

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ ЗА ВПЛИВУ СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА

В. О. Величко, д-р вет. наук

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів
та кормових добавок
вул. Донецька, 11, м. Львів, 79019, Україна
allagrimak@gmail.com

Аналіз даних літератури і результатів власних досліджень свідчать, що навіть при інтенсивному вирощуванні тварин, із застосуванням збалансованої годівлі і утриманні їх у відповідності до технології, практично неможливо уникнути стресових станів. І особливо, надмірне техногенне навантаження на агроєкосистеми зумовлює також негативний вплив і на життєдіяльність тварин.

До чинників, що зумовлюють зниження імунного статусу і виникнення імунної патології у тварин, належать: індустриальна технологія вирощування тварин, хімізація в рослинництві і тваринництві, техногенний тиск, незбалансованість раціону за поживними і біологічно активними речовинами. При цьому зростає вплив на організм важких металів, які витісняють із тканин організму біогенні елементи, зокрема мікроелементи і замінюють їх в метаболічних процесах, що є потенційною передумовою розвитку оксидативного стресу. Сам механізм розвитку стрес-реакції організму тісно пов'язаний з активністю ПОЛ (перекисне окиснення ліпідів) і депресією антиоксидантного потенціалу. За цих умов особливого значення набуває здатність організму мобілізувати захисно-приспосувальні можливості у відповідь на дію негативних факторів. Утримання продуктивних тварин у несприятливих умовах, незбалансована годівля є складовими іммобілізаційного стресу, який зумовлює зменшення їх продуктивності, впливає на відтворювальну функцію, виникнення порушень метаболічно-функціонального характеру, зниження неспецифічної і специфічної резистентності організму (Fedoruk & Kravtsiv, 2003; Velychko, 2008; Velychko, 2011).

За умов техногенного навантаження на довкілля, відповідно і тварин – перспективною є розробка ефективних методів регуляції активності ферментативної системи антиоксидантного захисту з допомогою біологічно-активних речовин, зокрема мікроелементів. Результати досліджень підтверджують, що це позитивно впливає на формування продуктивних і адаптивних властивостей тварин.

Система антиоксидантного захисту є необхідною ланкою неспецифічних реакцій організму, складовою процесів його адаптації до умов середовища, компонентом нормальної життєдіяльності, фактором збереження гомеостазу. Широке розповсюдження імунодефіцитів і з'ясування основних ланок їх патогенезу загострили проблему регулювання розладів імунної системи. Тому знання закономірностей формування імунного статусу організму тварин, особливо в ранній постнатальний період, має значення при розробці методів корекції імунодефіцитного стану, антиоксидантного захисту.

Ключові слова: АНТИОКСИДАНТНИЙ СТАТУС, ІМУННИЙ СТАТУС, ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, АДАПТАЦІЯ, СТРЕС, КОРЕКЦІЯ, БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ.

EFFECTIVENESS OF MICROELEMENTS IN THE FORMATION OF MECHANISMS OF PROTECTION OF THE BODY UNDER THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL STRESS FACTORS

V. O. Velichko

State Research Control Institute of Veterinary Medicinal Product and Feed Additives
11, Donetska str., Lviv, 79019, Ukraine
allagrimak@gmail.com

Analysis of literature data and the results of our own research show that even with intensive rearing of animals with the use of balanced feeding and keeping them in accordance with the technology - it is almost impossible to avoid stress. And especially, excessive man-made load on agroecosystems also has a negative impact on animal life.

Factors that cause a decrease in immune status and the emergence of immune pathology in animals include: industrial technology of animal husbandry, chemicalization in crop and livestock production, man-made pressure, dietary imbalance in nutrients and biologically active substances. This increases the impact on the body of heavy metals, which displace nutrients from body tissues, in particular trace elements and replace them in metabolic processes, which is a potential prerequisite for the development of oxidative stress. The mechanism of development of stress reaction of an organism is closely connected with activity of POL (lipid peroxidation) and depression of antioxidant potential. Under these conditions, the ability of the organism to mobilize protective and adaptive capabilities in response to the action of negative factors becomes especially important. Keeping productive animals in adverse conditions, unbalanced feeding are components of immobilization stress, which reduces their productivity, affects reproductive function, metabolic and functional disorders, reducing nonspecific and specific resistance of the organism (Fedoruk & Kravtsiv, 2003; Velychko, 2008; Velychko, 2011).

