, strategy, forecasting and modeling of veterinary measures.

Economic analysis of animal diseases makes it possible to determine the profitability of specific disease control programs and animal health management. The impact of animal diseases in the production system (animal husbandry of different levels) consists in reducing the profitability and results of production activities. The consequences of the disease can be divided into two groups: direct and indirect losses.

Key words: *economic analysis of animal diseases, economic efficiency of veterinary measures, economics of animal health protection, animal husbandry, antiepidemic measures*

ВПЛИВ ТОНУСУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ НА ВМІСТ НАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ЛІПІДАХ КРОВІ КОРІВ У ЗИМОВИЙ ТА ЛІТНІЙ ПЕРІОД

І. А. ГРИЩУК¹, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-2571-6876>

E-mail: hitmane2012@gmail.com

В. І. КАРПОВСЬКИЙ, доктор ветеринарних наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0003-3858-0111>

E-mail: karpovskiy@meta.ua

Р. В. ПОСТОЙ, доктор ветеринарних наук,

<https://orcid.org/0000-0001-5278-2102>

E-mail: ruslana-postoy@meta.ua

Д. І. КРИВОРУЧКО, кандидат ветеринарних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-1788-6090>

E-mail: kryvoruchko@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.010>

Анотація. Автономна нервова система має велике значення в регуляції гомеостазу організму тварин. Зокрема, симпатичний та парасимпатичний відділи нервової системи впливають на фізіолого-біохімічні процеси в організмі тварин для корегування діяльності організму залежно від факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Мета дослідження – з'ясувати вплив тонусу автономної нервової системи на вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів залежно від пори року. Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої молочної породи III-IV лактації. Тонус автономної нервової системи в корів визначали кардіологічним дослідженням за методом Баєвського. Вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові визначали за методом газової хроматографії. Порівнюючи отримані результати в зимовий та літній періоди було встановлено відмінності за вмістом насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів. Корови-нормотоніки характеризувалися достовірно вищим вмістом капронової, лауринової, стеаринової і арахінової кислот ($p \leq 0,05-0,001$) у зимовий період та міристинової і пентадеканової кислот ($p \leq 0,001$) – у літній період. У зимовий період у корів-симпатотоніків у ліпідах плазми крові виявлено високі показники капронової, капринової, міристинової та арахінової кислот ($p \leq 0,05-0,001$), а в літній період – пентадеканової, пальмітинової і стеаринової кислот ($p \leq 0,05-0,001$). У плазмі крові корів-ваготоніків були високі показники стеаринової і арахінової кислот ($p \leq 0,001$) у зимовий період, тоді як у літній період – капронової, лауринової, міристинової та пальмітинової кислот ($p \leq 0,01-0,001$).

¹ Науковий керівник – д-р вет. наук, проф. КАРПОВСЬКИЙ В. І.

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

Проаналізувавши отримані результати дослідження потрібно відмітити, що тонус автономної нервової системи може впливати на процеси обміну насичених жирних кислот в організмі корів.

Ключові слова: корови, тонус автономної нервової системи, насичені жирні кислоти, плазма крові

Актуальність. Автономна нервова система – це відділ нервової системи, що координує функціональну активність організму. Це забезпечується трьома функціями: підтриманням оптимального стану організму (гомеостазу); активуванням систем для забезпечення енергетичними ресурсами організму для протидії стресовим факторам; деактивацією попередньо активованих систем у разі відсутності дії негативних факторів. Автономна нервова система підрозділяється на два відділи: симпатичний та парасимпатичний (Imai & Katagiri, 2021; Sharma & Qadri, 2022; Wiyarta & Karima, 2022).

Симпатичний відділ нервової системи забезпечує швидке збагачення киснем і поживними речовинами всіх органів і тканин організму. Активність цього відділу переважає в період дії на тварину чи людину фізичних навантажень та стресових факторів (Zandstra, 2021; Adeniyi, 2022; Battaglia & Thayer, 2022). Парасимпатичний відділ нервової системи активний у період спокою. Його роль протилежна симпатичній нервовій системи: він забезпечує процеси травлення,

накопичення поживних речовин. Зазвичай організм постійно перебуває під впливом обох відділів автономної нервової системи та зазнає комбінованого контролю (Chen et al., 2021; Debnath et al., 2021; Behnke et al., 2022).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Насичені жирні кислоти – це жирні кислоти, які повністю гідрогенізовані, оскільки кожен атом карбону має повний набір із гідрогенів. Молекули насичених жирних кислот мають велику енергетичну цінність для організму в порівнянні з білками та вуглеводами. Ці речовини відіграють важливу роль як для клітин, так і цілого організму. Це прослідковується у регулюванні транскрипції генів, участі в ліпогенезі, відкладенні жиру, забезпеченні біодоступності поліненасичених жирних кислот та апоптозу. Кожна насичена жирна кислота несе як індивідуальне, так і поєднане значення у впливі на організм загалом. На прикладі загального впливу можна описати роль насичених жирних кислот у підтриманні концентрації холестерину в крові. Розглядаючи індивідуальний вплив, варто охарактеризувати міристинову

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

кислоту, що бере участь у процесах активації білків та міристилюванні білків геному (Thompson, 2020; Helgadottir et al., 2022).

