

АНОТАЦІЯ

Сарнавська І.В. Підвищення відтворної здатності свиней за корекції вітамінно-мінерального живлення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 2024.

В умовах інтенсивного свинарства провідного значення набуває забезпечення сталого і ритмічного виробництва свинини, що потребує забезпечення роботи системи відтворення поголів'я. Це перш за все досягається за рахунок створення оптимальних умов утримання (уникнення технологічних стресів) та нормованої годівлі. Високі фізіологічні навантаження на організм свиней у різні періоди відтворного циклу супроводжуються оксидативними стресами, що потребує ефективних програм годівлі із використанням новітніх кормових інгредієнтів. Вирішенню даної проблематики присвячене дане дослідження.

У дисертації теоретично узагальнено й експериментально обґрунтовано окремі аспекти формування відтворювальної функції у свиней. Розкрито вплив температурного стресу на якість спермопродукції і процеси пероксидного окиснення у спермальній плазмі та спермі. Розкрито особливості відтворної здатності у свиноматок у взаємозв'язку із константами прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в їх крові за умови додаткового згодовування Цинку у формі хелату Цинку та в комплексі із вітамінами антиоксидантної дії.

Дослідження були проведені в умовах лабораторії годівлі, фізіології та здоров'я тварин Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН України, Приватного акціонерного товариства «Племсервіс» м. Градизьк, Державному підприємстві «Дослідному господарстві імені Декабристів» Інституту продовольчих ресурсів НААН», на кафедрі технології виробництва продукції тваринництва Полтавського державного аграрного університету.

Мета роботи: з'ясувати особливості формування відтворної здатності залежно від стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней та розробити новітні способи підвищення їх продуктивності.

Завдання дослідження:

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- дослідити вплив вітамінів антиоксидантної дії на якість спермопродукції та стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників окремих порід за різних умов утримання;

- встановити особливості впливу Цинку у формі хелату Цинку окремо та в поєднанні з вітамінами антиоксидантної дії на спермопродукцію та стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у спермі кнурів-плідників та їх взаємозв'язок з відтворною здатністю;

- дослідити вплив фізіологічний стану на прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в крові у свиноматок залежно від періодів репродуктивного циклу та визначити їх взаємозв'язок з відтворною здатністю залежно від різних доз згодовування Цинку у формі хелату Цинку;

- з'ясувати зміни відтворних показників та компонентів прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в свиноматок залежно від різних доз згодовування вітамінів антиоксидантної дії;

- дослідити фізіологічний стан та прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у крові свиноматок у взаємозв'язку з їх відтворною здатністю за згодовування комплексу Цинку у формі хелату Цинку в поєднанні із вітамінами антиоксидантної дії;

- проаналізувати ступінь взаємозв'язку між показниками відтворної здатності свиней та рівнем констант прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу;

- визначити вплив різних доз хелату Цинку окремо та в поєднанні із вітамінами антиоксидантної дії на продуктивні якості свиней.

Об'єктом дослідження були періоди відтворювального циклу, стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в свиней окремих виробничих груп за впливу різних способів корекції.

Для виконання поставлених завдань було проведено науково-господарські дослідження в шість етапів. У першому етапі було з'ясовано вплив вітамінів антиоксидантної дії на якість спермопродукції кнурів-плідників за різних умов утримання. У другому і третьому етапах досліджено вплив додаткового згодовування Цинку у формі хелату Цинку окремо і в поєднанні із вітамінами антиоксидантної дії на якісні і кількісні показники спермопродукції кнурів-плідників. Виконання четвертого, п'ятого і шостого етапів було спрямоване на встановлення ефективності використання у годівлі Цинку у формі хелату Цинку і вітамінів антиоксидантної дії для регуляції відтворної здатності свиноматок.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що вперше отримано наукові дані щодо впливу теплового стресу на якість спермопродукції кнурів-плідників великої білої породи, а саме було зафіксовано в зменшенні показників: об'єм еякуляту ($P < 0,001$), рухливості сперміїв ($P < 0,001$), концентрації сперміїв ($P < 0,001$), терморезистентності ($P < 0,001$). Такі зміни відбуваються на тлі прискорення процесів пероксидації в спермі -збільшення вмісту дієнових кон'югантів ($P < 0,05$), зниження концентрації вітаміну А і вітаміну Е. За якістю еякулятів кнури миргородської породи порівняно із великою білою є менш чутливими до дії даного фактору та перевершували других за активністю і виживаністю сперміїв, а також насиченістю сперми аскорбіновою ($P = 0,001$) та дегідроаскорбінової кислотам ($P = 0,01$).

