

**IMMUNOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION
AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF THE ORGANISM
OF PIGLETS UNDER CONDITIONS OF OXIDATIVE STRESS
AND THE ACTION OF CORRECTIVE FACTORS**

Martyshuk T. V., Gutyj B. V., Leskiv Kh. Ya.

INTRODUCTION

The introduction of intensive technologies in pig farming involves the early weaning piglets from sows, which leads to stress, disruption of metabolic homeostasis, and increased free radical processes in the body. In addition, during weaning, non-specific changes occur in piglets, which causes the depletion of antioxidant potential and decreases immunobiological reactivity. As a result, a low level of adaptive processes and an immunodeficiency state generate a high degree of diseases and a high percentage of mortality.

Practical and cost-effective new complex drugs have been successfully developed in recent years to prevent the adverse effects of stress while providing the necessary conditions for care and maintenance. The use of substances of natural origin is especially promising in this direction. There are separate reports in the literature about the stimulating effect of milk thistle, fat-soluble vitamins, Selenium, and butaphosphan on the activity of the immune and antioxidant systems in animals. However, these studies are fragmentary, in connection with which there is a need for a detailed study and generalization of this topic. In particular, it is essential to comprehensively investigate the effect of these substances on the antioxidant potential and immune function of the animal body under conditions of oxidative stress.

**1. Physiological, biochemical, and immunological mechanisms
of stress development in piglets of early age and at weaning**

It is known that piglets can only digest the protein and fat of the sow's milk, which is their primary food, until the 20th day¹. Therefore, early weaning (18–31 days) of piglets makes it possible to use the sow more

¹ Панікар І. І. Біохімічні особливості формування поросят першої доби життя. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2013. № 3. С. 129–132.

intensively². However, weaning piglets from the sow is a vital stress factor that negatively affects their body's metabolism and physiological functions. The most significant stress reaction in piglets occurs under conditions of formation of groups for rearing from different nests immediately after weaning from sows at the age of 26 days³. In the first days after weaning, piglets are affected by many unfavorable factors: a change in feeding, moving to another room with a different microclimate, keeping in groups of 20-25 animals from different nests, etc.⁴. During this period, the adaptive protective mechanisms are not fully stabilized and are susceptible to stress⁵.

Stress (from the English Stress – load, tension) is a set of non-specific adaptive (normal) reactions of the body to the influence of various adverse factors. Stress (physical or psychological) disrupts homeostasis, as well as the corresponding condition of the body's nervous system (or the organism as a whole)^{6,7}. According to the literature, the state of stress includes three stages: mobilization of the body's defense forces, resistance, and exhaustion⁸.

The first phase of stress is characterized by developing specific endocrine and lymphatic systems processes and decreasing body temperature, muscle tone, and blood pressure. At the same time, the course

² Головач В. М., Снітинський В. В., Аксьонова Г. В. Стреси сільсько-господарських тварин і птиці. К.: Урожай, 1990. 144 с.

³ Панікар І. І., Ничик С. А. Зміни морфологічних показників периферичної крові поросят першого місяця життя. *Біологія тварин*, 2014. Т. 16. № 4. С. 115–121.

⁴ Голик М. Профілактика стресу в поросят при відлученні. *Журнал ветеринарної медицини*, 2000. № 5. С. 39–41.

⁵ Грабовський С. С. Стреси сільськогосподарських тварин та його наслідки. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2012. Т. 14. № 3 (53). С. 47–58.

⁶ Malisch J. L., Satterlee D. G., Cockrem J. F. How acute is the acute stress response? Baseline corticosterone and corticosteroid-binding globulin levels change 24h after an acute stressor in Japanese quail. *General and comparative endocrinology*, 2010. Vol. 165(2). P. 345–350.

⁷ Martyshuk T. V., Gutyj B. V., Vishchur O. I., Todoriuk V. B. Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2019. Vol. 2, № 2. P. 27–30.

⁸ Лукашук Б. О., Слівінська Л. Г. Вплив фітобіотика на показники неспецифічної резистентності поросят у підсисний період. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 2015. Т. 17. № 1 (61). С. 96–100

of physiological processes changes significantly to bring the whole body into a state of “full combat readiness”⁹.

The second stage changes the anxiety response: the metabolism in the body is normalized, the shifts that occurred at the beginning of the adverse impact of the stressor are leveled off¹⁰.

When the protective forces cannot neutralize the impact of stress factors on the body and reserve capabilities are exhausted, the third stage of stress occurs, leading to exhaustion. This stage is characterized by various dystrophic processes, the breakdown of proteins and fats in tissues, and a sharp decline in body weight. The long-term effect of the stress factor leads to irreversible changes in metabolism, disruption of adaptation mechanisms, and often to the animal's death¹¹.

In conditions of oxidative stress, there is an increase in the intensity of radical formation, which leads to the growth in the processes of peroxide oxidation of lipids¹². Peroxide oxidation at almost all stages of its course forms many active products that result from the interaction of free radicals both among themselves and with biological macromolecules. It is important to highlight that the raised formation of primary free radicals is a side effect of the increased intensity of biochemical reactions in response to the action of the stress factor – weaning from the sow¹³.

The most vital biochemical mechanism that affects the reduction of resistance and the occurrence of oxidative stress at these moments of life is the sharp and long-term activation of free radical oxidation and the formation and accumulation in the body of products of oxidative modification of lipids and proteins¹⁴.

⁹ Довгій Ю. Ю., Фещенко Д. В. Спосіб визначення стрес-статусу свиней. *Тваринництво України*, 2002. № 9. С. 7–9.

¹⁰ Камрацька О. І., Стояновський В. Г. Стан імунних структур кишечнику поросят за дії стресу у період відлучки. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2012. Вип. 13, № 1–2. С. 395–398.

¹¹ Маркович Д. Стресс-факторы в современном свиноводстве. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*, 2008. № 10. С. 18–20.

¹² Стояновський В. Г., Мацюк О. І., Коломієць І. А. Шляхи підвищення адаптаційних можливостей організму поросят в умовах технологічного стресу. *Сільський господар*, 2013. № 11–12. С. 21–25.

¹³ Чумаченко В. В. Стресовий стан у поросят в залежності від віку їх відлучення від свиноматок. *Вісник Державної агроекологічної академії України*. Житомир, 2001. № 2. С. 55–56.

¹⁴ Гуніна Л. М., Олійник С. А. Оксидативний стрес і його роль в канцерогенезі. *Фізіол. журн.*, 2006. Т. 52. № 4. С. 78–89.

The primary way of destroying the lipid part of the membrane is the addition of oxygen to the phospholipid molecule, as a result of which they become more polarized, phospholipid hydroperoxides are grouped in the membrane layer, thus forming through channels, the so-called peroxide clusters¹⁵. As an outcome, there is delamination of the lipid bilayer of membranes, which disrupts the functioning of membrane enzymes.

Swelling and lysis of mitochondria and microsomes, dysfunction of organelles, destructuring of deoxyribonucleic acid, polymerization of proteins, and rupture of their polypeptide chain¹⁶ are observed.

Free radical processes also occur in other essential macromolecules: proteins, polysaccharides, and nucleic acids¹⁷.

Oxidative stress is classified as an imbalance of the redox balance in the cell, associated either with excessive formation of reactive oxygen species or with a malfunction of the antioxidant defense system¹⁸. Their direct effect mediates reactive forms of oxygen and nitrogen on biomolecules (lipids, proteins, and nucleic acids) and the activation of pro-inflammatory cascade signals, which subsequently lead to the activation of immune reactions¹⁹.

Under the influence of free radicals, sulfhydryl groups are oxidized very quickly, which is important since many substances that contain free SH-groups function in the body, including more than 100 enzymes that

¹⁵ Карповський П. В., Карповський В. В., Данчук О. В. і ін. Вплив кортико-вегетативних регуляторних механізмів на показники фагоцитозу та рівень циркулюючих імунних комплексів у свиней за умов дії технологічного подразника. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2015. Вип. 16, № 2. С. 29–36.

¹⁶ Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці. Кам'янець-Подільський: Абетка. 2006. 192 с.

¹⁷ Данчук О. В. Вплив технологічного стресу на інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у організмі поросят різних типів ВНД. XIX з'їзд Українського фізіологічного товариства ім. П. Г. Костюка, м. Львів, 24–26 травня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 128.

¹⁸ Cruzen S. M. et al. Temporal proteomic response to acute heat stress in the porcine muscle sarcoplasm. *Journal of Animal Science*, 2017. Т. 95. № 9. P. 3961–3971.

¹⁹ Данчук О. В. Індекси інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів у свиней різних типів вищої нервової діяльності за технологічного стресу. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2017. № 1. Вип. 18. С. 24–29.

participate in the conduction of nerve impulses, tissue respiration, muscle contraction, cell membrane permeability, metabolism²⁰.

The most crucial biochemical mechanism that affects the reduction of resistance and the occurrence of oxidative stress in piglets after weaning is a sharp and long-term activation of free radical oxidation and the formation and accumulation in the body of products of oxidative modification of lipids and proteins. Adaptive restructuring in the body of newborn piglets, which is associated with adaptation to new living conditions and nutrition, ends by the age of 2 months with the formation of a fully functioning enzymatic and non-enzymatic link of the antioxidant system, which controls and maintains a stationary level of free radical processes and establishes an oxidant-antioxidant balance²¹.

Lipid peroxidation products are highly toxic due to their high oxidizing capacity. In addition, LPP products can cause oxidation of many organic substrates of different chemical natures²². Excessive activation of these processes disrupts the structures of lipid membranes. It has a toxic effect on tissues, resulting in increased lysis of biological structures, oxidation of sulfhydryl groups of proteins, structural changes, and damage to the cardiovascular system, lungs, and digestive tract²³.

The formation of a large number of reactive oxygen species causes damage to individual structures of biomolecules and biological membranes. Also, it contributes to disrupting their barrier, receptor, and catalytic functions²⁴. As a result, there are changes in the work of tissues and organs. Furthermore, it leads to the destabilization of homeostasis in the animal body and the development of diseases. The action of oxidative

²⁰ Дубиніна О. Ю. Окиснювальний стрес і окиснювальна модифікація білків. *Мед. хім.*, 2001. Т. 3. № 2. С. 5–12.

²¹ Камрацька О. І., Стояновський В. Г., Соколовський В. М. Стан резистентності організму поросят та способи його корекції при відлучці. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*, 2012. № 2. С. 148–150.

²² Снітинський В. В., Шах А. Є., Іскра Р. Я., Микитин Ю. В. Вплив техногенного стресу на фізіологічний стан тварин і активність антиоксидантної системи. *Фізіол. журн.*, 2002. Т. 48. № 2. С. 191–196.

²³ Мартишук Т. В. Стан глутатионової системи антиоксидантного захисту організму щурів за умов отруєння тетрахлорметаном. *Матеріали щорічної науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин»* 16 червня 2016 року. Київ, 2016. С. 52–53.