На регулювання показників насичених жирних кислот в організмі може впливати їхня концентрація у вживаних продуктах, інтенсивність їхнього біосинтезу, фізіологічні процеси організму, що потребують зберігання або використання енергетичних резервів, вплив метаболічних механізмів, які корегують гомеостаз (Güemes & Georgiou, 2018; Debnath et al., 2022). Серед цих факторів можна виділити тонус автономної нервової системи (Rahman, Einstein & Tulp, 2022).

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої молочної породи III–IV лактації. Тип автономної нервової регуляції визначали кардіологічним дослідженням за методом Баєвського. Суть методу полягає в тому, що тварині проводять електрокардіографію, після якої визначають моду в діапазоні значень кардіоінтервалу. Згідно отриманих результатів формували 3 групи тварин: нормотоніки – тип нервової діяльності з врівноваженою дією симпатичної і парасимпатичної нервової систем; симпатотоніки – тип нервової діяльності, де симпатична нервова система переважає над парасимпатичною; ваготоніки – тип нервової діяльності,

де парасимпатична нервова діяльність переважає над симпатичною.

Матеріалом для дослідження були зразки крові, отримані з яремної вени зранку перед годівлею. Кров стабілізували гепарином, плазму отримували центрифугуванням.

Екстракцію ліпідів із плазми крові проводили за методом Фолча (Folch, Lees & Sloane Stanley, 1957). Наступним етапом підготовки проб було проведення гідролізу та метилювання жирних кислот, отриманих із ліпідів плазми крові. Для цього до 100 мг отриманого жиру додавали 4 см³ метилового розчину гідроксиду натрію, потім приєднували зворотний холодильник до колби й кип'ятили до зникнення крапель жиру, помішуючи вміст колби з інтервалом 30–60 секунд. До вмісту колби додавали 5 см³ метилового розчину трифториду бору, продовжуючи кип'ятіння впродовж години. У киплячу суміш через верхню частину зворотного холодильника додавали 3 см³ гексану та знімали з елемента нагрівання. До ще гарячого розчину додавали 20 см³ насиченого розчину хлориду натрію і перемішували 15 секунд. Відбирали верхній (гексановий) шар для дослідження (Sinyak & Orgel, 1976).

Аналіз метилових ефірів жирних кислот проводили на газовому хроматографі Trace GC Ultra (США) з полум'яно-іонізаційним детектором. Умови

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

хроматографування: температура колонки – +140–240 °С, температура детектора – +260 °С. Проба в хроматограф вводилася за допомогою автосамплера TriPlus в дозі 1 мкл. Тривалість аналізу складала 65 хв.

Вміст жирних кислот визначали за допомогою стандартного зразка Supelco 37 Component FAME Mix. Кількісне оцінювання спектру жирних кислот ліпідів плазми крові здійснювали методом внутрішньої нормалізації, визначаючи їхній вміст у відсотках. Дослідження проводили в трьох паралелях.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Достовірність різниці показників оцінювали за t-критерієм Стюдента. Відмінності між показниками, що порівнювались, вважали достовірними за рівня значущості $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$.

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідивши за допомогою хроматографічного дослідження плазму крові, отриману від тварин трьох дослідних груп, були отримані показники насичених жирних кислот за літній та зимовий період залежно від тонуусу автономної нервової системи. Аналізуючи отримані дані було встановлено відмінності в показниках жирнокислотного складу

ліпідів плазми крові корів дослідних груп залежно від пори року.

Дослідна група нормотоніків, з урівноваженим впливом симпатичної та парасимпатичної нервової системи, характеризувалася відмінностями за вмістом насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові залежно від пори року (табл. 1). У корів-нормотоніків серед насичених жирних кислот достовірно вищий вміст капронової ($p \leq 0,05$), лауринової ($p \leq 0,05$), стеаринової ($p \leq 0,01$) й арахінової ($p \leq 0,01$) кислот у ліпідах плазми крові в зимовий період, порівнюючи з літнім. У зимовий період, порівнюючи з літнім, у корів-нормотоніків був достовірно нижчий вміст міристинової ($p \leq 0,001$) і пентадеканової ($p \leq 0,001$) кислот у ліпідах плазми крові.