Розкрито особливості впливу додаткового введення вітамінів А, Е і С до складу раціону кнурів-плідників великої білої породи, що підвищило якість спермопродукції: об'єм еякуляту ($P < 0,001$), концентрацію ($P < 0,001$), рухливість ($P < 0,05$) і виживаність сперміїв ($P < 0,001$), що сприяє покращенню запліднювальної здатності сперміїв. Зазначені зміни відбуваються на фоні

переважання концентрації вітаміну А у плазмі сперми ($P < 0,01$) і спермі ($P < 0,001$), вітаміну Е у спермі ($P < 0,01$), а також підвищення активності супероксиддисмутази в спермальній плазмі ($P < 0,01$) і цільній спермі ($P < 0,05$). У тварин миргородської породи відмічався ефект післядії від використання вітамінної добавки, що тривав один місяць та проявлявся у підвищенні концентрації на 13%, рухливості – 9,0% та виживаності сперміїв – 27,7% відносно контролю. Це супроводжувалось нижчою концентрацією ТБК-активних комплексів у спермі на 34% ($P < 0,001$) та збільшенням концентрації вітаміну А в спермі – на 20,3% і плазмі сперми – на 18,0%, а також вітаміну Е в спермі – на 42,2%, а також інтенсивному використанню аскорбінових кислот ($P < 0,01 \dots P < 0,001$).

З'ясовано, що додавання до раціону кнурів-плідників Цинку у формі хелату Цинку на 5% більше норми підвищує об'єм еякуляту: на 45-ту добу на 16,5% ($P < 0,001$) та 60-ту добу – 21,4% ($P < 0,001$). Споживання кнурами-плідниками 10% понад норму даного мікроеlementу знижує показники якості спермопродукції: концентрацію сперміїв ($P < 0,001$), кількість сперміїв ($P < 0,05$) і кількість живих сперміїв в еякуляті ($P < 0,001$) в період дії теплового стресу. Такі зміни відбуваються на фоні прискорення процесів пероксидного окиснення ліпідів у спермі кнурів-плідників, що проявляється у збільшенні концентрації дієнових кон'югатів та ТБК-активних комплексів.

Встановлено, що у крові свиноматок періоди відтворювального циклу визначають особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу. Фаза еструсу та опоросу характеризується інтенсифікацією процесів пероксидного окиснення – зростає вміст дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук, а також знижується рівень відновленого глутатіону ($P < 0,001$). Це відбувається на тлі активації антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази ($P < 0,05$) та каталази ($P < 0,05$). Впродовж лактації проходить гальмування процесів пероксидного окиснення до рівня статевого спокою.

Свиноматки, які отримували Цинк у формі хелату Цинку в кількості 5% понад норму характеризуються вищою багатоплідністю на 4,0% та масою гнізда при народженні 4,2%. Це супроводжувалось менш активним перебігом процесів пероксидного окиснення. Додаткове згодовування свиноматкам даного мікроелементу більше норми на 10% супроводжується зниженням багатоплідності ($P < 0,05$), кількості живих поросят ($P < 0,05$), маси гнізда при народженні на 10,0% та маси гнізда при відлученні – 11,6%.

Отримані дані гематологічних досліджень у свиноматок засвідчили істотні зміни у формуванні прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу залежно від згодовування різних доз вітамінів антиоксидантної дії. Зокрема, задавання 5% вітамінної добавки супроводжується зниженням реакцій утворення первинних продуктів пероксидації, підвищенням багатоплідності на 10,7 ($P < 0,001$) і кількості живих поросят на 8,5% ($P < 0,05$). Рівень корелювання активності каталази у свиноматок із великоплідністю склав $r = -0,55$, а із масою гнізда склав відповідно $r = -0,55$. Із збільшенням дози до 10% згодовування даних біологічно активних речовин істотно зростала кількість дієнових кон'югатів, але це не призводило до глибоких змін прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу та збільшувало кількість поросят при народженні на 14,0% ($P < 0,001$), масу гнізда при відлученні на 16,3% ($P < 0,05$). При цьому активність каталази у свиноматок корелювала із багатоплідністю ($r = 0,43$) і масою гнізда поросят при народженні ($r = 0,43$), активність супероксиддисмутази корелювала із великоплідністю ($r = 0,50$).