²⁴ Brambilla G., Civitareale C., Ballerini A., Fiori M. et al. Response to oxidative stress as a welfare parameter in swine. *Redox Rep.*, 2002. № 7. P. 159–163.

stress also plays an essential role in disorders of metabolism and functions of the liver, kidneys, and brain²⁵.

As an effect of early weaning, stress reduces the growth intensity of piglets and the activity of bone marrow cells, the number of erythrocytes, and the level of thyroid hormones in the blood²⁶. In addition, in the body of piglets, the mass of internal secretion glands increases due to the effects of stress, and their structure undergoes morphological changes²⁷. Hormones of the adrenal cortex play a key role in developing stress syndrome in piglets. The suppression of immune processes in piglets against the background of the body's stress reaction is due immunotropic effect of glucocorticoids. They also contribute to strengthening the catabolism of proteins and fats, increasing the sugar content in the blood and glycogen in the liver, suppressing the formation of antibodies, and disrupting cellular immune reactions²⁸. In the development of adaptive reactions during weaning, biological mechanisms are involved with full mobilization of the functional reserve, an increase in the level of catecholamines, corticosteroids, and mediators, which is accompanied by a violation of the nitrogen balance in the body, enzymopathy and endotoxemia²⁹.

The weaning of piglets is accompanied by an increase in the sympathoadrenal and hypothalamic-adenohypophysis-adrenocortical systems; during this period, piglets are susceptible to external stimuli. In addition, weaning piglets at the age of 20th days leads to a decrease in total

²⁵ Junghans P., Beyer M., Derno M., Petzke K. J., Küchenmeister U., Hennig U., Jentsch W., Schwerin M. Studies on persisting effects of soy-based compared with amino acid-supplemented casein-based diet on protein metabolism and oxidative stress in juvenile pigs. *Arch Anim Nutr*, 2007, Vol. 61. P. 75–89.

²⁶ Иванов В. О. і ін. Вплив стресосильності свиней на їх продуктивність. *Свинарство*, 2013. № 63. С. 12–18.

²⁷ Іскра Р. Я., Бучко О. М. Вплив мікроелементів на антиоксидантну систему поросят раннього віку. *Біологія тварин*, 2000. Т. 2(1). С. 100–105.

²⁸ Єфімов В. Г., Костюшкевич Л. К., Ракитянський В. М., Лісничка О. М. Стан природної резистентності поросят після відлучення за згодовування кормової добавки з торфу. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2013. Вип. 14, № 3-4. С. 205–209.

²⁹ Lv M., Yu B., Mao X., Zheng P., He J., Chen D. Responses of growth performance and tryptophan metabolism to oxidative stress induced by diquat in weaned pigs. *Animal*, 2012, Vol. 6. P. 928–934.

protein content and its fractions. It is due to a violation of amino acid metabolism in the intestine after weaning³⁰.

Many authors indicate a disturbance in the balance between pro-oxidant phagocytic Kupffer and antioxidant liver endothelial cells of piglets when weaned from the sow³¹.

Weaning stress affects structural changes and active immune responses. A lowering in the level of humoral factors of resistance in animals under stress is due to the activation of catabolic processes. It was established that the bactericidal and lysozyme activity of blood serum decreases in piglets at weaning. A reduction in the phagocytic activity of neutrophils has also been established³².

The weaning of piglets from sows affects the cellular link of the immune system, namely the number of T- and B-lymphocytes in the blood and their functional activity. It was established that the total number of T-lymphocytes in the blood of piglets on the 6th and 14th day after weaning was lower ($P < 0.05$) than before weaning. Under these conditions, the total number of T-lymphocytes with a low density of receptors in the indicated research periods was also less ($P < 0.05$) than before weaning. The obtained research results indicate the inhibitory effect of oxidative stress, which piglets receive at weaning, on the number and functional activity of blood T-lymphocytes³³.

Thus, weaning piglets from sows has an immunosuppressive effect on T-cell immunity and functional activity³⁴.

In the blood of piglets on the day of weaning and on the 5th day after weaning, a significantly lower ($p < 0.05$) number of B-lymphocytes with

³⁰ Kanitz E., Otten W., Tuchscherer M. Central and peripheral effects of repeated noise stress on hypothalamic–pituitary–adrenocortical axis in pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 2005. Т. 94. Р. 213–224.

³¹ Федоров Ю. Н., Верховский О. А., Орлянкин Б. Г., Алипер Т. И., Сидоров М. А. Иммунный статус поросят в хозяйствах промышленного типа. *Ветеринария*, 2006. № 6. С. 18–21.

³² Попов В. С., Самбуров Н. В., Зорикова А. А. Этиологические особенности иммунодефицитов у свиней в условиях промышленной технологии. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 2016. № 4. С. 63–67.

³³ Салига Н. О., Бучко О. М., Сварчевська О. З., Максимович І. Я. Показники Т-клітинного імунітету поросят за умов введення біологічно активної добавки. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок*, 2012. Вип. 13, N 3/4. С. 335–338.

³⁴ Маслянюк Р. П., Гутий Б. В., Сілантьєва Т. З. Чинники розвитку вторинного імунodefіциту і його корекція. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*, 2013. № 3–1. Т. 15. С. 199–203.

increased avidity was found than in the blood of piglets before weaning from the sow³⁵.

The development of the immune system in piglets depends on the mother's organism. After all, the higher the indicators of immunobiological reactivity of the sows, the higher they are in newborn piglets. Furthermore, there is a positive correlative relationship between antibody titers in the mother's blood and colostrum on the one hand and with antibody titers in the colostrum and newborns on the other. Weaning piglets at one month is also a stress factor because it deprives piglets of an essential factor of immune protection, IgA. The total synthesis of Ig and the formation of the immune system of piglets occurs before the age of 45–60 days³⁶.

According to the obtained results, the immunodeficient state of piglets under oxidative stress was found. It was characterized by a decrease in the titer of normal antibodies, the immunoregulatory index, and the index of completion of neutrophil phagocytosis³⁷.

Stoyanovskiy V.G. established that during the period of weaning from the sow and group housing with a change in the structure of the diet, a weakening of the humoral link of the non-specific resistance of the organism of piglets was researched. It was accompanied by a decrease in LASK, and BASK, an increase in FA, and FI of blood neutrophils, and the growth in the CIC content in a period of weaning and for 14 days after it³⁸.

The resistance of piglets to infectious agents during weaning is determined by the state of their natural resistance, which decreases when adaptive reactions are impaired. When young pigs are unprepared and violate the rules of weaning from the sow, their immune reactivity sharply

³⁵ Огородник Н. З., Віщур О. І., Кучин І. В., Рацький М. І. Активність Т- і В-клітинної ланки імунітету поросних свиноматок та їх поросят за дії препаратів Ліповіт та Тривіт. *Біологія тварин*, 2012. Т. 14. № 1-2. С. 108–113.

³⁶ Віщур О. І., Ушкова Ю. Ф. Формування Т- і В-клітинної ланки імунітету у поросят раннього віку за дії препарату «Інтерфлок». *Біологія тварин*, 2009. Т. 11. № 1-2. С. 282–287.

³⁷ Карпуть І. М. Бабина М. П., Николадзе М. Г., Бабина Т. В. Диагностика и профилактика возрастных и приобретенных иммунных дефицитов. *Весті Нацыянальная акадэмі навук Беларусі*, 2005. № 1. С. 67–70.

³⁸ Стояновський В. Г., Мацюк О. І., Колотницький В. А., Коломієць І. А., Камрацька О.І. Стан неспецифічної резистентності організму поросят у різні стресорні періоди онтогенезу при включенні в раціон добавок «В-глюкан» та «Біовір». *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького*, 2015. Т. 17, Ч. 2. С. 162–168.

reduces, causing piglets to suffer from colienterotoxemia, gastroenteritis, and bronchopneumonia³⁹.

Therefore, the problem of reducing the general immunobiological resistance of piglets after weaning, associated with changes in indicators of cellular and enzyme activity of the blood, the function of the body's antioxidant system, and hormonal regulation of the stress state, made it necessary to search for new drugs and feed additives, to improve the activity of the protective systems of the piglets' body.

2. Antioxidants and inhibitors of free radical processes

The intensity of free radical peroxide oxidation in the body of animals depends on the concentration of oxygen in the tissues and on the activity of enzymatic and non-enzymatic systems. Peroxisomes and bioantioxidants comprise the system of antioxidant protection of the animal body. This system regulates the intensity of free radical formation and neutralizes peroxidation products. Its main task is to balance the intensity of radical formation and the body's needs for physiological and biochemical amounts of oxygen radicals and their derivatives. The antioxidant defense system also takes part in the synthesis of biologically active substances that regulate the permeability of cell membranes⁴⁰.

Many authors^{41,42} conditionally divide the antioxidant protection system into enzymatic and non-enzymatic links. The first link of the antioxidant protection system includes: superoxide dismutase (SOD), catalase (KT), glutathione peroxidase (GP), glutathione reductase (GR), glutathione transferase (GT), and other enzymes. The second link of the

³⁹ Кокарев А. В. Формування фагоцитарної ланки імунітету поросят у ранньому постнатальному онтогенезі та її корекція препаратом “Імунолак” у ланцюзі мати-плід-новонароджений. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, 2015. Вип. 31. Ч. 2. С. 89–94.

⁴⁰ Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В. Рівень вітамінів у крові бугайців за експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2019. Т. 20, № 2. С. 317–324

⁴¹ Лавришин Ю. Ю., Вархоляк І. С., Мартишук Т. В., Гута З. А., Іванків Л. Б., Паладійчук О. Р., Мурська С. Д., Гутий Б. В., Гуфрій Д. Ф. Біологічне значення системи антиоксидантного захисту організму тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2016. Т. 18, № 2. С. 100–111.

⁴² Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Exp Physiol*, 1997. Т. 82. P. 291–295.

antioxidant system includes glutathione, fat-soluble vitamins A, E, and K, water-soluble vitamins C and PP, biogenic amines, carotenoids, sterols, ubiquinone.

According to the mechanism of action, the antioxidant protection system is divided into indirect and direct. The mediated system of antioxidant protection includes inhibitors of the generation of oxygen radicals and activators of free radical reactions, as well as inhibitors of phospholipases, activators of the synthesis of enzymes and compounds with an antioxidant effect. The direct ones include SOD, catalase, peroxidase, glutathione transferase, vitamins A, E, C, ubiquinone, triol compounds, β -carotene, nicotinic acid and others⁴³.

Depending on which part of the metabolism the action of free radical peroxide oxidation is aimed at, the system of antioxidant protection of the animal body is conditionally divided into four groups⁴⁴.

The first group includes fat-soluble endogenous antioxidants, namely tocopherols, retinol, and provitamins of group A (α -, β -, γ -carotenes), calciferol, phyloquinone, ubiquinones, some steroid hormones. The antioxidant effect of these compounds is due to a decrease in the amount of free oxygen in the cell by activating its utilization, increasing the activity of oxidation and phosphorylation processes, and the ability to restore lipid radicals⁴⁵.