Under conditions of man-caused load on the environment, respectively, and animals – it is promising to develop effective methods for regulating the activity of the enzymatic system of antioxidant protection with the help of biologically active substances, in particular trace elements. The results of research confirm that this has a positive effect on the formation of productive and adaptive properties of animals.

The system of antioxidant protection is a necessary part of non-specific reactions of the organism, a component of the processes of its adaptation to environmental conditions, a component of normal life, a factor in maintaining homeostasis. Widespread immunodeficiency and elucidation of the main links of their pathogenesis have exacerbated the problem of regulating disorders of the immune system. Therefore, knowledge of the patterns of formation of the immune status of animals, especially in the early postnatal period, is important in the development of methods for the correction of immunodeficiency, antioxidant protection.

Keywords: ANTIOXIDANT STATUS, IMMUNE STATUS, TECHNOGENIC LOAD, ADAPTATION, STRESS, CORRECTION, BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES.

Літературні дані і результати проведених досліджень дають підставу стверджувати, що інтенсивне техногенне навантаження на довкілля та сільськогосподарські угіддя, з викидами шкідливих речовин різного ступеня токсичності, супроводжуються нагромадженням важких металів в органах і тканинах тварин з можливою трансформацією їх у продукцію. Природна нестача мікроелементів посилюється техногенним забрудненням. При цьому зростають дисбаланс хімічних елементів як у довкіллі, так і в біологічних об'єктах, агресія організму важкими металами, витіснення ними біогенних мікроелементів із структур тканин та їхня заміна в метаболічних процесах.

Тому ведення ветеринарно-гігієнічного моніторингу шкідливих речовин у системі корми-тварина-продукти харчування, за умов підвищеного техногенного навантаження на середовище, може покращувати контроль за інтенсивністю екологічного забруднення, вмістом окремих токсичних речовин у кормах і організмі продуктивних тварин, підвищити якість сировини для виробництва продуктів тваринного походження. Підвищене техногенне навантаження виступає одним із основних факторів забруднення довкілля ксенобіотиками, в т. ч. важкими металами, які проявляють негативний вплив на інтенсивність метаболічних реакцій, фізіолого-біохімічний стан та продуктивні якості тварин, які знаходяться в прямій залежності від інтенсивності метаболізму в організмі. Крім того, підвищення вмісту важких металів у раціонах тварин в цілому сприяє порушенню фізіології живлення та обміну речовин в організмі. Причиною стресових станів тварин є і те, що продукти техногенного навантаження можуть пригнічувати і швидкість ферментативних процесів, або повністю їх блокувати. Багато із них діють як отрути окремих ферментів. До таких речовин відносять важкі метали та їх солі (Chumachenko & Pavlenko, 2004; Velychko, 2008).

Небезпеку для тварин становить надходження в організм не лише високих, а й низьких концентрацій токсикантів, зокрема важких металів. Це зв'язано з тим, що більшість з них має здатність до мутагенної дії та акумуляції, є серйозним стресовим фактором і особливо негативно впливає на резистентність, імунологічний статус, взаємодію ферментних систем, фізіологічне дозрівання організму та його репродуктивну функцію. Особливістю токсикантів є і те, що їх небезпечний вплив на організм проявляється у ранні періоди розвитку молодих, високопродуктивних та ослаблених тварин, не адаптованих до впливу стресових факторів.

Аналіз результатів досліджень і літературних повідомлень підтверджує, що розробка безпечних методів профілактики стресу базується на вдосконаленні технології вирощування тварин з урахуванням особливостей розвитку їх адаптаційних механізмів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на бугайцях, які утримувалися в селянських господарствах с. Березівці Миколаївського району Львівської області, за умов інтенсивного техногенного навантаження викидами Миколаївського цементного і Роздольського гірничо-сірчаного комбінатів. Дослід проводився на двох групах бугайців аналогів (по 8 тварин у кожній) чорно-рябої породи, 4–5 місячного віку, середньою масою тіла 123 кг і тривав до досягнення тваринами маси тіла 427–504 кг за схемою (табл. 1):

Таблиця 1

Схема проведення дослідю

Групи тварин	Періоди дослідю	
	Підготовчий (28 діб)	Дослідний (414 діб)
I (контрольна)	Стандартний раціон (СР)	Стандартний раціон (СР)
II (дослідна)	Стандартний раціон (СР)	СР + кормова добавка (макро- і мікроелементи)

Отримані результати досліджень обробляли статистично. В дослідженні вивчали вплив техногенних викидів комбінатів на клінічний стан тварин, фізіологічні процеси, перебіг обміну речовин та прояви імунної реакції організму на техногенні стресові подразники.