Залежно від пори року встановлено відмінності в показниках насичених жирних кислот у дослідній групі симпатотоніків, з перевагою симпатичної над парасимпатичною нервовою системою (табл. 2). У зимовий період, порівнюючи з літнім, у ліпідах плазми крові корів-симпатикотоніків вищий вміст таких насичених жирних кислот: капронової ($p \leq 0,001$), капринової ($p \leq 0,05$), міристинової ($p \leq 0,01$) й арахінової ($p \leq 0,01$). Натомість у корів-симпатикотоніків у зимовий період, порівнюючи з літнім, достовірно нижчий вміст

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

пентадеканової ($p \leq 0,05$), ($p \leq 0,001$) кислот у ліпідах плазми пальмітинової ($p \leq 0,001$) і стеаринової крові.

1. Вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів-нормотоніків

Жирні кислоти	Зима	Літо
Капронова C6:0	$1,03 \pm 0,01$	$1,11 \pm 0,06$
Каприлова C8:0	$0,78 \pm 0,13$	$0,61 \pm 0,04$
Капринова C10:0	$1,19 \pm 0,05$	$1,00 \pm 0,05^*$
Лауринова C12:0	$0,54 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,03^*$
Міристинова C14:0	$2,62 \pm 0,08$	$3,10 \pm 0,04^{***}$
Пентадеканова C15:0	$0,33 \pm 0,03$	$0,45 \pm 0,02^*$
Пальмітинова C16:0	$17,59 \pm 0,46$	$24,48 \pm 0,44^{***}$
Стеаринова C18:0	$18,49 \pm 0,23$	$17,18 \pm 0,23^{**}$
Арахінова C20:0	$0,21 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01^{**}$

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівнюючи з даними групи нормотоніків за зимовий період; дані представлено як масова частка насичених жирної кислоти у % від суми жирних кислот.

2. Вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів-симпатотоніків

Жирні кислоти	Зима	Літо
Капронова C6:0	$1,18 \pm 0,04$	$0,82 \pm 0,04^{***}$
Каприлова C8:0	$0,80 \pm 0,04$	$0,69 \pm 0,03$
Капринова C10:0	$0,91 \pm 0,05$	$0,76 \pm 0,03^*$
Лауринова C12:0	$0,51 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,03$
Міристинова C14:0	$2,92 \pm 0,03$	$2,67 \pm 0,06^{**}$
Пентадеканова C15:0	$0,31 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,02^*$
Пальмітинова C16:0	$18,04 \pm 0,16$	$23,30 \pm 0,21^{***}$
Стеаринова C18:0	$17,19 \pm 0,05$	$18,07 \pm 0,01^{***}$
Арахінова C20:0	$0,29 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01^{***}$

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівнюючи з даними групи симпатотоніків за зимовий період; дані представлено як масова частка насичених жирної кислоти у % від суми жирних кислот.

Дослідна група ваготоніків, з перевагою парасимпатичної над симпатичною нервовою системою, має відмінності в показниках насичених жирних кислот (табл. 3). У зимовий період, у ліпідах плазми крові корів-ваготоніків вищий вміст

стеаринової ($p \leq 0,001$) й арахінової ($p \leq 0,001$) кислот, ніж у літній період. У зимовий період, порівнюючи з літнім, у корів-ваготоніків достовірно нижчий вміст таких насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові: капронової ($p \leq 0,01$),

3. Вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів-ваготоніків

Жирні кислоти	Зима	Літо
Капронова C6:0	$0,88 \pm 0,01$	$0,98 \pm 0,02^{**}$
Каприлова C8:0	$0,65 \pm 0,01$	$0,61 \pm 0,01$
Капринова C10:0	$0,82 \pm 0,03$	$0,81 \pm 0,01$
Лауринова C12:0	$0,41 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,02^{***}$
Міристинова C14:0	$2,75 \pm 0,01$	$2,86 \pm 0,03^{**}$
Пентадеканова C15:0	$0,33 \pm 0,01$	$0,37 \pm 0,03$
Пальмітинова C16:0	$20,54 \pm 0,16$	$23,82 \pm 0,04^{***}$
Стеаринова C18:0	$19,39 \pm 0,10$	$17,91 \pm 0,02^{***}$
Арахідова C20:0	$0,22 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01^{***}$

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівнюючи з даними групи ваготоніків за зимовий період; дані представлено як масова частка жирної кислоти у % від суми жирних кислот.

Тонус автономної нервової системи є невід'ємною частиною механізмів корегування гомеостазу організму. Ця можливість забезпечується завдяки впливу на серцево-судинну та гуморальну системи. Серед дослідних груп тварин спостерігаються сезонні коливання показників насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові. Серед дослідних груп найбільше коливання насичених жирних кислот відмічається у групі симпатотоніків. Збільшення відсоткового співвідношення насичених жирних кислот у зимовий період переважає в нормотоніків та симпатотоніків. За літній період збільшення вмісту жирних кислот спостерігається у ваготоніків. Розглянувши ці показники плазми крові корів із різним тонусом автономної нервової системи

відмічається певна залежність між відсотковим вмістом насичених жирних кислот та порою року.