Виявлено, що із збільшенням дози згодовування свиноматкам вітамінно-мінеральної добавки істотно змінювався перебіг процесів пероксидації у крові. Мінімальний рівень первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення та активності каталази, а також вищий вміст відновленого глутатіону був у крові свиноматок, які отримували на 5% більше норми вітамінів антиоксидантної дії та хелату Цинку в досліджувані періоди відтворного циклу. При цьому у свиноматок, які отримували 10% добавки концентрація дієнових кон'югатів і ТБК-активних сполук, активність каталази

були меншими, а кількість відновленого глутатіону навпаки переважала над інтактними тваринами.

Додаткове споживання вітамінів антиоксидантної дії та Цинку у формі хелату Цинку на 5% і 10% понад норму підвищувало відтворну функцію свиноматок, збільшувало багатоплідність відповідно на 10,4% ($P < 0,01$) та 12,0% ($P < 0,001$) та кількість поросят при відлученні на 11,4% та 10,9%. При цьому молодняк, матері, яких споживали максимальну кількість добавки характеризувались прискореним перебігом процесів пероксидного окиснення, а у тих, що споживали мінімальну кількість – сповільненим.

Свиноматки, що отримували 5% понад норму вітамінів антиоксидантної дії і хелат Цинку характеризувались зворотним корелюванням маси гнізда із концентрацією дієнових кон'югатів ($r = -0,39$) і активністю супероксиддисмутази ($r = -0,38$). Активність каталази корелювала із великоплідністю ($r = 0,49$) і масою гнізда ($r = 0,38$). Перевищення потреби компонентів вітамінно-мінеральної добавки на 10%, зміщує прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз в напрямі прискорення процесів пероксидного окиснення, що підтверджується встановленими коефіцієнтами кореляції між багатоплідністю і дієновими кон'югатами ($r = -0,38$), ТБК-активними сполуками ($r = -0,58$), супероксиддисмутазою ($r = 0,45$), КТ ($r = 0,62$), багатоплідністю і дієновими кон'югатами ($r = 0,42$), супероксиддисмутазою ($r = 0,29$) і каталазою ($r = 0,65$).

Ключові слова: кнури-плідники, сперма, свиноматки, відтворення, прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз, хелат Цинку, вітамін А, вітамін Е, вітамін С.

ABSTRACT

Sarnavska, I.V. Increasing the reproductive capacity of pigs with the correction of vitamin and mineral nutrition. Qualification scientific work in manuscript form.

Thesis for obtaining the Ph. D. degree in specialty 204 «Technology of production and processing of livestock products». Poltava State Agrarian University, Poltava, 2024.

In the context of intensive pig production, ensuring sustainable and rhythmic pork production is of paramount importance. It requires ensuring the operation of the livestock reproduction system. This is primarily achieved by creating optimal housing conditions, e.g. avoidance of technological stress, and normalised feeding. High physical stress on the pig's body during different periods of the reproductive cycle is accompanied by oxidative stress, which requires effective feeding programmes using the latest feed ingredients. This study is devoted to solving this problem.

The thesis theoretically summarises and experimentally substantiates certain aspects of the reproductive function formation in pigs. The influence of temperature stress on the quality of sperm production and the processes of peroxidation in sperm plasma and sperm is revealed. The peculiarities of the manifestation of sow's fertility with the constants of prooxidant-antioxidant homeostasis in their blood under the condition of additional Zinc supplementation in the form of Zinc chelate and combination with antioxidant vitamins were revealed.

The studies were conducted in the laboratory of animal nutrition, physiology and health of the Institute of Pig Production and Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Private Joint Stock Company «Plemservice» (Hradyzk), State Enterprise «Research Farm named after Decembrists» Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, at the Department of Livestock Production Technology of Poltava State Agrarian University.