Результати й обговорення. Система антиоксидантного захисту є необхідною ланкою неспецифічних реакцій організму, складовою та етапом його адаптації до життєвих умов, фактором збереження гомеостазу. Тому і покращення фізіологічного функціонування гомеостазу залежить від рівня захисних та адаптаційних систем організму, що узагальнюється поняттям резистентність, або імунітет (Fedoruk et al., 2007; Velychko, 2008). Під терміном резистентність (імунітет) слід розуміти стан неспецифічних та специфічних захисних і пристосувальних механізмів організму, здатних протидіяти різним несприятливим факторам середовища, в якому утримуються тварини. Захист організму від дії несприятливих факторів середовища вимагає енергетичних затрат, що компенсуються шляхом перебудови обмінних

процесів і функцій органів та систем. Чим же можливо стимулювати захисні функції організму? Сучасні наукові досягнення свідчать про виключно важливу роль мікроелементів у живленні тварин, прояві їх продуктивних якостей та резистентності їх організму до впливу стрес-факторів різного походження (Nozdriakhyna, 1997; Velychko, 2007; Velychko, 2008).

Утримання продуктивних тварин у несприятливих, стресових умовах, незбалансована годівля є складовими іммобілізаційного стресу, який зумовлює зниження їх продуктивності, виникнення порушень метаболічно-функціонального характеру, зниження неспецифічної та специфічної резистентності організму. За цих умов особливого значення набуває здатність організму мобілізувати захисно-приспосувальні можливості у відповідь на дію негативних факторів. Саме в цьому провідна роль у мобілізації адаптаційних можливостей організму належить мікроелементам. Найбільш активними антиоксидантами є Селен, Цинк, Кобальт, Манган, Купрум.

Зокрема, Селен – є одним із найважливіших мікроелементів, який присутній у всіх органах і тканинах, бере участь у метаболічних процесах на клітинному рівні. В якості антиоксиданта захищає клітинні мембрани від ушкодження вільними радикалами. Селен виконує важливу роль у формуванні імунного статусу організму, підвищує реакцію лімфоцитів, яким належить центральна роль як у природному, так і набутому імунітеті (Fedoruk et al., 2007).

Цинк – один із багатофункціональних мікроелементів в імунній системі і організмі в цілому. Серед багатьох біологічних функцій Цинку слід відзначити його стимулюючий вплив на синтез супероксиддисмутази, ключового ферменту системи антиоксидантного захисту в тканинах тварин. Крім цього Цинк впливає на різні ланки обміну речовин: через метаболізм аргініну та систему оксиду нітрогену підвищує активність антиоксидантних ферментів (Veling, 1995).

Важливим мікроелементом в імунній системі організму є Купрум. У формуванні захисних функцій організму Купрум робить свій внесок через вплив, практично на всі ланки обміну речовин – утворює водонерозчинні комплекси із Сульфуром, Молібденом, Цинком. Хронічний дефіцит Купруму може викликати гіпотрофію тимуса, знижує синтез імуноглобулінів, пригнічує клітинний імунітет тощо.

Щодо Мангану, то він є одним із основних металоферментів, які мають пряме відношення до імунної системи і захисту клітинних мембран (Chumachenko & Pavlenko, 2004). Важлива біологічна роль в гемопоезі належить Кобальту. Він є складовою вітаміну В₁₂, необхідного для еритропоезу і синтезу гемоглобіну. Бере безпосередню участь в процесах гліколізу, впливає на підвищення антитоксичної функції печінки, зменшення побічної дії продуктів перекисного окиснення ліпідів та прискорення виведення їх з організму. Кобальт активує захисну функцію епітеліальних тканин організму щодо дії стрес чинників. Свою роль у формуванні резистентності організму до стресових станів проявляють і інші елементи, зокрема Хром, Ферум, Йод.