Коливання насичених жирних кислот в організмі корови може сприяти велика кількість факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх. З найбільш поширених – це раціон, фізіологічний стан організму, вплив факторів стресу на тварину, інтенсивність синтезу або розщеплення жирних кислот тощо (Güemes & Georgiou, 2018; Debnath et al., 2022). Автономна нервова система за своїм призначенням відіграє досить важливу роль у корегуванні гомеостазу. Відзначають, що симпатичний відділ нервової системи переважає в період дії стресових факторів та підвищує активність процесів розщеплення і збагачення всього організму поживними речовинами для протидії

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

впливу негативних чинників. Автономна нервова система так само впливає протилежно й корегує процеси обміну так, щоб забезпечити відпочинок усіх систем та поновлення синтезу та накопичення поживних речовин (Adeniyi, 2022; Battaglia, & Thayer, 2022; Sharma & Qadri, 2022).

Розглядаючи отримані результати треба зазначити, що тонус автономної нервової системи з урахуванням інших факторів може сприяти зміні показників насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові залежно від пори року.

ВИСНОВКИ

Дослідивши вміст насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів залежно від тонуру автономної нервової системи в літній та зимовий період було виявлено відмінності в

їхніх значеннях, а саме – капронової, капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової, стеаринової та арахінової ($p \leq 0,05-0,001$). Треба відмітити, що серед дослідних груп найбільш помітні коливання значень показників спостерігалися в корів-симпатотоніків. Зростання вмісту насичених жирних кислот у ліпідах плазми крові корів у зимовий період прослідковується в симпатотоніків та нормотоніків. А в літній період збільшення вмісту насичених жирних кислот відбувається у ваготоніків. Переглянувши отримані результати треба зазначити, що тонус автономної нервової системи може впливати на показники насичених жирних кислот у плазмі крові корів залежно від літнього та зимового періоду.

Список використаних джерел

1. Adeniyi M. Impacts of environmental stressors on autonomic nervous system // T. Aslanidis, & C. Nouris (Eds.), *Autonomic Nervous System - Special Interest Topics*. IntechOpen. 2022.
2. Battaglia S., Thayer J. F. Functional interplay between central and autonomic nervous systems in human fear conditioning. *Trends in Neurosciences*, 2022. Vol. 45, № 7. P. 504–506.
3. Behnke M., Kreibig S. D., Kaczmarek L. D., Assink M., Gross J. J. Autonomic nervous system activity during positive emotions: A meta-analytic review. *Emotion Review*, 2022. Vol. 14, № 2.
4. Chen C. Y., Wu P. J., Hsiao Y. J., Tai Y. W. Changes in humans' autonomic nervous system under dynamic lighting environment during a short rest. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021, 6697701.

5. de Melo D. G. et al. Strength training alters the tissue fatty acids profile and slightly improves the thermogenic pathway in the adipose tissue of obese mice. *Scientific reports*, 2022. Vol. 12, № 1. P. 1–14.

6. Debnath S. et al. A method to quantify autonomic nervous system function in healthy, able-bodied individuals. *Bioelectronic Medicine*, 2021. Vol. 7, № 1. P. 1–17.

7. Folch J., Lees M., Sloane Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 1957. Vol. 226, № 1. P. 497–509.

8. Güemes A., Georgiou P. Review of the role of the nervous system in glucose homeostasis and future perspectives towards the management of diabetes. *Bioelectronic medicine*, 2018. Vol. 4, № 1. P. 1–18.

9. Helgadottir H. et al. Lower Intake of Saturated Fatty Acids Is Associated with Improved Lipid Profile in a 6-Year-Old

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

Nationally Representative Population. *Nutrients*, 2022. Vol. 14, № 3. P. 671.

10. Imai J., Katagiri H. Regulation of systemic metabolism by autonomic nerve-mediated inter-organ networks. *Brain and Nerve= Shinkei Kenkyu no Shinpo*, 2021. Vol. 73, № 8. P. 851–856.

11. Rahman M. S., Einstein G. P. & Tulp O. L. The autonomic, hormonal, and immunological contributions to the metabolism and control of adipose tissue as an organ. *Emerging Trends in Disease and Health Research*, 2022. Vol. 5. P. 117–136.

12. Sharma B., Qadri Y. J. Basic science: autonomic nervous system physiology // *Anesthesiology In-Training Exam Review* Springer, Cham, 2022. P. 213–216.