Aim of the study: to find out the peculiarities of the formation of reproductive capacity depending on the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in pigs and to develop new ways to increase their productivity.

Objectives of the study:

To achieve the goal, the following objectives were set:

- to investigate the effect of antioxidant vitamins on the quality of sperm production and the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in the sperm of boars of different breeds under different conditions of detention;

- to establish the peculiarities of the effect of Zinc in the form of Zinc chelate alone and in combination with antioxidant vitamins on sperm production and the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in the semen of boars and their impact upon reproductive capacity;

- to investigate the influence of the physiological state on prooxidant-antioxidant homeostasis in the blood of sows depending on the reproductive periods and determine the correlation between the reproductive periods and the reproductive capacity depending on different doses of Zinc in the form of Zinc chelate;

- to find out changes in reproductive performance and components of prooxidant-antioxidant homeostasis in sows depending on different doses of antioxidant vitamins;

- to investigate the physiological state and prooxidant-antioxidant homeostasis in the blood of sows concerning their reproductive capacity when feeding the Zinc complex in the form of Zinc chelate in combination with antioxidant vitamins;

- to analyse the degree of correlation between the indicators of the reproductive capacity of pigs and the level of constants of prooxidant-antioxidant homeostasis;

- to determine the effect of different doses of zinc chelate alone and in combination with antioxidant vitamins on the productive qualities of pigs.

The object of the study is the periods of the reproductive cycle and the state of prooxidant-antioxidant homeostasis in pigs of different production groups under the influence of different correction methods.

Scientific and economic research to accomplish the tasks included six stages. In the first stage, we analysed how the antioxidant vitamins influenced the quality of sperm production of boars under different conditions of detention. In the second and third stages, we studied the effect of additional feeding of Zinc in the form of Zinc chelate alone and in combination with antioxidant vitamins on the qualitative and quantitative indicators of sperm production in boars. The fourth, fifth and sixth stages were aimed at establishing the effectiveness of the use of Zinc in the form of Zinc chelate and antioxidant vitamins in the regulation of sow reproductive capacity.

The scientific novelty of the obtained results of the study is that for the first time scientific data on the effect of heat stress on the quality of sperm production of boars-sires of the Large White breed is manifested in a decrease in the following indicators: ejaculate volume ($P<0.001$), sperm motility ($P<0.001$), sperm concentration ($P<0.001$), thermal resistance ($P<0.001$). These changes occur against the background of accelerated peroxidation processes in sperm, increased content of diene conjugates ($P<0.05$), and decreased concentrations of vitamin A and vitamin E. In terms of ejaculate quality, boars of the Myrhorod breed, compared to the Large White, are less sensitive to this factor and outperformed the indicators of other breeds in terms of sperm activity and survival, as well as saturation with ascorbic ($P=0.001$) and dehydroascorbic acids ($P=0.01$).

The peculiarities of the effect of the additional introduction of vitamins A, E and C into the diet of boars-sires of the Large White breed on the quality of sperm production: ejaculate volume ($P<0.001$), concentration ($P<0.001$), motility ($P<0.05$) and sperm survival ($P<0.001$), which contributes to the improvement of the fertilising ability of sperm. The above occurs against the background of the predominance of vitamin A concentration in sperm plasma ($P<0.01$) and semen ($P<0.001$), vitamin E in semen ($P<0.01$), as well as an increase in the activity of superoxide dismutase in sperm plasma ($P<0.01$) and whole sperm ($P<0.05$). In

animals of the Myrgorod breed, aftereffects of vitamin supplementation were observed, which lasted for one month and was manifested by an increase in concentration by 13 %, motility by 9.0% and sperm survival by 27.7% compared to the control. This was accompanied by a lower concentration of TBA-active complexes in sperm by 34% ($P<0.001$) and an increase in the concentration of vitamin A in sperm by 20.3% and in sperm plasma by 18.0%, as well as vitamin E in sperm by 42.2%, as well as intensive use of ascorbic acids ($P<0.01...P<0.001$).