Завданням наших досліджень було оцінити можливість і ефективність використання мікроелементів, як стрес-коректора для підвищення природної резистентності організму, що є одним із вирішальних факторів збереження здоров'я тварин та підвищення їх продуктивності. Вивчення гематологічних показників, загального білка і білкового спектру сироватки крові дозволило до певної міри оцінювати реактивність організму, функціональний стан органів і систем, характер та ступінь дії різних чинників, стресових зокрема, на організм тварин. Так, білки крові відіграють важливу роль в утворенні імунітету. Під дією добавки суміші мікроелементів у сироватці крові підвищувався рівень загального білка (табл. 2).

Білкові фракції сироватки крові бугайців

Групи тварин	Альбумін, %	α -глобуліни, %	β -глобуліни, %	γ -глобуліни, %
I (контрольна)	48,04 \pm 0,17	15,22 \pm 0,19	17,85 \pm 0,31	18,09 \pm 0,23
II (дослідна)	48,32 \pm 0,41	15,52 \pm 0,14	18,03 \pm 0,11	18,15 \pm 0,15

При дослідженні співвідношення окремих фракцій білків (табл. 2), підвищений відносний вміст γ -глобулінів сироватки крові свідчить про стимулюючий вплив мікроелементів на імунологічну реактивність організму та синтезу γ -глобулінів.

Аналіз результатів дослідження морфологічного складу крові (табл. 3), кількість еритроцитів була більшою у крові дослідних тварин, порівняно з аналогічним показником у тварин контрольної групи. Було встановлено також, що задавання тваринам добавки суміші мікроелементів позитивно позначається на концентрації гемоглобіну у крові дослідних груп.

Гематологічні і біохімічні показники в організмі бугайців

Групи тварин	У крові			У сироватці крові		
	Еритроцити, 10 ¹² /л	Лейкоцити, 10 ⁹ /л	Гемоглобін, г/л	Загальний білок, г/%	АлАТ, м.кат/л	АсАТ, м.кат/л
I (контрольна)	4,8 \pm 0,22	3,4 \pm 0,17	75,0 \pm 2,4	67,4 \pm 0,32	0,15 \pm 0,01	0,42 \pm 0,01
II (дослідна)	5,92 \pm 0,37	4,2 \pm 0,51	86,8 \pm 1,2	69,4 \pm 1,03	0,21 \pm 0,03	0,57 \pm 0,57

Оскільки кількість еритроцитів і концентрація гемоглобіну є центральним показником антиоксидантної системи захисту – збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну в крові бугайців дослідної групи свідчить про покращення процесів еритропоезу, що є захисно-адаптаційною відповіддю на техногенний стрес.

Важливим в стабілізації імунної системи є зрілість неспецифічних факторів захисту організму тварин на вплив стресових чинників. А це гуморальний фактор – бактерицидна активність сироватки крові. Із літературних джерел відомо, що вона обумовлена комплексною дією неспецифічних захисних компонентів, які наявні в сироватці (імуноглобуліни, антитіла, лізоциму, комплементу, інтерферону, бактеріолізинів та ін. факторів). Бактерицидна активність сироватки крові є одним із важливих гуморальних показників резистентності і зумовлюється дією багатьох вищевказаних захисних факторів. Нами, в проведених дослідженнях, виявлено (табл. 4) підвищення в сироватці крові тварин дослідної групи бактерицидної і лізоцимної активності.

Імунологічні показники крові бугайців

Групи тварин	Бактерицидна активність, %	Лізоцимна активність, %
I (контрольна)	49,54 \pm 2,1	30,12 \pm 0,53
II (дослідна)	52,4 \pm 0,32	32,43 \pm 1,05

Лізоцим також відноситься до важливих факторів природної резистентності організму тварин, його концентрація в крові забезпечується в основному за рахунок його продукування клітинами лейкоцитарного профілю крові.

В умовах техногенного навантаження і інших стресових чинників використання добавки суміші мікроелементів в раціонах відгодівельних бугайців підвищує їх природну резистентність, стимулює синтезуючі процеси еритропоезу, що є захисно-адаптаційною відповіддю на стрес подразники. Крім того, за результатами балансового дослідження встановлено,

що довготривале згодовування кормової суміші мікроелементів, за умов дії техногенного навантаження, сприяло не тільки кращому поїданню кормів раціону, а й підвищувало перетравність і засвоюваність органічної речовини кормів раціону на 5,14 %, сирого жиру на 2,5 %.