13. Sinyak K. M., Orgel M. Ya. Method of preparation of blood lipids for gas chromatographic research. *Laboratory case*, 1976. № 1. P. 37–41.

14. Thompson T. E. Lipid // *Encyclopedia Britannica*, 2020.

15. Wiyarta E., Karima N. Heart autonomic nervous system: basic science and clinical implications / *Autonomic Nervous System - Special Interest Topics* / Eds. T. Aslanidis, C. Nouris. IntechOpen, 2022.

16. Asymmetry and heterogeneity: Part and parcel in cardiac autonomic innervation and function. Zandstra T. et al. *Frontiers in Physiology*, 2021. 1569.

References

1. Adeniyi, M. (2022). Impacts of environmental stressors on autonomic nervous system. In T. Aslanidis, & C. Nouris (Eds.), *Autonomic Nervous System - Special Interest Topics*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101842>

2. Battaglia, S., & Thayer, J. F. (2022). Functional interplay between central and autonomic nervous systems in human fear conditioning. *Trends in Neurosciences*, 45(7), 504-506. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.04.003>

3. Behnke, M., Kreibig, S. D., Kaczmarek, L. D., Assink, M., & Gross, J. J. (2022). Autonomic nervous system activity during positive emotions: A meta-analytic review. *Emotion Review*, 14(2). <https://doi.org/10.1177%2F17540739211073084>

4. Chen, C. Y., Wu, P. J., Hsiao, Y. J., & Tai, Y. W. (2021). Changes in humans' autonomic nervous system under dynamic lighting environment during a short rest. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021, 6697701.

<https://doi.org/10.1155/2021/6697701>

5. de Melo, D. G., Anaruma, C. P., da Cruz Rodrigues, K. C., Pereira, R. M., de Campos, T. D. P., Canciglieri, R. S., ... & de Moura, L. P. (2022). Strength training alters the tissue fatty acids profile and slightly improves the thermogenic pathway in the adipose tissue of obese mice. *Scientific reports*, 12(1), 1-14.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-10688-w>

6. Debnath, S., Levy, T. J., Bellehen, M., Schwartz, R. M., Barnaby, D. P., Zanos, S., ... & Zanos, T. P. (2021). A method to quantify autonomic nervous system function in healthy, able-bodied individuals. *Bioelectronic Medicine*, 7(1), 1-17.

<https://doi.org/10.1186/s42234-021-00075-7>

7. Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.

8. Güemes, A., & Georgiou, P. (2018). Review of the role of the nervous system in glucose homeostasis and future perspectives towards the management of diabetes. *Bioelectronic medicine*, 4(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s42234-018-0009-4>

9. Helgadottir, H., Thorisdottir, B., Gunnarsdottir, I., Halldorsson, T. I., Palsson, G., & Thorsdottir, I. (2022). Lower Intake of Saturated Fatty Acids Is Associated with Improved Lipid Profile in a 6-Year-Old Nationally Representative Population. *Nutrients*, 14(3), 671. <https://doi.org/10.3390%2Fnu14030671>

10. Imai, J., & Katagiri, H. (2021). Regulation of systemic metabolism by autonomic nerve-mediated inter-organ networks. *Brain and Nerve= Shinkei Kenkyu no Shinpo*, 73(8), 851-856. <https://doi.org/10.11477/mf.1416201851>

11. Rahman, M. S., Einstein, G. P., & Tulp, O. L. (2022). The autonomic, hormonal, and immunological contributions to the metabolism and control of adipose tissue as an

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

organ. Emerging Trends in Disease and Health Research, 5, 117-136.
<https://doi.org/10.9734/bpi/etdhr/v5/3236E>

12. Sharma, B., & Qadri, Y. J. (2022). Basic science: autonomic nervous system physiology. In Anesthesiology In-Training Exam Review (pp. 213-216). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-87266-3_41

13. Sinyak, K. M., & Orgel, M. Ya. (1976). Method of preparation of blood lipids for gas chromatographic research. Laboratory case, 1, 37-41.

14. Thompson, T. E. (2020, February 21). Lipid. Encyclopedia Britannica.
<https://www.britannica.com/science/lipid>

15. Wiyarta, E., & Karima, N. (2022). Heart autonomic nervous system: basic science and clinical implications. In T. Aslanidis, & C. Nouris (Eds.), Autonomic Nervous System - Special Interest Topics. IntechOpen.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.101718>

16. Zandstra, T., Notenboom, R., Wink, J., Kiès, P., Vliegen, H., Egorova, A., ... & Jongbloed, M. (2021). Asymmetry and heterogeneity: Part and parcel in cardiac autonomic innervation and function. Frontiers in Physiology, 1569.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.665298>

INFLUENCE OF THE TONE OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM ON SATURATED FATTY ACID CONTENT IN BLOOD LIPIDS IN COWS DURING WINTER AND SUMMER PERIOD