The second group includes superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase, as well as methionine, cysteine and others. They prevent excessive formation of reactive oxygen species and participate in the non-radical decomposition of lipid peroxides. The third group of the antioxidant protection system is represented by glutathione peroxidase and glutathione transferase. The first enzyme of this group catalyzes the breakdown of lipid hydroperoxides in a non-radical way using reduced

⁴³ Данчук О. В. Активність каталази та супероксиддисмутази у еритроцитах свиней різних типів ВНД за технологічного стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина*, 2015. Вип. 7 (37). С. 33–36.

⁴⁴ Беленічев І. Ф., Левицький Є. Л., Коваленко С. І. Антиоксидантна система захисту організму (огляд). *Современные проблемы токсикологии*, 2002. № 3. С. 29–31.

⁴⁵ Бучко О., Степченко Л. Вільнорадикальні процеси й антиоксидантна система організму свиней за дії гумінової добавки. *Вісник Львівського університету. Сер.: біологічна*, 2014. Вип. 64. С. 90–96.

glutathione. Glutathione transferase is an essential component of the detoxification system of toxic metabolites and xenobiotics⁴⁶.

The fourth group is represented by ceruloplasmin, which oxidizes Fe²⁺ to Fe³⁺, oxygen without forming free radicals, and protein transferrin, which binds and transports Fe³⁺ ions in the bloodstream.

There is also a classification based on antioxidants' physical and chemical properties. Thus, for the effective disposal of lipid peroxidation products in the hydrophilic and hydrophobic part of the cell, there are water- and fat-soluble antioxidants, namely: ascorbic, nicotinic, and other acids, cysteine, glutathione, lipoic acid, ceruloplasmin, polyphenol, flavonoids, transferrin, urea, and as well as Selenium and many other compounds. Fat-soluble antioxidants include phospholipids, tocopherols, vitamins of group K, retinol, some steroid hormones, ubiquinone, etc.⁴⁷.

Each component of antioxidant protection is necessary to perform its unique function at different stages of the oxidation process. All these numerous components of the cell create a complex hierarchical antioxidant protection system. They interact with each other and collectively ensure the maintenance and preservation of redox homeostasis under the influence of stressors of various natures⁴⁸.

The mechanism of action of the antioxidant defense system of the animal organism during the development of oxidative stress consists in their interaction with products and initiators of peroxide oxidation, that is, with radicals R, ROO, with active forms of oxygen, hydroperoxides of

⁴⁶ Lavryshyn Y. Y., Gutyj B. V., Paziuk I. S., Levkivska N. D., Romanovych M. S., Drach M. P., Lisnyak O. I. (2019). The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 2019. Т. 21, № 95. Р. 107–111.

⁴⁷ Мартишук Т. В., Гутий Б. В. Вплив кормової добавки “Бутаселмевіт-плюс” на антиоксидантний статус організму щурів за умов оксидативного стресу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2019. Т. 21, № 90. С. 76–81.

⁴⁸ Данчук А. В., Карповский В. И., Постой Р. В. Активность системы антиоксидантной защиты в организме свиней разных типов высшей нервной деятельности при технологическом стрессе. Современный технологический сельскохозяйственного производства: XX Международная научно-практическая конференция, г. Гродно, 11 мая 2017 года: тезисы доклада. Гродно, 2017. С. 31–33.

fatty acids, catalysts of peroxide oxidation – metal ions of variable valency⁴⁹.

Thus, based on existing ideas about the mechanism of free radical reactions in the body, the entire antioxidant defense of the body can be conditionally divided into three groups⁵⁰:

- fat-soluble endogenous antioxidants;
- antioxidant enzymes;
- low- and high-molecular compounds containing thiol and Selen groups.

Summarizing this section, we concluded that one of the critical tasks of protecting the animal body from the development of oxidative stress is assigned to the antioxidant defense system. It maintains a balance between the intensity of the formation of free radicals and the body's needs in the physiological and biochemical aspects of the action of oxygen radicals and their derivatives. Furthermore, it synthesizes biologically active substances that regulate the permeability of biological membranes and controls and inhibits all stages of free radical reactions.

3. The physiological role of colostrum in the formation of the immune system of piglets

The colostrum plays an essential role in the early postnatal period of the ontogenesis of piglets. The colostrum's primary function is to start newborns' immunological and trophic adaptation mechanisms during the transition from intrauterine to environmental development. Colostrum is a viscous, thick substance of yellow color, with a salty taste and a specific smell, which is secreted by the mammary glands of sows at the end of pregnancy and the first 2-3 days after childbirth. Early colostrum production in piglets is a fundamental biological law that ensures the

⁴⁹ Мартишук Т. В., Гутий Б. В., Віщур О. І. Показники функціонального та антиоксидантного стану печінки щурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату «Бутаселмевіт». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2018. Т. 20, № 89. С. 100–107.

⁵⁰ Лавришин Ю. Ю., Вархоляк І. С., Мартишук Т. В., Гута З. А., Іванків Л. Б., Паладійчук О. Р., Мурська С. Д., Гутий Б. В., Гуфрій Д. Ф. Біологічне значення системи антиоксидантного захисту організму тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2016. Т. 18, № 2. С. 100–111.

necessary physiological norm of postnatal development⁵¹. At birth, piglets have no immunity to any of the diseases. However, when feeding colostrum in the body of newborn piglets, the immune system is formed, and so-called passive immunity is produced (immunity acquired without transmission of the disease). In the first hours of life, newborn piglets receive the maximum antibodies, which are natural protective factors and resemble passive oral immunization. Some of the antibodies enter the sow's colostrum from the blood, and the other is produced by plasma cells of the mammary gland⁵².

It has been proven that when antigens are injected directly into the mammary gland, a high titer of these antibodies can be obtained in the colostrum. Their accumulation in the mammary gland and their appearance in colostrum is observed before farrowing, and already at the colostrum stage of the lactation period, their number is large, compared to their content in milk⁵³.

Immunoglobulins are one of the most critical immunobiological components of colostrum. They provide newborn piglets with passive immune protection. The most significant amount of immunoglobulins is contained in colostrum, secreted immediately after farrowing. Over time, their number decreases. With colostrum, newborn piglets receive up to 30 g of protein, 45–50% of which is γ -globulins, mainly IgG. Most immunoglobulins are contained in the first portions of colostrum. That is why, to acquire passive immunity, piglets must receive a sufficient amount of it immediately or within two hours after birth. There are three main classes of immunoglobulins in colostrum: IgG, IgA, and IgM, which create local immune protection in the digestive tract and ensure the formation of colostrum immunity. In the colostrum of animals, the content of class G immunoglobulins prevails over Ig A and M, as they are more efficiently transported to mammary glands and alveolar epithelium, the

⁵¹ Ferrari C. V., Sbardella P. E., Bernardi M. L., Coutinho M. L., Vax Jr. I. S., Wentz I., Bortolozzo F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Prev. Vet. Med.*, 2014. № 114. P. 259–266.

⁵² Дацьків О. М., Кравців Ю. Р., Кравців Я. С., Маслянюк Р. П. Захисні фактори секретів молочної залози та імунітет новонароджених. *Науковий вісник ЛДАВМ ім. С.З. Гжицького*, 2001. Т. 3, № 4. Вип. 3. С. 133–142.

⁵³ Кокарев А. В., Масюк Д. М. Динаміка факторів неспецифічного імунного захисту у молозиві свиноматок за дії препарату “Імунолак”. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 2014. Т. 2, № 1. С. 75–80

cells of which have a higher density of Fc- γ receptors. It should be noted that IgG is the main immunoglobulin of colostrum and accounts for 80% of the total number of colostral antibodies⁵⁴. The maximum level of IgG in the blood of piglets is reached a few hours after birth, the value of which is ensured: first, by the amount of colostrum consumed in the first hours of life; secondly, by the concentration of immunoglobulins in colostrum, and thirdly, by the ability to absorb them in the intestine⁵⁵. The ability of the intestinal epithelium of piglets to absorb and transport immunoglobulins in unchanged form into the blood is maximally expressed in the first 5–6 hours after birth. Own immunoglobulins in the body of piglets begin to be synthesized only on the 7-14th day of life, and their central synthesis occurs from 3-4 weeks of age. Class M immunoglobulins are the first to be synthesized in the piglets' body and do not depend on maternal immunoglobulins. They have a high molecular weight and are the first to react to infection or pathogenic bacteria. The secretory form of class A immunoglobulins plays an important role in forming local immune protection since this class is synthesized locally in the mucous membranes of animals⁵⁶.

One of the main immunobiological components in the colostrum of sows, along with immunoglobulins, is lysozyme, which is found in colostrum as a free dissolved protein. Lysozyme plays an essential role in the formation of colostral immunity at the local and general levels. The antibacterial properties of lysozyme are due to its ability to destroy the cell walls of bacteria. It has antibacterial activity, has an immunomodulatory, anti-inflammatory, and antitoxic effect, and stimulates the processes of regeneration and erythropoiesis by hydrolysis. In combination with complement proteins and secretory IgA, lysozyme is part of non-specific local immune protection mechanisms. N-acetylmuramidase enhances the degree of bactericidal activity of class M immunoglobulins and activates the bactericidal properties of class A immunoglobulins, since the latter is not active in the absence of lysozyme. Lysozyme plays the role of an

⁵⁴ Koenders K. Lactation of sows and the importance of colostrum for piglets. *Promising Swine: Theory and Practice*, 2012. № 1. P. 18–24.

⁵⁵ Лич І. В., Карпов О. В., Пекло Г. О., Пекло А. О. Імунологічні властивості молозива. *Харчова промисловість*, 2014. № 16. С. 28–32.

⁵⁶ Масюк Д. Н. Сухаренко Е. В., Недзвецкий В. С., Кокарев А. В., Максимов В. И. Влияние препарата «Иммунолак» на уровень факторов неспецифической иммунной защиты молозива свиноматок. *Вестник АПК Ставрополя*, 2016. № 1 (21). С. 66–72.

antibacterial barrier in the body of newborns, especially in places of contact with the external environment⁵⁷.

In the first stages of post-embryonic development, the cellular link of the immune system is most pronounced in piglets. However, it should be noted that the number of lymphocytes with immunoglobulin receptors is 2-3 times less than in adult animals. Colostrum helps increase phagocytosis in piglets. Phagocytic activity in piglets stabilizes from the month of age when the body synthesizes its protective factors. The indicators of phagocytosis from birth to 8 months of age increase by 1.2–2.4 times, and phagocytic activity by 3.5 times⁵⁸.

According to⁵⁹, leukocytes in the mammary gland and colostrum increase during farrowing and decrease in the first hours of lactation. After sucking colostrum, the number of leukocytes in the blood of newborn piglets increases by 1.5-2 times due to lymphocytes. Lymphocytes and macrophages of the first portions of colostrum have the most incredible migration capacity and cytochemical reactivity of bactericidal systems.