It was found that the addition of Zinc chelate to the diet of boars in the form of Zinc by 5% more than the norm increases the volume of ejaculate: on the 45th day by 16.5% ($P<0.001$) and on the 60th day – 21.4% ($P<0.001$). Consumption of a maximum dose of 10% above the norm of Zinc in the form of Zinc chelate by boars reduces the quality of sperm production: sperm concentration ($P<0.001$), sperm count ($P<0.05$), number of live sperm in ejaculate ($P<0.001$) during the period of heat stress. Such changes occur against the background of acceleration of lipid peroxidation processes in the sperm of boars, which is manifested in an increase in the concentration of diene conjugates and TBA-active complexes.

It has been established that the periods of the reproductive cycle in sows' blood determine the peculiarities of the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis. The phase of estrus and farrowing is characterised by the intensification of peroxidation processes - the content of diene conjugates and TBA-active compounds increases, and the level of low molecular weight antioxidants – reduced glutathione – decreases ($P<0.001$). This occurs against the background of activation of antioxidant enzymes – superoxide dismutase ($P<0.05$) and catalase ($P<0.05$). During lactation, peroxidation processes are inhibited to the level of sexual rest.

It was proved that sows receiving Zinc in the form of Zinc chelate in an amount of 5% above the norm were characterised by higher fertility by 4% and nest weight at birth by 4.2%. This was accompanied by a less active course of peroxidation processes. Additional feeding of this microelement to sows by 10% above the norm is accompanied by a decrease in fertility ($P<0.05$), the number of

live piglets ($P<0.05$), nest weight at birth by 10.0% and nest weight at weaning by 11.6%.

The data obtained from haematological studies showed significant changes in the formation of prooxidant-antioxidant homeostasis depending on the feeding of different doses of antioxidant vitamins. In particular, the setting of 5% vitamin supplementation was accompanied by a decrease in the formation of primary peroxidation products, an increase in fertility by 10.7% ($P<0.001$) and the number of live piglets by 8.5% ($P<0.05$). The level of correlation of catalase activity in sows with high fertility was $r=-0.55$ and nest weight was $r=-0.55$, respectively. With an increase in the dose to 10% of the feeding of these biologically active substances, the number of diene conjugates increased significantly, but this did not lead to profound changes in prooxidant-antioxidant homeostasis and increased the number of piglets at birth by 14.0% ($P<0.001$), nest weight at weaning by 16.3% ($P<0.05$). The activity of catalase in sows correlated with multiparity ($r=0.43$) and nest weight at birth ($r=0.43$), the activity of superoxide dismutase correlated with large-fecundity ($r=0.50$).

It was found that with an increase in the dose of vitamin-mineral supplementation of sows, the course of peroxidation processes in the blood significantly changed. The minimum level of primary and secondary products of peroxidation and catalase activity, as well as a higher content of reduced glutathione was in the blood of sows receiving 5% more than the norm of antioxidant vitamins and zinc chelate during the studied periods of the reproductive cycle. At the same time, the concentration of diene conjugates and TBA-active compounds, as well as catalase activity, were lower in sows receiving 10% supplementation, and the amount of reduced glutathione, on the contrary, prevailed over intact animals.

Additional consumption of antioxidant vitamins and Zinc in the form of Zinc chelate by 5% and 10% above the norm increased the reproductive function of sows, increased fertility by 10.4% ($P<0.01$) and 12.0 ($P<0.001$), respectively, and the number of piglets at weaning by 11.4% and 10.9%. At the same time, young animals whose mothers consumed the maximum amount of the additive were characterised

by accelerated peroxidation processes, and the minimum amount - by a slower course.

Sows that received 5% above the norm of antioxidant vitamins and zinc chelate were characterised by an inverse correlation of nest weight with the concentration of diene conjugates ($r=-0.39$) and superoxide dismutase activity ($r=-0.38$), catalase activity with large-fecundity ($r=0.49$) and nest weight ($r=0.38$). Exceeding the need for its components by 10% shifts the prooxidant-antioxidant homeostasis in the direction of accelerating the processes of peroxidation, which is confirmed by the established correlation coefficients between fertility and diene conjugates ($r=-0.38$), TBA-active compounds ($r=-0.58$), superoxide dismutase ($r=0.45$), catalase ($r=0.62$), fertility and diene conjugates ($r=0.42$), superoxide dismutase ($r=0.29$) and catalase ($r=0.65$).

Key words: sire boars, sperm, sows, reproduction, prooxidant-antioxidant homeostasis, Zinc chelate, vitamin A, vitamin E, vitamin C.