I. A. Hryshchuk, V. I. Karpovskyi, R. V. Postoi, D. I. Kryvoruchko

Abstract. *The autonomic nervous system is of great importance in regulating the homeostasis of the animal body. In particular, the sympathetic and parasympathetic departments of the nervous system affect the physiological and biochemical processes in the animal body to adjust the body's activity depending on the factors of the external and internal environment. The purpose of the study is to find out the influence of the tone of the autonomic nervous system on the content of saturated fatty acids in lipids of blood plasma in cows depending on the season. The study was performed on cows of the Ukrainian black and spotted dairy breed of the 3rd–4th lactation. The tone of the autonomic nervous system in cows was determined by cardiological examination according to the Baevskyi method. The content of saturated fatty acids in lipids of blood plasma was determined by the gas chromatography method. Comparing the results obtained in the winter and summer periods, differences in the content of saturated fatty acids in lipids of blood plasma in cows were found. Normotonic cows were characterized by a significantly higher content of caproic, lauric, stearic, and arachidic acids ($p \leq 0.05$ – 0.001) in the winter period and myristic and pentadecanoic acids ($p \leq 0.001$) in the summer period. In winter, sympathotonic cows had high levels of caproic, capric, myristic, and arachidic acids in lipids of blood plasma ($p \leq 0.05$ – 0.001), and in summer period – pentadecanoic, palmitic, and stearic acids ($p \leq 0.05$ – 0.001). In blood plasma of vagotonic cows, there were high levels of stearic and arachidic acids ($p \leq 0.001$) in the winter period, while in the summer period – caproic, lauric, myristic, and palmitic acids ($p \leq 0.01$ – 0.001). According to the results of the study, it should be noted that the tone of the autonomic nervous system can affect the processes of saturated fatty acid metabolism in cows.*

Гришук І. А., Карповський В. І., Постой Р. В., Криворучко Д. І.

Keywords: *cows, tone of the autonomic nervous system, saturated fatty acids, blood plasma*

NUMERICAL SOLUTION OF THE DYNAMIC PROBLEM OF AXISYMMETRIC VIBRATIONS OF REINFORCED SHELLS

N. V. ARNAUTA, Candidate of Physics and Mathematics,

Associate Professor at the Department of Higher and Applied Mathematics

S. G. SAVCHUK

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E. I. DIBRIVNA, Candidate of Pedagogical

Separate division National University of Life and Environmental

Sciences Ukraine "Irpen Economic College"

E-mail: arnauta_nata@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.011>

Abstract. *The article investigates the dynamic behavior of discretely reinforced ribbed shells of revolution under non-stationary loads. To obtain a numerical solution, the finite difference method is used. The correctness of the formulation of the problems is achieved by using the well-known equations of the theory of shells and rods of the Tymoshenko type, which are approximations of the original equations of the three-dimensional theory of elasticity. Numerical algorithms for approximate solutions of the original equations are based on the use of the integro-interpolation method of constructing difference schemes. When constructing difference diagrams, kinematic quantities refer to difference points with integer indices, and the values of deformations and forces–moments refer to difference points with half-integer indices.*

Keywords: *shells of revolution, non-stationary loads, numerical methods*

Problem statement. The problem of non-stationary axisymmetric oscillations of a Tymoshenko-type cylindrical shell supported by an external elastic ring under the action of an internal pressure pulse is considered.

The correctness of the formulation of problems is achieved by using the well-known equations of the theory of shells and rods of the Tymoshenko type,

which are approximations of the original equations of the three-dimensional theory of elasticity.

In the case of axisymmetric vibrations of reinforced shells of revolution, taking into account the discrete location of the ribs, the vibration equations can be written in the following form [1, 2, 6]

- in a smooth area

$$\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 T_{11}) - \Psi T_{22} + k_1 \bar{T}_{13} + P_1 = \rho h \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2}, \quad (1)$$

$$\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 \bar{T}_{13}) - k_1 T_{11} - k_2 T_{22} + P_3 = \rho h \frac{\partial^2 u_3}{\partial t^2},$$

$$\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 M_{11}) - \Psi M_{22} - T_{13} + m_1 = \rho \frac{h^3}{12} \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial t^2},$$

$$\bar{T}_{13} = T_{13} + T_{11} \theta_1, \quad \Psi = \frac{1}{A_2} \frac{dA_2}{ds};$$

- on break lines $s = s_j$

$$[T_{11}]_j = \rho_j F_j \left(\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} \pm h_{cj} \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial t^2} \right), \quad [\bar{T}_{13}]_j - \frac{T_{22j}}{R_j} = \rho_j F_j \frac{\partial^2 u_3}{\partial t^2},$$

(2)

$$[M_{11}]_j = \rho_j F_j \left[\pm h_{cj} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} + \left(\frac{I_{krj}}{F_j} + h_{cj}^2 \right) \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial t^2} \right].$$

Equations (1), (2) are supplemented with appropriate boundary and initial conditions. In the oscillation equations (1), (2) the relationship between the values of effort-moments and the corresponding deformations is taken according to [1, 2, 6].