An important component of colostrum is abzyme proteins, which have an immunoprotective and adaptogenic effect and increase the body's resistance to infectious diseases. Abzymes are monoclonal antibodies with catalytic activity.

Compared to milk, colostrum has increased acidity and a higher content of dry matter, especially proteins (albumins and globulins), fats, and minerals⁶⁰.

Protein metabolism and development of the immune system in newborn piglets depend on the mother's organism. The higher the indicators of immunobiological reactivity in the sow, the higher they are in newborn piglets. It should be noted that in sows that have become

⁵⁷ Холод В. М. Иммуноглобулины молозива и пассивный иммунитет новорожденных животных. *Сельскохозяйственная биология*, 1983. № 6. С. 127–132.

⁵⁸ Рацький М. І., Віщур О. І. Вплив гамма-глобулінів на фагоцитарну та лізоцимну активність і вміст циркулюючих імунних комплексів сироватки крові поросят після відлучення від свиноматки. *Біологія тварин*, 2008. Т. 10. № 1. С. 300–303.

⁵⁹ Пукало Л. Я., Масляно Р. П., Божик Л. Я. Імунні фактори молозива та протинфекційний захист поросят. *Науковий вісник Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2008. Т. 9., № 3(34). Ч. 1. С. 142–145.

⁶⁰ Жукорський О. М. Вплив сезону отелення корів породи абердин-ангус на склад молозива та гормональний профіль крові телят. *Розведення і генетика тварин*, 2009. Вип. 43. С. 122–130.

pregnant for the first time, the immune system undergoes much more significant changes than in sows that have given birth many times. They have a significant decrease in the leading indicators of the immune system's cellular and humoral links, especially in the second half of pregnancy and during childbirth. Therefore, piglets obtained from sows that have given birth many times have higher viability⁶¹.

Another important protective component of colostrum, which is characterized by an immunological effect, is lactoperoxidase. It is a protein element of the antimicrobial protection of the newborn, which has bactericidal properties. It simultaneously stimulates the increase in the number of beneficial bacteria in the body and counteracts the growth of pathogenic ones. Lactoperoxidase catalyzes the oxidation of thiocyanates with hydrogen peroxide and forms intermediate products with a bactericidal effect against many harmful microorganisms. Namely, it destroys streptococci and enterococci. Morphological changes in the immune structures of the intestine are caused by the entry of substances from the colostrum that stimulate the transformation of their tissue components. It has been established that the normal intestinal microflora plays an equally important role, which is a constant inducer of irritation for the intestinal immune system and creates a barrier for pathogenic microbes⁶².

The biological role of trace elements is that, as part of metal-dependent enzymes and vitamins, they participate in the metabolism of proteins, fats, and carbohydrates and also create a short-term electromagnetic field in the cell, which induces the biosynthesis of nucleic acids from which proteins are formed. They are necessary for the growth and productivity of pigs. At the biochemical level, trace elements support the acid-alkaline balance in the blood and the osmotic pressure of cellular and intercellular fluids. In

⁶¹ Замазій А. А., Камбур М. Д., Піхтірєва А. В. Енергетична цінність молозива та молока свиноматок з різними типами вищої нервової діяльності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 3(2). С. 87–91.

⁶² Стояновський В. Г., Камрацька О. І., Колотницький В. А., Коломісць І. А. Нормалізація складу мікрофлори кишечника поросят пробіотиками в період відлучення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 3(57), Ч. 1. С. 315–319.

addition, trace elements induce nerve excitability and muscle contractility⁶³.

Zamazii A.A. and co-authors⁶⁴ established that the energy value of 1 liter of colostrum from sows with different types of higher nervous activity ranges from 1362.90±65.65 to 1259.60±24.73 kcal. Colostrum obtained from sows with intense, balanced, mobile, and inert types of higher nervous activity was characterized by the highest energy value.

Kambur M. D. and co-authors⁶⁵ established that the colostrum of sows, compared to milk, has a higher concentration of phospholipids (total fraction) by an average of 1.06-1.17 times.

Colostrum affects the metabolism and endocrine status of newborns. Colostrum ensures the “cancellation” of birth stress and the restructuring of the neuroendocrine system to a favorable mode of activity, which is necessary for strengthening the processes of plastic metabolism and the formation of natural resistance mechanisms⁶⁶.

Therefore, colostrum for newborn piglets is the main source that not only satisfies all the energy needs of the piglets' body but also provides them with a set of immunobiological components specific to antigenic structures of exogenous origin with which their mother's body was in contact. In addition, newborn piglets need to consume colostrum in the first hours of life, as colostrum is characterized by high immunobiological properties, the level of which decreases during the first hours of lactation.

4. Effectiveness of feed additives for sows and piglets

The prevention of harmful effects of stress includes the implementation of a complex of organizational, economic, and special measures, which include in the system the accepted technologies of obtaining, growing, and

⁶³ Єфімов В. Г., Ракитянський В. М. Показники клітинного імунітету поросят на дорощуванні за впливу гумату натрію, бурштинової кислоти і мікроелементів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького*, 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 32–37.

⁶⁴ Замазій А. А., Камбур М. Д., Піхтірьова А. В. Енергетична цінність молозива та молока свиноматок з різними типами вищої нервової діяльності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. Гжицького*, 2013. Т. 15. № 3(2). С. 87–91.

⁶⁵ Камбур М. Д., Замазій А. А., Піхтірьова А. В. Склад молозива та молока свиноматок різних типів вищої нервової діяльності та його енергетична цінність. *Вісник Сумського національного аграрного ун-ту: науковий журнал. Ветеринарна медицина*, 2013. Вип. 2 (32). С. 16–20.

⁶⁶ Корзенников С. Ю. Клеточный состав молозива свиноматок. *Иппология и ветеринария*, 2016. № 1 (19). С. 70–74.

using animals and are aimed at reducing the negative effects of the adverse effects of stress factors on the animal body⁶⁷.

Piglets are weaned gradually. In 7-10 days, the young are accustomed to the feed they receive after weaning. At the same time, the content of vitamins, macro- and microelements, and other biologically active substances is increased in the diet by 20-30%. 2-3 days before weaning, the access of piglets to sows is reduced⁶⁸.

One of the conditions for obtaining high-quality livestock products is using biological-vitamin-mineral feed additives, which contain all the necessary biologically active substances, eliminating their deficiency in feed and acting as catalysts of metabolic processes in the pig's body. Their rational use in feeding pigs significantly grows the coefficients of digestion and assimilation of feed nutrients, increasing the productivity and preservation of animals.

L.O. Tarasenko's studies proved the positive effect of a pectin-containing feed additive at an optimal dose of 0.3 g/kg of live weight for 30 days on the normalization of metabolic processes, the level of mineral and protein metabolism, and the morphological composition of the blood of piglets⁶⁹.

Feeding a pectin-containing feed supplement to piglets affected: indicators of their growth intensity, the biological value of meat and the morphological composition of piglets' blood, and an increase in blood hemoglobin.

D. V. Yefremov and S. V. Horb developed recipes for protein-vitamin-mineral supplements for growing piglets, taking into account the nutritional value of local fodder raw materials in the south of Ukraine, and studied their effect on productivity, metabolic processes, and the health of piglets. They established a positive effect of the feed additive on metabolic processes. When using a protein-vitamin-mineral supplement, feed

⁶⁷ Карсунський О. Й., Гарбажій К. С. Вплив природної кормової добавки на динаміку живої маси свиней на відгодівлі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2018. Вип. 4. С. 112–117.

⁶⁸ Данчук В. В. Шляхи підвищення продуктивності свинарства. *Тваринництво України*, 2000. № 7–8. С. 2–3.

⁶⁹ Тарасенко Л. О. Ефективність застосування кормової добавки пектиновмісної поросяткам на дорощуванні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2014. № 2. С. 112–115.

conversion per unit of production improves, and the intensity of animal growth increases by 6-11%⁷⁰.

Feeding a three-component enzyme preparation and a protein-vitamin mineral supplement PKD-10 when fattening pigs protects deficient protein feed without a negative impact on the productivity and digestibility of the primary nutrients, as well as slaughter indicators⁷¹.

In the conditions of industrial pig farming, the effectiveness of using humic preparations based on peat has been proven. It has been established that feeding piglets with a feed supplement made from peat "TorVet" during the post-weaning period lead to an increase in the level of their natural resistance after weaning. It is characterized by a rise in the number of erythrocytes, a decrease in the lymphocyte index, and an increase in the differentiation of T- and B-lymphocytes⁷².

L.M. Stepchenko and co-authors used Teravit peat additive for piglets after weaning. They established that this supplement stimulates their weight gain in the post-weaning period and improves the physiological condition of piglets after weaning, which is associated with several mechanisms, namely⁷³:

- adsorption of toxic compounds that are formed in the intestines during stress due to the peat itself, which has a high sorption capacity;
- stimulation of erythropoietic processes and reduction of the functional load on the liver, in particular, due to the stimulation of antioxidant protection mechanisms due to the presence of trace elements.

⁷⁰ Єфремов Д. В., Горб С. В. Білково-вітамінно-мінеральні добавки на основі місцевої кормової сировини півдня України для поросят на дорощуванні. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*, 2012. Вип. 5(2). С. 230–236.

⁷¹ Огороднічук Г. М. Ефективність використання ферментних препаратів і кормової добавки ПКД-10 в годівлі свиней. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*, 2016. Т. 18, № 2. С. 163–167.

⁷² Єфімов В. Г., Костюшкевич К. Л., Ракитянський В. М. Вплив ТорВету на біохімічні показники крові поросят під час відлучення. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*, 2012. Т. 13. № 1-2. С. 209–212.

⁷³ Степченко Л. М., Єфімов В. Г., Ракитянський В. М., Костюшкевич К. Л., Лосева С. О. Вплив кормової добавки з торфу на фізіологічний стан поросят в підсисний період. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*, 2010. Т. 12, № 3(2). С. 144–147.

It has been proven that sodium humate and oxyhumate enhance the processes of aerobic oxidation and increase the level of energy processes involving glucose.

Biologically active feed additive “Gumilid” can positively influence the main links of hematopoiesis and protein metabolism, manifested in the improvement of the physiological status of pregnant sows and their level of productivity after childbirth. As shown by Saliga N.O.'s research. And co-authors, introducing the feed supplement “Humilid” to piglets leads to an increase in the relative number of T-lymphocytes (total and active) in their blood. These changes mainly occurred due to an increase in T-lymphocyte's low-receptor subpopulation⁷⁴.

Buchko O. M. also points out the effectiveness of the feed supplement "Humilid" in pigs. Adding it to the standard diet of sows and piglets in critical periods of ontogenesis in their bodies increases energy and anabolic processes. Performance and retention rates also increase. This supplement maintains the metabolism in the body at a higher level even after stopping its feeding, which is positive for animals when exposed to various stress factors and especially after piglets are weaned⁷⁵.