Аналіз результатів дослідження підтвердив, що внесення мікроелементів (Fe, Zn, Cu, Co, I, Mn, Se) до раціонів бугайцям на відгодівлі дозволяє запобігти виникненню техногенних і технологічних стресів і їх негативному впливу на організм тварин, відповідно і їх продуктивність. На завершення дослідження тварини дослідної групи мали передзабійну масу тіла $429,00 \pm 9,38$ кг, що на 12,9 % вище, ніж у тварин контрольної групи (379,83 кг).

ВИСНОВКИ

1. Результати проведених досліджень показали, що застосування в годівлі тварин добавки суміші мікроелементів покращує перетравність поживних речовин корму і засвоєння мінеральних речовин, інтенсифікує процеси обміну речовин в організмі, стимулює підвищення показників росту і розвитку тварин на відгодівлі, їх продуктивність та активує захисні системи організму за впливу техногенного, стресового навантаження на тварин викидами Миколаївського цементного і Роздольського сірчаного комбінатів.

2. Інтенсивне техногенне навантаження зумовлює негативний вплив на життєдіяльність тварин, відповідно на зміни показників фізіологічного і клінічного станів їх організму, що безпосередньо зв'язано з формуванням антиоксидантного статусу і можливістю організму мобілізувати захисно-приспосувальні ресурси у відповідь на дію негативних чинників.

3. Отримані результати досліджень підтверджують дані ряду вчених-фізіологів про те, що мікроелементи є обов'язковими компонентами складних фізіологічних систем, які регулюють життєві функції організму на всіх стадіях розвитку, мобілізують адаптаційні його можливості.

4. В умовах техногенного навантаження, використання суміші мікроелементів в раціонах підвищує природну резистентність тварин, обумовлює стимуляцію синтезуючих процесів і еритропоезу, що є захисно-адаптаційною відповіддю на техногенний стрес.

5. Мікроелементи, як каталізатори, визначають інтенсивність процесів обміну речовин в організмі, сприяють зниженню витрат основних поживних речовин.

Перспективи досліджень. Продовження досліджень шкідливого впливу техногенних чинників на сільськогосподарських тварин, які забезпечують сировиною переробку промисловість та продуктами харчування людей.

References

Chumachenko, V. & Pavlenko, O. (2004). Doslidzhennia imunnoi systemy. Mekhanizm zakhystu orhanizmu. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 4, 26-29. [in Ukrainian].

Fedoruk, R.S., Koleshchuk, O.I., Tsap, O.D. et al. (2007). Pokaznyky imunolohichnoho i antyoksydantnoho statusu teliat za zghodovuvannia yim Se-vmisnykh preparativ. *NTB DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i instytutu biolohii tvaryn*. Lviv. 8. 3-4. 204-209. [in Ukrainian].

Fedoruk, R.S. & Kravtsiv, R.Y. (2003). Fiziolohichni mekhanizmy adaptatsii tvaryn do umov seredovyscha. *Biolohiia tvaryn*, 2. 1-2. 75-82. [in Ukrainian].

Nozdriakhyna, L.R. (1997). *Biolohyeheskaia rol mykroelementov v orhanyzme zhyvotnykh i cheloveka*. M.: Nauka, 184. [in Russian].

Veling, J. (1995). Selendeficientie zonder Klinische symptomen big jongvee melkveebed. *C. N. Counotle Tijd Schrift voor Diergeneskunde*. 120, 16, 464-465.

Velychko, V.O. (2007). Vykorystannia biolohichno-aktyvnykh rehovyn dlia znyzhennia tekhnohennykh navantazhen na bychkiv pry yikh vidhodivli. *NTB DNDKI vetpreparativ ta*

kormovykh dobavok i instytutu biolohii tvaryn. Lviv, vyp. 8, 3-4, 114-122. [in Ukrainian].

Velychko, V.O. (2008). Kliniko-fiziolohichni ta produktyvnyi stan orhanizmu bychkiv na vidhodivli v umovakh tekhnohennoho navantazhennia ta yikh korektsiia biolohichno-aktyvnymy kormovymy dobavkamy. NTB DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i instytutu biolohii tvaryn. Lviv, 9, 4, 64-69. [in Ukrainian].

Velychko, V.O. (2011). Korektsiia antyoksydantnoho statusu silskohospodarskykh tvaryn mikroelementamy. Monohrafiia. Lviv: Spolom, 76. [in Ukrainian].