The spatial interval is considered $s_0 \leq s \leq s_N$, $s = A_1 \alpha_1$. To construct a

numerical algorithm, the interval is divided into N equal parts in discrete steps $\Delta s = s/N$. A difference grid is introduced at integer and half-integer nodes. The components of the generalized displacement vectors of the skin and ribs are taken down to integer nodes of the difference grid

$$u_1, u_3, \phi_1 \rightarrow (u_1)_l^n, (u_3)_l^n, (\phi_1)_l^n.$$

The construction of a difference scheme is carried out using the integro-interpolation method for constructing

finite difference schemes [1 - 3]. We consider oscillation equations (1) in the region

$$\{s_{l-1/2} \leq s \leq s_{l+1/2}, t_{n-1/2} \leq t \leq t_{n+1/2}\}.$$

The integration of the left and right parts of equations (1) is carried out over

the corresponding areas, which are considered.

$$\begin{aligned} \int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \left[\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 T_{11}) - \Psi T_{22} + k_1 \bar{T}_{13} + P_1 \right] ds dt = \\ = \rho h \int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} ds dt; \\ \int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \left[\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 \bar{T}_{13}) - k_1 T_{11} - k_2 T_{22} + P_3 \right] ds dt = \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
&= \rho h \int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \frac{\partial^2 u_3}{\partial t^2} ds dt; \\
&\int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \left[\frac{1}{A_2} \frac{\partial}{\partial s} (A_2 M_{11}) - \Psi M_{22} - T_{13} \right] ds dt = \\
&= \rho \frac{h^3}{12} \int_{t_{n-1/2}}^{t_{n+1/2}} \int_{s_{l-1/2}}^{s_{l+1/2}} \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial t^2} ds dt.
\end{aligned}$$

After the integration operation in (3), we obtain the difference relations [1, 2]. Approximation of vibration equations on discontinuity lines $s = s_j$ built in a similar way..

Numerical algorithm. The constructed numerical algorithms for solving problems in the theory of shells with local inhomogeneities were worked out on test calculations, and also checked for practical convergence.

A comparative analysis of the dynamic behavior of a reinforced shell under short-term loading is carried out according to the analytical solution presented in the work [4], and a numerical algorithm for solving the equations of motion of reinforced cylindrical shells according to the equations (1), (2). The problem of non-stationary axisymmetric vibrations of a Timoshenko-type cylindrical shell, supported by an external elastic ring, under the action of an internal pressure impulse is considered. The equations of motion of such a construction have the following form

Results of calculations. The case of a structure with hinged fastening at the ends is considered. The boundary conditions for this case have the

following form for $x=0$, $x=L$:
 $T_{11} = 0$, $M_{11} = 0$, $U_3 = 0$.

The initial conditions are zero. The calculations were carried out for shells reinforced in the middle part by a ring (the center of gravity is at the point $x = L/2$). The shell and ring parameters are as follows: $L = 1,5 \text{ м}$; $R = 0,6 \text{ м}$; $h = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $H = 0,1 \text{ м}$; $F = 0,015 \text{ м}^2$. The load was given as:
 $P_3 = A[\eta(\tau) - \eta(\tau - \tau_0)]$; $\tau = tc/L$;
 $c^2 = E/[\rho(1 - \nu^2)]$; $A = 10^3 \text{ Н/м}^2$;
 $\tau_0 = 0,5$.

On fig. 1 shows a comparison of the results of calculations of this problem with the results of work [4]. The solid line shows the dependences of the quantity U_3 from the value x according to the methodology of this work, dashed – according to analytical calculation [4]. Curve 1 corresponds to time $\tau = 0,8$; curve 2 – $\tau = 0,4$.

A comparative analysis of the dynamic behavior of the reinforced shell under impulsive loading was also carried out according to the analytical solution presented in the work [5], and a numerical algorithm for solving the equations of motion of reinforced shells according to the equations (1) – (2) (case

Арнута Н. В., Савчук С. Г., Дібрівна Е. І.

of a spherical reinforced shell). The problem of non-stationary axisymmetric vibrations of a Timoshenko-type spherical shell, supported by an external elastic ring, under the action of internal impulse loading is considered..