Probiotic compositions affect the function of the digestive system of piglets and, therefore, the morphological and biochemical composition of blood. Drinking liquid probiotic “Vitakorm-Multisporin” to piglets at a concentration of 0.03% at the rate of 1.5 ml/head likely increases the humoral and non-specific link of the immune system of piglets during the weaning period and after it. Using this probiotic in piglets made it possible to reliably reduce the number of circulating immune complexes in the blood serum of animals 5 and 14 days after weaning. Furthermore, in the blood of piglets that drank “Vitakorm Multisporin”, the value of FA and the FI indicator of neutrophils were probably higher than the control group throughout the entire experimental period. The specified changes in the immune defense of piglets can be explained by the fact that *Bacillus subtilis* microorganisms are representatives of the normal microbiocenosis of the digestive tract of pigs and can synthesize endogenous interferon in the body⁷⁶.

⁷⁴ Салига Н. О., Бучко О. М., Максимович І. Я., Сварчевська О. З. Вплив біологічно-активної добавки "Гумілід" на окремі гематологічні та імунологічні показники крові поросят. *Ветеринарна медицина*, 2011. Вип. 95. С. 308–310.

⁷⁵ Бучко О. М. Вплив добавки гумінової природи на показники білкового та енергетичного обміну в свиней. *Вісник аграрної науки*, 2015. № 5. С. 31–35.

⁷⁶ Камрацька О. І., Стояновський В. Г. Стан імунних структур кишечнику поросят за дії стресу у період відлучки. *Науково-технічний бюлетень Інституту*

Probiotics effectively suppress pathogenic and conditionally pathogenic intestinal microflora, form and stabilize normal healthy microflora of the digestive tract, normalize metabolism, and produce biologically active substances, namely: vitamins, amino acids, and lactic acid. They counteract diseases of the digestive tract without the use of antibiotics and also increase the survival of livestock.

In feeding young pigs, the new drug Probio-active is used, which is manufactured by the scientific and biotechnical center of the PP “BTU Center” (Ladyzhyn, Vinnytsia region). Its composition includes B vitamins, a bacterial component, and some amino acids. The probiotic helps increase average daily gains by 66-89 g, or by 12.6-17%, and reduces feed consumption per 1 kg gain by 11.21-14.6%. These research results indicate the possibility of using the new biologically active feed additive Probio-active in the diets of young pigs when reared for meat⁷⁷.

The authors suggested using Aliosept feed additive for piglets in 10 kg/t of feed. This supplement helps to reduce the manifestation of the pathological process caused by the T-2 toxin. In particular, it positively affects the performance indicators of piglets and increases the reparative and regenerative potential and the general resistance of the piglets' organism⁷⁸.

In animals that consumed the Bio-Mos probiotic with the main diet, the immune status of the body increases due to the mobilization of intestinal immune cells and their absorption capacity. In piglets, positive changes in specific morphological indicators of blood were observed: an increase in hemoglobin content, the number of erythrocytes, and stimulation of leukocytopoiesis⁷⁹.

The authors A. V. Kokarev and D. M. Masyuk proposed the use of the preparation of enzymatic hydrolysis of the cell wall of *Lactobacillus*

біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, 2012. Вип. 13, № 1–2. С. 395–398.

⁷⁷ Деркач Ю. С. Продуктивність молодняку свиней при згодовуванні біологічно активної кормової добавки Пробіо-актив. *Корми і кормовиробництво*, 2009. Вип. 65. С. 138–142.

⁷⁸ Коцюмбас І. Я., Кавалер Н. С., Рудик Г. В., Брезвин О. М. Вплив кормової добавки аліосепт на показники гомеостазу на тлі т-2 токсикозу поросят. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2014. Вип. 15, № 4. С. 100–104.

⁷⁹ Гришук А. В. Використання препарату Біо-Мос для поросят після відлучення. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*, 2013. № 4

delbrueckii for pregnant sows. This drug contributed to activating the processes of formation and maturation of lymphoid cells. As a result, an increase in the total number of T-, B- and NK-lymphocytes was established. There was also an increase in the phagocytic activity of leukocytes, an index of the completion of phagocytosis⁸⁰.

O. S. Kotlyar and co-authors developed the composition and production technology of a biological-vitamin-mineral feed supplement based on the biomass of the California red worm culture with minimal moisture content and the effect of heat treatment on the bioavailability of amino acids, vitamins, and enzymes for piglets in growing and repair mumps. Feeding this biological supplement to piglets improved the pH of the contents of the digestive tract and the composition of the intestinal microflora, providing essential amino acids, vitamins D, B2 and B3, biologically active substances, antioxidant enzymes and enzymes that destroy the cellulose-lignin complex at levels that eliminate the need for additional introducing their industrial forms into diets⁸¹.

Verzhak V.V. and co-authors investigated the effect of "Alfasorb" on the productivity of piglets. It was established that feeding the drug improved their growth and development. Thus, the average daily gain in live weight when feeding a 1-fold amount of the drug was 526 g during the experiment, 3-fold – 511 g, which, compared to the control (494 g), was higher by 7.7 and 7.1%, respectively. Increasing the intensity of growth of piglets also affects feed costs per unit of production. They decreased in the experimental groups compared to the control by 6.9 – 5.1%⁸².

V. A. Trokoz used a hydrophilic extract from silkworm pupae to correct animal immunity indicators. Biologically active substances of the extract reduce the effects of the biological stimulus, which is manifested

⁸⁰ Кокарев А. В., Масюк Д. М. Динаміка бактерицидної та лізоцимної активностей у молозиві свиноматок за дії препарату "Імунолак". Матеріали першої Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю "Сучасні проблеми викладання та наукових досліджень біології у ВНЗ України". Дніпропетровськ, 2014. С. 127–130.

⁸¹ Котляр О. С., Маменко О. М. БМВД на базі біомаси вермикультури в годівлі поросят на дорошуванні та ремонтних свиночок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, 2016. Вип. 32(1). С. 181–188.

⁸² Вержак В. В., Коваленко О. В., Орлов Ю. А. Вплив кормової добавки "Альфасорб" на фізіолого-біохімічні показники організму свиней, функцію травного тракту та сечовиділення. *Біологія та валеологія*, 2011. Вип. 13. С. 7–12.

by less significant changes in the absolute number of T-lymphocytes, T-helpers, and T-suppressors⁸³.

Kotsyumbas I. Ya. and co-authors found that feeding a mineral feed additive based on aluminosilicates positively affects the morphological composition of the blood of animals at a concentration of 4 g. In addition, a mineral feed additive based on aluminosilicates stimulates protein and mineral metabolism, contributing to the accelerated absorption of nutrients and increasing animal productivity⁸⁴.

Feeding the minase to suckling piglets in the amount of 4 g per 100 kg of live weight ensured better growth and survival of piglets in the next period of their rearing and contributed to an increase in average daily gains by 41 g and a decrease in feed costs per 1 kg of gain by 16.3%. In addition, Minase also promotes the growth in the level of saturated and a decline in the content of unsaturated fatty acids in muscle tissue.

N. I. Tofan used an amino acid feed additive made from fermented baker's yeast in combination with Selenium in the form of sodium selenite to feed piglets. Feeding this supplement ensured an intensive increase in the growth energy of piglets with a simultaneous decrease in feed consumption per unit of live weight gain⁸⁵.

The use of the "PROPIGply" feed additive in the diet against the background of the concentrated type of feeding of large white breeding sows showed that this additive has a positive effect on the morpho-biochemical parameters of the blood, as well as the reproductive qualities of the sows. Furthermore, when determining the comprehensive index of reproductive qualities of sows, it was found that sows fed the

⁸³ Трокоз В. А. Динамика количества Т-лимфоцитов и их субпопуляций во время действия биологического раздражителя на фоне коррекции экстрактом из куколок шелкопряда. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал*. Витебск, 2011. Т. 47, вып. 2, ч. 1. С. 101–104.

⁸⁴ Коцюмбас І. Я., Кавалер Н. Є., Рудик Г. В., Брезвин О. М. Вплив кормової добавки аліосепт на показники гомеостазу на тлі т-2 токсикозу поросят. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2014. Вип. 15, № 4. С. 100–104.

⁸⁵ Тофан Н. І. Динаміка приростів живої маси свиней та конверсія корму за згодовування амінокислотної кормової добавки. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2015. Вип. 2(2). С. 205–210.

"PROPIGplv" feed additive were characterized by better maternal qualities and had a higher index. The score was at the level of 91.5 points⁸⁶.

As a result of the introduction of L-carnitine into the diet of farrowing sows, the rise in the live weight gain of farrowing sows in the second half of the farrowing period, as well as an increase in the milk yield of sows, was established. In piglets at weaning, an increase in live weight gain and the content of lipids and vitamins A and E in the liver was established.

M. O. Mazurenko et al. used the premix "Intermix" produced at the production facilities of the Ukrainian firm "Interagrotech" LLC. Feeding this premix to young pigs grown for meat contributes to an increase in average daily gains during the period of growth from 20 to 110 kg of live weight by 37-141 g⁸⁷.

Instead of antibacterial agents, compound feeds include probiotics: acidophilin, propiovit, probios, propiacid, lactiferin, topocerin, cerbiopor, etc. The mechanism of their action is based on competition for nutrients and for staying in the epithelium of the digestive tract. The epithelium is covered with a thin layer of beneficial bacteria, which, multiplying rapidly, suppress other species and create a higher biological potential due to the production of lactic, acetic, propionic, and butyric acids and ensure pH stability.

In a complex with probiotics, feed antibiotics such as flavomycin, which performs a bactericidal function and increases the intensity of metabolic processes in the body of piglets, are also introduced into the compound feed.

O.I. Vishchur and co-authors use immunostimulators or immunomodulators made from raw materials of plant, animal and bacterial origin for poor feeding and the effects of various negative factors on the animal body. To improve the immune status of piglets, the complex drug "Antoxan" was proposed, which in the first month of piglets' life stimulated leukopoiesis, increased the humoral link of the immune system, the intensity of phagocytosis, and also had a positive effect on the system of antioxidant protection of the piglets' body. In addition, the growth amount of free amino acids was found in the blood serum of piglets. When

⁸⁶ Богдан І. М., Півторак Я. І. Морфо-біохімічні показники крові та репродуктивні якості свиноматок за дії кормової добавки "ПРОПІГПЛВ". *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 2016. Т. 4, № 1. С. 41–46.

⁸⁷ Любасюк Н. В., Гуцол А. В. Гематологічні показники поросних свиноматок за згодовування БВМД Інтермікс. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2015. № 2. С. 118–120.

the immunomodulatory drug “Antoxan” is administered to piglets a day before weaning, the post-weaning stress reaction is reduced, the indicators of cellular and humoral factors of the body's defense are increased, and the intensity of lipid peroxidation processes is also reduced⁸⁸.

V. G. Stoyanovsky and co-authors suggested using the biologically active feed additive “Primix-Bionorm K” for piglets before and after weaning. The positive effect of this supplement on the morphological indicators of the blood of piglets has been established. Thus, five days after weaning, the hemoglobin content in the blood of piglets increases by 1.26 times; after 20 days, the hemoglobin content increases by 1.22 times, the number of leukocytes – by 1.22 times ($P < 0.01$), rod-nuclear neutrophils – by 2.0 times, segmented neutrophils – by 1.37 times ($P < 0.01$) compared to the control⁸⁹.

Along with traditional fodder of a protein nature, microscopic algae chlorella is used for pigs. It has been established that feeding young pigs with the natural organic supplement Chlorella has a positive effect on the productive performance of young pigs in fattening. Furthermore, it has been proven that due to the increase in fattening pigs' productivity, the cost of energy feed units decreases by 4.8 and 17.9, respectively.

The company “Brovapharma” (Ukraine) has been producing the medicine Fos-Bevit since 2013. It contributes to increasing the vitality of piglets and improving their production indicators due to stimulating metabolic processes. In its composition, the drug contains four active substances: butaphosphan and a complex of three B vitamins (nicotinamide, folic acid, and cyanocobalamin). Butaphosphan is an organic phosphorus compound that accelerates animal growth and development and increases the body's non-specific resistance. In addition, Butaphosphan normalizes liver function and stimulates protein synthesis. Butaphosphan is effective for animals in stressful situations as it normalizes the level of the stress hormone – hydrocortisone. The results of biochemical studies of the blood of piglets confirmed its

⁸⁸ Віщур О. І. Вплив препарату “Антоксан” на процеси пероксидного окиснення ліпідів та глутатіонову систему антиоксидантного захисту поросят після відлучення від свиноматок. *Вет. Біотехнологія*, 2006. № 9. С. 32–37.

⁸⁹ Стояновський В. Г. До вивчення розвитку технологічного стресу в організмі поросят за впливу кормової добавки “Праймікс Біонорм К” / В. Г. Стояновський, О. І. Камрацька, І. А. Коломієць, О. І. Слепокура // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія : Ветеринарні науки. – 2018. – Т. 20, № 87. – С. 8-12.

hepatoprotective effect. Administration of this drug to piglets promotes rapid recovery of erythrocytopoiesis and biochemical blood parameters of piglets under oxidative stress.

Zhyla M. I. and co-authors established a positive effect of the drugs Vetozal 10% and Catozal 10% on the body of piglets with signs of anemia due to the action of their components. The active ingredients of these drugs are butaphosphan and cyanocobalamin. The use of Vetozal 10% and Catozal 10% in piglets contributed to the assimilation of iron, which was indicated by an increase in the concentration of hemoglobin and the number of erythrocytes in their blood. According to indicators of aminotransferase activity, these drugs' positive effect on the liver's functional state of piglets with signs of anemia was established⁹⁰.

Among the phytopreparations for oxidative stress, milk thistle deserves attention, the fruits of which contain the flavonolignans "silymarin", which, according to the reports of many researchers, has a hepatoprotective, choleric effect, increases the protein-synthesizing and urea-forming functions of the liver, which is especially important during stress in animals. The most significant amount of flavonolignans is contained in the seed coat of milk thistle (7%), and only 0.12% in the seed itself. Ground milk thistle fruits are used as a compound feed for pigs. Spotted milk thistle ensures 100% survival of suckling piglets, increasing daily gains by 18.8%. It has a hepatoprotective and immunomodulatory effect and positively affects preventive and general improvement, especially of the digestive organs. The use of milk thistle seeds as part of a feed supplement of plant origin at the rate of 100 mg/kg of live weight once a day in the rations of sows, starting from the 88 days of pregnancy to farrowing, has a positive effect on the formation of the fetus and the weight of newborn piglets⁹¹.

It is necessary to note a wide range of vitamins and minerals in the fruits of milk thistle. They contain a high level of vitamins of group B, A, E, K, precursors of vitamin D, carotenoids, a wide range of macroelements

⁹⁰ Жила М. І., П'ятничко О. М., Шкодяк Н. В., Максимович О. А., Михалюк О. В. Терапевтична ефективність ветеринарного лікарського засобу ветозал 10% при лікуванні поросят з ознаками анемії. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2015. Вип. 16, № 2. С. 134–139.

⁹¹ Кориляк М. З. Фітотерапевтичні властивості розторопші плямистої та її використання в годівлі тварин. *Рибогосподарська наука України*, 2013. № 4. С. 97–108.

– potassium, calcium, magnesium, Ferrum, and microelements – copper, zinc, manganese, iodine. The combined effect of the specified biologically important elements shows a high hepatoprotective and immunostimulating effect. They also activate erythropoiesis, stimulate the formation of antibodies and increase the body's immune status.

The antioxidant effect of “Silymarin” is manifested at all stages of “oxidative homeostasis”. Silymarin reduces the intensity of lipid peroxidation in microsomes of hepatocytes by 50%, reduces the biosynthesis of malondialdehyde, and reduces the content of microsomal lipoperoxides in the liver by 85%.

M. D. Kolesnyk and co-authors used crushed milk thistle seeds in the following way to stimulate the immunomodulatory effect in piglets. In the form of a powder, it was added to the diet of piglets aged 21 to 65 days once a day (in the morning) in the amount of 200 mg per 1 kg of live weight. The results of experimental studies showed the effectiveness of using milk thistle seeds to increase the immunity of piglets. The conservation of experimental piglets increased by 10%, and average daily gains by 11% compared to piglets not fed this feed additive⁹².

Selenium preparations are the most common among biologically active supplements. The study of the interaction of Selenium with other microelements, which are rationed in diets, is particularly important due to the increased man-made impact on the animal body. It was established that when the organic compound selenium is introduced in doses of 0.3 and 0.4 mg/kg of dry matter, the assimilation of copper increases by 17.2 and 15.2%, zinc by 10.2 and 8.1%, and manganese by 35.2 and 32.1% in their body. Selenite is absorbed in the intestines by passive diffusion, reduced to selenide, and transported to the liver, where it is included in the synthesizing selenomethionine, a biologically active form of Selenium⁹³. Based on the research conducted by the authors, the influence of the feed additive “Sel-plex” on the reproductive qualities of sows and boars was revealed. Increasing the level of Selenium in the diet of repair pigs to the optimal dose (0.3 mg/kg body weight), regardless of its source, was accompanied by an improvement in the digestibility of nutrients, assimilation of nitrogen, calcium, phosphorus, and Selenium itself.

⁹² Колесник М., Семенов С., Гиря В. Стимулятор імунітету поросят. *Тваринництво України*, 2011. № 10. С. 27–28.

⁹³ Онищенко О. В., Дяченко Л. С. Інтенсивність росту ремонтних свинок та отриманих від них поросят за різних джерел селену в раціоні. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2013. Вип. 9. С. 12–15.

Balym Y.P. used intramuscular injections of preparations with Selenium to increase the productivity of pigs. It has been researched that intramuscular injection of sodium selenite in a dose of 0.15 mg/kg of body weight in the form of a 0.15% sterile solution or "Seledant" in a dose of 20 mg/kg of body weight three times with an interval of 35-45 days contributes to an increase in live weight gains. It was established that the average daily gains in the live weight of animals increased by 6.0-14.8%⁹⁴.

Methionine, as an irreplaceable amino acid, significantly impacts various metabolism links in the living organism. It combines enzymatic and non-enzymatic systems of antioxidant protection of biological cell membranes. Methionine ensures the transformation of neutral fats into phospholipids, stabilizing subcellular membranes and thus providing antioxidant protection and increasing the resistance of hepatocytes against the toxic effects of harmful substances. Ch. Ya. Leskiv investigated the effect of methionine on the biochemical indicators of the blood of piglets. She established that feeding methionine with feed contributed to an increase in the level of hemoglobin, the number of erythrocytes, and the activity of aminotransferases in their blood. Furthermore, it was studied that the best normalizing effect is manifested when feeding piglets with methionine at a dose of 4 mg/kg⁹⁵.

Feeding animals methionine as supplements to the diet leads to the growth of lipoproteins in the blood plasma due to increased phosphatidylcholine synthesis in the liver.

The deficiency of methionine in the rations of farm animals leads to a decrease in the activity of many enzymes, in particular oxidases and phosphatases in tissues, inhibiting the synthesis of proteins and nucleic acids. Also, the lack of methionine in feed leads to the accumulation of fat and steroids in the liver.

CONCLUSIONS

Recently, new complex preparations and feed additives have been successfully used to increase the body's adaptive capacity and immunobiological reactivity to increase animal protein-synthesizing and

⁹⁴ Балім Ю. П. Ефективність застосування препаратів селену поросяткам при догляді та відгодівлі. *Ветеринарна медицина*, 2010. Вип. 94. С. 210–212.

⁹⁵ Леськів Х. Я., Гутий Б. В., Гуфрій Д. Ф. Вплив метіоніну, фенарону та метіфену на стан імунної системи поросят при розвитку хронічного нітратно-нітритного токсикозу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 2012. Т. 14, № 2(1). С. 196–202.

enzymatic function. One of the most promising ways to prevent the adverse effects of stress and increase the piglets' body's protective systems is using preparations and feed additives based on raw plant materials, including milk thistle.

Some authors have established the stimulating effect of vitamins, Selenium, and butaphosphane on animal antioxidant and hepatoprotective action activity. However, the complex use of these drugs on the function of the liver and the body's protective systems is currently insufficiently covered in the scientific literature.

Based on the above, research on the study of the immunophysiological state of the piglets' bodies at weaning remains relevant from a scientific and practical point of view, which will make it possible to develop effective methods of correcting the protective systems of the piglets' body during the development of oxidative stress.

SUMMARY

The efficiency and profitability of intensive production of livestock products largely depend on the state of health and the ability of animals to withstand the effects of many environmental factors. A feature of farm animals' ability to adapt to various external influences and maintain the constancy of the internal environment.

Given the problem of increasing the productivity and preservation of pigs, it is necessary to pay great attention to the study of metabolic processes in the body of piglets in the most critical periods of ontogenesis. The first critical period is considered to be 24 hours after farrowing. 10-14 days of life in piglets is the second critical period, which depends on the intensity of their growth, the number of heads in the nest, and the development of achlorhydria. The third critical period in raising piglets is 20-21 days of life. A decrease in colostral protection accompanies it. During this period, there was a shortage of mothers' milk. In this state, piglets are susceptible to diseases.

The most significant stress reaction in piglets occurs after weaning from sows. According to literature data, the initial link in the mechanism of the negative impact of stress on the piglets' bodies is the strengthening of lipid peroxidation processes and the formation of a large number of free radicals, which disrupt the structure of cell membranes and cause enzyme inactivation, which subsequently negatively affects the productivity of pigs. The intensity of free radical processes is maintained at a certain stationary level by enzymatic and non-enzymatic systems of antioxidants. The activation of lipid peroxidation processes leads not only to damage to

hepatocytes but also to changes in blood cells – the most mobile system of the body. However, some mechanisms of free radical oxidation processes activate during the weaning of piglets from the sow. Still, their relationship and interdependence with the state of the body's defense systems remain unclear.