The initial conditions are zero. The calculations were carried out for a shell reinforced with a ring along the greatest

parallel ($\Theta = \pi/2$). The shell and ring parameters are as follows: $R = 0,3$ м; $h = 3 \cdot 10^{-2}$ м; $M = 160$ кг, where M – mass of the ring. The load was given as: $P_3 = A \cdot \exp(-\omega\tau)$; $\tau = t \cdot c / R$; $c^2 = E / [\rho(1 - \nu^2)]$; $A = 0,981 \cdot 10^5$ Н/м²; $\omega = 0,3$.

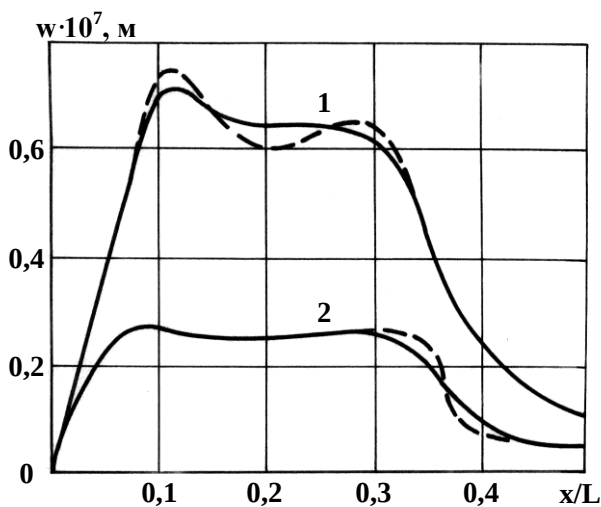


Fig. 1

The reliability of the results obtained in the work is determined by the rigor and correctness of the statements of the initial problems; theoretical substantiation of the finite-difference schemes used; controlled

References

1. Meysh V. F., Meish Y. A., Arnuta N.V. (2019) Numerical Analysis of Nonstationary Vibrations of Discretely Reinforced Multilayer Shells of Different Geometry [International Applied Mechanics] 2019. Vol. 55. №4
2. Arnuta N.V., Roman R.R.(2018)The usage of numerical high-exactly algorithms for modeling dynamic demeanour of discretely substantiated five-layered cylindrical shells [Біоресурси і

accuracy of numerical calculations; conducting test calculations; compliance of the established regularities with the general properties of oscillations of thin-walled structural elements.

природокористування.] Vol 10. № 5-6. С. 167-173

3. Samarsky A. A. (1977). Theory of difference schemes. 656.

4. Kokhmanyuk S.S., Yanyutin E.G., Romanenko L.G. (1980). Vibrations of deformable systems under impulsive and moving loads. 232 .

5. Filippov A.P., Kokhmanyuk S.S., Yanyutin Ya.G. (1978). Deformation of structural elements under the action of shock and impulse loads. 184.

Арнаута Н. В., Савчук С. Г., Дібрівна Е. І.

6. Arnauta, N. (2021). A problem of non – linear deformation of five-layer conical shells with allowance for discrete

ribs. Scientific reports of NULES of Ukraine, 0(6(94)).

doi:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.016>

ЧИСЕЛЬНИЙ РОЗВ'ЯЗОК ДИНАМІЧНОЇ ЗАДАЧІ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ КОЛИВАНЬ ПІДКРІПЛЕНИХ ОБОЛОНОК

Н. В. Арнаута, С. Г. Савчук, Е. І. Дібрівна

Анотація Достовірність одержаних в роботі результатів визначається строгістю і коректністю постановок вихідних задач; теоретичним обґрунтуванням скінченно – різницевих схем, які використовуються; контрольованою точністю чисельних розрахунків; проведенням тестових розрахунків; відповідністю встановлених закономірностей загальним властивостям коливань тонкостінних елементів конструкцій.

Коректність постановки задач досягається використанням відомих рівнянь теорії оболонок і стержнів типу Тимошенка, які являються апроксимацією вихідних рівнянь тривимірної теорії пружності. При виводі рівнянь отримано рівняння коливань багатошарової оболонки в гладкій області, та рівняння коливань підкріплюючих ребристих елементів (поперечні ребра). Неважко показати, що вказані рівняння по класифікації рівнянь в частинних похідних є рівняннями гіперболічного типу, які є апроксимацією коливальних рівнянь тривимірних пружних тіл і достатньо коректно відтворюють хвильові процеси в неоднорідних оболонкових структурах з врахуванням просторових розривів.

Чисельні алгоритми наближених розв'язків вихідних рівнянь базуються на використанні інтегро–інтерполяційного методу побудови різницевих схем. При побудові різницевих схем кінематичні величини відносяться до різницевих точок з цілими індексами, а величини деформацій та зусиль–моментів відносяться до різницевих точок з напівцілими індексами. Чисельний алгоритм базується на використанні окремих скінченно–різницевих співвідношень в гладкій області та на лініях просторових розривів з другим порядком точності по просторовим та часовій координатам.

Ключові слова: оболонки обертання, нестационарні навантаження, чисельні методи