Bibliography

1. Панікар І. І. Біохімічні особливості формування поросят першої доби життя. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2013. № 3. С. 129–132.

2. Головач В. М., Снітинський В. В., Аксьонова Г. В. Стреси сільськогосподарських тварин і птиці. К.: Урожай, 1990. 144 с.

3. Панікар І. І., Ничик С. А. Зміни морфологічних показників периферичної крові поросят першого місяця життя. *Біологія тварин*, 2014. Т. 16. № 4. С. 115–121.

4. Голик М. Профілактика стресу в поросят при відлученні. *Журнал ветеринарної медицини*, 2000. № 5. С. 39–41.

5. Грабовський С. С. Стреси сільськогосподарських тварин та його наслідки. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2012. Т. 14. № 3 (53). С. 47–58.

6. Malisch J. L., Satterlee D. G., Cockrem J. F. How acute is the acute stress response? Baseline corticosterone and corticosteroid-binding globulin levels change 24h after an acute stressor in Japanese quail. *General and comparative endocrinology*, 2010. Vol. 165(2). P. 345–350.

7. Martyshuk T. V., Gutyj B. V., Vishchur O. I., Todorciuk V. B. Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2019. Vol. 2, № 2. P. 27–30.

8. Лукашук Б. О., Слівінська Л. Г. Вплив фітобіотики на показники неспецифічної резистентності поросят у підсисний період. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 2015. Т. 17. № 1 (61). С. 96–100.

9. Довгій Ю. Ю., Фещенко Д. В. Спосіб визначення стрес-статусу свиней. *Тваринництво України*, 2002. № 9. С. 7–9.

10. Камрацька О. І., Стояновський В. Г. Стан імунних структур кишечника поросят за дії стресу у період відлучки. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного*

науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, 2012. Вип. 13, № 1–2. С. 395–398.

11. Маркович Д. Стресс-факторы в современном свиноводстве. *Ветеринария сельскохозяйственных животных*, 2008. № 10. С. 18–20.

12. Стояновський В. Г., Мацюк О. І., Коломієць І. А. Шляхи підвищення адаптаційних можливостей організму поросят в умовах технологічного стресу. *Сільський господар*, 2013. № 11–12. С. 21–25.

13. Чумаченко В. В. Стресовий стан у поросят в залежності від віку їх відлучення від свиноматок. *Вісник Державної агроекологічної академії України*. Житомир, 2001. № 2. С. 55–56.

14. Гуніна Л. М., Олійник С. А. Оксидативний стрес і його роль в канцерогенезі. *Фізіол. журн.*, 2006. Т. 52. № 4. С. 78–89.

15. Карповський П. В., Карповський В. В., Данчук О. В. і ін. Вплив кортико-вегетативних регуляторних механізмів на показники фагоцитозу та рівень циркулюючих імунних комплексів у свиней за умови дії технологічного подразника. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2015. Вип. 16, № 2. С. 29–36.

16. Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці. Кам'янець-Подільський: Абетка. 2006. 192 с.

17. Данчук О. В. Вплив технологічного стресу на інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у організмі поросят різних типів ВНД. XIX з'їзд Українського фізіологічного товариства ім. П. Г. Костюка, м. Львів, 24–26 травня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 128.

18. Cruzen S. M. et al. Temporal proteomic response to acute heat stress in the porcine muscle sarcoplasm. *Journal of Animal Science*, 2017. Т. 95. № 9. Р. 3961–3971.

19. Данчук О. В. Індекси інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів у свиней різних типів вищої нервової діяльності за технологічного стресу. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2017. № 1. Вип. 18. С. 24–29.

20. Дубиніна О. Ю. Окиснювальний стрес і окиснювальна модифікація білків. *Мед. хім.*, 2001. Т. 3. № 2. С. 5–12.

21. Камрацька О. І., Стояновський В. Г., Соколовський В. М. Стан резистентності організму поросят та способи його корекції при

відлучці. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*, 2012. № 2. С. 148–150.

22. Снітинський В. В., Шах А. Є., Іскра Р. Я., Микитин Ю. В. Вплив техногенного стресу на фізіологічний стан тварин і активність антиоксидантної системи. *Фізіол. журн.*, 2002. Т. 48. № 2. С. 191–196.

23. Мартишук Т. В. Стан глутатіонової системи антиоксидантного захисту організму щурів за умов отруєння тетрахлорметаном. *Матеріали щорічної науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми ветеринарної біотехнології та інфекційної патології тварин»* 16 червня 2016 року. Київ, 2016. С. 52–53.

24. Brambilla G., Civitareale C., Ballerini A., Fiori M. et al. Response to oxidative stress as a welfare parameter in swine. *Redox Rep.*, 2002. № 7. P. 159–163.

25. Junghans P., Beyer M., Derno M., Petzke K. J., Küchenmeister U., Hennig U., Jentsch W., Schwerin M. Studies on persisting effects of soy-based compared with amino acid-supplemented casein-based diet on protein metabolism and oxidative stress in juvenile pigs. *Arch Anim Nutr*, 2007, Vol. 61. P. 75–89.

26. Іванов В. О. і ін. Вплив стресосхильності свиней на їх продуктивність. *Свинарство*, 2013. № 63. С. 12–18.

27. Іскра Р. Я., Бучко О. М. Вплив мікроелементів на антиоксидантну систему поросят раннього віку. *Біологія тварин*, 2000. Т. 2(1). С. 100–105.

28. Єфімов В. Г., Костюшкевич Л. К., Ракитянський В. М., Лісничка О. М. Стан природної резистентності поросят після відлучення за згодовування кормової добавки з торфу. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2013. Вип. 14, № 3-4. С. 205–209.

29. Lv M., Yu B., Mao X., Zheng P., He J., Chen D. Responses of growth performance and tryptophan metabolism to oxidative stress induced by diquat in weaned pigs. *Animal*, 2012, Vol. 6. P. 928–934.

30. Kanitz E., Otten W., Tuchscherer M. Central and peripheral effects of repeated noise stress on hypothalamic–pituitary–adrenocortical axis in pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 2005. Т. 94. P. 213–224.

31. Федоров Ю. Н., Верховський О. А., Орлянкин Б. Г., Алипер Т. И., Сидоров М. А. Иммуный статус поросят в хозяйствах промышленного типа. *Ветеринария*, 2006. № 6. С. 18–21.

32. Попов В. С., Самбуров Н. В., Зорикова А. А. Этиологические особенности иммунодефицитов у свиней в условиях промышленной технологии. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 2016. № 4. С. 63–67.

33. Салига Н. О., Бучко О. М., Сварчевська О. З., Максимович І. Я. Показники Т-клітинного імунітету поросят за умов введення біологічно активної добавки. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок*, 2012. Вип. 13, N 3/4. С. 335–338.

34. Масляк Р. П., Гутий Б. В., Сілантьєва Т. З. Чинники розвитку вторинного імунodefіциту і його корекція. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького*, 2013. № 3–1. Т. 15. С. 199–203.

35. Огородник Н. З., Віщур О. І., Кучин І. В., Рацький М. І. Активність Т- і В-клітинної ланки імунітету поросних свиноматок та їх поросят за дії препаратів Ліповіт та Тривіт. *Біологія тварин*, 2012. Т. 14. № 1-2. С. 108–113.

36. Віщур О. І., Ушкова Ю. Ф. Формування Т- і В-клітинної ланки імунітету у поросят раннього віку за дії препарату “Інтерфлок”. *Біологія тварин*, 2009. Т. 11. № 1-2. С. 282–287.

37. Карпуть І. М. Бабина М. П., Николадзе М. Г., Бабина Т. В. Диагностика и профилактика возрастных и приобретенных иммунных дефицитов. *Весці Нацыянальная акадэмі навук Беларусі*, 2005. № 1. С. 67–70.

38. Стояновський В. Г., Мацюк О. І., Колотницький В. А., Коломієць І. А., Камрацька О. І. Стан неспецифічної резистентності організму поросят у різні стресорні періоди онтогенезу при включенні в раціон добавок «В-глюкан» та «Біовір». *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького*, 2015. Т. 17, Ч. 2. С. 162–168.

39. Кокарев А. В. Формування фагоцитарної ланки імунітету поросят у ранньому постнатальному онтогенезі та її корекція препаратом “Імунолак” у ланцюзі мати-плід-новонароджений. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, 2015. Вип. 31. Ч. 2. С. 89–94.

40. Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В. Рівень вітамінів у крові бугайців за експериментального хронічного кадмієвого токсикозу. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2019. Т. 20, № 2. С. 317–324

41. Лавришин Ю. Ю., Вархоляк І. С., Мартишук Т. В., Гута З. А., Іванків Л. Б., Паладійчук О. Р., Мурська С. Д., Гутий Б. В., Гуфрід Д.

Ф. Біологічне значення системи антиоксидантного захисту організму тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2016. Т. 18, № 2. С. 100–111.

42. Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Exp Physiol*, 1997. Т. 82. Р. 291–295.

43. Данчук О. В. Активність каталази та супероксиддисмутази у еритроцитах свиней різних типів ВНД за технологічного стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина*, 2015. Вип. 7 (37). С. 33–36.

44. Беленічев І. Ф., Левицький Є. Л., Коваленко С. І. Антиоксидантна система захисту організму (огляд). *Современные проблемы токсикологии*, 2002. № 3. С. 29–31.

45. Бучко О., Степченко Л. Вільнорадикальні процеси й антиоксидантна система організму свиней за дії гумінової добавки. *Вісник Львівського університету. Сер.: біологічна*, 2014. Вип. 64. С. 90–96.

46. Lavryshyn Y. Y., Gutyj B. V., Paziuk I. S., Levkivska N. D., Romanovych M. S., Drach M. P., Lisnyak O. I. (2019). The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 2019. Т. 21, № 95. Р. 107–111.

47. Мартишук Т. В., Гутий Б. В. Вплив кормової добавки «Бутаселмевіт-плюс» на антиоксидантний статус організму шурів за умов оксидативного стресу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2019. Т. 21, № 90. С. 76–81.

48. Данчук А. В., Карповский В. И., Постой Р. В. Активность системы антиоксидантной защиты в организме свиней разных типов высшей нервной деятельности при технологическом стрессе. *Современные технологии сельскохозяйственного производства: XX Международная научно-практическая конференция*, г. Гродно, 11 мая 2017 года: тезисы доклада. Гродно, 2017. С. 31–33.

49. Мартишук Т. В., Гутий Б. В., Віщур О. І. Показники функціонального та антиоксидантного стану печінки шурів за умов оксидативного стресу та за дії ліпосомального препарату «Бутаселмевіт». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені*

С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 2018. Т. 20, № 89. С. 100–107

50. Лавришин Ю. Ю., Вархоляк І. С., Мартишук Т. В., Гута З. А., Іванків Л. Б., Паладійчук О. Р., Мурська С. Д., Гутій Б. В., Гуфрій Д. Ф. Біологічне значення системи антиоксидантного захисту організму тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2016. Т. 18, № 2. С. 100–111.

51. Ferrari C. V., Sbardella P. E., Bernardi M. L., Coutinho M. L., Vax Jr. I. S., Wentz I., Bortolozzo F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Prev. Vet. Med.*, 2014. № 114. P. 259–266.

52. Дацьків О. М., Кравців Ю. Р., Кравців Я. С., Маслянюк Р. П. Захисні фактори секретів молочної залози та імунітет новонароджених. *Науковий вісник ЛДАВМ ім. С.З. Гжицького*, 2001. Т. 3, № 4. Вип. 3. С. 133–142.

53. Кокарев А. В., Масюк Д. М. Динаміка факторів неспецифічного імунного захисту у молозиві свиноматок за дії препарату “Імунолак”. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 2014. Т. 2, № 1. С. 75–80

54. Koenders K. Lactation of sows and the importance of colostrum for piglets. *Promising Swine: Theory and Practice*, 2012. № 1. P. 18–24.

55. Лич І. В., Карпов О. В., Пекло Г. О., Пекло А. О. Імунологічні властивості молозива. *Харчова промисловість*, 2014. № 16. С. 28–32.

56. Масюк Д. Н., Сухаренко Е. В., Недзвецкий В. С., Кокарев А. В., Максимов В. И. Влияние препарата «Иммунолак» на уровень факторов неспецифической иммунной защиты молозива свиноматок. *Вестник АПК Ставрополя*, 2016. № 1 (21). С. 66–72.

57. Холод В. М. Имуноглобулины молозива и пассивный иммунитет новорожденных животных. *Сельскохозяйственная биология*, 1983. № 6. С. 127–132.

58. Рацький М. І., Вішур О. І. Вплив гамма-глобулінів на фагоцитарну та лізоцимну активність і вміст циркулюючих імунних комплексів сироватки крові поросят після відлучення від свиноматки. *Біологія тварин*, 2008. Т. 10. № 1. С. 300–303.

59. Пукало Л. Я., Маслянюк Р. П., Божик Л. Я. Імунні фактори молозива та протиінфекційний захист поросят. *Науковий вісник Львівський національний університет ветеринарної медицини та*

біотехнологій імені С. З. Гжицького, 2008. Т. 9., № 3(34). Ч. 1. С. 142–145.

60. Жукорський О. М. Вплив сезону отелення корів породи абердин-ангус на склад молозива та гормональний профіль крові телят. *Розведення і генетика тварин*, 2009. Вип. 43. С. 122–130.

61. Замазій А. А., Камбур М. Д., Піхтірєва А. В. Енергетична цінність молозива та молока свиноматок з різними типами вищої нервової діяльності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 3(2). С. 87–91.

62. Стояновський В. Г., Камрацька О. І., Колотницький В. А., Коломієць І. А. Нормалізація складу мікрофлори кишечника поросят пробіотиками в період відлучення. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 3(57), Ч. 1. С. 315–319.

63. Єфімов В. Г., Ракитянський В. М. Показники клітинного імунітету поросят на дорощуванні за впливу гумату натрію, бурштинової кислоти і мікроелементів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*, 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 32–37.

64. Замазій А. А., Камбур М. Д., Піхтірєва А. В. Енергетична цінність молозива та молока свиноматок з різними типами вищої нервової діяльності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 2013. Т. 15, № 3(2). С. 87–91.

65. Камбур М. Д., Замазій А. А., Піхтірєва А. В. Склад молозива та молока свиноматок різних типів вищої нервової діяльності та його енергетична цінність. *Вісник Сумського національного аграрного ун-ту: науковий журнал. Ветеринарна медицина*, 2013. Вип. 2 (32). С. 16–20.

66. Корзенников С. Ю. Клеточный состав молозива свиноматок. *Иппология и ветеринария*, 2016. № 1 (19). С. 70–74.

67. Карсунський О. Й., Гарбажій К. С. Вплив природної кормової добавки на динаміку живої маси свиней на відгодівлі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2018. Вип. 4. С. 112–117.

68. Данчук В. В. Шляхи підвищення продуктивності свинарства. *Тваринництво України*, 2000. № 7–8. С. 2–3.

69.Тарасенко Л. О. Ефективність застосування кормової добавки пектиновмісної поросяткам на дорощуванні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2014. № 2. С. 112–115.

70.Єфремов Д. В., Горб С. В. Білково-вітамінно-мінеральні добавки на основі місцевої кормової сировини півдня України для поросят на дорощуванні. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*, 2012. Вип. 5(2). С. 230–236.

71.Огороднічук Г. М. Ефективність використання ферментних препаратів і кормової добавки ПКД-10 в годівлі свиней. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*, 2016. Т. 18, № 2. С. 163–167.

72.Єфімов В. Г., Костюшкевич К. Л., Ракитянський В. М. Вплив ТорВегу на біохімічні показники крові поросят під час відлучення. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*, 2012. Т. 13. № 1-2. С. 209–212.

73.Степченко Л. М., Єфімов В. Г., Ракитянський В. М., Костюшкевич К. Л., Лосева Є. О. Вплив кормової добавки з торфу на фізіологічний стан поросят в підсисний період. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*, 2010. Т. 12, № 3(2). С. 144–147.

74.Салига Н. О., Бучко О. М., Максимович І. Я., Сварчевська О. З. Вплив біологічно-активної добавки "Гумілід" на окремі гематологічні та імунологічні показники крові поросят. *Ветеринарна медицина*, 2011. Вип. 95. С. 308–310.

75.Бучко О. М. Вплив добавки гумінової природи на показники білкового та енергетичного обміну в свиней. *Вісник аграрної науки*, 2015. № 5. С. 31–35.

76.Камрацька О. І., Стояновський В. Г. Стан імунних структур кишечника поросят за дії стресу у період відлучки. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2012. Вип. 13, № 1–2. С. 395–398.

77.Деркач Ю. С. Продуктивність молодняку свиней при згодовуванні біологічно активної кормової добавки Пробіо-актив. *Корми і кормовиробництво*, 2009. Вип. 65. С. 138–142.

78.Коцюмбас І. Я., Кавалер Н. Є., Рудик Г. В., Брезвин О. М. Вплив кормової добавки аліосепт на показники гомеостазу на тлі т-2 токсикозу поросят. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології*

тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, 2014. Вип. 15, № 4. С. 100–104.

79. Грищук А. В. Використання препарату Біо-Мос для поросят після відлучення. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*, 2013. № 4.

80. Кокарев А. В., Масюк Д. М. Динаміка бактерицидної та лізоцимної активностей у молозиві свиноматок за дії препарату “Імунолак”. Матеріали першої Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю “Сучасні проблеми викладання та наукових досліджень біології у ВНЗ України”. Дніпропетровськ, 2014. С. 127–130.

81. Котляр О. С., Маменко О. М. БМВД на базі біомаси вермикюльтури в годівлі поросят на дорощуванні та ремонтних свинок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*, 2016. Вип. 32(1). С. 181–188.

82. Вержак В. В., Коваленко О. В., Орлов Ю. А. Вплив кормової добавки “Альфасорб” на фізіолого-біохімічні показники організму свиней, функцію травного тракту та сечовиділення. *Біологія та валеологія*, 2011. Вип. 13. С. 7–12.

83. Трокоз В. А. Динаміка количества Т-лимфоцитов и их субпопуляций во время действия биологического раздражителя на фоне коррекции экстрактом из куколок шелкопряда. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал*. Витебск, 2011. Т. 47, вып. 2, ч. 1. С. 101–104.

84. Коцюмбас І. Я., Кавалер Н. Є., Рудик Г. В., Брезвин О. М. Вплив кормової добавки аліосепт на показники гомеостазу на тлі т-2 токсикозу поросят. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 2014. Вип. 15, № 4. С. 100–104.

85. Тофан Н. І. Динаміка приростів живої маси свиней та конверсія корму за згодовування амінокислотної кормової добавки. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2015. Вип. 2(2). С. 205–210.

86. Богдан І. М., Півторак Я. І. Морфо-біохімічні показники крові та репродуктивні якості свиноматок за дії кормової добавки “ПРОПІГПлв”. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*, 2016. Т. 4, № 1. С. 41–46.

87. Любасюк Н. В., Гуцол А. В. Гематологічні показники порослих свиноматок за згодовування БВМД Інтермікс. *Технологія*

виробництва і переробки продукції тваринництва, 2015. № 2. С. 118–120.

88. Віщур О. І. Вплив препарату “Антоксан” на процеси пероксидного окиснення ліпідів та глутатіонову систему антиоксидантного захисту поросят після відлучення від свиноматок. *Вет. Біотехнологія*, 2006. № 9. С. 32–37.

89. Стояновський В. Г. До вивчення розвитку технологічного стресу в організмі поросят за впливу кормової добавки “Праймікс Біонорм К” / В. Г. Стояновський, О. І. Камрацька, І. А. Коломієць, О. І. Слепокура // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Ветеринарні науки.* – 2018. – Т. 20, № 87. – С. 8-12.

90. Жила М. І., П’ятничко О. М., Шкодяк Н. В., Максимович О. А., Михалюк О. В. Терапевтична ефективність ветеринарного лікарського засобу ветозал 10% при лікуванні поросят з ознаками анемії. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*, 2015. Вип. 16, № 2. С. 134–139.

91. Кориляк М. З. Фітотерапевтичні властивості розторопші плямистої та її використання в годівлі тварин. *Рибогосподарська наука України*, 2013. № 4. С. 97–108.

92. Колесник М., Семенов С., Гиря В. Стимулятор імунітету поросят. *Тваринництво України*, 2011. № 10. С. 27–28.

93. Онищенко О. В., Дяченко Л. С. Інтенсивність росту ремонтних свинок та отриманих від них поросят за різних джерел селену в раціоні. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 2013. Вип. 9. С. 12–15.

94. Балім Ю. П. Ефективність застосування препаратів селену поросят при дорощуванні та відгодівлі. *Ветеринарна медицина*, 2010. Вип. 94. С. 210–212.

95. Леськів Х. Я., Гутий Б. В., Гуфрій Д. Ф. Вплив метіоніну, фенарону та метіфену на стан імунної системи поросят при розвитку хронічного нітратно-нітритного токсикозу. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 2012. Т. 14, № 2(1). С. 196–202.

Information about the authors:

Martysjuk Tetiana Vasylivna,

Candidate of Agricultural Sciences,
Assistant at the Department of Department of Hygiene, Sanitation
and General Veterinary Prevention
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

Gutyj Bogdan Volodymyrovych,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Head of the Department of Hygiene, Sanitation
and General Veterinary Prevention
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

Leskiv Khrystyna Yaroslavivna,

Candidate of Veterinary Sciences,
Associate Professor at the Department of Department
of Pharmacology and Toxicology
Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine