

**ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ГУНЧАК РОМАН ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК 619:612.015:636.4:619:615

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**МЕТАБОЛІЧНА ТА ПРОДУКТИВНА ДІЯ АКВАЦИТРАТУ ЙОДУ  
НА ОРГАНІЗМ СВИНЕЙ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП**

03.00.04 – біохімія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання  
на відповідне джерело Р.В. Гунчак  
(підпис, ініціали і прізвище здобувача)

Науковий керівник – **Седіло Григорій Михайлович**,  
доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

Львів - 2018

## АНОТАЦІЯ

**Гунчак Р.В. Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.04 – «біохімія» (204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва). – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2018

Дисертаційна робота присвячена дослідженню дії аквацитрату йоду на метаболічні процеси в організмі та продуктивність свиней різних вікових груп.

У першій серії дослідів вивчали вміст Йоду в кормах і його залежність від наявності біоелемента у ґрунтах природно-географічної провінції Волинського Полісся. Встановлено, що концентрація Йоду в дерново-підзолистих, глеювато-піщаних та глинисто-піщаних ґрунтах є низькою і знаходиться в межах 7,48-5,16 мг/кг. Вміст біоелемента в зерні злаків (ячмінь, жито, овес, тритікале), вирощеному на цих землях, також є низьким і становить 49-77 мкг/кг, а в питній воді для тварин – 5,6-8,2 мкг/л.

Отже, відповідно до рекомендованих норм забезпечення свиней Йодом та реальним його вмістом в кормах, що є основою для формування повнораціонного комбікорму, без додаткового введення йодумісних препаратів до раціонів свиней, у даній зоні, не обійтись.

На сучасному етапі перспективним є створення нових форм біоелементів з використанням досягнень нанобіотехнології. З метою вивчення впливу Йоду на метаболічні процеси і продуктивність свиней різних вікових груп використано аквацитрат йоду, виготовлений на основі нанотехнологій. За своєю фізико-хімічною структурою отриманий препарат є надчистим водним розчином карбоксилату (цитрату) Йоду.

З урахуванням наукових повідомлень про те, що мікроелементи у формі аквахелатів, виготовлених на основі нанотехнологій, мають вищу біодоступність і проявляють свою ефективність у значно менших дозах, ніж їх аналоги в неорганічній і хелатній формах, нами було поставлено завдання вивчити вплив аквацитрату Йоду на окремі ланки метаболізму та продуктивні якості свиней. При цьому, важливим було встановити оптимальний рівень досліджуваного біоеlements в якості мінеральної добавки, з огляду на низький рівень Йоду в концентрованих кормах власного виробництва (49-77 мкг/кг) та доволі високий відсоток (18-22 %) в раціонах свиней соєвої макухи (шроту) чи олії, які є струмогенами (гойтрогенами) і пригнічують засвоюваність Йоду.

У другій серії дослідів з'ясовували вплив різних кількостей Йоду в формі аквацитрату на морфологічні і біохімічні показники крові, відтворювальну здатність, молочність і продуктивні якості свиноматок. Для цього було сформовано 5 груп (контрольну і чотири дослідних) тварин по 3 ремонтних свинки в кожній. Групи формувались за принципом аналогів, з урахуванням віку (170-180 днів) і маси тіла (110-115 кг). Годівля тварин проводилась дворазово, відповідно до існуючих технологічних норм із вільним доступом до води. При цьому використовували повнораціонні комбікорми (ПРК), з включенням до їх складу злакової групи концентрованих кормів власного виробництва, що піддавались дослідженню на вміст в них Йоду. Для балансування раціонів за мінеральним і вітамінним складом у всі періоди досліду (поросність і лактація свиноматок, підсисний період, дорощування і відгодівля поросят) тваринам задавали премікси, виготовлені за відповідною рецептурою у підприємствах «ЦеХаВе корм» і ТОВ «АБМ-ТРЕЙД».

З метою вивчення метаболічного впливу аквацитрату Йоду і можливого включення цього есенціального мікроелемента, в такій формі, до складу преміксів нами використано аквацитрат йоду, виготовлений на основі нанотехнологій співробітниками ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ (активність – 1 г на 1 л розчину). При цьому, тварини контрольної групи отримували стандартний мінеральний премікс (СМП), до складу якого входив калію йодид з науково-

обґрунтованим вмістом Йоду. Тваринам дослідних груп згодовували премікси без вмісту в них неорганічної форми Йоду. Проте, до раціону, відповідно до схеми досліді, вводили водний розчин біоелемента, у формі аквацитрату, в кількостях, що становили 100, 50, 25 і 10 %, по відношенню до вмісту Йоду в складі стандартного мінерального преміксу.

Встановлено, що введення до раціонів свиноматок Йоду, в формі аквацитрату, в половинній ( $1/2$ ) і четвертинній ( $1/4$ ) кількості, по відношенню до тварин контрольної групи, яка отримувала мікроелемент у формі неорганічної солі, забезпечує стабільно високий рівень в крові Йоду загального і Йоду зв'язаного з білком, у всі періоди досліді. При цьому, концентрація трийодтироніну і тироксину в плазмі крові свинок дослідних груп знаходилась в межах величин, характерних для тварин контрольної групи. За таких умов вміст загального протеїну в сироватці крові на 90-ту добу поросності свиноматок (група Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>) був вищим від показника контролю на 4,9 і 7,0 %.

Збільшення кількості Йоду в раціоні вагітних тварин (співвідношення Йоду в аквацитратній і неорганічній формі 1:1) і, особливо, його зменшення (співвідношення Йоду в аквацитратній і неорганічній формі 0,1:1) характеризувалося пригніченням протеїнсинтезувальних процесів. На тлі відсутності вірогідних змін у динаміці концентрації окремих груп протеїнів в сироватці крові, зменшення рівня загального протеїну відбувалося за тенденції до зниження відсотка альбумінів і зростання глобулінів  $\beta$ -фракції, за умови ймовірного надлишку Йоду (перша дослідна група) і, особливо, його дефіциту (четверта дослідна група) в раціонах свинок.

Включення до раціонів свиноматок Йоду у формі цитрату в кількостях, що відповідають 50 і 25 % від вмісту біоелемента в складі стандартного мінерального преміксу мало позитивний вплив на їх відтворювальну здатність. Такі свиноматки народжували по 13,7-14,0 поросят, середньою масою тіла 1,20-1,24 кг і за цими показниками перевищували тварин контрольної групи. У тварин цих дослідних груп кращими були також продуктивні якості новонароджених поросят. Зокрема, за інтенсифікації функціональної активності

щитоподібної залози, що проявлялась зростанням тиреотонінів у сироватці крові, молозиві і молоці свиноматок, покращувався ріст і розвиток народжених від них поросят. За таких умов середньодобові прирости сисунів були на 14,8 і 8,7 % вищими, ніж у поросят, народжених від свиноматок, які одержували Йод в молекулярній формі. Такі поросята, за масою тіла при відлученні (28-ма доба), переважали сисунів, одержаних від свиноматок контрольної групи на 13,8 і 8,1 %, відповідно. Позитивним було зростання відсотка збереженості поросят до 97 % (94,5 % у тварин контрольної групи). Молочність свиноматок, як один з основних факторів забезпечення поросят-сисунів поживними і мінеральними речовинами, також відзначалась вірогідним зростанням на 28,7 і 15,8 % ( $P < 0,01$ ), відповідно.

У наступному етапі досліджень на молодняку свиней, за принципом груп-аналогів, було сформовано три групи (контрольна і дві дослідні) поросят після відлучення. Встановлено, що за інтенсивної технології вирощування, поросята контрольної і дослідних груп на кінець їх відгодівлі (170-та доба) досягали маси тіла 112-117 кг. При цьому встановлено, що введення до раціонів поросят, у період їх дорощування (29-70-та доба) та відгодівлі, органічної форми Йоду в кількості, що становить 50 та 25 % від вмісту елемента в неорганічній формі у мінеральному преміксі є ефективнішим, ніж використання неорганічної солі Йоду. На завершальному етапі відгодівлі маса тіла свиней першої і другої дослідних груп перевищувала показники тварин контрольної групи на 4,9 і 3,3 кг, відповідно. У цей період досліду вищими були й середньодобові прирости поросят дослідних груп на 3,0 і 2,1 %, ніж у контролі.

За всіма якісними показниками м'ясо, отримане від свиней дослідних груп, практично не відрізнялося від свинини, отриманої від тварин контрольної групи, хоча у півтушах свиней дослідних груп відсоток протеїну був дещо вищим, а вміст жиру – знижувався.

Таким чином, в умовах Волинського Полісся проблему йододефіциту для свиней можна успішно вирішувати за рахунок включення до їх раціонів Йоду у

формі аквацитрату, причому в значно менших кількостях елемента, ніж ті, що рекомендовані для свиней у неорганічній формі.

За результатами проведених досліджень, в умовах природно-географічної зони Волинського Полісся, до складу повнораціонних комбікормів для свиноматок рекомендується вводити аквацитрат йоду в кількості, що, в перерахунку на елемент, становить 50 % від його вмісту в мінеральному преміксі, тобто для поросних – 0,19 мг/кг корму та для лактуючих – 0,25 мг/кг корму. Для поросят на дорощуванні та відгодівлі – 0,370-0,448 мг/кг корму, що становить 25 % від вмісту Йоду в мінеральному преміксі.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше проведено комплексні системні дослідження із з'ясування впливу різних кількостей Йоду нанотехнологічного походження на метаболічні процеси, гемопоез, гормоноситезувальну здатність щитоподібної залози та продуктивність свиней різних вікових і продуктивних груп.

На підставі визначення концентрації Йоду в ґрунтах та зерні злаків, вирощених цих землях, доведено низький вміст біоелемента і встановлено залежність між його рівнем у дерново-підзолистих, глеювато-піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах Волинського Полісся та зерні ячменю, тритікале, вівса і жита, що використовуються для годівлі тварин.

Уперше експериментально обґрунтовано доцільність введення аквацитрату йоду до раціонів свиней, які вирощуються в умовах природно-географічної зони України, дефіцитної за вмістом біоелемента в кормах і питній воді.

Встановлено оптимальні кількості введення аквацитрату йоду до раціонів свиноматок (поросних і лактуючих) та поросят у період дорощування та відгодівлі. З позицій фізіології, біохімії та живлення доведено ефективність заміни Йоду в неорганічній формі у складі мінерального преміксу для свиней його органічною формою (Йоду аквацитрат) з метою інтенсифікації метаболічних процесів в організмі, підвищення відтворювальної здатності та продуктивності.

Наукова новизна дисертаційних досліджень підтверджена деклараційними

патентами України на корисну модель «Спосіб корекції обмінних процесів в організмі порослих свиноматок за умов дефіциту йоду» 126925, Україна / Г.М. Седіло, **Р.В. Гунчак**, С.О. Вовк, Б.В. Гутий. № U201801174; заявл. 07.02.2018; опубл. 10.07.2018; бюл. №13 та «Спосіб підвищення продуктивних якостей свиноматок за умов дефіциту йоду» 128093, Україна / **Р.В. Гунчак**, Г.М. Седіло, А.Г. Пащенко, Б.В. Гутий С.О. Вовк. № U201803433; заявл. 02.04.2018; опубл. 10.09.2018; бюл. №17.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі експериментальних досліджень встановлено оптимальні кількості Йоду у формі аквацитрату для введення до складу комбікормів порослих і лактуючих свиноматок, поросят-сисунів та молодняку свиней на дорощуванні і відгодівлі в умовах природно-географічної провінції України, дефіцитної за вмістом біоелемента в кормах і питній воді. Результати досліджень щодо вивчення впливу аквацитратної форми Йоду на метаболічні процеси, репродуктивну та продуктивну функції свиней можуть бути використані для теоретичного обґрунтування та удосконалення технологічних схем виробництва свинини. Крім цього, науково-практичні результати дисертаційних досліджень можуть бути також використані у навчальному процесі для студентів, що навчаються за ОПП «Бакалавр» і «Магістр» при вивченні таких дисциплін як «Біохімія сільськогосподарських тварин» та «Годівля і технологія кормів».

**Ключові слова:** свині, Йод, аквацитрат йоду, метаболічні процеси, продуктивна і репродуктивна дія.

## SUMMARY

### ***R. V. Hunchak* Metabolic and Productive Impact of Iodine Aqua Citrate on Pigs of Different Ages. – Qualifying paper printed as manuscript.**

Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences (Doctor of Philosophy) in specialty 03.00.04 – "Biochemistry" (204 – Technology of Animal Farming Product Making and Processing). – Institute of Animal Biology of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Lviv, 2018

The thesis studies the impact of iodine aqua citrate on metabolic processes and productivity of pigs of different ages.

During the first stage of studies, iodine content in feed was studied along with its dependence on bioelement availability in soils of the natural and geographic area of Volyn Polissia. It has been established that iodine concentration in sod-podzolic, sandy gley and sandy clay soils is low and ranges between 7.48 and 5.16 mg/kg. Iodine content in cereals (barley, rye, oat, triticale) grown on these soils is also low and varies between 49 mkg/kg and 77 mkg/kg and 5.6 and 8.2 mkg/l in drinking water for animals.

Thus, in view of recommended norms of iodine content in feed and its actual content, which is the foundation for the formation of complete combined feed, it is essential that we include additional iodine-containing preparations in pig feed for the area specified.

It appears promising at this stage to create new types and forms of bioelements with the use of new advances in nanobiotechnology. In order to study iodine impact on metabolic processes and productivity of pigs of different ages, we have used iodine aqua citrate made with the help of nanotechnologies. Based on its physical and chemical properties, the preparation obtained is a super clear aqua solution of iodine carboxylate (citrate).

Taking into account the reports suggesting that microelements in the form of aqua chelates made using nanotechnologies have higher bioaccessibility levels and are efficient when used in significantly smaller doses than their analogs in inorganic and



chelate forms, we have set the task at studying the impact of iodine aqua citrate on separate metabolism stages and productivity of pigs. At the same time, it was important to determine an optimum level of the bioelement under study when used as a mineral supplement, factoring in low iodine levels in concentrated domestic feeds (49-77 mkg/kg) and a relatively high percentage (18-22%) of soy oil cake or oil in pig diet which are goitrogenic and suppress iodine metabolism.

During the second stage of studies, we researched the impact of different quantities of iodine aqua citrate on morphological and biochemical blood indices, reproduction qualities, milk producing ability and productivity of breeding sows. For this purpose five groups of animals (a test group and four study groups) have been formed, 3 young gilts in each group. The groups were formed on the basis of analogy principle, factoring in age (170-180 days) and body mass (110-115 kg). Animals were fed two times a day according to existing technological norms with free access to water. We have used complete feeds combined with cereal group of concentrated domestic feed which were studied for iodine content. In order to balance diets in mineral and vitamin content, for the whole duration of study (pregnancy and lactation of breeding sows, feeding, nursing and fattening up of piglets) the animals were given premixes made according to recipes at Cehave Korm and ABM-TRADE LLC.

To study the metabolic impact of iodine aqua citrate and possible inclusion of this essential microelement in this form, we used premixes containing iodine aqua citrate produced with the help of nanotechnologies by Avatar Scientific and Production Complex, LLC (potency 1 g per 1 l). At the same time, test group animals were given standard mineral premix containing potassium iodide with evidence-based iodine content. Study group animals were fed premixes without inorganic iodine. Yet, their diet, according to study plan, was supplemented by aqua solution of the bioelement in the form of aqua citrate in the amount of 100, 50, 25 and 10% as compared to iodine content in standard mineral premix.

It has been established that introduction of iodine in the form of aqua citrate into the diet of breeding sows in half (1/2) or quarter (1/4) of the amount of what was given to test group animals, which received the microelement as inorganic salt, ensures a

constantly high level of total iodine and protein-bound iodine in blood during all stages of the study. Simultaneously, the concentration of triiodothyronine and thyroxine in blood plasma of study group pigs was within the values characteristic for the test group animals. Under such conditions, total protein content in blood serum on the 90<sup>th</sup> day of breeding sows pregnancy (groups D<sub>2</sub> and D<sub>3</sub>) was higher than the control index by 4.9% and 7%.

Increase of iodine content in the diet of pregnant animals (aqua citrate and inorganic form iodine ratio 1:1) and particularly its decrease (aqua citrate and inorganic form iodine ratio 0.1:1) were characterized by the suppression of protein-synthesis processes. Amid absence of potential changes in concentration for certain groups of proteins in blood serum, decrease of total protein levels happened with the general tendency of albumin levels decrease and  $\beta$ -fraction globulins increase, with possible iodine excess (first study group) and its deficiency in particular (fourth study group) in the diet of pigs.

Inclusion of iodine as citrate into the diet of breeding sows in the amounts corresponding to 50 and 25% from bioelement content in the standard mineral premix had a positive impact on reproductive characteristics. Such breeding sows gave birth to 13.7-14.0 piglets with an average body mass of 1.2-1.24 kg and based on those indices they outranked test group animals. Animals of those study groups also had better productivity characteristics of the newborn piglets. In particular, during intensification of thyroid gland activities, which manifested itself in the increase of thyreotonins in blood serum, foremilk and milk of breeding sows, the growth and development of their piglets improved. Under such conditions average daily growth of suckling piglets were by 14.8 and 8.7% higher than in piglets born from breeding sows which received iodine in molecular form. Such piglets, based on their body mass on separation from the breeding sow (28<sup>th</sup> day), superseded the sucklings born from test group breeding sows by 13.8 and 8.1% respectively. Survival rate also increased to 97% (as compared to 94.5% for test group animals). Milk productivity of breeding sows, as one of the main factors of supplying sucklings with nutrients and mineral substances, was also marked by potential growth by 28.7 and 15.8% ( $P < 0.01$ ) respectively.

During the next stage of research conducted with young pigs based on the principle of analog groups we formed three groups (a test group and two study groups) of piglets that have been separated from the breeding sows. It has been discovered that where the intensive growth technology was used, test and study group piglets reached 112-117 kg by the end of fattening up period (170<sup>th</sup> day). At the same time, it has been established that introduction of organic iodine into the diet of piglets during nursing (29<sup>th</sup>-70<sup>th</sup> day) and fattening up period in the amount which equals 50 and 25% of iodine content in inorganic form in mineral premix is more efficient than the use of inorganic iodine salt. During final fattening up stage body mass of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> study group pigs exceeded the numbers for test group animals by 4.9 and 3.3 kg respectively. In the course of this stage of study, average daily growth of piglets in study groups was higher by 3.0 and 2.1% as compared to test group.

According to quality criteria, the meat obtained from study group pigs, was practically no different from that of the test group pigs, yet in pork side of the study group pigs protein content was slightly higher and fat content was decreasing.

Consequently, for Volyn Polissia the iodine deficiency problem in pigs can be successfully solved by inclusion of iodine aqua citrate into the diet of animals, with the amount of element being much smaller than that recommended for pigs in inorganic form.

Based on the results of studies conducted, for the conditions of natural and geographic area of Volyn Polissia, it is recommended to include iodine aqua citrate into complete combined feed of breeding sows in the amount which in calculation to element content equals 50% of its content in mineral premix, i.e. 0.19 mg/kg of feed for pregnant pigs and 0.25 mg/kg of feed for lactating pigs. For pigs in nursing and fattening up stages the amount is 0.370-0.48 mg/kg of feed which equals 25% of iodine content in mineral premix.

**Originality of the results obtained.** The research conducted has for the first time established that iodine concentration in cereals (barley, triticale. oat and rye) grown on the soils of Volyn Polissia area is relatively lower and makes up 3.9-6.1 mmol/l on average. Comprehensive experimental studies have proven feasibility of supplying pigs

with iodine in the said natural and geographic area not by inclusion of potassium iodide into standard mineral premix but through moisturizing of the combined feed with iodine aqua citrate. It has been determined that inclusion of iodine in the said form into combined feed, based on higher accessibility and higher biological activity of this microelement, optimizes thyroid functions and its regulating impact on hematopoiesis, metabolism, reproductive and productive qualities of pigs in much smaller doses than inorganic form iodine preparations which are included into premixes for different age and productive groups of animals.

The originality of thesis has been proven by the declarative patent of Ukraine for utility model – Means of Metabolism Processes Correction in Pregnant Breeding Sows Under Conditions of Iodine Deficiency.

**Practical implications of the results obtained.** Experimental research has established optimum quantities of iodine in the form of aqua citrate for inclusion into combined feed of pigs of different age and productive groups in the natural and geographic area of Volyn Polissia, i.e. (when calculated into bioelement quantity): for pregnant breeding pigs – 0.19 mg/kg of feed, for lactating pigs – 0.25 mg/kg of feed; for piglets when added to starter feed - 0.375 mg/kg of feed, to grower feed – 0.448 mg/kg of feed and 0.37 mg/kg of feed when added to finisher feed.

Research results as to the impact of iodine aqua citrate form on metabolism, reproductive and productive functions of pigs may be used for theoretical substantiation and improvement of the technological schemes of pork production.

**Keywords:** pigs, iodine, iodine aqua citrate, metabolism, productive and reproductive activity.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Гунчак Р. В.**, Седіло Г.М., Вовк С.О. Вміст Йоду в ґрунтах та зерні злаків у зоні Полісся Волині. Науковий вісник ЛНУВМБ ім.С.З.Гжицького, 2016. Т. 8, № 2 (67). С. 77–80. *(Здобувач здійснив забір зразків ґрунту, зерна і води та визначив в них вміст Йоду, взяв участь в підготовці статті).*

2. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.** Проблема йододефіциту у свиней та шляхи її вирішення. Науковий вісник ЛНУВМБ ім.С.З.Гжицького, 2017. Т. 19, № 74. С. 208–214. *(Здобувач підготував огляд літературних джерел з проблематики йодного забезпечення свиней та підготував статтю).*

3. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.**, Пащенко А.Г. Динаміка біохімічних показників сироватки крові свиноматок за різного рівня Йоду в раціоні. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів і кормових добавок і Інституту біології тварин. Львів. 2017. Вип. 18, № 2. С. 57–65. *(Здобувач провів визначення біохімічних показників крові свиноматок за різного рівня Йоду в їх раціонах та взяв участь у підготовці статті).*

4. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Продуктивна дія добавок аквацитрату йоду у раціонах свиноматок. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». Львів-Оброшино, 2017. Вип. 62. С. 141–150. *(Здобувач зібрав і проаналізував дані щодо впливу аквацитрату йоду на відтворювальну здатність свиноматок, взяв участь в написанні статті).*

5. **Гунчак Р.В.** Динаміка морфологічних показників крові поросних і підсисних свиноматок за дії цитрату йоду. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2017. Т. 19, №79. С. 173–178.

6. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.**, Вовк С.О. Вміст йоду та тиреоїдних гормонів у крові свиноматок за різного рівня цитрату йоду в їх раціонах. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. Вип.7 (33). С. 206–211. *(Здобувач відібрав зразки крові у свиней, провів лабораторні дослідження та взяв участь у написанні статті).*

7. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Вплив аквацитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. Біологія тварин, 2018. Т. 20, № 2. С. 43–50. *(Здобувач провів біохімічні дослідження крові, проаналізував зоотехнічні показники і оформив статтю).*

8. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Динаміка морфологічних та біохімічних показників крові підсисних поросят за різного рівня аквацитрату йоду в раціонах свиноматок. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, 2018, Т. 20, № 84, С. 27–32. *(Здобувач провів дослідження та взяв участь у підготовці статті до друку).*

9. **Гунчак Р.В.** Вплив аквацитрату йоду на продуктивність та якість м'яса свиней. Вісник Сумського національного аграрного університету, 2018, Випуск 2 (34). С. 150–155.

10. **Hunchak R.**, Sedilo G., Vovk S. Iodine content in soils and grains of cereals in polissia area of Volyn region. XXII Sesia Sekcji Mlodej Kadry Naukowej Polskego Towarzystwa Technologow Zywnosci – 5 th International Session Secsion of Young Scientific Staff May 18–19 th. Szczecin, 2017. P. 121–125. *(Здобувач освоїв методичні прийоми та визначив вміст Йоду в біоматеріалі та брав участь в написанні статті).*

11. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М., Кисців В.О., Гутий Б.В., Гунчак В.М. Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молозиві і молоці свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. №8(1). С. 644–648. *(Здобувач дослідив показники ліпідного складу молока і молозива свиноматок та взяв участь у написанні статті).*

12. «Спосіб корекції обмінних процесів в організмі супоросних свиноматок за умов дефіциту йоду»; декл. пат.на корис. модель 126925, Україна / Г.М. Седіло, **Р.В. Гунчак**, С.О. Вовк, Б.В. Гутий. №U201801174; заявл. 07.02.2018; опубл. 10.07.2018; бюл. № 13. *(Здобувач провів дослідження, отримав нові дані та оформив документи на патент).*

13. «Спосіб підвищення продуктивних якостей свиноматок за умов дефіциту йоду»; декл. пат.на корис. модель 128093, Україна / **Р.В. Гунчак**, Г.М. Седіло,

А.Г. Пащенко, Б.В. Гутий С.О. Вовк. №U201803433; заявл. 02.04.2018; опубл. 10.09.2018; бюл. № 17. *(Здобувач провів дослідження, отримав нові дані та оформив документи на патент).*

14. Аквацитрат йоду у свинарстві: метаболічна, репродуктивна і продуктивна дія. Седіло Г.М., Вовк С.О., **Гунчак Р.В.**, Каплінський В.В., Гунчак А.В., Іскра Р.Я., Каплуненко В.Г., Пащенко А.Г. Методичні рекомендації. Львів-Оброшино, 2018. 36 с. (Затверджено Вченою радою ІСГКР НААН 15.06.2018 р., прот. № 6). *(Здобувач провів дослідження, узагальнив отримні дані та взяв участь у підготовці методичних рекомендацій до друку).*

15. **Гунчак Р.В.** Відтворювальна здатність свиноматок за різного рівня в їх раціоні цитрату йоду. М-ли VI Всеукраїнської конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України», м. Львів-Оброшино, 16.11.2017 р. С. 11–12.

16. **Гунчак Р.В.** Седіло Г. М. Вплив цитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. М-ли XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора Головача В.М. м. Львів, 8–9.12.2017 р. Біологія тварин, 2017. Т.19, № 4. С. 102. *(Здобувач провів дослідження, отримав нові та підготував тези).*

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЇ</b>	<b>2</b>
<b>ЗМІСТ</b>	<b>16</b>
<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ</b>	<b>18</b>
<b>ВСТУП</b>	<b>19</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>25</b>
1.1. Біологічна роль та механізми впливу Йоду на організм тварин	<b>25</b>
1.2. Оцінка йодного статусу у тварин	<b>30</b>
1.3. Вплив тиреоїдних гормонів на гемопоез та метаболічні процеси в організмі свиней	<b>32</b>
1.4. Вплив гормонів щитоподібної залози на репродуктивні і продуктивні якості свиноматок	<b>37</b>
1.5. Потреба свиней у Йоді та чинники, що її визначають	<b>39</b>
1.6. Йодна підгодівля – як ефективний шлях подолання йододефіциту у тварин	<b>42</b>
1.6.1. Неорганічні і органічні форми Йоду в мінеральному живленні свиней	<b>42</b>
1.6.2. Наноматеріали й органічні форми мікроелементів, виготовлені на основі нанотехнологій та перспектива їх використання у тваринництві	<b>46</b>
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>53</b>
2.1. Загальна методика та схема проведення дослідів	<b>53</b>
2.2. Основні методи досліджень	<b>59</b>
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>65</b>
3.1. Вміст Йоду в ґрунтах та зерні злаків залежно від рівня його накопичення в ґрунті	<b>65</b>
3.2. Динаміка морфологічних і біохімічних показників крові свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах	<b>68</b>
3.2.1. Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів у плазмі крові свиноматок за дії Йоду у формі аквацитрату	<b>68</b>



3.2.2.	Гематологічні показники свиноматок за дії аквацитрату йоду	76
3.2.3.	Вплив аквацитрату йоду на перебіг метаболічних процесів в організмі свиноматок	82
3.2.4.	Ліпідний склад молозива і молока свиноматок за дії аквацитрату йоду	89
3.3.	Репродуктивна та продуктивна дія аквацитрату йоду у раціонах свиноматок	92
3.4	Вплив різного рівня Йоду у формі аквацитрату в раціонах поросних та лактуючих свиноматок на морфологічні і окремі біохімічні показники крові порослят-сисунів	97
3.5.	Метаболічна і продуктивна дія аквацитрату йоду за використання його у раціонах порослят на дорощуванні	104
3.6.	Продуктивні якості свиней, харчова цінність свинини та ефективність її виробництва за використання у раціонах тварин аквацитрату йоду	110
<b>РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>		<b>117</b>
<b>ВИСНОВКИ</b>		<b>145</b>
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ</b>		<b>148</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ</b>		<b>149</b>
<b>ДОДАТКИ</b>		<b>178</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ**

**АлАТ** – аланін-амінотрансфераза (К.Ф. 2.6.1.2.)

**АОС** – антиоксидантна система

**АсАТ**– аспарат-амінотрансфераза (К.Ф. 2.6.1.1.)

**ЙЗБ** – Йод, зв'язаний із білком

**КТ** – каталаза (К.Ф. 1.11.1.6)

**ЛФ** – лужна фосфатаза (К.Ф.3.1.3.1)

**ПРК** – повнораціонний комбікорм

**СМП** – стандартний мінеральний премікс

**СОД** – супероксиддисмутаза

**T<sub>3</sub>** – трийодтиронін

**T<sub>4</sub>** – тетраїодтиронін (тироксин)

**ТГ** – тиреоїдні гормони

**ТТГ** – тиреотропний гормон

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Нарощування виробництва продукції свинарства вимагає забезпечення тварин поживними і біологічно активними речовинами, а також макро- і мікроелементами (Кліценко Г. Т. зі співавт., 2001; Седіло Г. М., 2004; Захаренко М. О., 2004; Оберлис Д. Н. и соавт., 2008; Величко В. О., 2014; Лященко В. М., 2015; Токарчук Т. С. зі співавт., 2016; Данчук В. В. зі співавт., 2017). До лімітуючих мікроелементів належить Йод, оскільки за його дефіциту, як і за надлишку, в організмі свиней порушується обмін речовин, знижується продуктивність, виникають захворювання, які можуть призвести до летальних наслідків (Сологуб Л. І., 2005; Стапай П. В. зі співавт., 2007; Zimmermann M. B., 2009; Манукало С. А. и соавт., 2010; Vanoch T. et al., 2011; Li O. et al., 2012, 2013; Антоняк Г. Л. зі співавт., 2013; Шантыз А. Х., 2014).

Забезпечення раціонів свиней різних вікових і продуктивних груп мінеральними солями Йоду, на даний час, є простим, дешевим та ефективним способом профілактики дефіциту мікроелемента в організмі тварин, однак має ряд недоліків. Відомо, що неорганічні форми Йоду, переважно нестабілізовані, тому його сполуки руйнуються, вступаючи у взаємодію з іншими біологічно активними речовинами, або окиснюються у молекулярний йод. Органічний Йод, на відміну від мінерального, перебуває у зв'язаному стані, легко засвоюється, а надлишок швидко елімінується з організму без токсичних ефектів. Цінними, у цьому плані, є хелатні сполуки мікроелементів, які використовують для балансування раціонів тварин. Їх перевагою, порівняно з неорганічними солями мінеральних елементів, є вища засвоюваність і ефективність біологічної та продуктивної дії в організмі тварин (Занкевич М. А., 2009; Чехлатий О. М., 2010; Мамченко В. Ю., 2014).

Упродовж останніх 10 років у науковій літературі з'являється все більше повідомлень щодо позитивної дії біоелементів у формі нанокompatитів і наноматеріалів на організм тварин (Терещенко В. П. и соавт., 2012; Ушкалов В. О. зі співавт., 2013; Долайчук О.П., 2014; Брич О. І. зі співавт., 2015;

Влізло В. В. зі співавт., 2015; Стойка Р. С. зі співавт., 2017). Успіхи нанобіотехнології щодо синтезу нових композицій мікроелементів формують перспективу забезпечення організму тварин есенціальними біoeлементами у значно менших кількостях, оскільки засвоюваність, біодоступність та ефективність їх дії в наноформі є вищими (Каплуненко В. Г., 2008; Nesli S. et al., 2009; Борисевич В. Б. зі співавт., 2009 і 2010; Оробченко О. Л., 2017). Однак механізми впливу мікроелементів, у т.ч. Йоду у формі аквацитрату, на метаболічні процеси в організмі тварин та оптимальні кількості введення у раціони вивчені недостатньо, тому потребують розширення наукових досліджень, що визначає тему дисертаційної роботи актуальною як у науковому контексті, так і в практичному.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є складовою частиною експериментальних досліджень, проведених у 2016–2018 рр. відповідно до тематики лабораторії дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН за завданням 30.02.05 П «Покращення продуктивних якостей підсисних свиноматок за сучасних технологій їх утримання з використанням удосконаленого станкового обладнання» (ДР №0116U001343) та Інституту біології тварин НААН – 35.00.01.02 Ф «Вивчити біологічні особливості дії цитратів мікроелементів в різні періоди онтогенезу тварин» (ДР №0116U001407), де автор дослідив вплив Йоду нанотехнологічного походження на метаболічні процеси та продуктивні якості свиней різних вікових і продуктивних груп.

**Мета і завдання дослідження.** З'ясувати вплив різних кількостей Йоду у формі аквацитрату на метаболічні процеси, гемопоез, гормоносинтезувальну здатність щитоподібної залози та продуктивність свиней різних вікових і продуктивних груп.

Для досягнення мети у завдання дисертаційної роботи входили дослідження:

- вмісту Йоду в зернових кормах, що використовуються в годівлі свиней та встановлення залежності його рівня від умісту в ґрунті та воді;

- впливу Йоду в формі аквацитрату на відтворювальну здатність та продуктивні якості свиноматок;
- вмісту Йоду та йодозалежних гормонів (трийодтироніну, тироксину) в плазмі крові, молозиві та молоці свиноматок за надходження в їх організм різних кількостей цього мікроелемента у формі аквацитрату;
- впливу Йоду в формі аквацитрату на морфологічний склад крові поросних і лактуючих свиноматок;
- впливу Йоду в формі аквацитрату на інтенсивність метаболічних процесів в організмі поросних і лактуючих свиноматок;
- динаміки морфологічних і біохімічних показників крові у поросят-сисунів за різного рівня в раціонах свиноматок Йоду у формі аквацитрату;
- впливу різної кількості Йоду у формі аквацитрату на інтенсивність метаболічних процесів в організмі поросят на дорощуванні та відгодівлі, їх відгодівельні та м'ясні якості.

За результатами досліджень експериментально обґрунтувати оптимальні кількості введення Йоду у формі аквацитрату до раціонів свиней різних вікових і продуктивних груп.

*Об'єкт дослідження* – біохімічні та фізіологічні процеси в організмі свиней різних вікових і продуктивних груп та їх продуктивні якості за використання у комбікормі добавок Йоду в формі аквацитрату.

*Предмет дослідження* – рівень Йоду в питній воді, ґрунтах і зернових кормах біогеопровінції Волинського Полісся, показники гормоногенезу, біохімічні показники крові свиней, молозива і молока свиноматок, продуктивні якості тварин та якісні параметри свинини за різного рівня Йоду у формі аквацитрату в раціоні.

*Методи дослідження:* аналітичні (вміст Йоду в ґрунті, воді, зернових кормах); гематологічні (кількість еритроцитів і лейкоцитів, лейкограма, вміст гемоглобіну, гематокритна величина); біохімічні (вміст Йоду загального та зв'язаного з білком, трийодтироніну і тироксину в плазмі крові; вміст загального протеїну та його фракційний склад, сечовини, глюкози, залишкового азоту,

креатиніну, рівень ТБК-активних продуктів і дієнових кон'югатів, активність каталази, СОД, аланін- та аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази у сироватці крові; вміст Йоду загального, загальних ліпідів і їх класів у молозиві й молоці свиноматок; рН, вміст сухої речовини, білка, жиру і золи у м'язовій тканині свинини; зоотехнічні (маса тіла, середньодобові та абсолютний і відносний прирости маси тіла, плодючість і молочність свиноматок); статистичні (обчислення середніх величин та вірогідності отриманих результатів).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше встановлено дозозалежний вплив Йоду нанотехнологічного походження на метаболічні процеси, гормоносинтезувальну здатність щитоподібної залози та продуктивність свиней різних вікових і продуктивних груп.

Уперше встановлено, що введення до раціонів оптимальної кількості Йоду у формі аквацитрату сприяє інтенсифікації протеїнсинтезувальних процесів в організмі порослих свинок, підвищенню концентрації білковозв'язаного Йоду і тиреоїдних гормонів у їх крові, вмісту загального протеїну в крові й загальних ліпідів у молозиві і молоці лактуючих свиноматок, а також загального протеїну, гемоглобіну і кількості еритроцитів у крові поросят–сисунів.

З позицій біохімії, фізіології та живлення уперше експериментально доведена ефективність заміни Йоду в неорганічній формі в складі мінерального преміксу його органічною формою (Йоду цитрат) в раціонах для поросят на дорощуванні та відгодівлі. Показано, що введення до раціонів оптимальної кількості Йоду у формі цитрату призводить до підвищення вмісту гемоглобіну, гематокритної величини та відносного вмісту альбумінів в їх крові.

Наукова новизна дисертаційних досліджень підтверджена двома деклараційними патентами України на корисну модель.

**Практичне значення одержаних результатів.** Визначені оптимальні кількості додавання Йоду у формі аквацитрату до раціонів свиней різних вікових і продуктивних груп, які сприяють підвищенню відтворювальної здатності порослих свинок, молочності лактуючих свиноматок, маси новонароджених поросят та їх середньодобових приростів у підсисний період, збереженості

молодняку, а також продуктивності свиней на дорощуванні й відгодівлі. Результати досліджень впроваджені у технологічних схемах промислового виробництва свинини в умовах ФГ «Аміла» Турійського району Волинської області.

Науково-практичні результати дисертаційних досліджень використовуються в освітньому процесі з вивчення таких дисциплін, як «Біохімія сільськогосподарських тварин» та «Годівля і технологія кормів» для студентів, що навчаються за ОС «Бакалавр» і «Магістр».

**Особистий внесок здобувача.** Автор обґрунтував концепцію дисертаційної роботи, запропонував схеми проведення дослідів, здійснив пошук і аналіз літературних даних, провів експериментальні дослідження, статистично опрацював отримані результати та оформив нормативну документацію на деклараційні патенти України. Аналіз експериментальних даних, підготовку статей до друку та написання дисертаційної роботи проведено з участю наукового керівника – доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Г.М. Седіла. Окремі результати експериментів отримані з участю співавторів публікацій, що були співвиконавцями науково-дослідних тем, частка їх задекларована в списку літератури.

**Апробація результатів дисертації.** Результати експериментальних досліджень доповідались та отримали загальне схвалення на конференціях: «Інновації у ветеринарній медицині та аграрному виробництві» (Львів, 3–4 листопада 2016 р.); XXII Scientific Session of the Section of Young Scientific Staff and the 5<sup>th</sup> International Session of Young Scientific Staff (Szczecin, Poland, 18–19.05.17); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Ветеринарні препарати: розробка, контроль якості та застосування» (Львів, 4–6 жовтня 2017 р.); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України» (Львів–Оброшино, 9.11.2017 р.); XVI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців і спеціалістів «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченій пам'яті

проф. Головача В.М. (Львів, 8–9 грудня 2017 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи викладені в 16 наукових працях (3-одноосібні), з них: 9 – у фахових виданнях України (в журналі – 1, у наукових вісниках – 6 та збірниках – 2), в т.ч. 7 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз; 1 – у виданні України, включеному до наукометричної бази Web of Science; 1 – у виданні іншої країни; 2 – патенти України на корисну модель; 2 – матеріали і тези конференцій, 1 – методичні рекомендації.



## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Біологічна роль та механізми впливу Йоду на організм тварин.

Нарощування виробництва продукції свинарства та покращення її якості вимагає, в першу чергу, забезпечення тварин повноцінною годівлею, в тому числі з використанням біологічно активних добавок, серед яких макро- та мікроелементам належить важлива роль [1, 2, 33-36].

За оптимальної збалансованості раціону за вказаними компонентами в організмі тварин ефективніше використовуються поживні та біологічно активні речовини [37, 38]. Крім цього, відсутність чи нестача мікроелементів та неправильне їх співвідношення у раціоні тварин порушує обмін речовин і знижує їх продуктивність [3, 22, 39].

Необхідно зазначити, що за останній час досягнуто значних успіхів у вивченні метаболічної і продуктивної ролі Йоду в організмі тварин, однак окремі аспекти цього питання і надалі залишаються нез'ясованими. Дефіцит Йоду в організмі свиней веде до порушення функціонального стану щитоподібної залози, зниження рівня тиреоїдних гормонів у крові, пригнічення обміну речовин та окисно-відновних процесів, знижує відтворювальну здатність та продуктивні якості тварин [11, 40, 41].

Йод належить до речовин, які постійно знаходяться в організмі, входять до складу біологічно активних сполук і є незамінними для тваринного організму [15, 42-44]. Цей елемент відзначається різнобічною біологічною активністю, забезпечує функціональну діяльність практично всіх органів і систем організму. Накопичено багато наукових фактів, що йодний обмін можна розглядати як один з ключових факторів гормоносинтезувальної функції щитоподібної залози, опосередкований різноманітним фізіологічним і патологічним впливами на тлі її гіпо- і гіперфункціонального стану [45-47].

Фізіологічна роль Йоду, який входить до складу тироксину і трийодтироніну полягає в тому, що він контролює стан енергетичного та основного обмінів і рівень теплопродукції. Разом з іншими залозами внутрішньої секреції (гіпофіз, статеві залози) виявляє виражений вплив на обмін протеїнів, жирів, вуглеводів та електролітів, посилюючи метаболічні процеси в організмі тварин [48, 49]. Як структурний компонент тиреотропних гормонів, Йод визначає активність перебігу практично всіх метаболічних процесів в організмі. А. Х. Шахтыз (2014) описує три основні напрямки дії гормонів щитоподібної залози у свиней:

а) метаболічний – який, на думку автора, проявляється посиленням синтезу протеїну та розпаду ліпідів і вуглеводів, що відбувається в усіх клітинах організму;

б) регулювальний – за спрямовуючим впливом тиреотонінів каталізується енергетичний, протеїновий, ліпідний і вуглеводний обміни, обмін Кальцію, рівень цукру в крові. Крім того, гормони щитоподібної залози беруть участь в контролі за утворенням тепла, процесах поглинання Оксигену клітинами, підтримують функціональний стан імунної системи і дихального центру;

в) адаптаційний – разом з гормонами кори наднирників ТГ забезпечують здатність організму пристосовуватись і змінювати свою активність, залежно від потреб окремих органів чи систем [17].

За дефіциту Йоду в годівлі тварин у них пригнічується активність цитохромоксидази, ксантинооксидази, аргінази, оксидази амінокислот, лужної фосфатази та інших ензимів. За повідомленням J.E. Silva (1995), при цьому характерними є порушення в засвоєнні тканинами Нітрогену, Кальцію, Фосфору, Феруму, Кобальту, стають очевидними зміни в синтезі гемоглобіну, затримується перенесення фосфорних груп аденозинтрифосфорної кислоти на вуглеводи в печінці і т.д. Розлади метаболізму, за дефіциту Йоду в раціоні тварин, лежать в основі зниження вгодованості, приростів маси тіла, продуктивності і відтворювальної здатності [50].

Функція Йоду в тваринному організмі пов'язана, головним чином із щитоподібною залозою [46]. Він є єдиним з мікроелементів, що бере участь в гормоносинтетичних процесах. Головною функцією гормонів щитоподібної залози (тироксин і трийодтиронін) є стимулювання тканинного дихання у внутрішньо-клітинних процесах, що призводить до безпосереднього впливу на обмін речовин, ріст і розвиток організму. При цьому, регулювальний вплив здійснюється за участі центральної і вегетативної нервової системи, яка, у свою чергу, знаходиться під впливом тироксину [51-53].

Найважливішим чинником регуляції Йоду в щитоподібній залозі є ЦНС, яка стимулює, або пригнічує біосинтез тиреоїдних гормонів. І навпаки, у центральній нервовій системі міграцію клітин, їх диференціацію та мієлізацію, на етапі її становлення – регулюють гормони щитоподібної залози [41, 51]. За дефіциту Йоду рівень гормону  $T_4$  в крові поступово знижується, а  $T_3$  (активна форма тиреоїдних гормонів) – намагається деякий час залишатися на стабільному рівні. За легкого або помірного гіпоелементозу Йоду, деякі механізми адаптації (збільшення йодозахоплення, збільшення конверсії  $T_4$  і  $T_3$  та пільгового синтезу  $T_3$ ) знаходяться в межах величин, наближених до норми. Тиреоїдні гормони щитоподібної залози трийодтиронін і тироксин у хімічному відношенні є подібними сполуками, однак мають суттєві відмінності. Так, гормон  $T_3$  швидше проникає в клітину, має коротший латентний період і тривалість дії, порівняно з  $T_4$  [54, 55].

Дослідженнями багатьох вчених [12, 15, ] встановлено, що Йод є незамінним есенціальним мікроелементом у годівлі свиней і необхідний для синтезу щитоподібною залозою тиреоїдних гормонів – тироксину ( $T_4$ ) і його активної форми трийодтироніну ( $T_3$ ) [56, 57]. Вони регулюють безліч фізіологічних процесів, включаючи ріст і розвиток організму, процеси метаболізму глюкози, протеїну, жиру, репродуктивну функцію тварин тощо [58, 59]. В ембріональному періоді розвитку тиреотоніни впливають на формування основних структур головного мозку, що відповідають за моторні функції та процеси адаптації тварин [60, 61]. На сьогодні немає жодних сумнівів,

що фізіологічна роль Йоду визначається його зв'язком із гормонами щитоподібної залози. Активним тропним гормоном аденогіпофізу, який регулює життєвоважливі функції організму є тиреотропний (ТТГ). Він контролює ріст і проліферацію фолікулярних клітин щитоподібної залози, підвищує її кровопостачання, забезпечує синтез та метаболізм гормонів трийодтироніну ( $T_3$ ) і тетраiodтироніну ( $T_4$ ) або тироксину. Навіть незначне підвищення концентрації у крові тиреотропного гормону сприяє підвищенню функціональної активності щитоподібної залози [62-64]. Біосинтез і секреція гормонів останньої являє собою складний процес, що включає в себе декілька послідовних етапів і, зокрема, поглинання і акумуляцію йодидів з плазми крові та їх активацію; йодування фенольних кілець тирозину з утворенням йодтирозину і йодтироніну; транспорт останніх в порожнину фолікула і зв'язування з тиреоглобуліном і на кінець – протеолітичне відщеплювання йодованих компонентів тиреоглобуліну з вивільненням йодтиронінів, їх секреція в кров та транспорт до периферичних тканин. Таким чином, рівень Йоду, що потрапляє в організм є визначальним у якості перебігу процесів утворення тиреоїдних гормонів [65, 66].

Йод у складі гормонів  $T_3$  і  $T_4$  каталізує процеси метилювання, в результаті чого з проферментів утворюються ферменти, посилюється синтез білкових сполук з використанням Нітрогену, Кальцію, Фосфору, Феруму, Кобальту, Цинку тощо [67, 68].

За повідомленням M. Haldimann et al. (2005), R. Gibson (2005), тироксин і трийодтиронін, потрапляючи в кров зв'язуються з тироксин-глобуліном (80 %  $T_4$  і 95 %  $T_3$ ) та преальбуміном і циркулюють у вигляді Йоду, зв'язаного з білком [41, 68]. Гормони щитоподібної залози відіграють важливу роль у механізмах росту і розвитку клітин. Їх дія починається з ядерних рецепторів, які знаходяться в багатьох органах [63]. Гормони  $T_3$  і  $T_4$ , поступаючи в кров'яне русло, активують окисно-відновні процеси в тканинах організму. Вони сприяють покращенню поглинання клітинами Оксигену і виділення ними карбонатної кислоти, чим визначають процеси теплопродукції, забезпечують регулювальний вплив на

розщеплення протеїнів, жирів, вуглеводів та водно-електролітний баланс, а також контролюють обмін макроелементів [41, 68, 69].

Основні метаболічні ефекти йодтиронінів у клітинах реалізуються на рівні експресії генів, однак цей вплив проявляється також і в негеномних ефектах, зокрема у регуляції функцій плазматичної мембрани, мітохондрій, ендоплазматичної сітки, що зумовлюється локалізацією їх рецепторів у структурах майже всіх тканин і органів, зокрема клітин крові, органів гемо- і лімфопоезу [15, 70].

За максимально толерантного рівня Йоду в організмі тварин співвідношення  $T_4$  і  $T_3$  становить як 7:1. У вільному стані лише незначна частина (5 % –  $T_4$  і 0,005 % –  $T_3$ ) гормонів циркулює в крові і, саме вони, як високоактивні сполуки, проходять через клітини мембран. До 85 % циркулюючого в крові тироксину під впливом дейодиназ декодується в печінці та нирках з утворенням 80 % добової кількості  $T_3$ . При цьому, незначна кількість менш активного трийодтироніну синтезується у щитоподібній залозі. Отже, найімовірніше, що тироксин одночасно є біологічно активним гормоном та прогормоном для синтезу трийодтироніну [71-74].

Позитивний вплив Йоду полягає у забезпеченні гомеостазу тваринного організму через забезпечення відповідного рівня концентрації білків-носіїв у крові і тканинній рідині та збільшення числа вільних рецепторів до цих лігандів [8].

За спостереженнями Н.С. Freaque (1995) за умови зниженого поступлення Йоду в організм його надходження до щитоподібної залози, як правило, де-який час зберігається на рівні, здатному забезпечити відповідний гормоногенез, що відбувається за рахунок зниження концентрації Йоду у плазмі крові та екскреції його з сечею [75]. Однак, такі механізми, очевидно, не безмежні. За значного дефіциту біоеlementу в організмі настають зміни більш глибокого характеру [57, 75]. Наведені вище дані свідчать про важливу біологічну роль Йоду в організмі тварин, проте біохімічні механізми дії цього мікроелементу за його

дефіциту та надлишку у раціонах сільськогосподарських тварин, у тому числі свиней, на даний час, остаточно не з'ясовані і потребують детального вивчення [76].

## **1.2 Оцінка йодного статусу у тварин.**

Оцінка йодного статусу тварин визначається шляхом встановлення кореляції між рівнем надходження Йоду з кормом і такими показниками як концентрація елемента у сироватці крові та тканинах організму, рівень Йоду, зв'язаного з протеїнами і тироксину в сироватці крові, вміст Йоду у сечі, відсутністю чи наявністю зобу [15, 176].

Як відомо, більша частина Йоду (70-87 %), від його загальної кількості в організмі тварин, міститься у щитоподібній залозі, а решта, як правило, в органічній формі, знаходиться в плазмі крові та м'язах [9, 11, 15].

За даними Г. Л. Антосяк (2013) у плазмі крові Йод знаходиться в неорганічній і органічних формах. За зростання інтенсивності надходження Йоду в організм тварин, в плазмі крові, підвищується рівень неорганічної форми елемента, а за дефіциту Йоду – вже впродовж перших 3-5 діб спостерігається різке зниження (на 50 %) концентрації йодид-іонів. Органічна форма Йоду представлена в крові тироксином, зв'язаним з протеїнами плазми крові. Незначна кількість (близько 10 %) йодумісних сполук представлена тироксином, трийодтироніном і тиреоглобуліном [15]. За умови зниження надходження Йоду до організму активізуються системи, спрямовані на підтримку достатнього рівня синтезу тиреотропного гормону (ТТГ). При цьому, підвищується рівень тиреотропіну, активізується всмоктування Йоду та прискорюється його обмін, посилюється продукція гормону  $T_3$  і паралельно знижується утворення  $T_4$ . Однак, компенсаторні можливості тваринного організму знаходяться в залежності від рівня йодної недостачі та збалансованості раціону за іншими компонентами [78, 79].

За повідомленнями Hetzel et al. (1987) в організмі ссавців концентрація Йоду становить 50-200 мкг/г маси, тобто  $0,5-2 \times 10^{-5}$  %. Проте, цей показник може коливатись у широких межах, залежно від вмісту мікроелемента у раціоні. За звичайного режиму годівлі фонд Йоду в організмі розділений, приблизно, наступним чином: щитоподібна залоза – 70-80 %, м'язи – 10-12 %, шкіра – 3-4 %, скелет та інші органи – 5-10 %. У м'язах свиней, які не отримували добавок Йоду, його вміст становить близько 28 мкг Йоду/кг свіжої тканини (93 мкг/кг сухої маси), тоді як уведення Йоду в раціон, дозою 5 або 8 мг/кг корму, призводить до збільшення його рівня в м'язах свиней, відповідно, до 62 і 73 мкг/кг свіжої тканини [18]. У молозиві корови Йоду міститься значно більше (150-260 мкг/л), ніж у молоці (80-130 мкг/л). У цільній крові міститься від 5 до 20 мкг % елемента і залежить від виду, віку тварин, пори року тощо. В організмі здорових корів вміст Йоду в нормі влітку, приблизно 13-19 мкг %, а взимку 7-10 мкг %. У телят цей показник становить в нормі 6-8 мкг %, у кіз і овець – 10-23 мкг %, у свиней – 5-8 мкг %, у коней – 5-10 мкг %. У сироватці корів, у порівнянні з цільною кров'ю міститься елемента дещо менше у літній період (8-16 мкг %), ніж взимку (4-8 мкг %). Концентрація Йоду в нормі у телят і овець становить 6-8 мкг % а у свиней – 4-8 мкг % [12, 18, 80, 81].

Вміст Йоду у тваринних продуктах (м'ясо, молоко, яйце) залежить від рівня забезпечення цим елементом організму тварин, зокрема від наявності добавки Йоду в кормі. Багатьма вченими відзначається, що рівень споживання цього елемента з кормом значно менше впливає на його вміст у м'ясі, ніж на концентрацію в молоці чи яйцях [82]. Наявність Йоду в молоці корів тісно пов'язана із рівнем надходження цього біоелемента в організм і є індикатором йодного статусу матері та новонародженого організму. Концентрація Йоду в молоці залежить від багатьох чинників, серед яких визначальними є період лактації, наявність у раціоні струмогенних речовин, використання йодофорів у молочному скотарстві. Не виключається також сезонна динаміка та індивідуальні і породні особливості [83–85].

М'ясо яловичини містить майже 173 мкг Йоду на кг сухої маси тканини (еквівалентно 52 мкг/кг свіжої тканини). У м'язах свиней вміст Йоду вдвічі менший, а саме – у тварин, які не отримували добавок Йоду цей показник становив близько 28 мкг на кг свіжої тканини (93 мкг/кг сухої тканини). Введення до раціону свиней Йоду дозою 5-8 мг/кг корму призводить до зростання вмісту елемента в м'язах свиней, відповідно, до 62-73 мкг/кг свіжої тканини (207-243 мкг/кг сухої маси) [86–89].

Враховуючи наведене вище, визначаючи необхідний рівень Йоду в раціонах тварин, у тому числі свиней, необхідно враховувати також, що збільшуючи рівень Йоду в кормах можна впливати на концентрацію цього біоелемента не тільки у крові, але також в продуктах тваринництва, зокрема в свинині.

### **1.3. Вплив тиреоїдних гормонів на гемопоез та метаболічні процеси в організмі свиней**

Роль тиреоїдних гормонів у регуляції процесів гемопоезу залежить від багатьох чинників, узгоджена дія яких регулює надходження йодотиронінів до внутрішньоклітинних рецепторів та забезпечує їх різнобічну участь у регуляції метаболізму і фізіологічних функцій кровотворних клітин [90, 91].

Першою ланкою фізіологічної дії гормонів в організмі тварин є рецептори клітинних мембран [15].

Регуляторні ефекти тиреоїдних гормонів у клітинах еритроїдного ряду проявляються стимуляцією процесів мембранного транспорту іонів Феруму, кількісною зміною та ензимною активністю окремих регуляторних і функціональних протеїнів [92-94].

Функціонування рецепторів тиреоїдних гормонів в клітинах кровотворної системи зумовлює значну чутливість цих клітин до регуляторного впливу йодотиронінів [95, 96].

З урахуванням того, що йодтиронін-дейодинази є селенозалежними



ензимами, процес їх синтезу та функціональна активність у клітинах системи гемопоезу істотно залежить від забезпечення організму Селеном. Водночас, іони Феруму неоднозначно діють на активність дейодиназ. Висока активність тироксин-5-дейодиназ спостерігається в кровотворній тканині кісткового мозку деяких тварин (свині, кролі) під час раннього постнатального періоду [15]. Однак, в окремих видів тварин, у яких становлення гіпоталамо- гіпофізарно- тиреоїдної осі відбувається під час пренатального періоду (свині) загальна активність ензиму значно вища, ніж у тварин, в яких цей процес здійснюється після народження (кролі) [90, 97-99].

За рядом наукових повідомлень  $T_3$  впливає на ранні, не чутливі до дії еритропоєтину, попередники еритроїдних клітин. Однак, результати досліджень D. W. Golde et al. (1977) свідчать про те, що тиреотоніни також впливають на функціональну активність клітин, які перебувають на пізніших стадіях еритроїдної диференціації [100].

Йод сприяє підвищенню рівня Кальцію і Натрію та зростанню концентрації гемоглобіну в крові тварин. Останнє пояснюється здатністю Йоду каталізувати синтез гемоглобіну за рахунок сприяння переходу Феруму із трьохвалентного стану в двохвалентний, який є структурним матеріалом молекули гема [23, 101].

Йодотироніни регулюють лімфопоез та функціональний стан клітин імунної системи в організмі людини і тварин. У фізіологічних дозах ці гормони стимулюють процес утворення антитіл та реакції гуморального імунітету, підсилюють кооперативну взаємодію Т-лімфоцитів з В-клітинами у процесі формування гуморальної імунної відповіді на вплив антигенів. За наявної наукової інформації після видалення щитоподібної залози у тварин спостерігається лімфопенія, а у хворих на гіпертиреоз – розвивається В-лімфоцитоз та збільшуються розміри лімфоїдних тканин [102, 103].

За окремими науковими повідомленнями обговорюється думка, що Йод має безпосередній вплив на забезпечення функціональної активності імунної системи і, зокрема, на розвиток тимусу та функції Т- і В-лімфоцитів, макрофагів.

За недостатнього надходження Йоду в організмі тварин розвивається імунодефіцитний стан. Механізми такого впливу до кінця не відомі, однак більшість вчених, що займаються цією проблемою, сходяться на думці, що Йод енергійно зв'язується з мієлопероксидазою лейкоцитів і, таким чином, впливає на процеси клітинного імунітету [104, 105].

У ролі каталізатора метаболічних процесів, Йод впливає на активність окиснювально-відновних систем клітин. За його впливу лейкоцити значно посилюють свою активність, що є основою природної резистентності організму до інфекції [106].

Тиреоїдні гормони, через регуляцію процесів пероксидації, впливають на активність ензимів антиоксидантної системи, визначають оксиген-транспортну функцію гемоглобіну, обмін мікроелементів та інші ланки метаболізму в органелах і клітинах [107, 108]. За дефіциту Йоду в організмі тварин у тиреоцитах може підвищуватися вміст ТБК-активних та інших продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), які нагромаджуються в результаті недостатнього депонування Йоду в щитоподібній залозі. Відомо, що порушення функціональної здатності щитоподібної залози може супроводжуватись зміною антиферментних систем та виснаженням систем природної детоксикації [5, 109, 110].

Численними дослідниками підтверджено, що метаболічні процеси і продуктивність усіх видів тварин знаходиться під контролем щитоподібної залози [15, 41, 111]. При цьому відзначається, що структура та функціональний стан цього органу ендокринної регуляції є залежним від надходження в організм відповідної кількості Йоду, як необхідного компоненту мінерального живлення [44, 112, 113].

Вважається [114-116], що існує тісний зв'язок між функціональною активністю щитоподібної залози і фізіологічними процесами. Порушення з боку цього ендокринного органу супроводжуються зниженням основного обміну, посиленням відкладання жиру і пригніченням білоксинтезувальних процесів. При цьому, характерним є затримка росту та розвитку тварин.

Свині є дуже чутливими до надлишку Йоду [22]. Так, у разі збільшення рівня Йоду до 800-1600 ppm у них зменшувалась інтенсивність росту, рівень

споживання та конверсії корму, у плазмі крові зростає вміст Йоду [117]. В експерименті проведеному на свинях під час відгодівлі було встановлено, що додавання Йоду дозою 1000 мкг/кг корму суттєво не впливало на ріст тварин, однак за кількості 10 мг біоеlementу на 1 кг корму, в сироватці крові знижувалася концентрація трийодтироніну, а маса щитоподібної залози збільшувалася вдвічі [118].

В іншому експерименті, за аналогічної дози (10 мг/кг), у поросят знижувалися середньодобові прирости [119].

Загальновідомо, що гормони щитоподібної залози є важливими чинниками, які визначають загальну витрату енергії та рівень основного обміну в організмі. Гіпертиреоз, як правило, супроводжується підвищенням, а гіпотиреоз – зниженням інтенсивності метаболізму. Тиреотропні гормони підвищують витрати енергії у відповідь на збільшення калорійності раціонів [120].

Йодтироніни є сильними біорегуляторами внутрішньоклітинного метаболізму, що визначає інтенсивність процесів росту та диференціації клітин під час пре- і неонатального періодів розвитку та функціональну активність у дорослому організмі. Багатогранний вплив тиреоїдних гормонів на фізіологічні і метаболічні функції клітин здійснюється шляхом регулювання транспортних систем мембран, інтенсивності надходження до клітин Оксигену, активності внутрішньоклітинних окиснювально-відновних реакцій, процесів термогенезу, обміну протеїнів, вуглеводів і ліпідів [15, 121, 122].

Тиреоїдні гормони впливають на метаболізм білків і за фізіологічних концентрацій стимулюють процеси їхнього синтезу та деградації. Із збільшенням концентрації цих гормонів катаболізм протеїнів переважає і зменшення м'язової маси та виснаження є помітною ознакою хронічного гіпертиреозу. Такі ефекти значною мірою зумовлюють стимуляційний вплив тиреотонінів на активність протеолітичних ферментів [22, 111, 123, 124].

Тироксин і трийодтиронін свій кінцевий фізіологічний ефект проявляють опосередковано через інтенсивність біосинтезу протеїнів-ензимів. Біосинтез протеїнів є складним багатоетапним процесом, що відбувається за активної участі

генного апарату клітин. Їх регулювальний вплив на біосинтез протеїнів здійснюється в основному шляхом стимуляції РНК-полімеразної реакції з утворенням рибосомних і ядерних видів РНК, а також шляхом впливу на функціональну активність рибосом і інші ланки протеїнового обміну. Специфічні протеїнкінази в ядрах клітин стимулюють фосфорилування відповідних протеїнових компонентів і РНК-полімеразну реакцію з утворенням і-РНК, що кодують синтез протеїнів у клітинах і органах-мішенях [15].

Гормони  $T_3$  і  $T_4$ , поступаючи в кров'яне русло, активують окисно-відновні процеси в тканинах організму. Вони сприяють покращенню поглинання клітинами Оксигену і виділення ним карбонатної кислоти, чим визначають процеси теплопродукції, забезпечують регулюючий вплив на розщеплення протеїнів, жирів, вуглеводів та водно-електролітний баланс [24, 96].

Фізіологічна роль Йоду в організмі тварин є надзвичайно важливою і різноманітною. Серед головних функцій, на думку багатьох науковців, є його участь в процесах теплоутворення, метаболізму поживних речовин, перетворення каротину в вітамін А, накопичення протеїну в тканинах, мобілізація тканинного протеїну при голодуванні, обміні вітамінів, Кальцію, креатиніну, водному і мінеральному обмінах тощо [125].

В основі біохімічного впливу тироксину на обмінні процеси в організмі тварин є його активація процесів біологічного окиснювального фосфорилування. За надмірного надходження Йоду в організм тварин виявляють зміни в біохімічних показниках, зокрема, наявні повідомлення про значне збільшення вмісту глюкози, азоту, сечовини і активності АсАТ у крові, за таких умов. У разі збільшення надходження Йоду виявляють і значне зниження вмісту холестеролу в сироватці крові та концентрації креатиніну в сечі. Водночас є багато експериментальних доказів того, що підвищене споживання Йоду корелює зі збільшенням його концентрації в плазмі крові свиней [126].

Існує тісний взаємозв'язок між станом тиреоїдної секреції і ліпідним обміном в організмі. За дефіциту тироксину і трийодтироніну знижується ліполітична активність і швидкість окиснення жирних кислот, внаслідок чого

відкладається жир в організмі. За цих умов у крові підвищується рівень фосфоліпідів, ліпопротеїдів і холестеролу [9, 127].

У клітинах жирової тканини гормон  $T_3$  спричиняє експресію ключових ліпогенних ензимів (ацетил-КоА, карбоксилаза, синтетаза жирних кислот, малатдегідрогеназа). Тиреоїдний статус впливає також на інші ланки метаболізму в жировій тканині, в тому числі на дейодування тироксину та процеси термогенезу [128, 129].

Гормони щитоподібної залози є важливими регуляторами обміну вуглеводів. У разі їх застосування в низьких концентраціях тиреоїдні гормони стимулюють синтез глікогену, а у високих – спричиняють протилежний ефект. За умов гіпертиреозу в клітинах тканин зростає інтенсивність гліколізу внаслідок активуючого впливу йодотиронінів на активність ключових ензимів цього процесу [22, 130, 131].

Йод та його різноманітні хімічні форми здатні взаємодіяти з практично всіма класами речовин: протеїнами, вуглеводами, ліпідами, ензимами, вітамінами тощо [12, 132-134].

Таким чином, регулюючи обмін речовин і енергії та процеси проліферації клітин, Йод, через гормони щитоподібної залози, впливає на життєво важливі функції органів і систем, забезпечує ріст і розвиток та продуктивні якості свиней.

#### **1.4. Вплив тиреоїдних гормонів на репродуктивні і продуктивні якості свиноматок**

В ендемічних (за Йодом) географічних зонах у свиней, серед різноманітних видів патології, на перший план виступають проблеми репродуктивної системи. Взаємозв'язок системи відтворення і щитоподібної залози обумовлений зниженням активності гонад, що регулюється секретами тиреоїдних гормонів. При цьому не можна не враховувати взаємного гормонального впливу яєчників на активність щитоподібної залози [135].

Незважаючи на те, що є незаперечні клінічні докази вираженого

взаємозв'язку між рівнем Йоду в раціонах, функціональним станом щитоподібної залози і репродуктивною системою, до теперішнього часу немає єдиної думки щодо характеру цього взаємозв'язку. Очевидно, це визначається наявністю спільних центральних механізмів регуляції. На користь цього припущення свідчить той факт, що функціональність яєчників і щитоподібної залози регулюється тиреотропним гормоном гіпофіза, який, у свою чергу, знаходиться під контролем гіпоталамуса [136, 137].

За повідомленнями ряду дослідників, вагітність у свиноматок підвищує потребу в гормонах  $T_3$  і  $T_4$  та сприяє ще більшому розвитку йодної недостатності, викликаючи, при цьому, субклінічний гіпотиреоз [138, 139].

Рівень тиреоїдних гормонів в організмі матері значною мірою забезпечує подальший розвиток плода. На всіх етапах внутріутробного розвитку тироксин і трийодтиронін необхідні для регуляції процесів диференціювання, окостеніння, забезпечують морфологічне і біохімічне формування інших ендокринних залоз, легень плода тощо. Значна роль тиреоїдних гормонів належить формуванню адаптаційних реакцій у новонароджених [140-142].

За даними літератури тиреоїдні гормони легко проникають через трансплацентарний бар'єр та проявляють позитивний вплив на розвиток щитоподібної залози плода, забезпечуючи при цьому диференціацію тканин та відповідний морфогенез. Окремі автори звертають увагу на закономірність, пов'язану із розвитком зобу у новонароджених поросят за умови, що вагітність свиноматок проходила за наявності в них гіпотиреозу [137, 140].

Дефіцит Йоду в організмі свиней впливає на функціональний стан їх щитоподібної залози і характеризується зниженням відтворювальної здатності та продуктивних якостей. У тварин усіх вікових груп, на тлі зниження рівня тиреоїдних гормонів, пригнічується обмін речовин і окиснювально-відновні процеси. Клінічно такий стан у поросят характеризується млявістю, зниженням споживання корму і середньодобових приростів, сухістю шерсті, одутлістю, пригніченням резистентності до інфекції. Характерними є прояви, пов'язані з розладами репродуктивної функції свиноматок, зокрема знижується плодючість,

зростає внутрішньотрубна смертність плодів і абортваність свиноматок, поросята народжуються з ознаками зобу, у свиноматок не відділяється вчасно послід тощо. Окремі автори у своїх повідомленнях відзначають, що у свиноматок за дефіциту Йоду проявляються ознаки мікседеми, вони народжують слабких або мертвих поросят без волосяного покриву [139, 141-144]. Зокрема, за сучасної стратегії мінерального живлення немає однозначної думки щодо потреби Йоду для свиней різних вікових і продуктивних груп. Водночас, загальновідомо, що розроблені норми потреби тварин у мінеральних речовинах повинні уточнюватися в різних зонах, так як вміст окремих макро- і мікроелементів в кормах і ступінь їх використання варіюють в широких межах. Наприклад, рекомендації щодо забезпечення цим біоелементом організму свинок під час лактації коливаються від 120 до 250 мкг/кг сухої речовини корму [145, 146, 147]. При цьому, на думку вчених, споживання Йоду в такому діапазоні концентрацій запобігає розвитку дефіциту мікроелементу в організмі тварин, забезпечує продуктивність та сприяє створенню і підтриманню відповідного його запасу в щитоподібній залозі [4, 12, 20], що є необхідним для синтезу тиреоїдних гормонів, які є важливими для росту і розвитку органів і систем.

На думку багатьох авторів, патології, викликані дефіцитом Йоду на етапі внутрішньотрубного розвитку і в ранньому постнатальному періоді є незворотними і не піддаються відновленню [148-151].

Підсумовуючи наведене вище, слід зазначити, що Йод, забезпечуючи фізіологічний стан щитоподібної залози через її гормони  $T_3$  і  $T_4$ , має безпосередній вплив на відтворювальну здатність свиноматок та розвиток поросят в пренатальний і постнатальний періоди.

### **1.5. Потреба свиней у Йоді та чинники, що її визначають**

В організм людини і тварин Йод надходить із різних джерел. За результатами багатьох досліджень понад 90 % Йоду потрапляє в організм із продуктами харчування (кормом) а решта – з водою та повітрям [9, 15].

Продукти харчування, в т.ч. окремі компоненти корму для тварин, різняться між собою за вмістом цього елемента. Крім того, незалежно від рівня Йоду в продуктах рослинного і тваринного походження на засвоєння цього есенціального мікроелемента впливають також інші компоненти раціону (вітаміни, макро- і мікроелементи, вторинні метаболіти), між якими відбувається взаємодія, що часто призводить до інгібування процесів абсорбції Йоду та порушень у мембранному транспорті елемента в клітинах щитоподібної залози [152-155].

На думку багатьох авторів, розроблені норми щодо потреби окремих мікроелементів, в тому числі Йоду не є однозначні, і багато в чому визначаються зональністю, оскільки вміст макро- і мікроелементів в кормах, залежно від місця проростання і їх згодовування тваринам, суттєво різняться [132, 156-158].

Потреба свиней в Йоді залежить від багатьох чинників, і перш за все – від віку і маси тіла. Опубліковані дані щодо рекомендації оптимальної кількості підгодівлі свиней Йодом (на кг сухої речовини раціону) дуже різняться. Так, окремі науковці рекомендують дорослим свиням згодовувати біоелемент з розрахунку 0,2 мг, а пороссятам масою тіла до 20 кг – 0,05 мг, а інші вважають, що потреба в Йоді для дорослих свиней забезпечується за умови дачі їм 1,5-2 мг на 100 кг м.т. на добу, а для поросят такою дозою є 0,2-0,3 мг на голову на добу [145, 159, 160]. Водночас, О.А. Власенко зі співавт. [135] рекомендують згодовувати свиням всіх вікових груп йодистий калій із розрахунку 0,5 мг Йоду на 100 кг м.т. Дещо іншу думку щодо оптимальної дози Йоду має Б.С. Орлинський [161]. Він вважає, що збалансованою нормою для поросят є 0,2-0,3 мг біоелемента на 1 кг сухої речовини і 0,4-0,5 мг – для поросних свиноматок.

Відомості про потребу тварин в йоді носять емпіричний характер. Точна потреба в мінеральних речовинах може бути визначена тільки при обліку їх взаємовідносин в організмі і біологічною доступністю кормів, де мінеральні елементи містяться у вигляді різних за складністю мінеральних органічних сполук, які часто бувають важкодоступними для тварин [12, 51, 162].



За окремими повідомленнями стимулюючими репродуктивну функцію ремонтного молодняка, поросних і лактуючих свиноматок вважається доза Йоду, відповідно 0,3-0,5; 0,7-1,0 і 0,8-1,1 мг/кг сухої речовини корму. У лактуючий період норма мікроелементів для свиноматок повинна бути подвійною. Підгодівля свиней йодистим калієм у дозі 520 мг на 100 кг маси тіла сприяє зростанню середньодобових приростів на 27,7 %. При чому, навіть за припинення додаткового введення йодумісних препаратів стимулювальний вплив Йоду проявляється ще впродовж 3-4 тижнів. Згодовування ремонтним свинкам, а в подальшому свиноматкам кормів, збагачених Йодом, сприяє активізації відтворювальної функції, збільшенню плодючості на 0,8-1,2 поросяти, молочності – на 10-20 %, інтенсивності росту поросят – на 9,8-19,8 %, підвищенню їх збереженості – на 5 % [14, 163-166].

Симптоми дефіциту Йоду, що виникають у поросят, є результатом недостатнього його надходження в організм свиноматок під час поросності та лактації. На думку И. С. Трончук (1990), для забезпечення функціонального стану щитоподібної залози, рекомендовану норму Йоду, що становить 3 мкг/кг м.т., у період поросності свиноматок потрібно збільшувати, мінімум, на 25-50 % [165]. На необхідність доведення дози Йоду в раціонах свиноматок, у період поросності – до 0,8-1,0 мг/кг сухої речовини корму, а в період лактації – до 1-1,5 мг/кг вказують також інші вчені [167].

За повідомленнями М. Ф. Томме (1976) потреба свиней у Йоді зростає з віком тварин і досягає 0,3-0,6 мг/гол. при досягненні маси тіла 90-100 кг. Фізіологічно обґрунтованою дозою для свиней (м.т.100кг), на думку П. Д. Євдокімова (1974) та Б. С. Орлинського (1979) є 0,5 мг/добу [167, 161]. А. П. Дмитроченко зі співавт. дозу 0,25 мг/кг корму вважають достатньою для профілактичного застосування у свиней всіх віково-статевих груп [167].

Взагалі, на думку багатьох авторів кількість Йоду, що забезпечує нормальну життєдіяльність свиней має широкі межі. Вміст у раціоні досліджуваного мікроелементу на рівні 300-400 мг не викликає у свиней депресії росту. Збільшення йодної добавки до 600-900 мг/кг корму дещо знижує у тварин

прирости маси тіла та має негативну дію на процеси кровотворення. Така дія є результатом компенсаторної реакції, що зникає після припинення або зменшення дози добавки [88, 162].

Крім того, необхідно враховувати, що забезпеченість тваринного організму Йодом знаходиться у прямій залежності від форми в якій він поступає. За даними багатьох авторів [11, 12, 169, 170] біодоступність досліджуваного біоеlementу не завжди є високою, що часто стає причиною порушень у тварин мікроелементного гомеостазу [171].

Отже, забезпечення свиней есенціальним мікроелементом Йодом має важливе фізіолого-біохімічне значення а потреба в біоеlementі залежить від багатьох чинників, визначальними з яких є вік та фізіологічний стан тварин.

## **1.6 Йодна підгодівля – як ефективний шлях подолання йододефіциту у тварин**

**1.6.1 Неорганічні і органічні форми Йоду в мінеральному живленні свиней.** Мінеральний гомеостаз організму тварин, насамперед, залежить від повноцінної і збалансованої годівлі за рівнем макро- і мікроелементів. В останні роки розроблені і широко використовуються в тваринництві різні способи компенсації дефіциту біоеlementів, зокрема за рахунок мінеральної підгодівлі [1, 3, 6].

Використання в годівлі свиней неорганічних або органічних добавок Йоду має важливе значення в забезпеченні цим елементом організму тварин. Зазвичай з цією метою на промислових фермах використовують премікси та мінеральні добавки, що містять Йод та інші мінеральні компоненти. Із неорганічних форм у практиці збагачення раціонів найбільш широке застосування мають йодиди (KI, NaI) і йодати ( $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), які затвердженні в якості кормових добавок на території Європейського Союзу, проте останні, через свою низьку стабільність, поступаються йодидам [155]. У даний час в годівлі тварин, в основному,

використовують калію йодид, що являється нестабільною сполукою і розкладається у процесі приготування і зберігання преміксів та комбікормів [171, 172].

На думку В. И. Георгиевского (1978), за використання у мінеральній підгодівлі тварин калію йодиду необхідно враховувати, що даний біоелемент має здатність випаровуватись. Навіть за нетривалого зберігання або хімічної, термічної чи технологічної підготовки корму до згодовування рівень цього есенціального біоелемента різко знижується. Відзначається, що при цьому утворюються важкодоступні і, навіть, токсичні сполуки з іншими мікроелементами (Купрум, Бор, Фтор та ін.) [39, 86].

З метою стабілізації йодидів найчастіше використовують натрію тіосульфат і натрію бікарбонат. За окремими повідомленнями добрі стабілізувальні властивості мають фосфатні і дигідрофосфатні форми мікроелементів [173, 174].

На заміну неорганічних солей Йоду в тваринництві все частіше використовують його органічні форми. У хімічному відношенні, це комплексонати, які одержують шляхом поєднання катіону біоелемента із молекулами органічних кислот з утворенням стійких сполук, що отримали назву хелатів [20, 175-178].

Зокрема, серед органічних сполук широко використовують етилендіаміндегідройодид (ЕДДІ), йодказеїн, а також пентакальцій-ортоперйодат та інші. Додавання до корму свиней 0,2 мг/кг корму селенійодорганічного препарату ДАФС – 25, або 0,05 мг/кг сполук Купруму і 0,2 мг Йоду (в біогеохімічних умовах їх низького рівня) сприяє посиленню обміну речовин в клітинах печінки, не викликаючи при цьому суттєвих морфологічних змін у життєво важливих органах свиней на відгодівлі [179].

Згодовування поросяттям органічної багатокomпонентної біологічно активної добавки (Cr, Zn, J, Co та віт. С) стимулює в них еритро- і лімфопоез, що зумовлює активізацію специфічного імунітету. Активація системи кровотворення

в напрямку інтенсифікації процесів гемопоезу і резистентності є адаптаційною реакцією організму [180].

Л. А. Никанова і співавт. (2016) вивчали вплив органічної йодумісної кормової добавки «Прост» на клініко-фізіологічний стан і профілактику йододєфіциту у кнурів. За введення до складу комбікорму 200 мг біодобавки на голову в день автори відзначали зростання вмісту Йоду в цільній крові на 43,8 % і тироксину – на 6,5 %. Концентрація глобулінів у сироватці крові дослідної групи свиней була на 5,1 %, а загального білка – на 7,6 % більшою, порівняно із показниками кнурів контрольної групи. Зазнавала позитивних змін кровотворна система – число еритроцитів зростало на 22,1 %, а гематокритна величина – на 17,1 %, порівняно з контролем [181]. Зниження кількості лейкоцитів на 5,8 % сприяло, на думку авторів підвищенню захисних і пристосувальних реакцій організму піддослідних тварин [182].

Про доцільність заміни мікроелементів у формі неорганічних солей на їх органічні форми вказують дослідження інших науковців [183]. Показано, що використання протеїнатів біоелементів сприяє покращенню якості ремонтного молодняка птиці, кращій несучості птиці та швидкості росту курчат-бройлерів. При цьому, на думку авторів, знижується антагонізм між окремими мікроелементами, негативний вплив фітаз, підвищуються запаси мінералів у тканинах та зменшується їх надходження в навколишнє середовище [184].

За повідомленнями окремих вчених [37, 38] аспаргінати Феруму, Кобальту, Мангану, Цинку і Купруму за умови заміни ними неорганічних солей цих мікроелементів сприяють значному підвищенню перетравності поживних речовин. На думку авторів, більша доступність досліджуваних біоелементів у формі хелатів дозволяє знизити їх вміст у складі преміксів.

Продуктивну дію органічної форми мікроелементів (оксіетилиденфосфати Zn, Cu, Co, Fe I Mn) на організм свиноматок відзначає С. А. Іванов [174]. За додавання до раціону, в період поросності, до складу преміксу 0,3 % мікроелементів, у такій формі, у свиноматок відзначено народження порослят з вищою масою та життєздатністю.

Як варіант, інколи для поповнення організму Йодом використовують внутрішньом'язове введення свиням різних вікових і господарських груп йодованої олії. Сьогодні на ринку ветеринарних препаратів доволі широко практикують застосування йодумісних лікувальних засобів, таких як тиреотон і тиреомагніл [157].

На думку окремих авторів водні екстракти деяких рослин (ламінарія, цетрарія, ряска, листя і плоди фейхоа) мають позитивний вплив на функціональну здатність щитоподібної залози, оскільки містять у своєму складі йодиди натрію і калію та органічні сполуки Йоду – монойодтирозин і дийодтирозин. На користь використання водних екстрактів з метою тиреостимулювального ефекту вказує те, що кращий ефект спостерігається при застосуванні менших доз Йоду. За збільшення рівня рослинного препарату – тиреостимулювальний ефект був менш відчутний, а інколи і знижувався. Водні витяжки із вовкогону і дроку діяли дещо по іншому, а саме – за малих доз характерною була тиреостатична, а за великих – тиреостимулювальна дія. При цьому, за нормального рівня ТГ в крові конверсія гормонів  $T_4$  у  $T_3$ , на тлі дії йодумісних водних екстрактів, відбувалася краще, що, очевидно, є результатом пригнічення дейодування ТГ через інтоксикацію організму надлишком гормонів щитоподібної залози [185].

За вивчення порівняльної дії йодумісних рослин у формі настоек И. М. Владимірова (2015) відзначає, що за рахунок наявної в них органічної форми Йоду підвищення рівня гормону  $T_3$  було менш вираженим, ніж за використання водних екстрактів (йодиди краще екстрагуються водою ніж водно-спиртовими сумішами) [186, 187].

Таким чином, використання в годівлі неорганічних чи органічних добавок Йоду, має важливе значення в забезпеченні цим елементом організму свиней і водночас є одним із ефективних способів збагачення свинини цим біоелементом.

## **1.6.2 Наноматеріали й органічні форми мікроелементів, виготовлені на основі нанотехнологій та перспектива їх використання у тваринництві**

Досягнення нанобіотехнології, як науки, значною мірою позначилося на розвитку тваринництва, ветеринарної і гуманної медицини, де наноматеріали знайшли своє широке застосування в профілактиці і лікуванні захворювань, годівлі тварин і птиці [24, 188-190].

Біоеlementи у тваринному організмі виступають в якості мікроелементів і ультрамікроелементів. Вміст кожного з них становить тисячні і десятитисячні, або навіть сотисячні і мільйонні частки від маси тіла тварин, але діють вони як сильні стимулятори метаболічних процесів. Із числа 92 елементів, що зустрічаються в природі, 81 виявлений у тваринному організмі. При цьому 15 із них (Ферум, Йод, Купрум, Кобальт, Хром, Молібден, Нікель, Ванадій, Селен, Манган, Арсен, Флюор, Силіцій, Літій) визнані есенціальними або життєвонеобхідними [29, 30].

Останнім часом у гуманній і ветеринарній медицині впроваджують наноматеріали, які є аквахелатами біоеlementів. Наночасточки на основі молекул води забезпечують аквахелатам легку проникність через мембрани клітин, створюючи при цьому умови легкої взаємодії наночастинок з клітинними органелами та високу біологічну дію [30, 191-192].

Застосування речовин в нанорозмірному стані ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ) має особливі характеристики, а саме: збільшується хімічний потенціал дії речовин; зростає питома поверхня наноматеріалу, що сприяє збільшенню його абсорбційної здатності і каталітичних властивостей; малі розміри частинок та різноманітні форми наноаквахелатів зумовлюють здатність зв'язуватись із нуклеїновими кислотами, білками, вбудовуватись в мембрани, проникати в органели, і таким чином змінювати функції біоструктур; висока абсорбційна здатність і здатність до матеріальної кумуляції, що сприяє інтенсивному надходженню їх в організм людини і тварин [29, 193-195].

Серед нанобіоматеріалів особливе значення мають висококоординаційні аніоноподібні аквахелати біоелементів, що представляють собою новий клас комплексних хелатних сполук [29], в яких у ролі комплексоутворювача виступають наночастинки мікроелементів з поверхневим електричним зарядом, а в ролі лігандів – молекули води. За своєю структурною будовою такий хелатний комплекс наночастинок є подібним до аніонного хелатного комплексу. У той же час, відсутність аніона, як такого, виключає токсичні прояви з боку наночастинок [195].

Крім води, у ролі ліганда може використовуватися карбонова кислота. Мікроелементний гомеостаз у тваринному організмі забезпечується у значній мірі рівнем протеїнів-металотіонеїнів-носіїв (лігандів) мікроелементів у крові і тканинній рідині [29, 196].

Існує ряд способів отримання наноаквахелатів. Серед них, одним із найефективніших і безпечних, є метод ерозійно-вибухових нанотехнологій. Утворені за цією методикою аквахелати відзначаються відповідною електризацією наночастинок. При цьому, сферична форма часток дозволяє отримувати рівномірний електричний заряд на її поверхні, що створює умови для щільного і рівномірного оточення наночастинок полярними молекулами води. Такий хелатний комплекс є стійким і не залежить від величини самих частинок, оскільки поверхневий електричний заряд є пропорційним розміру наночастинок – комплексоутворювачу [194].

А. Н. Мамцевим зі співавторами (2016) синтезовано нанодисперсний йодумісний композит, в якому неорганічний йод хімічно зв'язаний з органічною матрицею. Авторами вивчено процеси утворення комплексу «0=йод-бензойна кислота-β-гліціризована кислота» та проведено оцінку нанорозмірності синтезованих йодбіоорганічних комплексів методом лазерного наноструктурного аналізу і встановлено, що діаметр частинок складає 50-350 нм, що є доброю передумовою для повнішого засвоєння організмом уведеного біоелемента (Йоду) [196].

Наноаквахелати біоелементів представляють собою розчин гідратованих і/або карбоксилуваних (цитрати) наночасточок металів у деіонізованій воді із вмістом металів від 10 до 100 мг/л і слабокислою реакцією (рН 6,0-6,5) [27].

Перспективними для біологічних цілей є гідратовані і карботировані наночастинки, що містять у якості лігандів молекули води і молекули біологічно сумісних карбонових кислот, насамперед лимонної, що бере участь у пентозо-фосфатному циклі обміну вуглеводів. Такі функціональні продукти отримуються шляхом електроімпульсної або вибухово-ерозійної нанотехнологій. У водний розчин, що містить гідратовані наночастинки, додають лимонну (цитратну) кислоту. У результаті змінюється рН середовища із нейтрального до кислого. При цьому, позитивно заряджені іони Гідрогену  $H^+$ , утворені при дисоціації цитратної кислоти, стають дуже рухомими у розчині й активно притягуються негативно зарядженими наночастинками, забезпечуючи при цьому високу біологічну активність. Карбоксилувані (у разі застосування лимонної кислоти – цитратовані) наночастинки набувають додаткових антиоксидантних властивостей [29].

Використання нанотехнологій у біології і тваринництві базується на подвійному біологічному ефекті наноаквахелатів, що пов'язують із малими розмірами наночастинок та їх здатністю зв'язуватись із нуклеїновими кислотами, протеїнами, вбудовуватись у мембрани клітин, проникати в клітинні органели, змінюючи при цьому їх біоструктуру [197]. Важливим, на думку В. Б. Борисевича зі співавт. (2010), є здатність наночастинок і нанопродуктів до високої абсорбційної активності та кумуляції, як у рослинних і тваринних організмах, так і за передачі їх харчовим ланцюгом [29].

Комплексний біофізично-біохімічний ефект проявляється, з одного боку, дією на живі організми фізичними полями – електричним і магнітним, носіями яких є заряджені частини. З іншого боку – дією на біохімічні процеси, де діючою основою є мікроелемент, в нашому випадку Йод. Сумісна синергічна дія фізичного і хімічного чинників і призводить до вираженої активації біологічних процесів [196].



Засвоєння цитратів Fe, Mn, Zn, Co, Cr, Se, у зв'язку з їх високою проникністю, не потребує наявності ліганд (переносників), які за використання мікроелементів у іншій формі нерідко лімітують мікроелементний гомеостаз. У перебігу фізико-хімічних реакцій наноаквахелати виступають у якості потужного донора і діють як сильні стимулятори фізичних і хімічних реакцій, що призводить до збільшення продуктивності тварин внаслідок поєднання неспецифічної біофізичної активації зі специфічним стимулюванням перебігу біохімічних реакцій (комплексний стимулювально-біологічний ефект Борисевича-Каплуненка-Косінова) [197, 199].

Наноаквахелати, за перорального їх застосування, сприяють інтенсифікації метаболічних процесів в організмі, яка ґрунтується на біофізичній стимуляції обмінних процесів. На думку В. Б. Борисевича (2010) аерозольне введення наноаквахелатів, тобто через легені, є високоактивним способом профілактики багатьох захворювань. При цьому, невеликі приміщення, де утримують тварин, за допомогою сучасних аерозольних генераторів наповнюють дрібнодисперсним аерозолем (95 % аерозольних частинок розміром 1-100 мкм). Аерозолі нанобіометалів використовуються із розрахунку 1л/100м<sup>3</sup> приміщення. За таких умов біоеlementи у вигляді наночастинок помітно підсилюють функціональну активність органів і систем тварин за рахунок біофізичної активації [29].

Задавання макро- і мікроелементів тваринам у формі нанорозмірних частинок має низку переваг: наноаквахелати мікроелементів володіють високою біологічною дією, завдяки своїм нанорозмірам вони краще засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин. Однак, перспективним їх використання є за умови біосумісності із відповідним біооб'єктом і прогнозованої позитивної дії на нього [198].

Необхідно враховувати, що мікроелементи у формі наноматеріалів легко проникають через шкіру, дихальні шляхи, розповсюджуються через нервові клітини та систему кровоносних і лімфатичних судин. Тобто, для механізму дії біоеlementів у такій формі, захисні системи організму (шлунковий,

плацентарний, гепато-енцефалічний) не перешкодою. [199].

На думку багатьох вчених наноаквахелати біогенних металів проявляють стимулювальний ефект більш виражено, ніж їх відомі молекулярні форми. Висока метаболічна активність гідратованих і карботированих (цитратованих) частинок J, Fe, Mn, Zn, Co, Cu і Se зумовлена наявністю корпускулярного, хвильового і квантового ефектів, які впливають на перебіг біохімічних реакцій, посилюючи їх асиміляційну здатність [29, 200].

М. А. Занкевич (2009) вивчав вплив цитратної композиції біометалів (Fe, Zn, Mn, Cu, Co) у вигляді преміксу для свиней різних віково-статевих і продуктивних груп свиней. При цьому він довів, що ефективним є включення до раціону поросят на відгодівлі цитрату феруму у кількості 82,5, Цинку – 55,0, Мангану – 44,0, Купруму – 11,0, Кобальту –1,1 мг/кг корму [18].

Р. З. Березовський зі співавт. (2014), вивчаючи показники антиоксидантного захисту в поросят за дії аквацитрату феруму встановили, що з метою профілактики ферумдефіцитної анемії в поросят оптимальною дозою Феруму у формі цитратів є 1,5 мл/гол. Збільшення її до 2 мл чи зменшення до 1,0 і 0,5 мл/гол не ефективне і не може бути рекомендованим в якості превентивного засобу. За оптимальної внутрішньом'язової дози (1,5 мл/гол.) автором відзначено у крові поросят збільшення еритроцитів та відсоткової частки «старих» і «зрілих» популяцій еритроцитів і зменшення «молодих» їх форм [201].

Внутрішньом'язове введення поросят цитрату Феруму дозою 1,5 мл/гол., за повідомленнями В. В. Данчука зі співавт. (2012), сприяло збільшенню в крові поросят вмісту Fe, Mn, Cu і Co, що може бути підставою для рекомендації даного препарату в якості ефективного засобу профілактики ферумдефіцитної анемії [39]. Як відзначає А. Гуцол (2000), додаткове введення до складу преміксу для відгодівлі молодняка свиней 15 % Кобальту, Купруму та Йоду сприяє підвищенню середньодобових приростів маси тіла на 8,7-9,0 %, зменшенню затрат кормів на 9,1 %, поліпшенню м'ясних якостей тварин (підвищення забійного виходу на 1,7-2,4 % і виходу туші на 1,5-1,9 %) [40].

Варто зауважити, що доза мікроелементів у наноформі не завжди відповідає дозі препарату в неорганічній формі. Так, показано, що аквахелат Германію проявляє позитивний ефект у період передінкубаційної обробки перепелиних яєць дозою 5 мкг/кг. Збільшення дози до 7,5 мкг має негативний вплив на ембріональний розвиток перепелів [41].

Германій в наноформі разом із препаратом «Глютам 1М» забезпечував інтенсивний ріст поросят–сисунів. Згодовування свиноматкам три дні поспіль комплексу цих препаратів сприяло зростанню середньодобових приростів у поросят на 5,2 %, збільшенню живої маси кнурців на 1,9 % та зменшенню кількості у гнізді мертвонароджених поросят [41].

Уведення гусям до раціонів наногерманію в дозах 0,15-0,25 мг/кг корму сприяло зменшенню затрат корму на одиницю приросту маси тіла. При цьому, найкращі продуктивні якості мала птиця, якій згодовували комбікорми збагачені Германієм із розрахунку 0,2 мг/кг [42].

Аквахелат Селену відзначається стимулювальним впливом на протеїнсинтезувальну функцію у перепелів. Оптимальною дозою наноформи Селену є 0,05 мкг/кг, що забезпечує зростання рівня загального протеїну в сироватці крові добових курчат на 2,8 %, а 5-добових – на 20 %. На інтенсивний протеїновий обмін вказує також збільшення концентрації  $\beta$ - і  $\gamma$ -глобулінів, відповідно на 2,48 і 10,06 % [37].

Дослідженнями динаміки маси тіла курчат-бройлерів, за згодування їм наномікроелементної добавки «Мікростимулін», з'ясовано, що найкращі середньодобові прирости птиці у період з 1-ої до 37-ї доби досліді відзначені за випоювання бройлерам дослідної групи мікростимуліну дозою 1 мл/дм<sup>3</sup> води. Збільшення дози препарату в такій формі не давало позитивного результату, навпаки, за цих умов, відзначено пригнічення метаболічних процесів у птиці [202].

Застосування композиційної наноформи мікроелементів у годівлі курей-несучок у період з добового до 250-ти добового віку, забезпечує підвищення інтенсивності росту і кращу збереженість поголів'я. Несучість, за цих умов, починалась на 5-7 днів раніше і кращою була адаптація до стресових факторів.

Спостерігалось зростання вмісту каротину в крові та жовтках яєць, а також Кальцію – в шкаралупі й кістках. Несучість була на 10-15 % вищою ніж в контролі [203].

За динамікою зміни маси тіла курчат-бройлерів встановлено, що задавання наномікроелементної кормової добавки «Мікростимулін» призводить до збільшення живої маси та підвищення середньодобових приростів. Кращі результати зафіксовано за умови впоювання курчатом наноформи металів (Cu, Co, Mg, Zn, Ag і Ge) дозою 1 мл/дм<sup>3</sup> води. Водночас, 10-и і 20-и кратне збільшення дози сприяло інтенсифікації метаболічних процесів у курчат, однак у цифровому вираженні не було таким характерним [204].

М. В. Себа зі співавт., (2016) досліджували вплив препарату «Кватронан-Se» та деяких мікроелементів (Se, Cu, Mn, Cr) у формі карбоксилатів і встановили, що за таких умов запліднюваність корів зростала, однак характерних змін у добових надоях відзначено не було [205].

Цікавим, на нашу думку, є повідомлення про позитивний вплив наноформ біоелементів на гепатопротекторні властивості. Так, за введення ацетату плюмбуму лабораторним білим мишам спостерігалася виражена ембріотоксичність, на тлі вірогідного зниження числа живих плодів і кількості жовтих тіл вагітних самок. За комбінованого введення ацетату плюмбуму і цитратів біометалів відзначено збільшення жовтих тіл та кількості живих плодів, що, на думку авторів, обумовлюється зниженням загальної і доінплантаційної ембріональної смертності, порівняно з групою тварин із свинцевою інтоксикацією, за однакової маси плодів [206].

Отже, наведені в літературному огляді дані, свідчать про те, що органічні форми мікроелементів (наноцитрати), виготовлені на основі нанотехнологій активують перебіг метаболічних процесів в організмі тварин та виявляють позитивний продуктивний ефект.

Результати опрацювання літератури за темою дисертаційної роботи опубліковані в оглядовій статті: Гунчак Р.В., Седіло Г.М. Проблема йододефіциту у свиней та шляхи її вирішення. Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького. 2017. Т.19, №74. С.208-214 [76].

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Загальна методика та схема проведення дослідів

Для реалізації поставлених завдань нами впродовж 2016-2018 років проведено дослідження щодо вивчення впливу різного рівня Йоду в раціонах свиней у формі аквацитрату на метаболічні процеси, репродуктивну здатність свиноматок, ріст і розвиток поросят, м'ясну продуктивність тварин та якість продукції. Експериментальні дослідження на ремонтному молодняку, свиноматках і поросятах (підсисний період, дорощування, відгодівля) були проведені з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Страсбург, 1986).

Дослідження проводились в умовах свинокомплексу фермерського господарства «Аміла» Турійського району Волинської області на ремонтних свинках F<sub>1</sub> від чистих материнських ліній породи Ландрас × Велика біла, а в подальшому, на поросних і лактуючих свиноматках та отриманих від них поросятах.

Лабораторні дослідження проведені в умовах лабораторії дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України (ІСГКР НААН). Окремі дослідження проведені також на базі Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів і кормових добавок (ДНДКІ, м. Львів), Інституту біології тварин НААН (ІБТ НААН) та Волинської регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини (м. Луцьк).

У першій серії досліджували вміст Йоду в ґрунтах, питній воді та зерні (жито, ячмінь, овес, тритікале), які використовуються в господарстві для годівлі свиней. Для відбору середніх зразків ґрунту територія, яка обстежувалась,

розбивалась, залежно від конфігурації поля і рельєфу на елементарні ділянки площею 8-10 га. З кожної такої ділянки за допомогою бура відбирали змішаний ґрунтовий зразок, що складався з 20-25 індивідуальних проб, відібраних з орного шару. Середні зразки зерна для досліджень відбирали згідно з чинним ДСТУ 3355-96. При цьому, обов'язково враховували походження зерна (з якої ділянки ріллі отримано врожай). Проби води, яка використовується для напування тварин (до одного літра), відбирали в хімічно чистий посуд, попередньо сполоснувши його водою, яку відбирали.

Метою дослідю другої серії було – з'ясувати вплив різних кількостей Йоду в формі аквацитрату на морфологічні та біохімічні показники крові, відтворювальну здатність, молочність і продуктивні якості свиноматок. Для цього нами було сформовано 5 груп тварин (контрольну і чотири дослідних) по 3 ремонтних свинки в кожній. Групи формувались за принципом аналогів, з урахуванням віку (170-180 днів) і маси тіла (110-115 кг). Годівля тварин проводилась дворазово, відповідно до існуючих технологічних норм із вільним доступом до води. При цьому використовували повнораціонні комбікорми (ПРК), з включенням до їх складу злакової групи концентрованих кормів власного виробництва, що піддавались дослідженню на вміст в них іонів Йоду. Для збалансування раціонів за макро- мікро- і вітамінним складом у всі періоди дослідю (поросність і лактація свиноматок, підсисний період, дорощування і відгодівля поросят) тваринам задавали премікси, виготовлені за відповідною рецептурою у підприємствах «ЦеХаВе корм» і ТОВ «АБМ-ТРЕЙД» (табл. 2.1).

З метою вивчення метаболічного впливу наноаквацитрату Йоду і можливого включення цього есенціального мікроелементу в такій формі до складу преміксів нами використано аквацитрат йоду, виготовлений на основі нанотехнологій у ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (активність 1 г на 1 л розчину) [206]. При цьому, тварини контрольної групи отримували стандартний мінеральний премікс (СМП), до складу якого входив калію йодид з науково-обґрунтованим вмістом Йоду.

**Характеристика преміксів  
та кількісне внесення їх у раціонах годівлі свиней**

Віково-статеві групи свиней	Період вирощування	Вид комбікорму	Премікси		Вміст Йоду у складі преміксу, мг/кг корму
			вид	% преміксу у складі корму	
Свиноматки (поросні)	Весь період вагітності	для поросних свиноматок	Вітамас Мінерал Турбомікс	2,5	0,38
Свиноматки (лактуючі)	7 діб до опоросу і весь період лактації	для лактуючих свиноматок	Вітамас Мінерал Турбомікс	3,5	0,50
Поросята-сисуні	1-28 доба	(престартер) гранульований ЦеХаВе корм	(у складі готового комбікорму)		1,50
Поросята на дорощуванні	29-42 доба	(престартер) гранульований ЦеХаВе корм	(у складі готового комбікорму)		1,50
	43-70 доба	стартер	Вітамас Мінерал	4,0	1,50
Поросята на відгодівлі	71-115 доба	гровер	Вітамас Мінерал Турбомікс	3,0	1,79
	116-170 доба	фінішер	Вітамас Мінерал Турбомікс	2,5	1,49

Тваринам дослідних груп згодовували премікси без вмісту в них неорганічної форми Йоду. Проте, їм до раціону, відповідно до схеми досліджу (табл. 2.2), вводили водний розчин аквацитрату йоду в різних кількостях, шляхом зволоження сухого корму.

За піддослідними тваринами здійснювали постійний нагляд, оцінюючи їх поведінку, відношення до поїдання корму тощо. З метою вивчення впливу різних кількостей Йоду, в наноцитратній формі, на метаболічні процеси в організмі нами відбиралась кров у свиноматок перед осіменінням, на 60-у і 90-у доби поросності

та під час їх лактації (10-а доба). За результатами опоросів свиноматок і розвитку поросят оцінювали: багатоплідність (кількість народжених живих поросят); масу тіла новонароджених поросят і масу гнізда; при відлученні поросят на 28-у добу аналізували збереженість (відношення кількості живих поросят при відлученні до новонароджених); середню масу тіла одного поросяти і масу гнізда; середньодобові прирости в цьому періоді.

Таблиця 2.2

**Схема досліду на поросних і лактуючих свиноматках**

Групи тварин	Характер живлення
Контрольна (К)	ПРК+СМП (стандартний мінеральний премікс до складу якого входив Йод у формі калію йодиду)
Дослідна I (Д <sub>1</sub> )	ПРК+МП, позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоелемента аналогічний його кількості у СМП)
Дослідна II (Д <sub>2</sub> )	ПРК+ МП позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоелемента – 1/2 (50 %) від кількості у СМП)
Дослідна III (Д <sub>3</sub> )	ПРК+ МП позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоелемента – 1/4 (25 %) від кількості у СМП)
Дослідна IV (Д <sub>4</sub> )	ПРК+ МП позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоелемента – 1/10 (10 %) від кількості у СМП)

Про молочність свиноматок судили за різницею у масі гнізда живих поросят при народженні і за відлучення. Інтенсивність метаболічних процесів у поросят, народжених від свиноматок, що отримували з кормом аквацитрат йоду в різних кількостях, оцінювали за гематологічними та окремими біохімічними показниками їх крові на 10-у, 18-у і 28-у доби неонатального розвитку.

У свиноматок на 3-у добу лактації відбирали молозиво а на 21-у добу молоко для оцінки вмісту в ньому Йоду загального, ліпідів і їх фракційного складу.

Третя серія досліду, що стала логічним продовженням другої, була присвячена з'ясуванню впливу нової нанодисперсної цитратованої форми Йоду на інтенсивність обмінних процесів у поросят у ранньому і більш пізньому



постнатальному періоді їх розвитку. Для цього було сформовано 3 групи поросят з числа відлучених від свиноматок, по 10 тварин в кожній. Контрольна група отримувала з кормом неорганічний Йод у складі СМП, а дві дослідні, відповідно до схеми (табл. 2.3) отримували з кормом Йод у формі аквацитрату.

Таблиця 2.3

**Схема досліду на поросятах за дорощування і відгодівлі**

Групи тварин	Характер живлення
Контрольна (К)	ПРК+СМП (стандартний мінеральний премікс до складу якого входив Йод у формі калію йодиду)
Дослідна I (Д <sub>1</sub> )	ПРК+МП позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоеlementу – 1/2 (50 %) від кількості у СМП)
Дослідна II (Д <sub>2</sub> )	ПРК+ МП позбавлений Йоду+аквацитрат йоду (вміст біоеlementу – 1/4 (25 %) від кількості у СМП)

По завершенні періоду дорощування (70-а доба) поросят зважували та визначали масу тіла на цьому етапі розвитку, середньодобовий, абсолютний та відносний прирости маси тіла. Про активність метаболічних процесів і їх вплив на продуктивні якості поросят судили також за оцінкою морфологічних і біохімічних показників крові. На останньому етапі вирощування поросят, що був найбільш тривалим (70-170 доба життя), оцінювали відгодівельні властивості поросят на тлі різного рівня Йоду в формі аквацитрату та якісні показники м'яса (кислотність (рН), вологість, вміст жиру, протеїну і золи).

Обробку і аналіз експериментального матеріалу проводили за допомогою пакету прикладних програм «Excel – 98». Критерієм достовірності різниці між досліджуваними параметрами слугував критерій Стьюдента (Г.Ф. Ларкін, 1990) [217]. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при: \*-p<0,05; \*\*-p<0,01; \*\*\*-p<0,001.

У біологічному матеріалі визначали:

- у ґрунті, воді, зерні, плазмі крові, молозиві і молоці свиноматок: вміст Йоду методом капілярного електрофорезу з використанням системи «Капель-105/105М» (Коцюмбас І.Я., 2016);

- **у плазмі крові:** вміст Йоду, зв'язаного з білками (ЙЗБ) – нітратно-роданідним методом (Єрьомін Ю.Н., 1976);

- **у цільній крові:** кількість еритроцитів – фотоколориметрично за методом Є.С. Гаврилець і співавт.,(1966); число лейкоцитів – шляхом підрахунку білих кров'яних тілець в камері Горяєва (В.Е. Чумаченко, 1991); вміст гемоглобіну – гемоглобінціанідним методом за Г.В. Дервіз і А.Г. Воробйовим (1959); гематокритну величину – за І.П. Кондрахіним (1983);

- **у сироватці крові:** вміст загального протеїну за біуретовою реакцією а окремих його фракцій – турбідиметричним способом (Дилекторська Л.М.,1971); концентрацію сечовини – за методом Н.М. Петрунь і співавт. (1970); залишковий азот – фотоколориметричним способом; вміст креатиніну – за методом Яффе-Поппера (1972); рівень дієнових кон'югатів – за методом Н.Д. Стальной (1977); вміст ТБК-активних продуктів – за методом Є.Н. Коробейникова (1989); концентрацію загальних ліпідів – методом Фолча (1957); рівень глюкози – глюкозооксидазним методом. Активність ферментів визначали за методами: аланін- і аспартатамінотрансферази (АлАТ, АсАТ) – методом Райтмана-Френкеля у модифікації Капетанакі; лужної фосфатази (ЛФ) – за методом Боданського (1964) ; каталази – за методом М.А. Королюк (1988);

- **у молозиві і молоці свиноматок** вміст ліпідів досліджували за Фолчем, а їх класи – методом тонкошарової гхроматографії (Стефанік М.Б., 1988);

- **у м'ясі:** кислотність (рН) за методикою, описаною Н.М. Криловою, і співавт. (1957); вологість – шляхом висушування м'яса в термостаті за температури 110<sup>0</sup> С до отримання постійної маси; вміст жиру – методом Сосклета; рівень протеїну – за К'ельдалем; вміст золи – шляхом спалювання м'яса в муфельній печі за температури 600<sup>0</sup>С.

## **2.2. Основні методи досліджень**

**2.2.1 Визначення концентрації Йоду в ґрунтах, воді, зерні, плазмі крові, молозиві і молоці.** Дослідження проводились за методом капілярного електрофорезу з використанням системи «Капель-105/105М». Суть методу базується на фільтруванні, при необхідності розведенні проби бідестильованою водою, подальшому поділі, ідентифікації і визначенні масової концентрації йодид-іонів методом капілярного електрофорезу. Детектування проводять за власного поглинання при довжині хвилі 200 нм [207].

**2.2.2 Визначення вмісту Йоду, зв'язаного з білком у плазмі крові нітратно-роданідним методом.** Його суть полягає в каталітичній дії йодид-іону в реакції окиснення роданід-іону Ферумом. Йодистий калій, що утворюється при озоленні сироватки крові в лужному середовищі, в реакції із залізо-амонійними галунами, нітритом натрію та роданідом калію дає солом'яно-жовте забарвлення, що фотометрується при синьому світлофільтрі [208].

**2.2.3 Визначення концентрації трийодтироніну і тироксину на імуноферментному аналізаторі «Star Fax» із застосуванням тест-систем фірми «Human».** Метод оснований на принципі конкурентного способу, що припускає зв'язування між трийодтироніном і  $T_3$ -пероксидазним кон'югатом між тироксином і  $T_4$ -пероксидазним кон'югатом у зразку. Кількість  $T_3$  пероксидазного кон'югату, зв'язаного на поверхні лунок є протилежно пропорційна концентрації  $T_3$  або  $T_4$  у зразку [209].

**2.2.4 Визначення кількості еритроцитів.** Число червоних кров'яних тілець визначали фотонейлометрично за методикою Є.С. Гаврилець і співавт. Принцип методу базується на фотометричній реєстрації густини розчину залежно від кількості еритроцитів у крові [210].

**2.2.5 Визначення кількості лейкоцитів.** Підрахунок числа лейкоцитів здійснювали у визначеному об'ємі камери Горяєва з відомим розведенням крові. Лейкограму оцінювали за морфологічними показниками кількості клітин білої крові з диференційованим підрахунком різних форм лейкоцитів [209].

**2.2.6 Визначення концентрації гемоглобіну в крові.** Суть методу полягає у здатності гемоглобіну при взаємодії з заліzosинеродистим калієм окиснюватися до метгемоглобіну, утворюючи з ацетонангідридом гемоглобінціанід, оптична густина якого при 540 нм прямо пропорційна концентрації гемоглобіну у зразку крові [211].

**2.2.7 Визначення гематокритної величини.** Принцип методу І.П. Кондрахіна оснований на центрифугуванні цільної крові впродовж певного часу з постійним повертанням центрифуги. Результат отримують за використання відповідної шкали [212].

**2.2.8 Визначення вмісту загального протеїну і його фракцій.** Рівень загального протеїну визначали за біуретовою пробою, а вміст окремих його фракцій – турбідиметричним способом за Л.М. Дилекторською. Принцип методу оснований на здатності розчину білка у присутності лужного розчину Купруму давати фіолетове забарвлення, інтенсивність якого пропорційна концентрації білка [209].

**2.2.9 Визначення сечовини в сироватці крові.** Суть методу полягає в тому, що сечовина з діацетилмонооксимом, у присутності тіасемікарбазиду і Феруму в кислому середовищі, утворює комплексну сполуку, інтенсивність забарвлення якої пропорційна вмісту сечовини в сироватці крові [209].

**2.2.10 Визначення залишкового азоту.** Вміст залишкового азоту визначали колориметричним методом. Принцип методу полягає у здатності досліджуваної речовини у формі золи, в присутності сульфатної кислоти і реактиву Неслера, утворювати з аміаком жовте забарвлення за інтенсивністю якого оцінюють рівень залишкового азоту [209].

**2.2.11 Визначення рівня глюкози в плазмі крові.** Суть методу полягає в окисненні глюкози глюкозооксидазою. Утворений при цьому перекис водню у присутності пероксидази окиснює 0-діанізидин, надаючи йому синього забарвлення, за інтенсивністю якого і визначають концентрацію глюкози в крові [209].

Підрахунок проводять за формулою:

$$X=A/B\times 100$$

де:

A – оптична щільність досліджуваної проби;

B – оптична щільність робочого глюкозного стандарту (в даному випадку 100 мг %, що містить 0,1 мг глюкози в об'ємі 0,1 мл).

Вміст глюкози виражали у мкмоль/мл.

**2.2.12 Визначення концентрації ТБК-активних продуктів.** В основі методу Е.Н. Коробейникової (1984) лежить реакція між малоновим діальдегідом і тіобарбітуровою кислотою, яка за високої температури та кислого середовища протікає з утворенням триметинового комплексу, що містить одну молекулу МДА і дві – ТБК [213]. Вміст малонового діальдегіду у досліджуваних пробах визначали колориметрично на Spocol при довжині хвилі  $\lambda$ -535 нм.

**2.2.13 Визначення вмісту дієнових кон'югатів.** Принцип методу Н.Д. Стальної оснований на властивості молекул жирних кислот з двома подвійними зв'язками інтенсивно поглинати світло при довжині хвилі  $\lambda$ =233 нм. Оптичну густину суміші з н-гептан-ізопропанолом вимірюють на спектрофотометрі [209].

**2.2.14 Визначення активності амінотрансфераз.** Активність аспаратамінотрансферази (АсАТ) (К.Ф.2.6.1.1. ) і аланінамінотрансферази (АлАТ) (К.Ф.2.6.1.2.), у сироватці крові визначали за допомогою стандартних наборів реактивів фірми „Simko Ltd (Чехія), – за уніфікованим динітрофенілгідразиним методом Райтмана-Френкеля. Метод базується на тому, що після додавання до сироватки крові 2,4 дифенілгідразинового реактиву відбувається переамінування і утворення глютамінової і піровиноградної кислот (АсАТ), або глютамінової та щавлевооцтової кислот (АлАТ) і субстрат забарвлюється у відповідний колір, інтенсивність якого прямопропорційна активності ензиму. Інтенсивність забарвлення субстрату визначали за допомогою приладу «Spocol» [209].

**2.2.15 Визначення активності лужної фосфатази.** Визначення лужної фосфатази проводили за методом Боданського. Активність ферменту визначали за кількістю вивільненого фосфату. Під дією ензиму фосфатази натрій β-гліцерофосфат піддається гідролізу з вивільненням неорганічного фосфату, кількість якого визначається колориметрично за кольоровою реакцією з молібденово-кислим амонієм і аскорбіновою кислотою. Визначення проводили при рН 8,6 – для лужної фосфатази. Екстинції проб вимірювали на ФЕКу-56, при довжині хвилі 630-690 нм. Активність фосфатази виражали мкмоль×хв. г тканини [209].

**2.2.16 Активність каталази.** Визначення каталазної активності проводили за методом Королук М.А. та ін [214].

Принцип методу базується на здатності пероксиду водню утворювати з солями молібдату стійкий кольоровий комплекс. Інтенсивність забарвлення вимірювали на Spеsol при довжині хвилі  $\lambda = 410$  нм проти контрольної проби, у яку замість пероксиду водню вносили воду.

Каталазну активність розраховували за формулою:

$$A = (E_x - E_d) / K / V / t$$

де:

A – каталазна активність, ммоль  $H_2O_2$ /мл/с

$E_x$  – екстинція холостої проби, у якій дослідну тканину заміняють водою, од.екс.,

$E_d$  – екстинція дослідної проби, од.екс.;

K – коефіцієнт молярної екстинції пероксиду водню, що становив  $22,2 \times 10^3$  ммоль<sup>-1</sup>см<sup>-1</sup>;

V – об'єм проби, мл;

t – час інкубації, с.

**2.2.17 Вміст загальних ліпідів.** Принцип методу полягає у тому, що ліпопротеїдні комплекси руйнуються полярним розчинником (метанолом), сприяючи їх екстракції неполярним розчинником (хлороформом) [215]. Метод

дозволяє звільнити ліпідний екстракт від неліпідних речовин шляхом промивання.

У колбочки з притертими корками вносили одну частину подрібненої тканини і додавали двадцять частин суміші хлороформ-метанолу у співвідношенні 2:1. Утворену суспензію старанно і ретельно струшували та залишали на 12 годин при кімнатній температурі для екстракції. Потім суміш профільтровували через обезжирений фільтр, осад двічі промивали екстрагуючою сумішшю (по 5 мл), а екстракти об'єднували. Для видалення водорозчинних неліпідних сумішей до екстракту додавали 0,74 % розчин KCl, у кількості рівній 1/5 об'єму ліпідного екстракту. Суміш знову струшували і залишали на 12 годин для відстоювання. Після 12-ти годинного відстоювання утворилась двофазна система. Верхній шар водно-метаноловий, відсмоктували за допомогою водоструменевої помпи, а нижній – концентрували на роторному випарювачі. Кількість ліпідів у тканині визначали гравіметричним методом після концентрування на роторному випарювачі.

Цей метод найбільше придатний для визначення сумарної кількості ліпідів шляхом зважування сухого залишку.

Екстракт ліпідів, який отримали за методом Фолча, висушували шляхом відгонки випарювача, а відтак доводили до постійної маси у вакуум-ексикаторі. Для цього, проби поміщали в ексикатор, заповнений вологовловлювачем (фосфорний ангідрид, концентрована  $H_2SO_4$ , сухий NaOH або  $CaCl_2$ ). Через дві години проби зважували на аналітичній вазі і визначали кількість ліпідів за формулою:

$$(A - B) * 100 / C = \text{мг}\%$$

де:

A – маса бюкса з ліпідом

B – маса бюкса без ліпиду

C – маса тканини, мг.

Для визначення загальних ліпідів у плазмі крові, брали 2 мл плазми крові та 40 мл екстрагуючої суміші Фолча, а подальший хід визначення проводили за вищевказаним способом.

#### **2.2.18 Визначення ліпідного складу молозива і молока у свиноматок.**

В основі методу (метод тонкошарової хроматографії) лежить сорбційна хроматографія, побудована на адсорбції розчинної твердої фази активним сорбентом. Ідентифікацію окремих класів ліпідів на хроматографічній пластинці проводили за використання відповідних стандартів [216].



## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Вміст Йоду в ґрунтах та в зерні злаків залежно від рівня його накопичення в ґрунті

За аналізом, наданих Державною установою «Волинський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції, картограм оцінки ґрунтів з'ясовано, що наявна площа сільськогосподарських угідь у ФГ «Аміла» становить 2100 га. Згідно з агрохімічним паспортом земель на досліджуваних площах виявлено різні види ґрунтів, але значна їх частина є дерново-підзолистими на піщаних і супіщаних відкладах (36 %), глинисто-піщаними (34 %) і глеювато-піщаними (близько 30 %). За наявністю у ґрунті гумусу встановлено, що 40-50 % досліджуваних земель містить його 2-3 % (середній рівень), 25-30 % ріллі – понад 4-5 % (високий) і 20-30 % – мають гумусу менше 1 % (низький). Концентрація водневих іонів (рН) є, в середньому, нейтральною до слабо лужної (6,1-7,5). Більша половина (55-60 %) досліджуваних ґрунтів у своєму складі має від 70 до понад 100 мг/кг легкогідролізованого Нітрогену.

Мінеральні елементи ґрунту знаходяться у тісному взаємозв'язку не лише між собою, а й з його органічними компонентами. Показано (табл. 3.1), що на переважній більшості площ у досліджуваних зразках ґрунту виявлено дуже високий вміст Бору (>4,2 мг/кг) і дуже низький рівень Купруму та Феруму (<0,08 мг/кг). При цьому, на тлі помірного забезпечення ґрунтів гумусом, азотом і рухомими формами макро- і мікроелементів (Ca, P, N, Mn, Zn, Co, S) виявлений дисбаланс у концентрації B, Cu, S, Fe, ймовірно, може впливати на концентрацію Йоду в ґрунтах. Відбувається це через зниження здатності утримувати атомарний

Йод та пригнічувати його абсорбцію. Коефіцієнт фіксації досліджуваного в ґрунті мікроелементу є, очевидно, невисокий. Не виключено, що і коефіцієнт поглинання Йоду за цих умов недостатній.

Таблиця 3.1

**Вміст мінеральних елементів у ґрунтах \***

Мінеральні елементи (рухомі форми)	Вміст мінеральних елементів	Група забезпеченості
Кальцій, мг/100 г	8,6	Середня
Магній, мг/100 г	0,3	Помірна
Манган, мг/кг ґрунту	1,3	Помірна
Купрум, мг/кг ґрунту	0,06	Дуже низька
Цинк, мг/кг ґрунту	0,42	Помірна
Бор, мг/кг ґрунту	4,2	Висока
Ферум, мг/кг ґрунту	0,08	Дуже низька

*\*Примітка: за результатами агрохімічного обстеження «Державною установою Волинський обласний державний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції» (2015) ґрунтів ФГ «Аміла» (с. Радовичі, с. Тагачин, с. Літин) Турійського району, Волинської області*

За проведеного нами дослідження середніх зразків проб ґрунтів встановлено, що рівень Йоду залежав від виду ґрунту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Концентрація Йоду в ґрунтах (n=5)**

Вид ґрунту	Вміст Йоду	Група забезпеченості
Дерново-підзолисті, мг/кг	7,48±0,46	Низька
Глинисто-піщані, мг/кг	6,16±0,35	Низька
Глеювато-піщані, мг/кг	5,96±0,67	Низька

Найвищою його концентрація була в дерново-підзолистих ґрунтах, дещо нижчою – у глеювато-піщаних. Вміст досліджуваного хімічного елемента в глинисто-піщаних ґрунтах був в 1,2 рази меншим, ніж у дерново-підзолистих.

Вміст Йоду в наземних рослинах коливається в широких межах залежно від виду і сорту рослин, кліматичних і сезонних факторів, концентрації елемента в середовищі ґрунту, атмосферному повітрі та воді певної місцевості.

Найбільш високу здатність акумулювати Йод з ґрунтів у зоні Волинського Полісся, за нашими дослідженнями, має овес і жито (60-77 мкг/кг), дещо меншу – ячмінь, і найменшу – тритікале (табл. 3.3).

Надто низькою в даній біогеохімічній зоні є вміст досліджуваного біоелемента у питній воді.

Таблиця 3.3

### Вміст Йоду в зерні рослин та питній воді (n=5)

(у середньому по господарству)

Вид зерна	Вміст Йоду	Група забезпеченості
Ячмінь, мкг/кг	54-62	Низька
Тритікале, мкг/кг	49-66	Низька
Жито, мкг/кг	60-72	Низька
Овес, мкг/кг	60-77	Низька
Вода питна, мкг/л	5,6-8,2	Низька

Відповідно до сучасної стратегії мікроелементного живлення тварин та з урахуванням рекомендованих показників забезпечення свиней Йодом потреба в ньому становить 0,1-0,8 мг/кг сухої речовини корму [19].

Нами підтверджено дані багатьох науковців, що зернові культури є бідними на атомарний Йод і без додаткового введення до складу преміксів йодумісних препаратів не обійтись.

Таким чином, проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що концентрація Йоду у зерні рослин (ячмінь, тритікале, овес і

жито), вирощених на ґрунтах у зоні Полісся Волині є низькою і знаходиться у межах 49-77 мкг/кг зерна. Для забезпечення фізіологічної потреби свиней у Йоді необхідно додатково вводити до складу преміксів йодумісні препарати у легкозасвоюваній формі.

Результати досліджень опубліковані у працях:

1. Гунчак Р.В., Седіло Г.М., Вовк С.О. Вміст Йоду в ґрунтах та зерні злаків у зоні Полісся Волині. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького, 2016. Т.8, №2 (67). С.77-80 [158].

2. Hunchak P., Sedilo G., Vovk S. Iodine content in soils and grains of cereals in polissia area of Volyn region. XXII Sesia Sekcji Mlodej Kadry Naukowej Polskego Towarzystwa Technologow Zywnosci – 5 th International Session Secsion of Young Scientific Staff May 18-19 th. Szczecin, 2017. P.121-125 [217].

### **3.2. Динаміка морфологічних і біохімічних показників крові свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах**

#### **3.2.1. Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів у плазмі крові свиноматок за дії Йоду у формі аквацитрату.**

У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст гормонів щитоподібної залози в крові свиноматок змінюється залежно від фізіологічного стану тварин, рівня та форми поступлення Йоду в їх організм (табл. 3.4, 3.5).

Так, у крові свиноматок контрольної групи на 60-у і 90-у доби поросності вміст Йоду загального був, відповідно, на 23,8 і 14,3 % вищим за аналогічний показник у тварин перед осіменінням. При цьому, після опоросу у лактуючих свиноматок він був близьким до рівня на 90-у добу поросності, а після відлучення порослят – до рівня у свинок перед осіменінням.

Відзначено, що в усі періоди досліду (поросність 60-а і 90-а доба, лактація та у свиноматок після відлучення порослят) рівень трийодтироніну (Т<sub>3</sub>) в крові тварин контрольної групи вірогідно зростав, відповідно, на 13,1; 15,4; 21,9 і 43,9 % , порівняно з показниками у тварин перед їх осіменінням.

Концентрація тироксину ( $T_4$ ) мала дещо іншу залежність, а саме – у крові вагітних тварин (90-а доба) спостерігалась тенденція до зростання, а після родів – до зниження. При цьому, вміст  $T_4$  у крові лактуючих свиноматок був лише на рівні 49,3 % від показника перед їх осіменінням.

Таблиця 3.4

**Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів у плазмі крові поросних свиноматок за різного рівня Йоду в раціоні, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Періоди дослідів	Група тварин	Показники			
		Йод загальний, мкмоль/л	ЙЗБ, мкмоль/л	$T_3$ нмоль/л	$T_4$ нмоль/л
Перед осіменінням		0,42±0,07	0,24±0,07	1,82±0,03	82,52±3,80
60-а доба поросності	К	0,52±0,02	0,32±0,04	2,06±0,08	80,40±4,16
	Д <sub>1</sub>	0,94±0,08***	0,43±0,03**	2,14±0,07	91,08±13,12**
	Д <sub>2</sub>	0,66±0,08	0,40±0,04*	2,04±0,04	88,95±7,24
	Д <sub>3</sub>	0,50±0,04	0,32±0,04	1,98±0,06	86,15±8,16*
	Д <sub>4</sub>	0,30±0,04**	0,31±0,08	1,72±0,04	70,40±10,16*
90-а доба поросності	К	0,48±0,06	0,32±0,07	2,10±0,04	84,08±4,24
	Д <sub>1</sub>	0,82±0,02***	0,43±0,09**	2,34±0,08	90,16±7,06*
	Д <sub>2</sub>	0,49±0,07	0,34±0,04	2,20±0,05	84,54±6,16
	Д <sub>3</sub>	0,49±0,01	0,33±0,08	2,14±0,07	80,18±7,20
	Д <sub>4</sub>	0,32±0,03**	0,22±0,02**	1,03±0,04	72,12±5,82*

*Примітка:* в цій і наступних таблицях різниця статистично вірогідна порівняно до контролю при: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ .

За результатами проведених експериментальних досліджень щодо з'ясування впливу аквацитрату йоду на функціональний стан щитоподібної залози у свиноматок встановлено, що вміст Йоду та йодтиронінів у крові істотно залежить від надходження аквацитрату йоду з кормом (табл. 3.4 і 3.5).

Встановлено, що вміст Йоду загального у крові свиноматок першої дослідної групи був найвищим ( $P < 0,001$ ) в усі досліджувані нами вікові періоди, порівняно з показниками тварин контрольної та інших дослідних груп.

Таблиця 3.5

**Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів у плазмі крові свиноматок (лактуючих і після відлучення поросят) за дії аквацитрату Йоду, ( $M \pm m, n=3$ )**

Періоди досліджу	Група тварин	Показник			
		Йод загальний, мкмоль/л	ЙЗБ, ммоль/л	T <sub>3</sub> , нмоль/л	T <sub>4</sub> , нмоль/л
Лакуючі свиноматки	К	0,56±0,02	0,27±0,07	2,22±0,04	40,72±5,42
	Д <sub>1</sub>	0,76±0,04**	0,30±0,02	2,46±0,10	44,84±4,16*
	Д <sub>2</sub>	0,54±0,06	0,28±0,04	2,34±0,12	42,88±7,04*
	Д <sub>3</sub>	0,53±0,04	0,27±0,05	2,30±0,09	39,72±6,16
	Д <sub>4</sub>	0,40±0,05*	0,20±0,03**	1,22±0,05**	30,88±5,82**
Свиноматки після відлучення поросят	К	0,44±0,03	0,22±0,03	2,62±0,04	70,74±5,16
	Д <sub>1</sub>	0,80±0,10***	0,26±0,08*	2,80±0,07	82,17±7,14
	Д <sub>2</sub>	0,46±0,07	0,24±0,05	2,58±0,08	70,56±9,06
	Д <sub>3</sub>	0,54±0,03*	0,23±0,05	2,52±0,05	69,66±8,94
	Д <sub>4</sub>	0,30±0,08**	0,18±0,04*	1,06±0,03**	49,44±5,10**

За умови додавання до раціонів Йоду у формі цитрату у кількості, що (в перерахунку на елемент), була еквівалентною його вмісту в стандартному мінеральному преміксі (СМП), вміст Йоду в плазмі крові свиноматок на 60-у і 90-у доби поросності перевищував показники тварин контрольної групи на 80,8 і 70,8 % ( $P < 0,001$ ). При цьому, зростання концентрації в крові Йоду, зв'язаного з білком (ЙЗБ) на 31,7 % і 32,7 % ( $P < 0,01$ ), відповідно, відзначалося лише за тенденції до збільшення рівня трийодтироніну і тироксину. У свиноматок лактуючих і після відлучення поросят введення Йоду в дозі, що відповідала рівню досліджуваного біоелемента у складі СМП, характеризувалося збільшенням

у крові концентрації Йоду загального на 35,7 ( $P < 0,01$ ) і 81,8 % ( $P < 0,001$ ) і ЙЗБ – на 10,9 і 14,9 %, а також гормонів  $T_3$  – на 10,8 і 6,9 % і  $T_4$  – на 10,2 і 16,2 %, відповідно.

Після родів у свиноматок першої дослідної групи вміст Йоду у плазмі крові, порівняно із періодом поросності, мав тенденцію до незначного зниження, однак перевищував показники контрольної групи лактуючих свиноматок на 35,7 % ( $P < 0,01$ ) та свиноматок після відлучення порослят – на 81,8 % ( $P < 0,001$ ).

Водночас, додавання до раціонів свинок мікроелемента у формі аквацитрату в кількості, що становила 50 і 25 % від його рівня в СМП (друга та третя дослідні групи), не призводило до різких змін вмісту Йоду загального в крові, відносно контролю. Із збільшенням терміну поросності (90-а доба), рівень Йоду загального та ЙЗБ суттєвих змін не зазнавали, однак у цьому періоді відзначено зниження вмісту гормону  $T_4$ , порівняно з 60-ю добою поросності на 5,2 (група  $D_2$ ) і 7,4 % (група  $D_3$ ), відповідно. У лактуючих свиноматок та свиноматок після відлучення порослят, на тлі згодовування їм 50 і 25 % Йоду у формі цитрату, вміст Йоду та тиреоїдних гормонів був подібним до показника свиноматок контрольної групи, що отримували з кормом Йод у формі калію йодиду.

Доведено, що кількість ЙЗБ свідчить про здатність щитоподібної залози перетворювати засвоєний з крові неорганічний Йод в органічну його форму і виділятися в кров у вигляді тиреотонінів [15].

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що рівень ЙЗБ в плазмі крові свиноматок залежав від концентрації Йоду загального. З'ясовано, що концентрація ЙЗБ в плазмі крові тварин другої дослідної групи, на 60-у добу поросності, була вищою на 23,9 % ( $P < 0,01$ ), порівняно з аналогами контрольної шрупи, тобто тими, які отримували Йод у молекулярній формі.

Більш наглядно динаміку зміни рівня Йоду у крові свиноматок наведено на діаграмах (рис. 1, 2).

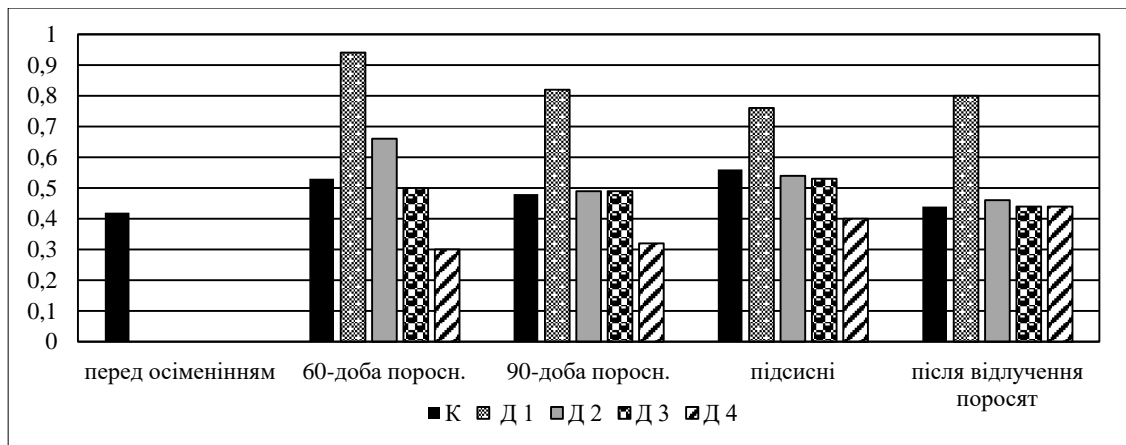


Рис. 1. Вміст загального Йоду в крові свиноматок, мкмоль/л, (n=3)

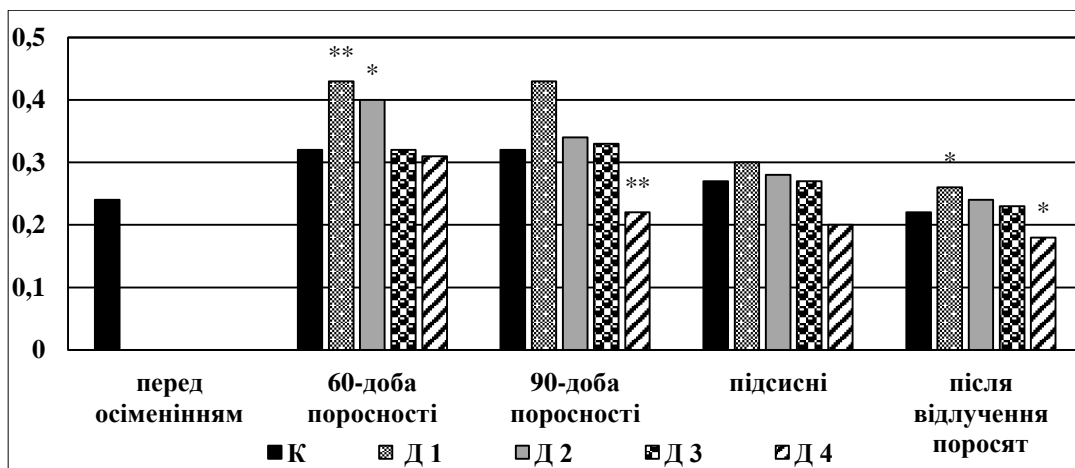


Рис. 2. Вміст Йоду, зв'язаного з білком у крові свиноматок, ммоль/л (n=3)

На тлі високого рівня в крові Йоду, зв'язаного з білком, вміст тироксину, у тварин другої та третьої дослідних груп, перевищував кількість тироксину у свинок, що отримували із раціоном неорганічний Йод на 10,6 % і 7,2 %, відповідно. Вміст трийодтироніну у крові тварин цих дослідних груп мав тенденцію до незначного зниження (рис. 3, 4).

Стосовно періоду після родів, то вміст ЙЗБ у крові свиноматок трьох дослідних груп (Д<sub>1</sub>, Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>) був, відносно, стабільним, і лише у тварин четвертої дослідної групи, знижувався, порівняно з показниками у тварин контрольної групи на 18,7 % (P<0,05) на тлі низького рівня Йоду в раціоні навіть в аквацитратній формі.



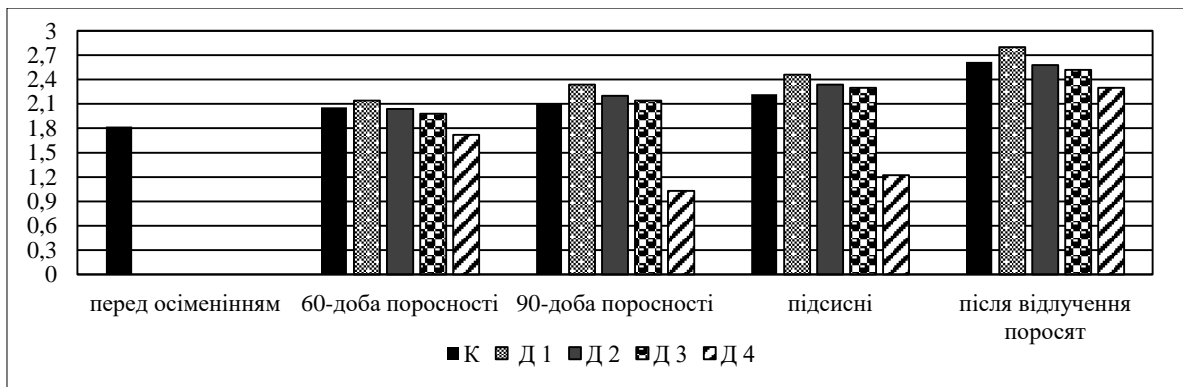


Рис. 3. Вміст трийодтироніну в крові свиноматок, нмоль/л (n=3)

Введення до раціону порослих свиноматок найменшої досліджуваної кількості Йоду в нанодисперсній формі (10 % від вмісту елемента в молекулярній формі в складі СМП) характеризувалося зниженням рівня Йоду в плазмі крові (4-а дослідна група). Так, вміст Йоду в крові тварин цієї групи на 60-у і 90-у доби поросності був, відповідно, на 57,7 і 33,3 % ( $P < 0,001$ ) меншим за показник свиноматок контрольної групи.

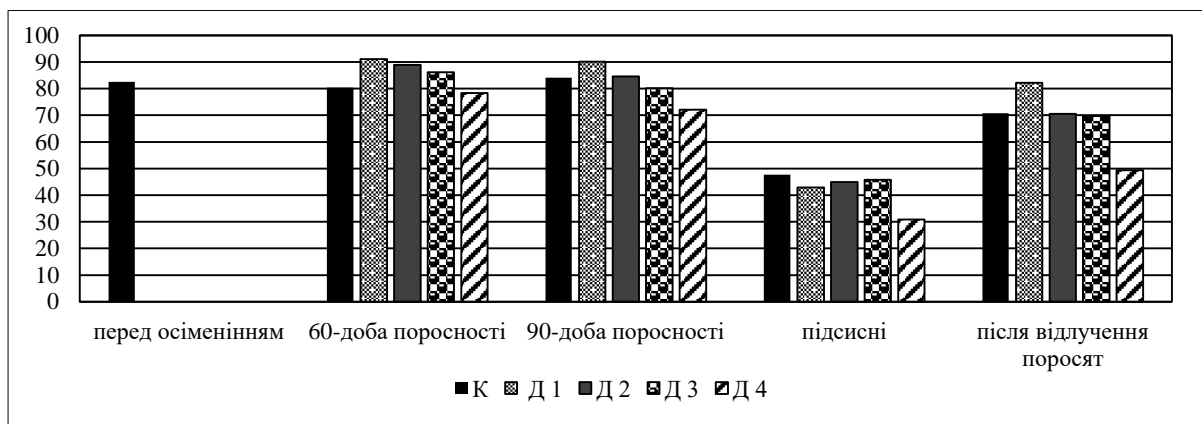


Рис. 4. Вміст тироксину в крові свиноматок, нмоль/л (n=3)

Після опоросу така закономірність зберігалася, однак відхилення від рівня Йоду в крові тварин контрольної групи були менш відчутні. Концентрація Йоду загального в крові лактуючих свиноматок, а в подальшому – за відлучення від них поросят знижувалась вже на 28,6 ( $P < 0,05$ ) і 31,8 % ( $P < 0,01$ ), відповідно. Подібна тенденція характерна і для рівня Йоду, зв'язаного з білком (рис. 2). На 60-у і 90-у доби досліду його вміст у сироватці крові порослих свиноматок знаходився на рівні 73 і 68,3 % ( $P < 0,01$ ), порівняно із тваринами, що отримали Йод у

неорганічній формі в обґрунтованій дозі, і продовжував знижуватись у тварин після опоросу. У тварин, що отримували аквацитрат йоду в кількості, еквівалентній 1/10 його вмісту в складі СМП, на тлі зниження рівня Йоду в крові, характерним було зменшення концентрації гормонів  $T_3$  і  $T_4$  (рис.3,4). Найбільш відчутним було зниження у крові свиноматок рівня трийодтироніну. Так, його вміст на 60-у добу поросності свинок був нижчим на 45,1 % ( $P < 0,001$ ), а на 90-у добу – на 50,2 % порівняно з показниками у тварин контрольної групи. Вміст тироксину теж знижувався, особливо під кінець періоду поросності, однак ця різниця, стосовно, контрольної групи, не була особливо вираженою. З урахуванням отриманих в експерименті результатів можна припускати, що досліджувана кількість Йоду в нанодисперсній формі для поросних і лактуючих свиноматок є критично малою і не здатна забезпечити функціональний стан щитоподібної залози. Низький, але відносно стабільний рівень Йоду зв'язаного з білком в усі періоди досліду, є, очевидно, результатом тимчасової адаптації організму свиноматок до нестачі Йоду. Достатньо високий рівень тироксину у крові свиноматок, на тлі дефіциту Йоду в кормах, є ймовірно, результатом кращого його засвоєння щитоподібною залозою, за рахунок зниження концентрації у сироватці крові та екскреції з сечею.

Нами встановлено, що рівень Йоду загального в молозиві свиноматок контрольної групи був на 76,9 % вищим, ніж в молоці (табл.3.6).

Таблиця 3.6

**Концентрація Йоду загального в молозиві і молоці свиноматок за дії аквацитрату Йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Група тварин	Вміст Йоду загального, нмоль/л	
	Молозиво	Молоко
Контроль, (К)	1,38±0,16	0,78±0,03
Дослідна I (Д <sub>1</sub> )	1,86±0,08**	1,09±0,08**
Дослідна II (Д <sub>2</sub> )	1,66±0,12**	0,96±0,06*
Дослідна III (Д <sub>3</sub> )	1,56±0,44	0,80±0,06
Дослідна IV (Д <sub>4</sub> )	1,34±0,22	0,40±0,09*

За вивчення залежності вмісту Йоду в молозиві, а в подальшому і в молоці, від рівня досліджуваного біоелемента в кормах, з'ясовано, що найвищим цей показник був у свиноматок першої дослідної групи, які отримувала Йод у формі аквацитрату в кількості, рівній його вмісту в складі мінерального преміксу. Різниця, у порівнянні з контролем, причому як в молозиві, так і молоці цієї групи свиноматок була вірогідною, і становила 34,8 і 39,7 % ( $P < 0,01$ ).

Концентрація Йоду в досліджуваному біоматеріалі (молозиво, молоко) свиноматок другої та третьої дослідних груп дещо зростала, у порівнянні з показником тварин контрольної групи. Зокрема, вміст Йоду в молозиві свиноматок групи Д<sub>2</sub> був вищим на 20,3 % ( $P < 0,01$ ), а в молоці – на 23,1 % ( $P < 0,05$ ). Цікавою, на наш погляд, виглядала ситуація із вмістом Йоду в молоці і молозиві свиноматок четвертої дослідної групи, що отримували з кормом аквацитрат йоду в дуже малій кількості (10 % від рівня Йоду в складі СМП). Зокрема, встановлено, що вміст Йоду загального в молозиві був близьким до показника тварин контролю, однак, очевидно, за дефіциту Йоду в раціоні свиней цієї групи, компенсаторні механізми не безмежні і через це концентрація Йоду в молоці свиноматок була майже вдвічі меншою ( $P < 0,001$ ).

Таким чином, аквацитрат йоду, є високоактивною наноформою цього мікроелемента і забезпечує функціональний стан щитоподібної залози у поросних і лактуючих свиноматок за введення їм до раціону Йоду в половинній і навіть четвертинній кількості, по відношенню до його вмісту в складі СМП. Рівноцінна (1:1), порівняно із калію йодидом, доза Йоду в формі аквацитрату, не відзначається ознаками, характерними для гіпертиреозу, однак, є необґрунтованою. Введення до раціону свиноматок біоелемента у формі аквацитрату на рівні 10 % від його кількості в молекулярній формі характеризується різким зниженням вмісту Йоду і йодтиронінів у крові тварин, що є швидше за все, ознакою пригнічення функціонального стану щитоподібної залози.

Результати досліджень опубліковані у праці: Седіло Г.М., Гунчак Р.В., Вовк С.О. Вміст йоду та тиреоїдних гормонів у крові свиноматок за різного рівня

цитрату йоду в їх раціонах. Вісник Сумського національного аграрного університету, 2017. Вип.7 (33). С.207-211 [218].

### **3.2.2. Гематологічні показники свиноматок за дії аквацитрату йоду**

У результаті проведених досліджень встановлено, що рівень показників гемопоезу залежить як від фізіологічного стану свиноматок, так і від вмісту Йоду, що надходить в їх організм із кормом (табл.3.7).

З початком вагітності у тварин відбувається своєрідна перебудова організму, змінюється їх гормональний статус, що характеризується активацією системи кровотворення і є, в цей період, фізіологічною адаптаційною реакцією. Так, в крові свиноматок на 60-у добу поросності, порівняно із тваринами до осіменіння, кількість еритроцитів зростала на 5,9 %, вміст гемоглобіну – на 2,1 % і гематокритна величина – на 8,3 %. При цьому, число лейкоцитів суттєвих змін не зазнавало.

Із збільшенням терміну вагітності (90-а доба) за тенденції до незначного зростання числа еритроцитів, гемоглобіну і гематокриту, кількість лейкоцитів, порівняно із тваринами до осіменіння вірогідно збільшувалась на 11,8 %. У лактуючих свиноматок і свиноматок після відлучення порослят, порівняно із поросними тваринами (90-а доба), гематокритна величина знижувалась, відповідно на 17,1 та 7,3 % (табл. 3.7, 3.8).

У тварин цих груп відзначено також зниження кількості лейкоцитів (на 5,3 і 3,5 %), хоч, порівняно із тваринами до осіменіння, цей показник був ще вищим – на 5,9 і 7,8 %, відповідно.

Нами встановлена залежність процесу кровотворення, в усі періоди досліджу, від включення до складу раціонів свиноматок аквацитрату йоду. Так, відзначено, що надходження в їх організм різних кількостей нової наноорганічної форми Йоду мало вплив на еритро- і лейкопоез. Додаток аквацитрату йоду дозою, що була еквівалентна вмісту Йоду у преміксі в формі калію йодиду (група Д<sub>1</sub>) призводила до зниження, порівняно з тваринами контрольної групи, числа

еритроцитів і гематокриту у свиноматок на 60-у добу поросності, відповідно, на 7,6 і 7,7 %.

Таблиця 3.7

**Гематологічні показники поросних свиноматок за різного рівня Йоду в їх раціонах, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Період досліджу	Група	Показник			
		Еритроцити, Т/л	Гемоглобін, г/л	Гематокрит, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Лейкоцити, Г/л
Перед осіменінням		6,44±0,81	112,4±1,52	0,36±0,03	10,2±0,72
60-а доба поросності	К	6,82±0,14	114,80±2,60	0,39±0,02	10,4±0,42
	Д <sub>1</sub>	6,30±0,40	115,20±2,88	0,36±0,02	10,5±0,02
	Д <sub>2</sub>	6,98±0,26	116,4±1,80	0,40±0,01	11,1±0,70
	Д <sub>3</sub>	6,96±0,17	118,20±2,12	0,39±0,02	10,8±0,34
	Д <sub>4</sub>	6,12±0,20	110,24±1,94	0,32±0,03*	10,4±0,37
90-а доба поросності	К	6,92±0,17	117,1±2,22	0,41±0,04	11,4±0,59
	Д <sub>1</sub>	6,58±0,26	115,6±3,16	0,37±0,04	12,9±0,30*
	Д <sub>2</sub>	7,08±0,18	118,4±4,40	0,43±0,03	11,9±0,22
	Д <sub>3</sub>	7,14±0,24	120,1±4,12	0,40±0,03	12,2±0,38
	Д <sub>4</sub>	6,30±0,21	112,2±3,36	0,34±0,01**	14,8±0,46**

Із зростанням терміну поросності (90-а доба) число лейкоцитів у крові свиноматок першої дослідної групи зростало, порівняно із тваринами контрольної групи, на 13,2 % ( $P < 0,05$ ).

У подальшому, після опоросу, гематологічні показники лактуючих свиноматок і свиноматок після відлучення порослят не виходили за фізіологічні межі, характерні для цих груп тварин, хоч і були дещо меншими ніж у тварин контрольної групи (табл. 3.8).

Введення до складу раціонів свинок другої і третьої дослідних груп аквацитрату йоду у дещо менших кількостях (50 і 25 %) від вмісту неорганічного

Йоду у складі СМП) відзначено позитивну тенденцією до зростання в їх крові на 90-у добу поросності числа еритроцитів на 5,2 і 5,5 % та вмісту гемоглобіну – на 2,8 і 3,2 %. Кількість лейкоцитів, за таких умов, на 60-у добу поросності підвищувалась на 8,3 і 5,6 %, а на 90-у – на 7,3 і 10,1 %, відповідно.

Таблиця 3.8

**Вплив аквацитрату йоду на гематологічні показники лактуючих свиноматок, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Період досліджу	Група	Показник			
		Еритроцити, Г/л	Гемоглобін, г/л	Гематокрит, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Лейкоцити, Г/л
Лактуючі свиноматки	К	6,46±0,28	108,2 ±5,24	0,34±0,02	10,8±0,24
	Д <sub>1</sub>	6,22±0,18	106,7±3,22	0,33±0,04	11,2±0,37
	Д <sub>2</sub>	6,62±0,14	109,6±5,16	0,36±0,05	11,7±0,46
	Д <sub>3</sub>	6,54±0,20	106,8±4,14	0,35±0,04	11,4±0,22
	Д <sub>4</sub>	5,90±0,18	104,4±3,76	0,30±0,02	10,8±0,24
Свиноматки після відлучення порослят	К	6,54±0,24	111,6±3,44	0,33±0,04	11,00±0,33
	Д <sub>1</sub>	6,30±0,18	110,7±3,73	0,34±0,05	10,9±0,22
	Д <sub>2</sub>	6,88±0,16	114,7±4,02	0,39±0,04	11,8±0,14
	Д <sub>3</sub>	6,90±0,24	115,2±3,74	0,40±0,03	12,1±0,34
	Д <sub>4</sub>	6,14±0,32	104,6±4,16	0,33±0,02	15,4±0,59*

Подальше зменшення у раціоні свиноматок (група Д<sub>4</sub>) Йоду у формі цитрату (10 % від його кількості в складі СМП) характеризувалось пригніченням гемопоетичної функції. Так, нами відзначено, що у крові свиноматок на 60-у і 90-у добу поросності число еритроцитів знижувалось, відповідно, на 10,3 і 9,0 %, а вміст гемоглобіну – на 4,0 і 4,2 %. При цьому, гематокритна величина зменшувалася на 17,9 і 17,1 % ( $P < 0,01$ ). У заключний період поросності (90-а доба) характерним було зростання кількості лейкоцитів у крові свиноматок четвертої дослідної групи на 29,8 % ( $P < 0,01$ ).

Проведений аналіз гематологічних показників у свиноматок після опоросу показав, що у тварин другої і третьої дослідних груп вони були близькими до показників тварин контрольної групи. Кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну і гематокритна величина у першій і четвертій дослідних групах лактуючих свиноматок мала виражену тенденцію до зниження. Подібна картина, за введення до раціону свиноматок доз Йоду в формі аквацитрату, еквівалентних 1:1 (Д<sub>1</sub>) і 0,1:1 (Д<sub>4</sub>) його вмісту в СМП, характерна також для свиноматок після відлучення поросят.

За аналізом лейкограми (табл. 3.9, 3.10) встановлене зниження відсотка еозинофілів та зростання числа лімфоцитів у крові в різні періоди досліду було, ймовірно, результатом фізіологічної перебудови організму свиноматок. Суттєвого впливу Йоду, у формі аквацитрату на клітинний склад білої крові не відзначено. У свиноматок після опоросу і відлучення від них поросят характерною була динаміка щодо поступового зниження відсотка еозинофілів та паличкоядерних нейтрофілів, а рівень лімфоцитів наближався до показника тварин перед осіменінням.

Отже, підсумовуючи отримані результати, можна висловити припущення, що Йод у формі аквацитрату відзначається вищою хімічною і біологічною активністю та здатністю впливати на гемопоетичні процеси в організмі тварин у менших дозах, ніж вища доза Йоду у формі неорганічної солі. Нами встановлено, що за половинної і, навіть, четвертинної кількості Йоду у формі аквацитрату, порівняно із КІ, забезпечується відповідний процес кровотворення, характерний для свиней відповідного фізіологічного стану. Відсоток лімфоцитів, характерний для тварин контрольної групи, забезпечується включенням до раціонів поросних свиноматок аквацитрату йоду в кількостях, що еквівалентні (в перерахунку на Йод) 0,25; 0,5 і 1,0 частки біоеlementу в складі калію йодиду.

Вплив аквацитрату йоду на лейкограму крові порослих свиноматок, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Періоди дослідження	Група тварин	Лейкограма (%)					
		Базофіли	Еозинофіли	Нейтрофіли паличкоядерні	Нейтрофіли сегментноядерні	Лімфоцити	Моноцити
До осіменіння		0	6,2±0,24	6,2±0,18	30,7±2,72	54,2±4,16	2,7±0,18
60-а доба поросності	К	0	7,4±0,18	7,0±0,42	33,2±1,16	49,7±5,18	2,7±0,09
	Д <sub>1</sub>	0	7,0±0,26	7,7±0,50	34,4±3,04	48,6±4,84	2,6±0,22
	Д <sub>2</sub>	0	7,3±0,36	7,2±0,26	32,6±2,88	50,2±3,80	2,7±0,13
	Д <sub>3</sub>	0	7,5±0,12	7,3±0,46	32,6±2,18	50,0±6,24	2,6±0,18
	Д <sub>4</sub>	0	7,7±0,14	7,7±0,24	32,8±3,18	49,2±3,72	2,6±0,12
90-а доба поросності	К	0,2±0,01	7,8±0,14	7,4±0,62	31,2±3,16	50,7±1,02	2,9±0,24
	Д <sub>1</sub>	0,2±0,01	7,7±0,34	7,3±0,26	30,7±4,04	51,3±3,88	2,8±0,22
	Д <sub>2</sub>	0,2±0,01	7,5±0,22	7,2±0,32	31,8±2,16	50,5±4,52	2,8±0,18
	Д <sub>3</sub>	0,2±0,01	7,5±0,40	7,2±0,44	34,1±2,88	48,2±4,68	2,8±0,20
	Д <sub>4</sub>	0,2±0,01	8,1±0,23	7,3±0,29	35,2±3,14	46,4±3,18	2,8±0,18



Лейкограма крові лактуючих свиноматок і після відлучення поросят, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Періоди дослідів	Група тварин	Лейкограма (%)					
		Базофіли	Еозинофіли	Нейтрофіли паличкоядерні	Нейтрофіли сегментноядерні	Лімфоцити	Моноцити
Лактуючі свиноматки	К	0,3±0,02	6,0±0,28	7,5±0,38	31,0±3,64	52,6±5,16	2,6±0,18
	Д <sub>1</sub>	0,3±0,02	7,0±0,30	7,5±0,42	33,6±3,26	48,8±5,88	2,8±0,09
	Д <sub>2</sub>	0,3±0,02	6,8±0,17	7,4±0,26	31,9±4,16	53,2±3,72	2,7±0,06
	Д <sub>3</sub>	0,3±0,02	6,9±0,32	7,3±0,34	32,1±2,90	50,9±5,84	2,5±0,14
	Д <sub>4</sub>	0,3±0,02	7,4±0,16**	7,9±0,36	31,0±3,54	48,4±3,75	2,7±0,18
Свиноматки після відлучення поросят	К	0,1±0,01	6,4±0,18	5,7±0,18	32,0±0,18	53,2±4,16	2,6±0,18
	Д <sub>1</sub>	0,1±0,01	7,2±0,26	6,6±0,36	33,4±0,28	49,9±6,02	2,8±0,09
	Д <sub>2</sub>	0,1±0,01	6,5±0,22	5,4±0,17	30,9±0,08	54,6±2,84	2,5±0,14
	Д <sub>3</sub>	0,2±0,01	6,5±0,18	5,5±0,15	32,7±0,34	52,6±3,16	2,5±0,10
	Д <sub>4</sub>	0,1±0,01	7,0±0,13	7,2±0,18**	34,8±0,40	48,4±3,82	2,5±0,12

За зменшення дози наноорганічної форми досліджуваного мікроелемента до 10 %, спостерігається зниження в крові лімфоцитів, особливо на 90-у добу поросності свиноматок, і становить 91,5 %, по відношенню до свиноматок, що отримували калію йодид. Подібні тенденції щодо зміни гематологічних показників характерні також для свиноматок після опоросу.

Результати досліджень опубліковані у праці:

Гунчак Р.В. Динаміка морфологічних показників крові поросних і підсисних свиноматок за дії цитрату йоду. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2017. Т. 19, №79. С.173-178 [219].

### **3.2.3. Вплив аквацитрату йоду на перебіг метаболічних процесів в організмі свиноматок**

За результатами досліджень встановлено, що зі збільшенням терміну вагітності свинок відслідковується чітка тенденція до зниження рівня загального протеїну в сироватці крові (табл. 3.11).

Зокрема, у тварин контрольної групи на 90-у добу поросності вміст загального протеїну був меншим на 3,34 г/л, або на 4,6 %, порівняно з аналогічним показником на 60-у добу вагітності. Після опоросу, внаслідок зміни гормонального статусу організму, у тварин поступово активізується протеїнсинтезувальна функція. Рівень загального протеїну в лактуючих свиноматок дещо підвищувався, хоч і залишався нижчим рівня тварин до осіменіння, що, очевидно, пов'язано із процесом молокоутворення. Вміст протеїну у сироватці крові свиноматок після відлучення порослят перевищував показник поросних свиноматок (90-а доба) на 7,1 %.

Водночас, заміна у складі СМП неорганічної форми Йоду на наноорганічну також викликає зміни біохімічних показників у сироватці крові свинок, що обумовлено як відповідним фізіологічним станом тварин, так і кількістю Йоду, що поступає із кормом.

**Рівень загального протеїну та окремих його фракцій  
у сироватці крові порослих свиноматок, (M±m, n=3)**

Показник	Група тварин				
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
60-а доба поросності					
Протеїн, загальний, г/л	72,18±1,34	68,14±2,01*	74,26±2,7	72,04±2,86	65,82±1,38*
В т.ч.:					
альбуміни, %	42,62±1,02	41,16±1,88	43,17±1,56	41,99±1,79	39,79±1,34
α-глобуліни, %	16,40±0,92	16,28±1,16	16,93±1,44	15,60±1,17	16,42±0,95
β-глобуліни, %	18,46±0,82	25,14±1,82	18,89±1,03	20,63±0,64	24,15±0,72**
γ-глобуліни, %	29,52±1,24	17,42±2,12	21,96±0,91	21,76±1,12	19,64±1,06**
Коефіцієнт А/Г	0,74	0,70	0,76	0,72	0,66
90-а доба поросності					
Протеїн, загальний, г/л	68,84±1,18	66,13±2,25	73,66±2,49	72,18±2,11	60,16±1,21*
В т.ч.:					
альбуміни, %	40,16±1,83	39,08±2,84	39,44±0,97	40,44±1,16	38,17±1,83
α-глобуліни, %	15,46±0,53	15,93±0,36	15,82±0,61	15,24±0,89	16,02±0,86
β-глобуліни, %	23,22±0,71	25,13±1,16	22,78±0,72	22,18±0,90	27,77±0,92
γ-глобуліни, %	21,16±0,44	19,86±0,66	21,96±0,96	22,14±0,87	18,04±0,61
Коефіцієнт А/Г	0,67	0,64	0,65	0,68	0,63

Зокрема, нами з'ясовано, що Йод, у нанодисперсній формі, проявляє свій позитивний вплив на рівень загального протеїну в сироватці крові у дозі, що становить 50 і 25 % (групи тварин Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>) від кількості біоеlementу в СМП. Характер змін вмісту загального протеїну у крові тварин цих дослідних груп був подібним (60-а доба) і мав тенденцію до підвищення (90-а доба), порівняно із свиноматками контрольної групи. Зростання рівня протеїну на останньому періоді поросності у тварин цих дослідних груп на 7,0 і 4,9 % супроводжувалось рівномірним, порівняно з контролем, зростанням вмісту в ньому альбумінів і

глобулінів.

За умови введення з кормом Йоду у формі аквацитрату у кількості, еквівалентній вмісту елемента в складі мінерального преміксу (група тварин Д<sub>1</sub>) та кількості, що становила 1/10 (група тварин Д<sub>4</sub>) від його вмісту в СМП, нами, на 60-у добу поросності, виявлено вірогідне зниження рівня загального протеїну в крові свиноматок на 5,6 і 8,2 % ( $P < 0,05$ ), відповідно, порівняно з показниками тварин контрольної групи. При цьому, у свиноматок четвертої дослідної групи у цей період, і за такої дози Йоду, встановлено зменшення відсотка альбумінів (на 6,5 %) і  $\gamma$ -глобулінів (на 33,5 %,  $P < 0,01$ ) та суттєве зростання кількості  $\beta$ -глобулінів (на 30,8 %,  $P < 0,01$ ).

Подібна тенденція щодо пригнічення синтезу протеїну у поросних свиноматок за найнижчого рівня надходження Йоду у формі аквацитрату (1:10) відзначена в останній третині вагітності. Вміст загального протеїну, за цих умов, у сироватці крові свиноматок на 90-у добу поросності був на рівні 87,4 % ( $P < 0,05$ ), по відношенню до тварин контрольної групи. Зниження відсотка альбумінів та коефіцієнта А/Г із 0,67, у тварин контрольної групи, до 0,63 у свинок четвертої дослідної групи є не стільки ознакою зниження протеїнсинтезувальної функції печінки, на тлі гіпофункції щитоподібної залози, а зумовлений інтенсивним використанням протеїну в процесах пренатального росту і розвитку плодів.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що поступлення Йоду у формі аквацитрату в кількості, меншій за його рівень в СМП у 2 і 4 рази (група тварин Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>) є достатнім для забезпечення функціонального стану щитоподібної залози у свиноматок лактуючих і після відлучення порослят (табл. 3.12).

Встановлено, що вміст загального протеїну в сироватці крові, за цих умов, був близьким до його кількості у свиноматок контрольної групи, що отримувала науково обґрунтовану дозу Йоду у формі калію йодиду.

Однак, тривале введення до раціону свиней Йоду у формі аквацитрату в мінімально досліджуваній дозі (10 % від вмісту у СМП), очевидно, є критично малою для синтезу тиреоїдних гормонів і не забезпечує необхідного впливу на основний обмін.

**Вплив різних доз аквацитрату Йоду на рівень протеїну загального і його окремих фракцій у сироватці крові свиноматок після опоросу, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Показник	Група тварин				
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
Свиноматки лактуючі					
Протеїн, загальний, г/л	69,12±2,19	71,00±2,53	72,77±3,12	71,82±3,14	62,61±2,22
В т.ч.:					
альбуміни, %	38,99±2,02	37,24±2,06	41,20±1,84	41,01±1,60	33,16±1,18
α-глобуліни, %	16,10±0,72	16,14±0,92	16,44±1,08	16,08±0,75	15,88±0,76
β-глобуліни, %	22,27±0,56	26,54±1,14	19,22±0,94	19,35±0,69	19,44±1,08
γ-глобуліни, %	22,64±0,61	19,82±0,79	23,14±0,85	22,18±0,84	16,08±0,76
Коефіцієнт А/Г	0,64	0,59	0,70	0,70	0,50
Свиноматки після відлучення поросят					
Протеїн, загальний, г/л	73,76±3,18	68,17±1,60	72,34±2,18	71,14±2,95	60,48±3,33 *
В т.ч.:					
альбуміни, %	39,08±1,16	36,55±0,55	40,22±0,86	38,30±1,04	32,14±0,78 **
α-глобуліни, %	16,75±0,84	16,88±0,93	17,54±0,63	17,12±1,06	16,16±0,75
β-глобуліни, %	20,51±0,43	23,45±0,66	17,60±0,28	20,44±0,88	30,04±0,52
γ-глобуліни, %	23,66±0,79	23,12±0,75	24,64±0,52	24,06±1,10	21,70±0,67
Коефіцієнт А/Г	0,64	0,58	0,67	0,62	0,47

Це підтверджується зниженням вмісту загального протеїну у крові лактуючих свиноматок на 9,4 % і свиноматок після відлучення поросят – на 18,1 % ( $P < 0,05$ ). При цьому, найбільш характерним було зменшення кількості альбумінів у сироватці крові. У лактуючих свиноматок цей показник був менший за показник тварин контрольної групи на 15,0 %, а у свиноматок після відлучення – на 17,8% ( $P < 0,01$ ).

Для повнішої характеристики впливу аквацитрату Йоду на перебіг біохімічних реакцій в організмі, нами досліджено активність амінотрансфераз

(АлАТ і АсАТ) та лужної фосфатази у сироватці крові тварин (табл. 3.13,3.14).

Таблиця 3.13

**Активність ензимів сироватки крові поросних свиноматок  
за різного рівня аквацитрату йоду в раціоні, (M±m, n=3)**

Періоди дослідів	Група тварин	Показник		
		АлАТ Од/л	АсАТ Од/л	ЛФ Од/л
До осіменіння		34,12±3,74	32,84±2,66	67,16±5,16
60-а доба поросності	К	42,99±4,22	40,48±3,18	78,82±5,64
	Д <sub>1</sub>	44,24±4,72	45,16±2,84	86,15±7,02
	Д <sub>2</sub>	43,66±5,06	42,16±5,04	79,90±4,80
	Д <sub>3</sub>	43,16±2,24	42,88±5,16	82,42±2,17
	Д <sub>4</sub>	52,82±3,66**	50,14±6,22 *	111,16±6,64 *
90-а доба поросності	К	54,18±4,43	46,16±4,06	114,60±4,88
	Д <sub>1</sub>	57,82±5,25	47,28±2,88	121,34±5,82
	Д <sub>2</sub>	50,26±6,20	46,04±4,22	102,16±6,62
	Д <sub>3</sub>	48,08±4,26	49,04±5,16	106,66±5,70
	Д <sub>4</sub>	56,48±3,20	53,32±3,18*	168,56±8,20 ***

Висока активність АлАТ, АсАТ і ЛФ, у всі періоди дослідів, відзначена у свиноматок четвертої дослідної групи, що свідчить про недостатнє надходження Йоду в організм. Причому, у цифрових вимірах найбільш характерні зміни встановлені у свиноматок після відлучення порослят.

Різниця у активності АлАТ, АсАТ і ЛФ, через тривалий період згодовування тваринам раціонів з низьким вмістом Йоду, становила, відповідно – 26,7; 18,8 і 32,0 % (P<0,001). Тенденція до зростання активності лужної фосфатази відзначена також у свиноматок першої дослідної групи.

**Активність ензимів сироватки крові лактуючих свиноматок і після відлучення поросят за дії аквацитрату йоду, (M±m, n=3)**

Періоди досліджу	Група тварин	Показник		
		Ал АТ, Од/л	Ас АТ, Од/л	ЛФ, Од/л
Лактуючі свиноматки	К	48,17±3,07	34,66±1,92	54,80±4,04
	Д <sub>1</sub>	47,80±5,02	36,12±2,54	64,12±3,80
	Д <sub>2</sub>	40,16±1,88	33,82±2,84	58,14±4,12
	Д <sub>3</sub>	40,64±1,64	35,06±3,12	60,00±7,02
	Д <sub>4</sub>	59,46±4,24***	42,88±4,16*	86,64±5,26 **
Свиноматки після відлучення поросят	К	41,16±2,72	38,08±4,10	60,72±6,42
	Д <sub>1</sub>	47,14±3,22	40,66±2,86	71,16±6,20
	Д <sub>2</sub>	40,44±2,16	36,62±2,82	64,72±5,16
	Д <sub>3</sub>	44,10±4,15	37,04±4,36	66,20±3,90
	Д <sub>4</sub>	52,16±3,54***	45,25±2,11 ***	80,16±5,82 **

Очевидно, що введення до раціонів Йоду у формі аквацитрату в дозі, рівній його вмісту у формі неорганічної солі, є нераціональним, оскільки характеризується активним вивільненням у кров цитоплазматичних ензимів.

Це також підтверджується концентрацією у сироватці крові свиноматок глюкози і сечовини (табл. 3.15).

На тлі дефіциту Йоду, що настає за, очевидно, недостатнього поступлення аквацитрату Йоду з раціоном (група тварин Д<sub>4</sub>) у крові поросних свиноматок (60-а доба) рівень глюкози дещо зростає, однак перед опоросом цей показник вже вірогідно знижувався на 20,5 % (P<0,01) та залишався на низькому рівні у лактуючих свиноматок.

Кількість сечовини у крові свиноматок, за надходження в їх організм різних доз Йоду у формі аквацитрату не виходила за лімітовані межі для даного виду тварин, а встановлене зниження концентрації сечовини у крові тварин

четвертої дослідної групи є, очевидно, результатом пригнічення функціонального стану печінки на тлі гіпофункції щитоподібної залози.

Таблиця 3.15

**Концентрація глюкози і сечовини в сироватці крові свиноматок за різного рівня Йоду раціоні, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Періоди досліджу	Група тварин	Показник	
		Глюкоза ммоль/л	Сечовина ммоль/л
До осіменіння		3,24±0,17	5,40±0,26
60-а доба поросності	К	3,82±0,39	5,24±0,48
	Д <sub>1</sub>	3,94±0,24	5,08±0,35
	Д <sub>2</sub>	3,81±0,42	5,64±0,18
	Д <sub>3</sub>	3,68±0,25	5,32±0,36
	Д <sub>4</sub>	4,20±0,26	4,16±0,54**
90-а доба поросності	К	3,64±0,32	5,04±0,22
	Д <sub>1</sub>	3,40±0,43	5,16±0,30
	Д <sub>2</sub>	3,44±0,41	5,28±0,52
	Д <sub>3</sub>	3,62±0,34	5,52±0,44
	Д <sub>4</sub>	3,02±0,24**	4,12±0,36***
Лактуючі свиноматки	К	3,48±0,46	5,38±0,21
	Д <sub>1</sub>	3,52±0,40	5,20±0,73
	Д <sub>2</sub>	3,72±0,25	5,41±0,47
	Д <sub>3</sub>	3,34±0,37	5,26±0,34
	Д <sub>4</sub>	2,94±0,18**	4,22±0,46**
Свиноматки після відлучення поросят	К	3,36±0,28	5,02±0,42
	Д <sub>1</sub>	3,40±0,16	5,07±0,22
	Д <sub>2</sub>	3,54±0,34	5,13±0,50
	Д <sub>3</sub>	3,41±0,34	4,91±0,38
	Д <sub>4</sub>	3,14±0,29*	4,18±0,29**



Отже, Йод у формі аквацитрату, завдяки кращій проникності через мембрани клітин і здатності легко взаємодіяти з клітинними органелами, проявляє високу хімічну і біологічну активність на обмінні процеси в організмі свиноматок, порівняно із калію йодидом. Кращий стимулювальний вплив на метаболічні процеси відзначено за введення до раціонів свиноматок дози Йоду у формі аквацитрату, що еквівалентна 50 % його кількості у формі калію йодиду, що входив до складу мінерального преміксу.

Результати досліджень опубліковані у праці:

Седіло Г.М., Гунчак Р.М., Пащенко А.Г. Динаміка біохімічних показників сироватки крові свиноматок за різного рівня Йоду в раціоні. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів і кормових добавок та Інституту біології тварин. Львів, 2017. Вип.18, №2. С.57-65 [220].

#### **3.2.4. Ліпідний склад молозива і молока свиноматок за дії йоду аквацитрату**

За результатами проведених досліджень з'ясовано, що молозиво і молоко свиноматок різняться за вмістом загальних ліпідів (табл. 3.16, 3.17).

Так, їх кількість у молозиві свиноматок контрольної групи, що впродовж поросності отримували з раціоном Йод у молекулярній формі був на 33 % ( $P < 0,01$ ) більшим ніж у молоці. За умови введення до раціону свиноматок Йоду нанотехнологічного походження встановлено, що концентрація загальних ліпідів як в молозиві, так і в молоці свиноматок не зазнавала суттєвих змін, хоч у свиноматок першої і четвертої дослідних груп, на тлі високої і найменшої досліджуваної нами кількості мікроелемента, спостерігалась тенденція до незначного зниження вмісту загальних ліпідів.

Більш характерні зміни встановлені при оцінці класів ліпідів. Встановлено, що основними ліпідами молозива і молока свиноматок є триацилгліцероли, причому їх вміст у молозиві в тварин контрольної групи, в перші дні лактації, був вищим за їх вміст у молоці на 18,7 % ( $P < 0,01$ ).

**Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молозиві  
свиноматок, (M±m, n=3)**

Показник	Група тварин				
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
Загальні ліпіди, г/л	87,33±1,86**	85,82±1,24	90,17±2,91	88,40±1,70	82,17±0,88
Класи ліпідів, %					
Фосфоліпіди	3,69±0,31 <sup>1</sup>	3,96±0,46	4,37±0,37*	4,22±0,35*	3,54±0,51
Моно- і діацил- гліцероли	7,23±0,68 <sup>1</sup>	7,48±0,51	6,84±0,48	7,16±0,51	7,66±0,47
Вільний холестерол	6,60±0,24 <sup>1</sup>	6,71±0,32	7,58±0,23*	6,90±0,77	6,24±0,84
Вільні жирні кислоти	4,09±0,29 <sup>111</sup>	2,79±0,44**	2,77±0,41	3,38±0,98	3,62±0,59
Триацил- гліцероли	70,12±2,15 <sup>11</sup>	70,90±1,90	70,14±2,02	70,32±1,14	70,84±1,59
Етерифікований холестерол	8,23±0,48	8,16±0,87	8,30±0,38	8,22±0,42	8,10±0,81

**Примітка:** у таблицях 3.16., 3.17. <sup>1</sup> – P<0,05; <sup>11</sup> – P<0,01; <sup>111</sup> – P<0,001 – (молозиво по відношенню до молока); \* – P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001 – (по відношенню до контролю).

Порівняно із молоком, вірогідно вищим в молозиві на 13,5 % (P<0,05) був рівень фосфоліпідів; на 23,6 % (P<0,05) – вміст вільного холестеролу. І навпаки, у молоці свиноматок порівняно з молозивом вищою була концентрація моно- і діацилгліцеролів, етерифікованого холестеролу і вільних жирних кислот.

Нами підтверджено результати своїх попередніх досліджень, що найбільш толерантною дозою Йоду в нанодисперсній формі є кількість, що еквівалентна 50 і 25 % кількості Йоду (групи тварин Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>), яка входить до складу преміксів в молекулярній формі.

Так, саме у молозиві свиноматок другої і третьої дослідних груп встановлено збільшення відносного вмісту фосфоліпідів, порівняно з контролем, на 18,4 і 14,4 % (P<0,01). Вміст вільного холестеролу в молозиві тварин другої дослідної групи теж був вищим на 14,2 % (P<0,05).

**Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молоці  
свиноматок, (M±m, n=3)**

Показник					
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
Загальні ліпіди, г/л	65,67±1,88	64,72±1,45	66,27±2,15	65,22±1,87	62,02±1,43
Класи ліпідів, %					
Фосфоліпіди	3,25±0,82	3,58±0,27	3,66±0,45	3,47±0,17	3,11±0,40
Моно- і діацил- гліцероли	10,31±0,46	10,66±0,71	12,02±0,37*	11,77±0,41*	10,90±0,78
Вільний холестерол	5,37±0,59	5,28±0,11	5,89±0,26	5,33±0,49	5,10±0,67
Вільні жирні кислоти	11,91±0,49	10,22±0,72*	9,45±0,80*	9,85±0,26	13,10±0,57*
Триацил- гліцероли	59,08±0,94	59,77±3,13	58,82±1,87	50,70±2,66	57,14±1,15
Етерифікований холестерол	10,08±0,52	10,49±0,67	10,16±0,50	10,38±0,66	10,65±0,18

Стосовно фракцій ліпідів у молозиві свиноматок першої і четвертої дослідних груп, то, нами відзначено, що їх вміст суттєвих змін не зазнавав, хоч у тварин першої дослідної групи мав тенденцію до незначного зростання фосфоліпідів та моно- і діацилгліцеролів, а у тварин четвертої дослідної – навпаки, в молозиві знижувався вміст фосфоліпідів, вільного холестеролу і вільних жирних кислот.

У молоці свиноматок другої і третьої дослідних груп вміст моно- і діацилгліцеролів збільшувався, порівняно із показником свиноматок контрольної групи, на 16,6 (P<0,01) і 9,3 % (P<0,05), відповідно, за тенденції до незначного зростання відносного вмісту фосфоліпідів і зниження рівня вільних жирних кислот (табл. 3.17).

На тлі включення до раціонів поросних і лактуючих свиноматок найнижчої досліджуваної кількості Йоду (група тварин Д<sub>4</sub>), у нанодисперсній

формі, в молоці свиноматок знижувався відносний вміст триацилгліцеролів, фосфоліпідів та вільного холестеролу.

Отже, за отриманими нами результатами можна припускати, що Йод, який поступає в організм свиноматок з кормом, за рахунок кращої біодоступності з аквацитратної його форми, активно включається в метаболічні процеси, забезпечує відповідну гормоносинтезувальну функцію щитоподібної залози і через неї впливає на процеси ліпогенезу в організмі. Тиреоїдні гормони незалежними і паралельними шляхами стимулюють експресію тих генів, які мають відношення до ферментів, що контролюють ліпогенез, ліполіз та використання ліпідів у якості енергоджерел.

Результати досліджень опубліковані у праці:

Гунчак Р.В. Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молозиві і молоці свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах /Р.В. Гунчак, Г.М. Седіло, В.О. Кисців, Б.В. Гутий, В.М. Гунчак // Ukrainian Journal of Ecology, 2018, 8(1), 644-648 [221]

### **3.3. Репродуктивна та продуктивна дія аквацитрату йоду у раціонах свиноматок**

За результатами проведених нами досліджень підтверджено численні наукові повідомлення про те, що продуктивні якості свиноматок визначаються функціональним станом їх щитоподібної залози, який може змінюватись не лише за наявності різних патологічних станів, а, в першу чергу, є дозозалежним від надходження есенціальних мікроелементів і, Йоду, зокрема (табл.3.18).

Встановлено, що використання нанорозмірних частинок Йоду у формі аквацитрату, у складі добавок до раціону свиноматок, є ефективним. При цьому, активність гормоносинтезувальної функції щитоподібної залози забезпечується значно нижчою кількістю Йоду в органічній формі, порівняно з неорганічними її солями, що обумовлено високою біодоступністю та біологічною активністю препарату.

Зокрема, нами було з'ясовано (рис.5), що кількість живих поросят, народжених свиноматками другої і третьої дослідних груп була вищою на 5,3 та 3,0 %, відповідно, ніж народжених свиноматками контрольної групи, тобто тими, що отримували Йод з мінерального преміксу в неорганічній формі мікроелементів.

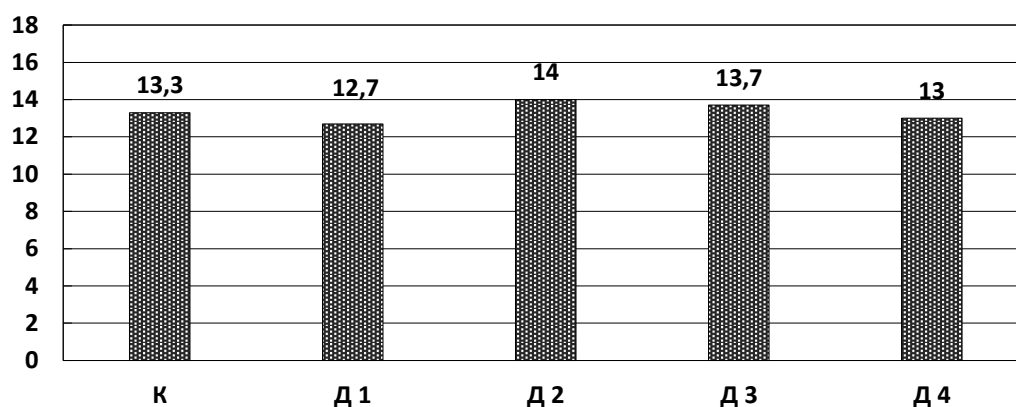


Рис. 5. Кількість живих новонароджених поросят, гол.

Дефіцит Йоду у свиней впливав на функціональний стан щитоподібної залози. Наслідком порушення діяльності ендокринного органу може бути зниження плодючості (запліднювальної та репродуктивної здатності) свиноматок, зростання кількості абортів, внутріутробної смертності плодів, затримка посліду. За таких умов поросята народжуються з ознаками зобу, у свиноматок не відділяється вчасно послід [187]. Водночас, рівень тиреоїдних гормонів в організмі матері значною мірою забезпечує подальший розвиток плода.

Спостереження за фізіологічним станом поросят у нашому досліді свідчать про те, що маса тіла поросят, одержаних від свиноматок другої та третьої дослідних груп була, відповідно, на 8,5 і 5,1 % вищою, порівняно із новонародженими поросятами контрольної групи (табл. 3.19). При цьому поросята були активними, з блискучою шерстю, мали хороший апетит, що забезпечувало нормальний їх ріст і розвиток у підсисний період.

З урахуванням доброї збереженості маса гнізда поросят при відлученні у свиноматок другої і третьої дослідних груп перевищувала масу гнізда тварин контрольної групи на 14,2 і 8,3 % ( $P < 0,001$ ). Водночас, варто відзначити, що середньодобові прирости поросят у цей період були стабільними і знаходились на рівні 250-264 г.

Таблиця 3.19

**Вплив аквацитрату йоду на масу тіла поросят, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Група свинок	Поросята			
	новонароджені		при відлученні (28-ма доба)	
	маса тіла 1 гол., кг	маса гнізда, кг	маса тіла 1 гол., кг	маса гнізда, кг
К	1,18±0,048	15,69±0,62	7,39±0,21	88,68±2,16
Д1	1,10±0,056	13,97±0,59	6,34±0,33*	67,84±1,15**
Д2	1,28±0,082	17,92±0,71	8,41±0,32*	111,85±2,04***
Д3	1,24±0,066	17,00 ±0,65	7,99±0,30*	101,47±1,16***
Д4	1,16±0,045	15,08±0,69	7,21±0,42	84,36±2,08***

Очевидно, кількість Йоду, яка поступала поросяткам цих груп з молоком матері була достатньою для синтезу тиреоїдних гормонів і відповідного їх впливу на метаболічні процеси, та, водночас, сприяла інтенсифікації молкосинтезувальної функції в організмі самих свиноматок, що підтверджується показниками молочності (рис.6). Зокрема, молочність свиноматок другої та третьої дослідних груп була вищою, відповідно, на 28,7 та 15,8 %, порівняно з аналогами контрольної групи.

Результати досліджень інших науковців свідчать про те, що функціональна активність щитоподібної залози залежить від фізіологічного стану тварин та рівня їх продуктивності [222]. Водночас, вищий рівень гормонів трийодтироніну і тироксину в крові тварин пов'язаний з інтенсивнішим ростом і розвитком поросят,

а у свиноматок – кращою секрецією молочних залоз й підвищенням жирності молока.

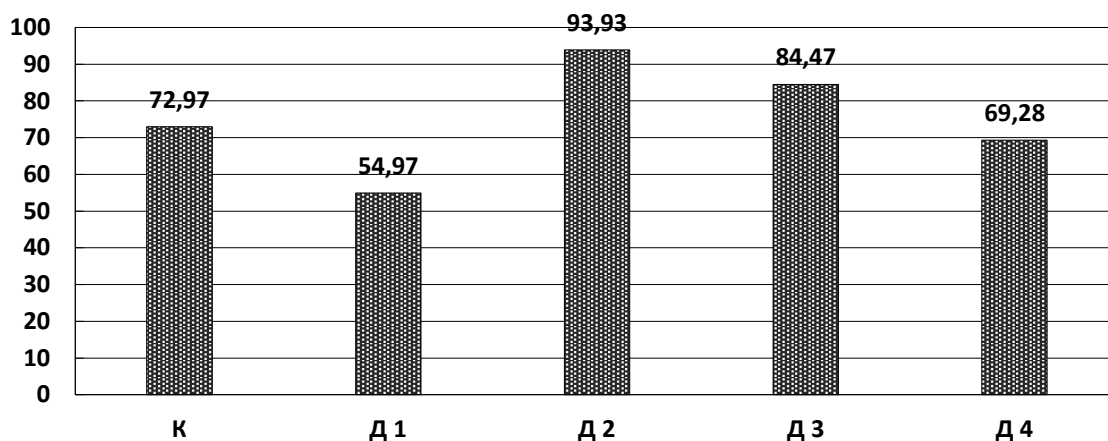


Рис. 6. Молочність свиноматок, кг

Уведення до раціонів свиноматок Йоду, в цитратованій формі, у кількості еквівалентній його вмісту у стандартному мінеральному преміксі, є нераціональним і швидше за все, небажаним, оскільки характеризується певними негативними тенденціями при оцінці продуктивних якостей свиноматок. За встановленого високого рівня тиреоїдних гормонів у крові свиноматок першої дослідної групи, по відношенню до контрольної групи, у них знижувалась багатоплідність, яка знаходилась на рівні 95,5 %. При цьому, маса новонароджених поросят суттєвих відхилень не зазнавала (табл. 3.19).

Однак, за нашими даними, поросята отримані від свиноматок групи Д<sub>1</sub> були менш життєздатними (табл. 3.20). На період їх відлучення від свиноматок відсоток збереженості знаходився на рівні 91,5 % і перевищував допустимий відхід, встановлений для даної помісної групи тварин.

Середньодобові прирости поросят цієї дослідної групи у підсисний період були на 36 г меншими, а маса поросят у період відлучення знаходилась на рівні 84,9 % до маси поросят контрольної групи. Закономірно, що й маса гнізда відлучених поросят від свиноматок першої дослідної групи була нижчою на 23,5 % ( $P < 0,01$ ).

**Збереженість приплоду при відлученні від свиноматок**

Група свинок	Кількість поросят, гол.	Збереженість, %
К	12,6±0,58	94,5
Д1	11,6±0,33	91,5
Д2	13,6±0,33	97,0
Д3	13,4±0,33	97,7
Д4	12,7±0,67	95,1

На високу біодоступність й активність Йоду у формі аквацитрату вказують отримані нами результати досліджень продуктивних показників свиноматок четвертої дослідної групи. За умови додавання до раціону тварин кількості елемента, яка була удесятеро меншою, ніж у стандартному преміксі, збереженість приплоду при відлученні була на рівні контрольної групи. Варто відзначити, що за багатоплідністю і масою тіла новонароджених поросят показники свиноматок четвертої групи також суттєво не відрізнялися від аналогічних у контрольній групі. Подібними були й середньодобові прирости та маса тіла поросят при відлученні, що дає підстави припустити, що навіть така мінімальна кількість Йоду у застосованій наноформі здатна забезпечити гормоносинтезувальну функцію щитоподібної залози у свиноматок та позитивно впливати на їх відтворювальну здатність. Отже, аквацитрат йоду, будучи високоактивною і біодоступною формою забезпечує стимулювальний вплив на відтворювальну здатність свиноматок у кількостях, що становить 25 і 50 % від дози Йоду в молекулярній формі. За кількості Йоду у формі аквацитрату, що еквівалентна його вмісту в неорганічній формі (0,38 мг/кг) у свиноматок знижується багатоплідність, збереженість поросят і їх середньодобові прирости, що характеризує дану дозу як нераціональну і небажану.

Результати досліджень опубліковані у праці:



Гунчак Р.В., Седіло Г.М. Продуктивна дія добавок аквацитрату йоду у раціонах свиноматок. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». Львів-Оброшино, 2017. Вип. 62. С.141-150 [223].

### **3.4. Вплив різного рівня Йоду у формі аквацитрату в раціонах поросних і лактуючих свиноматок на морфологічні та окремі біохімічні показники крові у поросят-сисунів**

За аналізом отриманих в експерименті результатів з'ясовано, що досліджувані показники у поросят змінювалися із віком та залежали від поступлення в організм матері, а з 10-и добового віку разом із престартером, Йоду. Нами встановлено, що на 9-у добу досліджень, тобто у період коли єдиним джерелом забезпечення організму поросят есенціальними мікроелементами є молозиво і молоко свиноматок, гематологічні показники були дозозалежними від поступлення в організм матері Йоду у формі аквацитрату (табл. 3.21).

Так, кількість еритроцитів у крові поросят, народжених від свиноматок другої і третьої дослідних груп, яким до раціонів вводили Йод у формі аквацитрату в кількості 50 і 25 % від його вмісту в складі стандартного мінерального преміксу, був вищим, ніж у поросят контрольної групи на 3,1 і 5,0 %. При цьому, в крові поросят також вищим був рівень гемоглобіну на 13,1 і 11,1 %. На тлі незначного зростання кількості лейкоцитів, особливих відхилень у структурі окремих клітин білої крові не відзначено.

Гематологічні показники поросят, народжених від свиноматок, що отримували з кормом Йод нанотехнологічного походження в кількості, що була еквівалентна або рівна вмісту біоелемента в неорганічній формі (перша дослідна група) та меншій за неї в 10 разів (четверта дослідна група) були, в цей період, близькими до аналогічних у поросят контрольної групи, і не виходили за межі фізіологічних величин.

**Морфологічні показники крові поросят-сисунів за різного рівня  
аквацитрату йоду у раціонах для свиноматок, (9-а доба), (M±m, n=10)**

Показник	Група тварин				
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
Еритроцити, Т/л	5,22±0,62	5,04±0,42	5,30±0,88	5,48±0,52	5,30±0,45
Гемоглобін, г/л	108,4±2,6	112,8±3,9	***122,6±4,2	*120,4±4,4	112,2±5,3
Лейкоцити, Г/л	9,86±0,82	10,64±1,20	9,98±0,82	10,12±1,41	10,24±1,0
Лейкограма, %					
Базофіли	0	0	0	0	0
Еозинофіли	1,6±0,2	1,8±0,4	1,8±0,1	1,8±0,1	1,6±0,3
Нейтрофіли (П)	1,8±0,3	1,8±0,3	1,8±0,2	1,6±0,5	1,4±0,1
Нейтрофіли (С)	19,8±2,1	30,0±1,9	26,2±2,7	18,6±3,2	18,2±1,8
Лімфоцити	76,8±3,7	66,4±2,8	78,2±4,4	78,0±5,2	70,8±6,4
Моноцити	0	0	0	0	0

Більш характерними, в цей період неонатального розвитку, були зміни біохімічних показників крові поросят (табл. 3.22).

Нами відзначено, що за рівнем загального протеїну у сироватці крові та його альбумінової фракції кращий результат отримано в поросят другої та третьої дослідних груп, тобто народжених свиноматками, які з раціоном отримували Йод в органічній формі в кількості, що становив 50 і 25 % від його вмісту в СМП. Отримані результати, порівняно з тваринами контрольної групи, мали виражену тенденцію до зростання.

І навпаки, за збільшення кількості Йоду у формі аквацитрату у раціонах свиноматок першої дослідної групи концентрація загального протеїну знижувалась на 10,8 %, причому відносний вміст альбумінів був нижчим на 20,5 % (P<0,01).

**Вплив аквацитрату йоду в раціонах свиноматок на окремі біохімічні показники крові поросят-сисунів (9-а доба), ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показник	Група тварин				
	К	Д 1	Д 2	Д 3	Д 4
Протеїн, загальний, г/л	65,8±2,4	58,7±3,6*	68,1±2,8	67,4±3,6	62,9±4,8*
Альбуміни, %	36,6±1,7	29,1±2,0**	37,9±1,1	38,8±2,4	34,9±3,4
Глобуліни, %	63,4±1,8	70,9±1,4	62,1±2,8	61,2±3,4	65,1±2,2
АлАТ, од./л	34,6±2,2	44,0±3,4	35,1±3,3	37,0±1,8	40,2±1,8
АсАТ, од./л	42,8±3,5	48,8±2,2	40,8±3,7	43,4±4,1	45,4±4,0
ЛФ, од/л	1884,3±22,6	1812,6±33,4	1880,6±20,9	1916,1±28,7	1998,4±26,5
ЙЗБ, ммоль/л	0,16±0,09	0,19±0,05	0,17±0,04	0,15±0,07	0,15±0,08
Трийодтиронін (Т <sub>3</sub> ), нмоль/л	1,44±0,12	1,56±0,24	1,50±0,30	1,48±0,14	1,32±0,34
Тироксин (Т <sub>4</sub> ), нмоль/л	38,80±3,12	45,26±4,88	44,14±5,16	39,02±6,02	37,08±3,88

Динаміка активності амінотрансфераз (АлАТ, АсАТ) та лужної фосфатази (ЛФ) не мала характерної закономірності в жодній із дослідних груп свиней, хоч у поросят четвертої дослідної групи спостерігалась тенденція до підвищення активності досліджуваних ензимів.

Цікавими, на нашу думку, є отримані результати щодо концентрації Йоду, зв'язаного з білком (ЙЗБ) та рівня тиреотонінів в плазмі крові поросят. Вміст ЙЗБ і гормонів трийодтироніну і тироксину був відносно стабільним у крові поросят контрольної і першої, другої та третьої дослідних груп поросят і мало залежав від надходження Йоду в організм свиноматок.

Концентрація ЙЗБ в крові поросят четвертої дослідної групи була нижчою за показник контролю на 8,3 %, хоча свиноматки цієї групи отримували на 90 % менше Йоду в аквацитратній формі, ніж тварини контрольної групи у молекулярній формі.

Подібною, за ймовірно достатньої такої кількості Йоду для функціонування щитоподібної залози, була ситуація із рівнем трийодтироніну і тироксину у крові. Збільшення кількості Йоду, що поступав свиноматкам у формі аквацитрату (1:1) чи його зменшення у раціонах до мінімально досліджуваної кількості (0,1:1), у порівнянні з контролем, не сприяло вірогідним змінам показників, які характеризують гормоносинтезувальну функцію щитоподібної залози. Очевидно, що за зниження чи збільшення поступлення Йоду в організм його надходження до щитоподібної залози залежить від біодоступності, регулюється тиреотропним гормоном і зберігається на рівні, здатному забезпечити відповідний гормоногенез за рахунок зниження або зростання концентрації Йоду у плазмі крові і сечі.

Подібна залежність відзначена нами і в наступні періоди досліду, а саме на 18- і 27-у добу (табл.3.23).

На тлі відносно стабільного числа еритроцитів, лейкоцитів і вмісту в крові поросят другої і третьої дослідної груп гемоглобіну, причому, як на 18-у так на 27-у добу досліджень, характерним було пригнічення гемопоетичної функції у свиней, що отримували надто високу і відносно низьку кількість Йоду у вигляді аквацитрату.

У поросят першої дослідної групи число еритроцитів, на тлі відносно стабільного рівня гемоглобіну, зменшувалось у досліджувані періоди на 7,7 і 8,1 %, а кількість лейкоцитів крові мала виражену тенденцію до зростання (на 9,6 і 4,1 %).

За оцінки лейкограми крові цієї групи поросят характерною була еозинофілія, нейтрофілія та лімфоцитоз. Відсоток лімфоцитів на 18-у і 27-у доби досліджень знаходився на рівні 77,8 і 79,2 %, порівняно з контролем. Стосовно поросят четвертої дослідної групи, то наявні гематологічні показники мали деяку, порівняно з тваринами контрольної групи, тенденцію до зниження, однак не виходили за ліміти характерні для поросят раннього неонатального розвитку.

Зростання на 18-у і 27-у доби досліду в плазмі крові поросят першої групи (Д<sub>1</sub>) рівня ЙЗБ на 23,9% і 30,4% характеризувалося відносно незначним

Динаміка гематологічних показників у поросят-сисунів за різного рівня Йоду в організмі, (  $M \pm m$ ,  $n=10$  )

Показник	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
18-а доба					
Еритроцити, Т/л	5,60±0,34	5,17±0,58	5,80±0,33	5,72±0,37	5,46±0,60
Гемоглобін, г/л	112,6±4,4	112,4±3,8	115,0±5,6	116,2±6,2	112,4±4,5
Лейкоцити, Г/л	10,84±0,90	11,88±1,12	10,92±0,98	10,58±1,0	11,16±0,10
Лейкограма, %					
Базофіли	0	0	0	0	0
Еозинофіли	1,9±0,2	2,6±0,4	2,0±0,3	1,9±0,2	2,0±0,4
Нейтрофіли (П)	2,9±0,4	3,4±0,1	3,1±0,4	3,0±0,3	3,1±0,2
Нейтрофіли (С)	25,0±3,7	39,4±4,4	26,2±2,8	26,2±3,1	29,3±3,2
Лімфоцити	70,2±4,9	54,6±5,5	68,7±5,0	68,9±3,7	63,7±6,4
Моноцити	0	0	0	0	0
27-а доба					
Еритроцити, Т/л	5,66±0,45	5,20±0,33	5,42±0,45	5,58±0,25	5,52±0,33
Гемоглобін, г/л	112,2±5,6	106,4±4,8	116,9±6,1	114,5±5,7	111,8±4,9
Лейкоцити, Г/л	12,60±0,44	13,11±0,67	12,04±0,80	12,40±0,55	12,72±0,84
Лейкограма, %					
Базофіли	1,0±0,08	2,0±0,07	2,0±0,05	2,0±0,05	1,0±0,08
Еозинофіли	2,6±0,3	3,3±0,2	2,4±0,2	2,2±0,3	2,8±0,3
Нейтрофіли (П)	3,4±0,4	3,4±0,5	3,4±0,4	3,0±0,6	3,0±0,1
Нейтрофіли (С)	33,5±4,7	43,9±3,5	1,4±5,5	30,2±6,7	36,0±3,9
Лімфоцити	58,1±5,9	46,0±6,7	60,8±5,5	62,6±7,4	56,2±5,9
Моноцити	1,4±0,09	1,4±0,1	1,5±0,1	1,4±0,08	1,4±0,09

посиленням синтезу тиреотонінів. Концентрація гормонів  $T_3$  і  $T_4$ , за цих умов, була вищою за показник контролю лише на 10,3 і 11,5%, відповідно.

Кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові поросят дослідних другої і третьої груп були близькими кількості еритроцитів поросят контрольної групи. За надходження в їх організм з молоком і престаартером Йоду у більшій кількості (група  $D_1$ ) у крові на 18 і 27-у доби життя знижувалась кількість еритроцитів на 7,7 і 8,1 %, відповідно.

На тлі незначного зростання у крові числа лейкоцитів характерною була еозинофілія і лімфоцитопенія. Відсоток лімфоцитів на 18-у добу життя поросят знижувався на 22,2 %, а на 27-у – на 20,8% ( $P < 0,01$ ).

За оцінкою протеїнсинтезувальної функції (табл. 3.24) кращий результат на 18-у і 27-у доби дослідіу теж відзначено у поросят другої і третьої дослідних груп. Очевидно, що половинна, і навіть четвертинна частки Йоду у формі аквацитрату (відносно вмісту у складі СМП) є достатніми для забезпечення метаболічних процесів в організмі тварин, оскільки рівень загального протеїну у сироватці крові поросят цих груп був на рівні аналогічного показника поросят контрольної групи, а за відсотком альбумінів на 27-у добу перевищував його на 14,1% (третя дослідна група).

У поросят першої дослідної групи відзначена тенденція до зниження у сироватці крові вмісту загального протеїну на 12,9 % на 18-у добу життя і на 9,5 % – на 27-у добу. Водночас, суттєве зменшення відсотка альбумінів у крові було характерним для поросят 27-добового віку, порівняно з аналогами контрольної групи. При цьому, на тлі введення до раціонів поросят Йоду в формі аквацитрату, в дозі рівній кількості біоелемента в молекулярному вигляді, зростала активність ензимів.

Так, активність АлАТ на 18-у і 27-у доби була вищою ніж у поросят контрольної групи на 13,4 і 2,2 % і АсАТ – на 9,0 і 13,6 %, відповідно. Щодо активності лужної фосфатази, то нами встановлено суттєве (більше, ніж втричі) її зниження у 27-добових поросят, порівняно з 18-добовими. При цьому, активність ензиму в поросят першої дослідної групи була вищою, порівняно з показниками

## Вплив різної концентрації Йоду в організмі поросят на біохімічний профіль їх крові, (M±m, n=10)

Показник	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>
18-а доба					
Протеїн, загальний, г/л	68,9±3,0	60,0±2,2	69,4±4,4	70,7±3,5	64,7 ±3,3
Альбуміни, %	42,3±1,9	40,6±2,9	45,8±1,8	44,1±3,7	40,3±3,0
Глобуліни, %	57,7±3,8	59,4±5,4	44,2±4,7	55,9±6,0	59,7±3,7
АлАТ, од./л	44,7±4,4	50,7±4,0	45,4±3,7	42,8±3,7	46,4±4,3
АсАТ, од./л	40,1±3,7	43,7±3,6	40,9±4,0	39,7±3,0	4,9±2,9
ЛФ, од/л	1566,7±34,3	1690,9±30,2	1616,4±45,5	1600,8±58,7	1660,6±40,8
ЙЗБ, ммоль/л	0,21±0,04	0,26±0,06	0,24±0,05	0,22±0,06	0,20±0,03
Трийодтиронін (Т <sub>3</sub> ), нмоль/л	2,12±0,24	2,34±0,18	2,20±0,32	2,28±0,34	2,00±0,27
Тироксин (Т <sub>4</sub> ), нмоль/л	46,80±4,62	50,16±5,27	48,20±5,98	48,12±4,66	45,82±3,90
27-а доба					
Протеїн, загальний, г/л	57,7±4,2	52,2±6,0	63,7±3,7	60,7±4,9	62,5±5,8
Альбуміни, %	41,7±5,0	36,2±3,1	43,6±3,5	47,6±2,9	42,5±3,8
Глобуліни, %	58,3±3,7	63,8±5,7	52,4±5,1	66,4±5,5	57,5±4,7
АлАТ, од./л	53,7±5,6	54,9±3,2	53,7±3,3	52,6±2,9	54,9±4,0
АсАТ, од./л	32,3±2,7	36,7±3,7	33,9±2,3	33,7±3,5	34,7±2,9
ЛФ, од/л	488,6±11,2	812,8±9,6	496,6±10,0	462,4±7,7	580,8±9,4
ЙЗБ, ммоль/л	0,23±0,02	0,30±0,02	0,24±0,03	0,25±0,04	0,23±0,02

у тварин контрольної групи на 66,3 %. Нами підтверджено, що Йод у формі аквацитрату має кращу біодоступність. Концентрація ЙЗБ у плазмі крові поросят, особливо у перші дні після включення його до складу престартера, була на 13,4 % вищою ніж у поросят, які отримували з преміксом гарантовану добавку Йоду в неорганічній формі.

У подальшому, очевидно через зростання потреби в біоелементі для гормоносинтезувальної функції, а можливо і через посилене виділення Йоду з сечею рівень ЙЗБ в крові поросят дещо знижувався.

Таким чином, підсумовуючи наведене вище можна припустити, що аквацитрат йоду може бути повноцінним джерелом Йоду для свиней у значно менших дозах, ніж його аналог – калію йодид, що є його неорганічною формою. Навіть 1/10 частка Йоду, що задається в аквацитратній формі здатна забезпечити відповідний рівень у крові ЙЗБ та тиреоїдних гормонів трийодтироніну і тироксину, а наявний позитивний вплив 1/2 і 1/4 (від вмісту мікроелемента в СМП) кількості Йоду у формі аквацитрату на гемопоез та метаболічні процеси є предметом дискусії щодо обґрунтованості рекомендованої кількості Йоду в складі преміксів.

Результати досліджень опубліковані в праці:

Гунчак, Р.В.; Седіло, Г.М. Динаміка морфологічних та біохімічних показників крові підсисних поросят за різного рівня аквацитрату йоду в раціонах свиноматок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2018, 20(84), с 27-32. [240].

### **3.5. Метаболічна і продуктивна дія аквацитрату йоду за використання його у раціонах поросят на дорощуванні**

За результатами досліджень встановлено, що за зволоження поросят на дорощуванні (28-70 доба) сухого корму цитратом йоду даний біоелемент, будучи в нанодисперсній формі, проявляє свій стимулювальний вплив на гемопоез, у



кількостях, що є значно меншими за аналогічні в неорганічній формі. Так, кількість еритроцитів і лейкоцитів, вміст гемоглобіну в їх крові та гематокритна величина у поросят першої і другої дослідних груп, які отримували Йод у кількості 50 і навіть 25 % від його вмісту в складі СМП були близькими до аналогічних показників крові тварин контрольної групи (К) (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

**Морфологічні показники крові підсвинків на дорощуванні за введення їм до раціону аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Група тварин	Показник			
	Еритроцити, Т/л	Гемоглобін, г/л	Гематокритна величина, %	Лейкоцити, Г/л
К	6,47±0,32	116,6±3,20	36,1±1,42	10,80±0,84
Д <sub>1</sub>	6,65±0,44	126,8±3,74	38,8±4,04	10,14±0,58
Д <sub>2</sub>	6,40±0,55	120,4±6,14	36,8±3,16	10,32±0,90

За наявної тенденції до незначного зростання рівня гемоглобіну і зменшення числа лейкоцитів у крові поросят другої і третьої дослідних груп можна припускати, що саме така кількість у Йоду наноформі (співвідношення 0,5–0,25:1) забезпечує оптимальний гормоногенез щитоподібної залози і її регулювальний вплив на еритроцито- і лейкопоез.

Проведені в рамках цієї серії дослідження демонструють, що наноаквацитрат йоду, у визначеному нами діапазоні кількостей біоелемента, стимулює метаболічні процеси в організмі поросят. Зокрема встановлено, що у підсвинків на дорощуванні рівень загального протеїну в сироватці крові поросят першої і другої дослідних груп мав виражену тенденцію до зростання (табл. 3.26). При цьому, характерним було підвищення у крові відсотка протеїнів альбумінової фракції на 8,7 і 8,2 %, відповідно, що є результатом інтенсифікації протеїнсинтезувальних процесів і механізму реалізації генетичної програми онтогенезу.

На інтенсивність протеїнового обміну в організмі поросят вказують також

такі досліджувані нами показники, як концентрація в сироватці крові сечовини і залишкового азоту, оскільки саме вони є кінцевими продуктами метаболізму поживних речовин корму. Зростання рівня сечовини на 15,4 і 10,7 % ( $P < 0,05$ ) у сироватці крові поросят дослідних груп та зниження вмісту залишкового азоту, порівняно з тваринами контрольної групи на 11,7 і 8,4 %, відповідно, є добрим прогностичним маркером функціонального стану печінки в частині засвоєння ендogenous аміаку та наступних синтетичних процесів, що в ній відбуваються.

Таблиця 3.26

**Біохімічні показники сироватки крові поросят на дорощуванні за впливу аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показник	Група тварин		
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Протеїн загальний, г/л	68,16±4,28	68,74±3,08	68,90±2,66
Альбуміни, %	43,7±5,20	47,5±5,00*	47,3±3,68*
Глобуліни, %	56,3±2,03	52,5±3,34	52,7±3,28
Сечовина, ммоль/л	3,83±0,36	4,42±0,40*	4,24±0,26
Залишковий азот, ммоль/л	17,9±0,82	15,8±1,04*	16,4±0,78
Креатинін, ммоль/л	112,9±2,16	108,6±3,02	112,4±3,64
Глюкоза, ммоль/л	2,74±0,22	2,60±0,34	2,82±0,28
Холестерол, ммоль/л	3,04±0,30	2,90±0,42	2,96±0,44
Триацилгліцероли, ммоль/л	1,18±0,18	1,30±0,24	1,20±0,20
АлАТ, од/л	50,7±3,34	47,7±2,16	48,8±4,02
АсАТ, од/л	37,7±2,16	33,6±3,44	35,8±2,90
ЛФ, од/л	460,6±24,2	524,6±34,4	474,2±28,8
Каталаза, мккат/л	5,66±0,30	5,92±0,26	5,50±0,42
Дієнові кон'югати, ммоль/л	2,76±0,12	2,60±0,28	2,50±0,10
ТБК-активні продукти, мкмоль/л	16,04±0,64	13,88±0,50	15,60±0,58
СОД, у.о.	0,77±0,08	0,62±0,08	0,89±0,06

На порушення азотистого обміну в організмі тварин може вказувати також концентрація креатиніну. Нами було з'ясовано, що його рівень в крові свиней контрольної і дослідних груп суттєвих змін не зазнавав і знаходився в межах фізіологічних величин.

Подібна картина відзначена нами при оцінці окремих показників вуглеводного і ліпідного обміну.

Отримані результати щодо рівня у сироватці крові глюкози, холестеролу і триацилгліцеролів дають підстави припускати, що Йод у наноцитратованій дисперсній субстанції здатний забезпечувати відповідний функціональний стан щитоподібної залози і її тиреотропний вплив на основний обмін речовин у кількостях, що є половинною і навіть четвертинною часткою, по відношенню до Йоду в неорганічній формі, що вводиться до складу мінеральних преміксів. Відзначене нами зниження рівня глюкози у сироватці крові поросят дослідних груп (табл. 3.26) очевидно необхідно пов'язувати із зростанням потреби, в цей період онтогенезу, в енергетичних ресурсах.

Такі результати підтверджуються даними про те, що зниження вмісту глюкози в сироватці крові є результатом більш активного використання цього метаболіту тканинами і органами для забезпечення енергетичних потреб організму [41, 224].

На тлі дії тиреоїдних гормонів, за інтенсивного росту тварин, ймовірно відбувається мобілізація депонованих вуглеводів, посилюються ліполітичні процеси та знижується структурний розпад протеїнів.

Активність гепатобіліарних ензимів, за дії Йоду у формі аквацитрату в діапазоні досліджуваних кількостей, характеризувалась тенденцією до зниження. Так, у поросят першої і другої дослідних груп аланінамінотрансферазна активність була меншою на 5,9 і 3,7 %, а аспартогамінотрансферазна – на 10,9 і 5,0 %, відповідно, порівняно з аналогічними показниками підсвинків контрольної групи. Щодо лужної фосфатази, то її активність у поросят дослідних груп мала тенденцію до незначного зростання.

Нами підтверджено дані літератури щодо позитивного впливу Йоду на процеси пероксидації ліпідів [225, 226]. За активністю каталази та супероксиддисмутази та вмістом дієнових кон'югатів і ТБК-активних продуктів у сироватці крові поросят контрольної і дослідних груп можна стверджувати, що Йод у формі аквацитрату у кількості, що відповідає 50 та 25 % від його вмісту в СМП забезпечує ефективну антиоксидантну дію.

За результатами проведених досліджень нами з'ясовано, що функціональна активність щитоподібної залози поросят та її гормоносинтезувальна функція залежала від рівня у крові загального та білковозв'язаного Йоду, що у свою чергу було залежним від поступлення цього есенціального біоелемента з кормом (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

**Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів в плазмі крові підсвинків на дорощуванні за різного рівня Йоду в їх раціонах, (M±m, n=10)**

Група тварин	Показник				
	Йод загальний, ммоль/л	ЙЗБ, мкг %	T <sub>3</sub> , нмоль/л	T <sub>4</sub> , нмоль/л	T <sub>4</sub> : T <sub>3</sub>
К	0,34±0,07	2,16±0,26	4,14±0,32	68,90±4,26	16,6±0,82
Д <sub>1</sub>	0,38±0,08	2,44±0,44	4,44±0,28	76,72±3,88	17,3±0,90
Д <sub>2</sub>	0,35±0,08	2,34±0,25	4,06±0,36	65,24±3,55	16,3±1,12

За умови введення менших кількостей Йоду, порівняно із його вмістом у складі калію йодиду, у два і, навіть, у чотири рази (перша і друга дослідні групи) концентрація досліджуваного біоелемента в плазмі крові, очевидно, за кращої його біодоступності, була близькою до показника підсвинків контрольної групи.

Рівень ЙЗБ у поросят першої дослідної групи був на 13,0 %, а другої – на 8,3 % вищим, ніж у тварин, що отримували Йод у складі стандартного мінерального преміксу (контрольна група). Концентрація тиреоїдних гормонів (T<sub>3</sub> і T<sub>4</sub>) у плазмі крові поросят першої дослідної групи була вищою, порівняно з контролем, на 7,2 і 11,3 %, відповідно. Спостерігалась тенденція до деякого

зниження вмісту тиреотонінів у крові підсвинків другої дослідної групи, однак співвідношення  $T_3:T_4$  було у фізіологічних межах.

Нами підтверджено численні наукові повідомлення, що йодозалежні гормони щитоподібної залози є потужними біорегуляторами, які, діючи на різні ланки внутрішньоклітинного метаболізму, визначають інтенсивність росту тварин як в пренатальний, так і в постнатальний період розвитку.

З даних, наведених в таблиці 3.28, видно, що маса тіла поросят дослідних груп ( $D_1$  і  $D_2$ ) на 70-у добу життя була вищою за аналогічний показник тварин контрольної групи, відповідно, на 2,68 кг (9,6 %) і 1,54 кг (5 %).

Таблиця 3.28

**Інтенсивність росту поросят у період дорощування залежно від рівня аквацитрату йоду в їх раціонах, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Група тварин	Маса тіла, кг	Середньодобовий приріст, г	Приріст маси тіла	
			абсолютний, кг	відносний, %
К	28,06 $\pm$ 1,14	400,85 $\pm$ 10,12	20,67 $\pm$ 1,62	73,70 $\pm$ 2,14
$D_1$	30,74 $\pm$ 1,02	439,14 $\pm$ 12,28	22,33 $\pm$ 0,92	72,64 $\pm$ 3,25
$D_2$	29,60 $\pm$ 0,90	422,86 $\pm$ 10,16	21,61 $\pm$ 1,22	73,00 $\pm$ 4,12

Таким чином, отримані результати проведених досліджень щодо позитивного впливу Йоду у формі аквацитрату, у діапазоні запропонованих кількостей, на продуктивні якості свиней свідчать про те, що така добавка повністю забезпечує потребу організму поросят на дорощуванні в цьому есенціальному елементі.

Результати досліджень опубліковані в праці:

Гунчак Р.В., Седіло Г.М. Вплив аквацитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. Біологія тварин, 2018, т. 20, № 2. С. 43-50 [227].

### 3.6. Продуктивні якості свиней, харчова цінність свинини та ефективність її виробництва за використання у раціонах тварин аквацитрату йоду.

У процесі проведених досліджень з'ясовано, що інтенсивність росту поросят залежала від періоду їх вирощування та забезпеченості Йодом (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

#### Продуктивність молодняку свиней за дії аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ , $n=10$ )

Періоди дослідів	Показник	Група тварин		
		К	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>
Підсисний період (1-28 доба життя)	Маса тіла, кг	7,34±0,024	7,66±0,066	7,56±0,052
	С/добові прирости, г	230,1±12,4	244,6±14,0	238,6±15,3
	Приріст маси тіла, кг	6,23±0,28	6,51±0,42	6,38±0,40
	Затрати корму всього, кг	5,6	5,6	5,6
	Затрати корму на 1 кг приросту, кг	0,90±0,026	0,86±0,049	0,88±0,054

Так, встановлено, що введення до складу престартерного корму поросят-сисунів Йоду, в аквацитратній формі, в половинній (група Д<sub>1</sub>) і четвиртинній (Д<sub>2</sub>) кількості, по відношенню до дози Йоду в неорганічній формі, що вводиться до складу преміксу (0,8 мг/кг корму), забезпечує потребу поросят в цей період раннього неонатального розвитку в даному біоелементі, необхідному для повноцінного забезпечення метаболічних процесів в їх організмі. Необхідно відзначити, що кращі показники отримано в поросят дослідних груп.

В них переважали середньодобові прирости маси тіла та знижувались затрати корму на 1 кг приросту. Так, маса тіла поросят, при їх відлученні від

свиноматок, у дослідних групах була на 4,4 і 3,0 % більшою, ніж в контролі. При цьому, середньодобові прирости поросят цих груп у підсисний період були на 28 і 15 г більшими.

Введення до складу раціонів менших кількостей Йоду в наноцитратній формі забезпечувало відповідний ріст і розвиток поросят у період дорощування (табл. 3.30).

Таблиця 3.30

**Продуктивність молодняку свиней за дії аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Періоди дослідів	Показник	Група тварин		
		К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Дорощування (29-70 доба життя)	Маса тіла, кг	28,06±1,14	30,74±1,02	29,60±0,90
	С/добові прирости, г	493,3±26,12	549,5±20,12	524,7±32,80
	Приріст маси тіла, кг	20,72±0,44	23,02±0,36	22,04±0,37
	Затрати корму всього, кг	20,5	20,5	20,5
	Затрати корму на 1 кг приросту, кг	0,96±0,030	0,89±0,048	0,93±0,052

За інтенсивної відгодівлі у період від 70 і до 170 доби життя, тварини контрольної і дослідних груп досягали на кінець відгодівлі маси тіла 112-117 кг (табл. 3.31).

На етапі відгодівлі від 70-ї до 170-ї доби життя свиней, до їх раціонів вводили Йод у формі аквацитрату в кількості 0,90 і 0,45 мг/кг корму для тварин групи Д<sub>1</sub> та 0,75 і 0,37 мг/кг корму – групи Д<sub>2</sub>, що становить, відповідно, 50 і 25 % від кількості Йоду (у формі КJ), яку отримували тварини контрольної групи. Встановлено, що ефективнішою добавкою виявилась його наноформа Йоду, оскільки за значно менших кількостей елемента, введеного до раціону, досягнуто кращий результат.

**Продуктивні якості відгодівельних свиней за включення до раціонів  
аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Періоди дослідів	Показник	Група тварин		
		К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Відгодівля (70-170 доба життя)	Маса тіла, кг	112,5±2,18	117,4±2,02	115,8±1,88
	С/добові прирости, г	844,4±20,88	869,6±32,04	862,0±20,00
	Приріст маси тіла, кг	84,44±2,14	86,96±3,55	86,20±3,88
	Затрати корму всього, кг	300,0	300,0	300,0
	Затрати корму на 1 кг приросту, кг	3,55±0,060	3,45±0,082	3,48±0,057

На завершальному етапі відгодівлі маса тіла свиней 1-ї і 2-ї дослідних груп перевищувала показник тварин контрольної групи на 4,9 і 3,3 кг (табл.3.32). Середньодобові прирости в поросят дослідних груп були на 3,0 і 2,1 % вищими, ніж в контролі. Закономірно, що за цих умов характерною для тварин дослідних груп була також тенденція щодо зниження затрат корму на одиницю приросту.

**Продуктивні якості свиней на відгодівлі за дії Йоду в формі  
аквацитрату, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Тривалість періоду дослідів	Показник	Група тварин		
		К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Повний цикл вирощування свиней (1-170 доба життя)	Маса тіла, кг	112,5±2,18	117,4±2,02	115,8±1,88
	С/добові прирости, г	655,4±14,18	683,6±20,44	674,2±22,18
	Приріст маси тіла, кг	111,24±10,20	116,22±18,72	114,62±16,88
	Затрати корму всього, кг	326,1	326,1	326,1
	Затрати корму на 1 кг приросту, кг	2,93±0,072	2,81±0,066	2,85±0,052



Можна стверджувати, що заміна неорганічної форми Йоду в складі преміксу на його аквацитратну форму дає можливість оптимізувати перебіг метаболічних процесів в організмі тварин.

За оцінкою продуктивних властивостей, з урахуванням сучасної технології вирощування свиней, можна стверджувати, що досягнення маси тіла в 115-117 кг за 5,5 місяців повністю відповідає вимогам стандарту помісей порід Ландрас х Велика біла. Інтенсивна відгодівля свиней з використанням нанодисперсної форми Йоду забезпечує досягнення виробничих показників за менших затрат корму, що робить включення мінеральної підгодівлі досліджуваним біоелементом в такій формі особливо економічно ефективною.

Важливим аспектом наших досліджень була оцінка якісних показників свинини за дії аквацитрату йоду у раціоні тварин (табл. 3.33 і 3.34).

Таблиця 3.33

**Вплив цитрату Йоду на забійний вихід та якісні показники м'яса свиней, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показник	Група тварин		
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Забійний вихід, %	74,9±0,16	75,2±0,24	74,9±0,30
Маса півтуші, кг	35,2±0,35	36,5±0,22	35,3±0,38
Співвідношення тканин у півтуші:			
м'ясо, %	56,8±0,24	56,9±0,19	56,8±0,27
сало, %	32,8±0,10	31,7±0,19	31,9±0,20
кістки, %	11,2±0,17	11,4±0,10	11,2±0,08

Встановлено, що забійний вихід м'яса у свиней другої дослідної групи був подібним до показника тварин контролю, а в першій дослідній – мав тенденцію до незначного зростання. У цій же групі тварин було відзначено також зростання маси півтуші.

Співвідношення тканин у півтушах свиней контрольної і дослідних груп визначалося, швидке за все, породньо-генетичними особливостями і мало залежало від поступленням Йоду, в тій чи іншій формі. За всіма якісними показниками м'ясо, отримане від свиней дослідних груп, незначно відрізнялося від свинини отриманої від тварин контрольної групи, хоча у півтушах свиней дослідних груп відсоток протеїну був дещо вищим, а вміст жиру – тенденційно знижувався.

Таблиця 3.34

**Хімічний склад м'яса свиней за включення до їх раціонів аквацитрату йоду, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показник	Група тварин		
	К	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>
Кислотність, рН	5,40±0,007	5,44±0,003	5,40±0,004
Вологість, %	75,2±0,04	75,4±0,03	75,3±0,04
Суша речовина, %	78,45±0,10	78,5±0,02	78,5±0,02
Жир, %	2,6±0,02	2,5±0,04	2,5±0,02
Протеїн, %	20,3±0,001	21,7±0,01	20,4±0,01
Зола, %	1,14±0,002	1,14±0,002	1,15±0,004

Таким чином, в умовах Західної біогеохімічної зони проблему йододефіциту для свиней можна успішно вирішувати за рахунок включення до їх раціонів аквацитрату йоду. Про це свідчить оптимізація перебігу обмінних процесів в організмі тварин, оптимізація росту і розвитку поросят, покращення якісних показників свинини за використання у годівлі свиней Йоду в наноцитратній формі, причому в значно менших кількостях, ніж ті, що рекомендовані для різних віково-статевих груп свиней в неорганічній формі. Висока біодоступність і біоактивність Йоду в складі аквацитрату дозволяє з одного боку – зменшити поступлення в організм тварин хімічної сполуки, а з іншого – зменшити навантаження на біосферу, оскільки знижується поступлення

у навколишнє середовище кількості даного мікроелементу, який у високих дозах є токсичним.

Результати досліджень опубліковані в праці:

Гунчак Р.В. Вплив аквацитрату йоду на продуктивність та якість м'яса свиней. Вісник Сумського національного аграрного університету, 2018, Випуск 2 (34). С. 150–155 [241].

### **Заключення до розділу 3.**

Для повноцінної реалізації генетичного потенціалу свиней в частині їх розширеного відтворення, стимуляції росту і розвитку, оптимізації перебігу метаболічних процесів у організмі, підвищення продуктивності тварин та покращення якості свинини, використання у раціонах Йоду в наноцитратній формі є ефективним джерелом цього мікроелементу для галузі свинарства у природно географічних зонах його дефіциту.

В умовах Західної біогеохімічної провінції, бідної на даний есенціальний мікроелемент, мінеральна підгодівля з використанням вказаної нанодисперсної форми препарату є оправданою з технологічної, екологічної та економічної точок зору. Висока біодоступність і активність Йоду в такому вигляді, забезпечує його стимулювальний вплив на перебіг метаболічних процесів, репродуктивні і продуктивні якості свиноматок і поросят у значно менших кількостях, ніж ті, що впродовж багатьох років використовуються в складі мінеральних преміксів, але в неорганічній формі (калію йодид, найчастіше). Нами, за результатами чисельних експериментальних досліджень з'ясовано, що позитивний стимулювальний вплив на багатоплідність свиноматок, життєздатність і продуктивність, народжених від них поросят, Йод, у формі аквацитрату, має в кількостях, що становлять 50 і 25 % від дози біоелемента в молекулярній формі. Однак, кращий результат у поросних і лактуючих свиноматок досягається за половинної, а в поросят на дорощуванні і за інтенсивної відгодівлі достатньою є  $\frac{1}{4}$  дози Йоду в нанодисперсній формі, порівняно з його вмістом в складі неорганічної солі, що традиційно використовується у складі стандартних мінеральних преміксів для свиней.

За розширення співвідношення Йоду в формі аквацитрату до його неорганічного аналогу (1:1) чи його звуження (0,1:1) не завжди досягається позитивний результат, а за окремими показниками відзначається негативний вплив на перебіг метаболічних процесів в організмі свиней, що стало підставою для висновку про недоцільність використання наноформи Йоду в таких дозах за мінеральної підгодівлі тварин.

Економічна ефективність використання такої форми препарату Йоду неоднозначна. На сьогодні, за відсутності промислового виробництва Йоду в формі аквацитрату, його вартість, очевидно, є високою, однак, як показує практика, перспектива за такими препаратами, оскільки, це допоможе вирішити ще одну дуже важливу проблему – забезпечити навколишнє середовище від неконтрольованого його забруднення вказаним мікроелементом, який у високих дозах є токсичним.

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Успішне ведення тваринництва можливе лише за умови забезпечення тварин всіма поживними і біологічно активними речовинами. У разі нестачі одного з компонентів порушуються процеси обміну речовин, внаслідок чого знижуються захисні механізми організму тварин, їх продуктивність і якість продукції [1, 3, 5, 229].

У зв'язку із різностороннім характером продуктивності свиней важливе значення для них має не лише загальний рівень годівлі, але й збалансованість раціонів за мінеральними речовинами. За нестачі макро-і мікроелементів у раціонах, у тварин погіршується апетит, затримується ріст і розвиток, порушуються метаболічні властивості, що веде до зниження продуктивності. За повідомленнями багатьох вчених свині належать до тварин, що є найбільш чутливими до рівня мінеральних речовин в раціоні, оскільки це обумовлено їх високою інтенсивністю росту і напруженістю перебігу метаболічних процесів в організмі. При цьому, зростаючі вимоги до рівня продуктивності тварин призводять до змін у нормуванні годівлі, в тому числі мінерального живлення [35, 36, 230, 231].

Застосування, запропонованих на сучасному етапі розвитку тваринницької галузі, біологічно активних добавок, в тому числі макро- і мікроелементів, не завжди приносить бажані результати, оскільки часто не враховуються особливості біогеохімічної ситуації в окремих регіонах щодо наявності останніх у кормах і питній воді [231-234]. До важливих ендемічних мікроелементів в окремих природних географічних зонах України належить Йод [38, 235-237].

А. Р. Исмагилова зі співавт. (2012) вважають, що існує пряма залежність між рівнем Йоду в ґрунті, воді, рослинах і тваринному організмі. Щорічне визначення рівня мікроелементів в кормах та створення відповідних рівнянь

регресії і картосхем, на думку авторів, є важливою умовою розробки ефективних заходів профілактики мікроелементозів у тварин [38].

Усі зміни антропогенного походження порушують природний баланс екосистем, що сформувались впродовж тривалого часу. Вплив людини на довкілля характеризується, на жаль, погіршенням стану екосистем, викликаних їх забрудненням [238, 239]. Серед усіх хімічних забруднень мікроелементи розглядаються як такі, що мають особливе екологічне значення, оскільки зазвичай, засвоюваність більшості біоелементів у тваринному організмі є невисокою (у межах 20-30 %) [240].

Неблагоприємні зміни хімічного складу ґрунтів відзначаються також за нераціонального внесення мінеральних добрив, що часто спричиняє порушення в ґрунті нормального співвідношення як макро-, так і мікроелементів. При цьому відбувається зсув рН середовища, як правило, в кислу сторону [241].

У сучасних умовах для отримання якісної продукції рослинництва використовується велика кількість агрохімічних прийомів впливу на систему «ґрунт – рослина» [242].

Зокрема, сучасні технології ведення рослинницької галузі передбачають внесення в ґрунти значної кількості мінеральних добрив, зокрема азотних і фосфорних, що має свій негативний вплив на мікробіоценоз та засвоєння мінеральних речовин рослинами [243]. Наприклад, внесення в ґрунт фосфорних добрив не впливає на рівень накопичення Йоду рослинами, однак, призводить до істотного підвищення вмісту Фтору, який є антагоністом Йоду. Відзначимо, що внесення азотних добрив, навпаки, знижує засвоєння Йоду, який надходить у рослини з ґрунту. Також зменшується інтенсивність поступлення Йоду в рослини за внесення хлорвмісних добрив та вапнування кислих ґрунтів [241, 244].

В екологічному аспекті важливим є розуміння того, що мінеральний склад кормів залежить від наявності рухомих форм мікроелементів у ґрунті. Дослідженнями встановлено, що ґрунти та водойми західної біогеохімічної зони України є бідними на рухомі форми Йоду, Кобальту, Цинку, Молібдену, Купруму та Магнію. Окрім природних чинників, в останні роки відзначається техногенне

забруднення ґрунтів і водою окремими важкими металами, зокрема Нікелем, Кадмієм, Гідраргіуром, Флюором і іншими, які не лише негативно впливають на навколишнє середовище, але й призводять до порушень у засвоєнні життєво необхідних макро-та мікроелементів [244-247].

Реалізація генетичного потенціалу продуктивності тварин та якості продукції значною мірою залежить від рівня годівлі, в т.ч. збалансованості раціонів за есенціальними біоелементами, до яких належить і Йод. Чисельними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених з'ясована роль цього біоелемента в організмі тварин, зокрема в забезпеченні обмінних процесів та розмноженні [9, 15, 88, 248, 249]. Це зумовлено широким спектром біологічної дії Йоду в організмі тварин та його позитивним впливом на різні ланки обміну речовин.

Основним джерелом Йоду для свиней є корми (зелені, соковиті, концентровані), які характеризуються різним вмістом мікроелемента. За інтенсивної технології вирощування основними в годівлі свиней є концентровані корми, які в структурі раціонів становлять понад 80 %. У зернових концентратах, кормах із додаванням соєвої та ріпакової олій, комбікормах (без йодумісних мінеральних добавок) вміст Йоду зазвичай є низьким [38, 158]. При цьому важливим є розуміння того, що додаткове введення Йоду до раціонів має бути обґрунтоване як з урахуванням його кількості, так і форми та визначається фізіологічною потребою організму свиней і фактичним вмістом біоелементу в кормах окремих біогеохімічних зон України [250].

Результати проведених нами досліджень підтверджують дані багатьох науковців, що зернові культури є бідні на атомарний Йод. Так, насправді, концентрація цього біогенного елемента в зерні рослин (ячмінь, тритікале, жито, овес), вирощених на ґрунтах у зоні Волинського Полісся є низькою і знаходиться у межах 49-77 мкг/кг зерна. З'ясовано, що у складному процесі обміну, мінеральні елементи знаходяться у тісному взаємозв'язку не лише між собою, а й з іншими компонентами. На тлі помірного забезпечення ґрунтів гумусом, азотом і рухомими формами мікроелементів (Ca, P, N, Mn, Zn, Co, S), виявлений дисбаланс

у концентрації Бору, Купруму, Сульфуру і Феруму, очевидно, може впливати на концентрацію Йоду в ґрунтах.

Відбувається це, очевидно, через зниження їх здатності утримувати атомарний Йод та за рахунок зниження його абсорбції. Коефіцієнт фіксації досліджуваного в ґрунті мікроелемента, як і коефіцієнт його поглинання, теж не високий [217, 251].

Отже, з урахуванням рекомендованих норм забезпечення свиней Йодом (0,1-0,8 мг /кг сухої речовини корму) та реальним його вмістом в кормах, що є основою формування повнораціонного комбікорму, без додаткового введення йодовмісних препаратів до раціонів свиней, у даній зоні не обійтись.

Підтвердженнями цього дослідження є експерименти проведені В.В. Коваль Н.В. Протасовим (1998). Ним, за результатами досліджень встановлено орієнтовні порогові концентрації, нижче або вище яких тваринний організм не може регулювати нормальний стан обміну Йоду. Нижньою такою кількістю в рослинних кормах є 0,07 мг, а верхнього – не більше 0,8-1,2 мг/кг сухої речовини корму [251]. Отже, профілактика йододефіцитних станів у тваринництві повинна будуватись на результатах досліджень рівня Йоду в ґрунтах і кормах з урахуванням конкретної біогеохімічної території.

Варто відзначити й те, що потреба свиней у Йоді не є постійною і незмінною константою. На неї впливають генетичні, фізіологічні, екологічні і аліментарні чинники [253-256]. У тварин різних порід, різного віку і фізіологічного стану (період росту, розмноження, лактації) забезпечення Йодом різниться і визначається зростанням чутливості тварин до його дефіциту. Високий рівень надходження досліджуваного елемента в організм порослих свиноматок необхідний для росту і розвитку плода, становлення функцій його нервової системи [20, 148]. Водночас, нестача Йоду у вагітних тварин підвищує небезпеку перед – і післяродових ускладнень у репродуктивній системі матері. За інтенсивного росту свиней Йод через систему гормонів щитоподібної залози забезпечує основний метаболізм в організмі тварин та функціонування їх органів і систем [139, 187, 257].



Багатьма дослідженнями встановлена ефективність застосування Йоду у формі мінеральної підгодівлі. З цією метою у тваринництві використовують як неорганічні так і органічні солі цього біоеlementу.

За повідомленнями ряду науковців використання неорганічних сполук у складі біодобавок і преміксів має ряд недоліків. Вони, в основному, пов'язані низькою засвоюваністю, ймовірною токсичністю та ризиком забруднення навколишнього середовища [169, 258, 259].

Водночас, відомо, що збагачення раціонів свиноматок, за рахунок введення до їх складу підвищених кількостей атомарного Йоду забезпечує покращення росту і плодючості. Поступлення Йоду у надлишкових кількостях (25-50 мг/кг корму) сприяло підвищенню маси тіла свиней на 10 %, однак при цьому зростають витрати корму [260].

На сьогодні, з метою йодопрофілактики для свиней, як правило, використовують калію йодид. На жаль, у такій формі Йод є нестабільною сполукою і частково розкладається в процесі приготування та зберігання преміксів і комбікормів. У зв'язку з високою леткістю Йоду його вміст в кормі знижується в кормосумішах через місяць на 25 %, через два місяці – на 59-60 %, через 5 місяців – на 78-80 %, а через рік – на 90 % [261-263].

Окиснення Йоду в складі преміксів є однією з проблем, що суттєво впливає на його засвоєння в організмі тварин. Каталізують цей процес кислоти, сполуки заліза, марганцю, міді. Інтенсивніше подібні реакції відбуваються на світлі і за високої вологості [264]. Не виключається негативний вплив окиснених форм Йоду на стан та обмін окремих вітамінів та інших мікроелементів [263, 265].

Крім цього, необхідно враховувати, що мікроелементи у формі неорганічних солей в складі кормосумішок можуть взаємодіяти між собою, змінюючи фізико-хімічні властивості. Так, відомо, що калію йодид з сірчаноокислою міддю утворює слаботорозчинну йодисту мідь, зменшуючи при цьому засвоєння обох мікроелементів [170].

Необхідно враховувати також, що рівень Йоду в організмі тварин залежить не лише від надходження його з кормом, але й від присутності у складі раціону

речовин, що діють по відношенню до нього як антагоністи. Такими струмогенними властивостями відзначаються, насамперед, глюкозинолати і ціаногенні глікозиди, які пригнічують процес надходження Йоду в клітини щитоподібної залози [231, 266].

Застосування в годівлі свиней ріпакової макухи і шроту з високим вмістом глюкозинолатів може спричинити порушення функціонального стану щитоподібної залози. Отже, струмогенні фактори, якими наділені окремі види кормів зумовлюють зростання потреби свиней у додатковому надходженні Йоду [231].

Дефіцит Йоду може бути також вторинним. За умови поїдання тваринами значної кількості кормів, що містять зобогенні (гойтрогенні) речовини, порушується синтез тиреоїдних гормонів, на тлі чого підвищується продукція ТТГ, що викликає компенсаторну гіпертрофію щитоподібної залози [267].

На пригнічення засвоєння організмом тварин Йоду, який поступає з кормами, впливає також присутність у ньому таких хімічних сполук як нітрати, нітрити, нітрозаміни, перхлорати, залишки пестицидів. Окремі макро- і мікроелементи, зокрема солі магнію і кальцію, за наявності високих їх концентрацій, гумінові кислоти, Сульфур теж вимагають регулювання рівня Йоду шляхом збільшення його надходження. На всмоктування Йоду в шлунково-кишковому каналі впливає Флюор, що є його антагоністом. Експериментальне введення в організм тварин флюорумісних препаратів запобігає депонуванню Йоду, знижує його рівень в крові і посилює елімінацію з організму [231].

На засвоєння Йоду в організмі тварин впливає не лише вміст цього есенціального біоеlementу в кормах, але й сумісність інших компонентів, зокрема макро-і мікроелементів, вітамінів, вторинних метаболітів рослин [18, 231]. Аналіз багатьох повідомлень дає підстави вважати, що існує два типи взаємодії між Йодом та компонентами корму. Перший тип виявляється у зв'язку між надходженням в організм Йоду та інших мінеральних речовин (Ферум, Купрум, Кальцій, Селен та інш.), а другий – визначається сумісністю в складі раціону

різних інгібіторів всмоктування Йоду та мембранного його транспорту в клітинах щитоподібної залози [17].

В останні 10-20 років на основі проведених широкомасштабних наукових досліджень експериментально доведено можливість використання у тваринництві мікроелементів у органічній формі. На заміну неорганічних солей стали все ширше використовувати комплексонати мікроелементів під назвою хелати. У хімічному відношенні – це складні органічні комплексні сполуки, які одержують шляхом поєднання катіонів біометалів із молекулами органічних кислот з утворенням стійких сполук-хелатів [20, 176].

Так, на позитивний результат від використання хелатного комплексу (Fe, Co, J, Se) вказують у своїх дослідженнях Р. С. Осередчук і В. В. Сенечин (2015). Вони відзначають стимулювальний ефект використання цієї мікроелементної добавки в раціонах бугайців. У тварин зростали середньодобові прирости маси, швидкість та інтенсивність росту і покращувались забійні якості (вихід туші, забійний вихід та відносний вміст внутрішнього жиру) [15].

Включення 10 % хелатного йодумісного комплексу мікроелементів у сполученні з  $\gamma$ -аспарагіновою кислотою до раціону поросят сприяло активації факторів гуморального та клітинного імунітету [176, 260].

На сучасному етапі перспективним є створення нових видів і форм елементів з використанням досягнень нанобіотехнології. На думку багатьох вчених, наноформи мікроелементів, через особливості біоструктури, високу сорбційну і акумуляційну здатність проявляють свій позитивний вплив на перебіг метаболічних процесів у тварин в кількостях, що значно менші за науково-обґрунтовані дози біоелементів в неорганічній формі [28, 29, 192].

У наших дослідженнях, з метою вивчення впливу Йоду на метаболічні процеси та репродуктивну функцію у свиней різних вікових та продуктивних груп використано аквацитрат Йоду, виготовлений з використанням нанотехнологій.

За своєю фізико-хімічною суттю отриманий розчин є надчистим водним розчином карбоксилату (цитрату) Йоду. Його отримують у два етапи: на першому – електроімпульсною абляцією в реакторі отримують водний колоїдний розчин

біоелемента. Відповідно до запровадженого способу отримані гранули поміщають в посудину для диспергування і рівномірно розміщують їх на дні між електродами. У ємкість заливають воду. При проходженні через ланцюжки мікрогранул імпульсів електричного струму, в точках контактів гранул одна з одною виникають іскрові розряди, в яких здійснюється вибухоподібне диспергування біоеlementу. При цьому ( $t$  досягає 10 тис.  $^{\circ}\text{C}$ ), ділянки поверхні металевих гранул в зонах іскрових розрядів плавляться і вибухоподібно руйнуються на наночасточки і пару. Розплавлені нанорозмірні частинки, що розлітаються, потрапляють у воду, охолоджуються в ній і утворюють колоїдний розчин наночастинок металів, оксидів металів і наночастинок гідроксидів металів. На другому етапі до такого розчину у формі наночастинок, що утворився, додають карбонову кислоту. За рахунок високої хімічної активності наночастинок проходить утворення карбоксилату металу. Оскільки, до числа реагентів не входять інші речовини, а наночастинок практично повністю беруть участь в хімічній реакції утворення солей карбонових кислот, то утворюється продукт високої екологічної чистоти з дуже низьким вмістом домішок [206].

При виготовленні карбоксилатів металів найчастіше в якості карбонових кислот використовують оцтову, пропіонову, молочну, цитратну, сорбінову, мурашину, яблучну, янтарну, винну, глутарову, борну та інші кислоти [29].

Надчисті водні розчини карбоксилату металів мають рН в межах – 3,0-5,0. При значенні рН менше 2,5 розчин містить надмірну кількість кислоти. При рН більше 8,0 зростає вірогідність утворення наночастинок в розчині. Відношення маси наночастинок металу до маси карбоксилату не перевищує, як правило, 0,00001. Це підвищує якість карбоксилату, оскільки надчистий його водний розчин не містить в кінцевому продукті наночастинок, що підвищує якість і дозволяє розширити область застосування карбоксилатів в біології і медицині [18].

З урахуванням наукових повідомлень про те, що мікроелементи у формі аквахелатів, виготовлених на основі нанотехнологій мають кращу біодоступність і проявляють свою ефективність у значно менших дозах, ніж їх аналоги в

неорганічній і хелатній формах, нами було поставлено завдання вивчити вплив аквацитрату Йоду на окремі ланки метаболізму та продуктивні якості свиней. При цьому, важливим було – встановити максимально толерантний рівень досліджуваного біоелемента в якості мінеральної добавки, з огляду на низький рівень Йоду в концентрованих кормах власного виробництва (49-77мкг/кг) та доволі високий відсоток (4-22 %) в раціонах свиней соєвої макухи (шроту) чи олії, які є струмогенами (гойтрогенами) і пригнічують засвоюваність Йоду.

Встановлення оптимальної кількості Йоду в нанодисперсній формі, для свиней різних вікових груп, було важливим з огляду екологічної безпеки, оскільки низька засвоюваність біоеlementу з калію йодиду часто є причиною забруднення хімічною сполукою довкілля.

При застосуванні мікроелементів в наноцитратованій формі, мікрочастинки в силу своєї природи вільно переміщуються дифузійним, броунівським чи іншими механізмами по всіх компартаментах тваринного організму. Потреба в додаткових лігандах відпадає, що сприяє більш вираженій дії мікроелементу та зумовлює відповідну біохімічну і фізіологічну активність при значно менших концентраціях ніж при використанні мікроелементів у звичайній молекулярній формі [29].

Гідратовані наночастинки до певної міри є функціональними наноматеріалами, оскільки завдяки своїй наногідратній оболонці вони можуть швидко проникати через мембрани клітин, легко «розкриватися» з оболонок, що створює умови для їх високої біологічної активності. Це дозволяє використовувати біоелементи у такій формі для стимулювання чи пригнічення певних метаболічних процесів в організмі людини і тварин [24].

Нашими дослідженнями доведено, що концентрація Йоду в плазмі крові свиней визначається його рівнем в кормах. За мінеральної підгодівлі поросних і лактуючих свиноматок аквацитратом йоду, виготовленим на основі нанотехнологій, нами встановлено, що вміст Йоду загального в плазмі крові, молоці і молозиві, рівень Йоду, зв'язаного з білком та концентрація йодотиронінів (трийодтиронін, тироксин) є дозозалежними від поступлення досліджуваного

біоелемента з раціоном. За отриманими результатами відзначимо, що за рахунок кращої біодоступності і, очевидно, вищої, за цих умов, біологічної активності, Йод, у нанодисперсній формі, проявляє свої властивості в дозах менших, ніж кількості, які рекомендовані і вводяться до складу мінеральних преміксів для порослих і лактуючих свиноматок.

Оцінку йодного статусу визначали шляхом з'ясування залежності між надходження Йоду з кормом і такими показниками як концентрація Йоду загального, вміст трийодтироніну і тироксину в плазмі, молозиві і молоці свиноматок [15].

Так як, органічний Йод крові представлений в основному гормонами щитоподібної залози, зв'язаними з глобулінами, і меншою мірою з альбумінами сироватки, для оцінки функціонального стану щитоподібної залози використовують такий показник, як рівень осаджуваного сироваткового Йоду або білковозв'язаного Йоду (ЗБЙ). Йод, зв'язаний з білком, на 90-95 % складається з тироксину [39]. Мінеральний (діалізований) Йод плазми становить у дорослих особин 15–20 % від загальної його кількості.

Концентрація Йоду в плазмі крові і тканині щитоподібної залози залежить від вікової і функціональної перебудови організму свиней і рівня біоеlementу в раціоні. Вибіркове накопичення і віковий перерозподіл Йоду в тканинах свідчить про його активну участь у регуляції біологічних процесів.

За результатами проведених експериментальних досліджень констатуємо, що введення до раціонів свиноматок Йоду, в формі аквацитрату, в половинній (1/2) і четвертинній (1/4) кількості, по відношенню до тварин контрольної групи, яка отримувала Йод в молекулярній формі, забезпечує у всі періоди дослідження стабільно високий рівень Йоду загального і Йоду, зв'язаного з білком у плазмі крові.

При цьому, концентрація трийодтироніну і тироксину знаходилась в межах величин, характерних для тварин контрольної групи. Виявлене нами суттєве зростання рівня загального Йоду і Йоду, зв'язаного з білком, за введення до раціонів свиноматок підвищених кількостей Йоду (співвідношення Йоду в

формі аквацитрату і калію йодиду 1:1) є, очевидно, результатом кращої засвоюваності біоелемента з нанодисперсної його форми. При цьому, необхідно відзначити, що можливості щитоподібної залози щодо рівня засвоєння Йоду є обмежені його потребою в гормоногенезі. Так, нами встановлено, що за введення високих доз Йоду в формі аквацитрату в свиноматок на 90-у добу поросності вміст Йоду загального в плазмі крові перевищував аналогічний показник тварин контрольної групи на 70,8 %, ЙЗБ – на 31,7 % ( $P < 0,001$ ), а концентрація трийодтироніну і тироксину, за цих умов, була вищою на 11,4 і 7,2 % ( $P < 0,05$ ), відповідно.

Невідповідність між зростанням концентрації Йоду і йодтиронінів у крові свиноматок є, очевидно, результатом того, що щитоподібна залоза концентрує Йод лише в кількості, що необхідна для відповідного рівня синтезу тиреоїдних гормонів, а надлишок, швидше за все, виводиться з сечею.

За відносно низького рівня Йоду в крові, щитоподібна залоза мобілізує свої можливості щодо його використання в синтетичних процесах. При цьому, ймовірно, знижується рівень біоелемента як у сироватці крові, так і в сечі [257, 268].

Отримані нами дані щодо концентрації Йоду в плазмі крові та відповідний рівень гормоногенезу, на тлі поступлення різних доз Йоду з кормом, підтверджуються дослідженнями інших авторів [162, 269, 270].

Використання в раціонах порослих свиноматок Йоду в формі аквацитрату дозою 0,038 мг/кг корму, що становить 10 % від його рівня в неорганічній формі у складі мінерального преміксу, призводить до зменшення у крові концентрації трийодтироніну на 16,5 %, ( $P < 0,01$ ), тироксину – на 12,4 %, ( $P < 0,05$ ), вмісту загального протеїну і сечовини, відповідно, на 8,7 і 20,6 %, ( $P < 0,05$ ) та збільшення числа лейкоцитів на 29,8 % ( $P < 0,01$ ). Встановлено зниження плодючості і молочності свиноматок, а також маси новонароджених порослят і приростів їх маси в підсисний період.

Про важливість якості молозива і молока свиноматок свідчать дані про те, що у новонароджених порослят відносно малий шлунок, в якому відсутня

рефлекторна фаза виділення шлункового соку й до 3-тижневого віку у шлунку немає соляної кислоти. У цей період не виробляється амілаза підшлункової залози, тому не розщеплюється крохмаль, а також не засвоюється сахароза. Однак, секретується велика кількість ліпази та лактази. Тобто, будова травної системи поросят раннього постнатального періоду розвитку сформована таким чином, що вони добре перетравлюють тільки молоко матері [271].

Дані літератури щодо вмісту Йоду в крові поросят, залежно від їх віку неоднозначні [86]. Нами, у своїх дослідках було з'ясовано, що в крові 9-добових поросят, для яких єдиним джерелом поступлення Йоду було молозиво і молоко свиноматок, рівень ЙЗБ і тиреотонінів був наближений до показників тварин контрольної групи і знаходився в межах величин характерних для поросят-сисунів. У поросят старшого віку (18-27добових) за збагачення престартерного корму різною кількістю аквацитрату йоду відзначено тенденцію до незначного зростання в їх крові гормонів щитоподібної залози. І лише в четвертій дослідній групі, за надходження мінімально досліджуваної дози Йоду, вміст трийодтироніну і тироксину знижувався.

Вважається, що вміст Йоду в молоці свиноматок однозначно залежить від його рівня у раціоні. За спостереженнями Л. Ю. Карпенко (2014) в перші 2-3-и доби після опоросу у молозиві вміст Йоду є дещо вищим ніж, у подальшому в молоці і знаходиться на рівні 1,50 нмоль/л. Під кінець лактаційного періоду його рівень в молоці є нижчим і близьким до 0,50 нмоль/л [44].

У наших дослідженнях концентрація Йоду загального в молозиві і молоці лактуючих свиноматок відзначалася тенденцією до незначного його зростання в тварин першої – третьої дослідних груп. У молозиві свиноматок четвертої групи (Д<sub>4</sub>), за найнижчого надходження Йоду в нанодисперсній формі, цей показник був наближений до аналогічного у тварин контролю. Однак, очевидно, за дефіциту Йоду в раціоні свиноматок цієї групи, компенсаторні механізми не безмежні і через це концентрація Йоду загального в молоці була майже вдвоє меншою.



Отже, за отриманими результатами можна стверджувати, що застосування аквацитрату йоду, в якості мінеральної підгодівлі свиноматок, забезпечує їх потребу в Йоді для гормоносинтезувальних процесів. За рівнем трийодтироніну і тироксину в плазмі крові, порівняно із тваринами контрольної групи, що отримували в складі преміксу Йод в неорганічній формі, найбільш толерантною кількістю Йоду в наноформі є доза, що відповідає 50 % від його вмісту в складі калію йодиду.

З огляду на те, що Йод у складі тиреоїдних гормонів має стимулювальний вплив на процеси диференціації і проліферації клітин системи гемопоезу [15] нами було вивчено морфологічні показники крові у свиноматок і поросят за різного рівня в їх раціонах Йоду в аквацитратній формі [272-274].

За результатами аналізу гематологічних показників у свиней нами з'ясовано, що їх динаміка є залежною від віку, фізіологічного стану та кількості Йоду, що потрапляє в організм із кормом. Так, за згодовування стандартного мінерального преміксу, до складу якого входить Йод в неорганічній формі (контрольна група тварин), найвищою кількістю еритроцитів була у поросних свиноматок. Причому, на 90-у добу поросності число червоних кров'яних тілець перевищувало показник вагітних тварин на 60-у добу і ремонтних свинок, на відповідно 1,5 і 7,5 %. Вміст гемоглобіну у крові поросних свиноматок, в досліджувані періоди, був на 2,1 і 4,2 % вищим за аналогічний у ремонтних свинок. Щодо кількості лейкоцитів, то найнижчою вона була у ремонтних свинок, а в подальшому, із зростанням періоду поросності відзначена тенденція до незначного її зростання.

У поросят, у ранній постнатальний період, збільшувалися кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові з віком тварин. Число еритроцитів у крові 9-добових поросят було на 7,3 і 8,4 %, а концентрація гемоглобіну – на 3,7 і 3,5 % меншою за показники 18-ти і 27-добових поросят. Подібною була динаміка гематологічних показників у 9-добових поросят за введення до раціонів свиноматок, а в подальшому, до складу престартерного корму поросят, Йоду в аквацитратній формі (50 і 25 % від його кількості в складі СМП).

Досліджувані морфологічні показники крові наближались до аналогічних у поросят контрольної та першої дослідної групи, яка отримувала біоелемент у формі аквацитрату в значно більшій кількості (1:1). Однак, у наступні досліджувані періоди неонатального розвитку (18-та і 27-ма доба) інтенсивність процесів кровотворення у поросят контрольної і дослідних груп мала, хоч і незначну, але характерну тенденцію до зниження, що є швидше за все, результатом фізіологічної перебудови.

Після опоросу, у крові свиноматок було відзначено незначне (в межах 7,5-8 %) зменшення кількості еритроцитів і лейкоцитів та вмісту гемоглобіну. При цьому необхідно відзначити, що виявлені зміни в системі кровотворення були не вірогідними і, очевидно, мали адаптаційно-приспосувальний характер.

Позитивну дію Йоду в формі аквацитрату нами також відзначено в свиноматок дослідних груп Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>, що отримували досліджуваний біоелемент в такій формі в кількості, що відповідала 50 і 25 % дози молекулярного Йоду в складі калію йодиду. Поступлення есенціального елемента в організм вагітних тварин в такій дозі є, очевидно, достатнім для забезпечення функціонального стану щитоподібної залози і її регульовального впливу на гемопоетичні процеси. Отримані результати морфологічних показників крові свиноматок, при чому як поросних, так і лактуючих підтверджують наявні наукові повідомлення щодо здатності нанодисперсних форм мікроелементів проявляти біологічну активність в значно менших кількостях [172]. Виявлена тенденція щодо зростання в крові свиноматок цих дослідних груп (90-а доба поросності), порівняно із тваринами контрольної групи, числа еритроцитів та вмісту гемоглобіну є, швидше за все, ознакою того, що згодовувана свиням кількість Йоду в неорганічній формі (0,38 і 0,50 мг/кг корму) не забезпечує повної потреби організму в біоеlementі.

За аналізом численних наукових повідомлень важливою проблемою є споживання Йоду тваринами в надлишкових кількостях. Щодо граничного його рівня безпечності однозначності немає, але, на думку багатьох науковців, це залежить від фізіологічного стану організму, віку, тиреоїдного стану тощо [86, 172].

Нами підтверджуються дані про те, що свині надто чутливі до надлишку Йоду в їх раціонах [117]. Зволоження сухого корму для свиноматок аквацитратом Йоду в дозі, що відповідала аналогічній (1:1), але в неорганічній формі (КІ) у складі мінерального преміксу, характеризувалося пригніченням кровотворних процесів. У тварин дослідної цієї групи в усі періоди досліду відзначено в крові зменшення еритроцитів, вмісту гемоглобіну, а на останньому етапі поросності (90-а доба) різко зростала кількість лейкоцитів. У 9-ти і 18-ти добових поросят, що народилися від свиноматок, які отримували з кормом найбільш високу досліджувану дозу Йоду в нанодисперсній формі, на тлі зниження числа еритроцитів і зростання лейкоцитів рівень гемоглобіну в крові був відносно стабільним і лише на 27-му добу – тенденційно знижувався. Аналіз отриманих результатів дає нам право на припущення, що доза Йоду в формі аквацитрату, що рівна аналогічній його кількості в молекулярній формі, є необґрунтованою, оскільки сприяє пригніченню гемопоетичних процесів, як у поросних свиноматок, так і в поросят, що народжувалися від них.

Позитивна дія від підгодівлі поросних і лактуючих свиноматок Йодом в наноформі не викликає жодних сумнівів. При цьому очевидно, що стимулювальний вплив біоелемента на кровотворення в більшій мірі визначається його участю в функціонуванні щитоподібної залози, а отримані зміни морфологічних показників крові є проявом тиреоїдної регуляції залозою цього процесу.

Найменш ефективною, в частині забезпечення відповідного еритро-і лейкопоезу, виявилася мінеральна підгодівля поросних і лактуючих свиноматок аквацитратом Йоду в дозі, що в 10 разів (1:10) була меншою за кількість Йоду в складі стандартного преміксу. Так, в крові тварин цієї групи на 60-ту і 90-ту добу поросності відзначено вірогідне, порівняно з тваринами контрольної групи, зниження кількості еритроцитів на 10,3 і 8,7 % ( $P < 0,05$ ), вмісту гемоглобіну – на 4,0 і 3,5 % та гематокритної величини – на 17,9 і 11,8 % ( $P < 0,01$ ), відповідно. За динамікою зміни гематологічних показників у поросят, народжених від свиноматок цієї дослідної групи, вимальовується чітка закономірність щодо

здатності організму через механізми адаптативно-приспосувальних реакцій забезпечувати довготривалий гомеостаз.

Протеїни – є одними з основних носіїв життя. Протеїновий склад крові багато в чому визначає життєздатність та рівень неспецифічної резистентності організму. Рівень загального протеїну є одним з основних показників інтенсивності обміну речовин і багато в чому визначає продуктивні якості.

Йод являється біологічно активним елементом, основна роль якого зводиться до складної біохімічної регуляції процесів проміжного обміну в організмі тварин. У неонатальному періоді розвитку даний есенціальний біоелемент бере участь у диференціації високоорганізованих тканин, а в ранньому і пізньому постнатальному – підтримує оптимальний рівень обмінних процесів у тваринному організмі [17, 275].

Функціональна активність щитоподібної залози у тварин, у тому числі в свиней контролює метаболічні процеси і їхню продуктивність. Поступлення та відповідне забезпечення організму тварин Йодом, в якості необхідного компоненту мікроелементного живлення, визначає структуру щитоподібної залози і утворення тиреотропних гормонів, що необхідні для здоров'я, росту, відтворення та високих показників продуктивності [68, 258].

У зв'язку із впливом тироксину на анаболічні процеси в організмі посилюється ретенція поживних речовин корму, і відповідно збільшується кількість субстратів для проміжного обміну речовин. При цьому, характерним є активізація регулювальних механізмів біохімічних процесів, зв'язаних з більш ефективним використанням азотистих та інших поживних речовин.

Дія гормонів щитоподібної залози тісно пов'язана з активністю ензимів, які забезпечують біохімічні процеси в клітинах, тканинах і органах. На думку багатьох вчених роль гормонів в таких реакціях є або активуючою або інгібуючою і проявляється цей вплив через забезпечення їх зв'язку з різними біоколоїдами [29].

За повідомленням ряду вчених [31, 120, 276] Йод, у складі три- і тетраїодтиронінів сприяє значному підвищенню перетравності поживних

речовин. При цьому вважається, що висока біодоступність Йоду з органічних його форм дозволяє знижувати вміст біоелементів в складі преміксів.

Нами, в експерименті на свинях різних віково-господарських груп встановлено, що їх протеїновий профіль є залежним, як від фізіологічного стану, так, і значною мірою, від поступлення Йоду з раціону. Вміст загального протеїну в сироватці крові ремонтних свинок (контроль) перед осіменінням знаходився на рівні  $74,14 \pm 1,12$  г/л. У процесі поросності, за інтенсивного використання поживних речовин на розвиток плодів, рівень загального протеїну в сироватці крові дещо знижувався. На 60-у добу вагітності він був на 2,7 а на 90-у – на 7,1 % нижчим за показники ремонтних свинок контрольної групи.

Очевидно, Йод з аквацитрату активно включається в гормоносинтезувальні процеси та проявляє, через дію тиреогормонів, стимулювальний вплив на синтез протеїну. Нами відзначено, що позитивний результат досягається за включення до складу раціонів свиноматок  $\frac{1}{2}$  і  $\frac{1}{4}$  частки Йоду у складі аквацитрату, в порівнянні із дозою, що входила до складу мінерального премікса. За таких умов вміст загального протеїну в сироватці крові на 90-у добу поросності свиноматок( група Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub> ) був вищим від показників тварин контрольної групи, відповідно, на 4,9 і 7,0 %. Зростання в раціоні вагітних тварин (група Д<sub>1</sub> ) дози Йоду (співвідношення Йоду в аквацитратній і неорганічній формі 1:1) і особливо його зменшення до 1/10 частки (0,1:1) характеризувалося пригніченням протеїнсинтезувальних процесів.

Вміст загального протеїну в крові тварин цих груп, порівняно з контролем, упродовж періоду поросності мав тенденцію до зниження, що, очевидно, пов'язано з різною активністю тироксину і його впливом на синтез різноманітних і-РНК, які мають відношення до утворення протеїнів, але різний вплив Йоду на білковий профіль є, швидше за все, результатом різного ступеня трансформації засвоєного Йоду у тиреоїдні гормони. Фракційний склад протеїну крові відображає адаптативну здатність, продуктивність, імунний статус і резистентність [277]. Нами встановлено, що вірогідних змін у динаміці концентрації окремих груп протеїнів в сироватці крові не було, однак, за

ймовірного надлишку і особливо дефіциту Йоду в раціонах свиноматок зменшення рівня загального протеїну відбувалося за тенденції до зниження відсотка альбумінів і зростання глобулінів  $\beta$ -фракції. На пригнічення протеїнсинтезувальних процесів, на тлі гіпоелементозу Йоду вказують M. Rashmi et al. (2014) і Е.Е. Комкова (2000), які також відзначають, що на тлі зменшення рівня загального протеїну в крові найбільш характерним є зниження його альбумінової фракції, а вміст  $\gamma$  і  $\beta$ -глобулінів може зростати [278, 279].

За результатами інших досліджень – наслідком гіпофункції щитоподібної залози є зниження основного обміну на 50-60 %. При цьому, протеїнсинтезувальна функція печінки пригнічується. На тлі зменшення рівня загального протеїну найбільш характерним є зниження його альбумінової фракції, вміст  $\alpha$ - і  $\beta$ -глобулінів відносно підвищується, збільшується також концентрація загального, амінного і залишкового азоту та сечовини. За недостатнього надходження Йоду в організмі поросят, на тлі зниження рівня цього мікроелементу в крові, характерним було пригнічення метаболічних процесів, що характеризувалося зниженням приростів маси тіла на 5-7 % та ефективності використання кормів на 6-7 % [6, 115].

Тироксин та трийодтиронін стимулюють синтезувальні процеси у печінці. За підвищення функціональної активності щитоподібної залози у крові свиней зростає рівень альбумінів та  $\alpha$ -глобулінів [280]. Вони сприяють накопиченню в тканинних протеїнах і ензимах SH-груп, внаслідок чого відбувається активація обмінних процесів [281].

Вплив Йоду і тиреоїдних гормонів на ліпідний обмін неоднозначний. У гепатоцитах трийодтиронін стимулює процес ліпогенезу, збільшуючи рівень експресії генів і активуючи задіяні в цьому процесі ензими, а в клітинах жирової тканини – стимулює і ліпогенез, і ліполіз, посилює вплив катехоламінів на метаболічні процеси в адипоцитах [281-284].

Водночас, протеїнсинтезувальна функція у тварин визначається функціональним і структурним станом гепатоцитів. Активність гепатометаболічних ензимів є маркером обмінних процесів у печінці, а за

преморбідних і патологічних станів її ензими елімінуються в кров, спричиняючи зростання їх активності. За вивчення впливу Йоду у формі аквацитрату було з'ясовано, що активність АсАТ, АлАТ і ЛФ зростала в сироватці крові свиноматок дослідних груп, які отримували з раціоном найбільш високу (1:1) і найнижчу (0,1:1) кількість Йоду, по відношенню до контрольної групи тварин, що, очевидно підтверджує отримані нами результати щодо менш ефективної або неефективної дії аквацитрату Йоду в такій дозі. На зниження функціонального стану печінки за таких умов вказує також вірогідне ( $P < 0,01$ ) зниження в сироватці крові концентрації сечовини.

Йод відіграє важливу роль в обміні вуглеводів і жирів. Нами відзначено, що за достатнього поступлення досліджуваного біоеlementу з кормами, в тому числі в аквацитратній формі, в крові свиноматок зростає концентрація глюкози, що, очевидно, є результатом підвищення гліколітичної активності і посилення розпаду глікогену в печінці [285-287].

Існує тісний зв'язок між станом тиреоїдної секреції і ліпідним обміном. За дефіциту тироксину і трийодтироніну, в крові знижується ліполітична активність і швидкість окиснення жирних кислот, внаслідок чого жир відкладається в організмі. За цих умов у крові може підвищуватися рівень фосфоліпідів, ліпопротеїдів і холестеролу [284].

Аналіз одержаних нами результатів дослідження свідчить, що вміст загальних ліпідів у молозиві на 33 % ( $P < 0,01$ ) перевищував аналогічний показник в молоці свиноматок. При цьому, в молоці рівень триацилгліцеролів, був вищим на 13,5 % ( $P < 0,05$ ), вміст фосфоліпідів – на 18,7 % ( $P < 0,01$ ) і на 23,6 % ( $P < 0,05$ ) – вміст вільного холестеролу. Уведення до раціону свиноматок другої і третьої дослідних груп Йоду у формі аквацитрату в найбільш толерантних дозах (0,5:1 та 0,25:1) сприяло зростанню відносного вмісту фосфоліпідів (на 14,4 і 18,4 %, ( $P < 0,05$ ) в молозиві. У молоці свиноматок, за такого ж рівня Йоду в раціоні, вміст моно- і діацилгліцеролів та вільного холестеролу збільшувався, на тлі зниження вмісту вільних жирних кислот.

Щодо збільшення холестеролу, то це може бути пов'язано з тим, що

тиреоїдні гормони можуть стимулювати активність 3-гідрокси-3-метил-КоА редуктази – ключового ензиму біосинтезу холестеролу і, таким чином, індукувати синтез холестеролу [79].

Щодо концентрації триацилгліцеролів, то, це, очевидно, пояснюється стимулювальним впливом тиреоїдних гормонів на секрецію інсуліну, що, у ряді випадків, супроводжується невеликим підвищенням рівня триацилгліцеролів. Адже інсулін з одного боку стимулює перетворення вуглеводів у триацилгліцероли, а з іншого сприяє їх затримці в адипоцитах, оскільки інгібує ліполіз [14, 16].

На репродуктивну функцію тварин значний вплив мають мінеральні речовини, оскільки вони є структурним матеріалом, що забезпечує в організмі функціонування вітамінів, ензимів та перебіг метаболічних процесів в цілому.

Гормональна активність свиноматок змінюється впродовж відтворювального циклу. Найбільш характерною особливістю періоду поросності в свиноматок є швидкий ріст плодів. Йодозалежні гормони щитоподібної залози, будучи спеціалізованими регуляторами біохімічних процесів в організмі матері і плода відіграють важливу роль у регуляції метаболічних процесів, прискорюючи одні з них та сповільнюючи інші, чим підтримують цілісність і єдність організму. В механізмі дії гормонів щитоподібної залози є інтенсифікація метаболічних процесів шляхом збільшення чисельності і розмірів мітохондрій, стимуляції окиснювального фосфорилування. Основними ознаками такої дії гормонів є посилення сперматогенезу, прояв статевих рефлексів, збільшене і посилене молокоутворення [288].

Нами встановлено, що включення до раціонів свиноматок аквацитрату йоду в кількостях, що відповідають 50 і 25 % вмісту Йоду в складі стандартного мінерального преміксу мало позитивний вплив на їх відтворювальну здатність. Такі свиноматки народжували по 13,7 – 14,0 поросят, середньою масою тіла 1,20-1,24 кг і за цими показниками перевищували результати тварин контрольної групи.



У цих дослідних групах кращими також були продуктивні якості поросят. За функціональної активності щитоподібної залози, на тлі зростання в плазмі крові, молозиви і молоці свиноматок тиреотонінів, покращувався ріст і розвиток поросят, народжених від них. Середньодобові прирости сисунів, за введення свиноматкам максимально толерантного рівня Йоду в формі аквацитрату (групи Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>), були на 14,8 і 8,7 % вищими, ніж у поросят, народжених від свиноматок, що одержували Йод в молекулярній формі.

За відлучення такі поросята переважали за масою тіла сисунів контрольної групи на 13,8 і 8,1 %, відповідно. Позитивним, на нашу думку, було зростання збереженості поросят до 97 %. Молочність свиноматок, як один з основних факторів забезпечення поросят-сисунів поживними і мінеральними речовинами, відзначалась вірогідним зростання на 28,7 і 15,8 %, ( $P < 0,01$ ), відповідно.

За умови введення до раціонів свиноматок Йоду, в наноцитратній формі, в кількості, рівній вмісту Йоду в складі мінерального преміксу (1:1), у них, порівняно з тваринами контрольної групи, знижувалась на 4,7 % плодючість і була меншою на 7,3 % маса новонароджених поросят. Середньодобові прирости таких поросят були нижчими на 15,7 %, а збереженість становила 91,5 %. Очевидно, введення Йоду в формі цитрату в такій кількості є нераціональним і, швидше за все, небажаним, оскільки характеризується певними негативними тенденціями при оцінці як відтворювальних, так і продуктивних якостей свиноматок і народжених від них поросят.

На високу біодоступність і біологічну активність Йоду в формі аквацитрату вказують отримані нами результати в групі свиноматок, що отримували найнижчу досліджувану дозу йодумісного препарату. Тобто тих тварин, до раціонів яких кількість Йоду у формі аквацитрату вводили в кількості, що була в 10 разів менша за рекомендовану дозу елемента для поросних свиноматок у формі неорганічної солі. Встановлено, що за багатоплідністю і масою тіла новонароджених поросят, показники свиноматок цієї дослідної групи суттєво не відрізнялися від аналогів контрольної групи. Подібними були також середньодобові прирости та маса поросят при відлученні, що дає підстави

припустити, що навіть така мінімальна кількість Йоду в легкодоступній формі через механізми саморегуляції здатна, хоч і мінімально, забезпечити гормоносинтезувальну функцію щитоподібної залози у свиноматок та підтримувати їх відтворювальну функцію.

Отримані нами дані щодо позитивного впливу наноформи Йоду на відтворення у свиней знайшли своє підтвердження в роботах інших вчених. М. В. Себа зі співавт. (2016) відзначають, що мікроелементи проявляють здатність підвищувати гормональну активність у самок через тісний зв'язок з функціонуванням яєчників, щитоподібної залози і гіпофізу. Ін'єкції препарату «Кватронан Se» позитивно впливали на запліднюваність самок [205].

На позитивний вплив від згодовування ремонтним свинкам, а в подальшому свиноматкам кормів, збагачених Йодом вказує Е.В. Громова і А.В. Кокорев (2014). Активація гормоносинтезувальної функції щитоподібної залози у свиноматок, на думку авторів, сприяє покращенню відтворювальної їх функції, збільшенню плодючості на 0,8-1,2 поросят, молочності – на 10-20 %, інтенсивності росту поросят – на 9,8-19,8 % та підвищенню їх збереженості – на 5 % [289].

Подібні результати отримали й інші дослідники. До прикладу, на позитивний вплив від згодовування свиноматкам разом із вітамінами біологічно активного препарату «Нановулін», що в своєму складі містить Купрум у формі наноаквахелату, вказують В. І. Шеремета зі співавт. (2014). На думку авторів, включення до раціону свиноматок нанопрепарату впродовж 3-х днів після відлучення поросят, зумовлює скорочення в них холостого періоду на 1,1 доби та сприяє вищій запліднюваності самок на 20 %. За цих умов спостерігалася тенденція до підвищення багаплідності свиноматок на 1,6 поросяти та зменшення у гнізді числа мертвонароджених поросят у 2,6 раза [290].

Те, що застосування Йоду в наноцитратній формі ефективніше, ніж у біоелемента в звичайному молекулярному вигляді, підтверджено в дослідженнях на поросятах у період дорощування (після відлучення і до постановки на інтенсивну відгодівлю). Так, за результатами проведених досліджень з'ясовано,

що функціональна активність щитоподібної залози, її гормоносинтезувальна функція в поросят залежала від рівня в крові Йоду, зв'язаного з білком (ЙЗБ), що у свою чергу було залежним від поступлення даного есенціального біоелемента з раціоном. За динамікою виявлених змін можна передбачати, що рівень Йоду в крові підсвинків залежав від їх вікової морфологічної і функціональної перебудови. Так, введення до складу раціону піддослідних тварин Йоду, у формі аквацитрату, забезпечувало відносно рівну із поросятами контрольної групи концентрацію в крові Йоду загального. При цьому рівень ЙЗБ, за яким оцінюють гормоносинтезувальну здатність щитоподібної залози, у першій дослідній групі поросят був на 13,0 %, а в другій – на 8,3 %, відповідно, вищим, за аналогічний показник підсвинків контрольної групи тварин. За оцінкою вмісту тиреотонінів кращий результат відзначено у поросят першої дослідної групи, порівняно з показниками тварин контрольної групи.

Так, рівень трийодтироніну ( $T_3$ ) у тварин цієї групи був вищим за показник поросят другої дослідної групи на 8,6 % та контролю – на 7,2 %, відповідно. Аналогічно, концентрація тироксину ( $T_4$ ) в крові підсвинків групи Д<sub>1</sub> була вищою на 11,3 % за показник контролю, і на 17,6 % – за показник тварин групи Д<sub>2</sub>, що отримувала Йод у формі аквацитрату в меншій кількості.

Нами встановлено, що підгодівля поросят Йодом, в умовах західної біогеохімічної зони України, сприяє інтенсифікації росту поросят, гемопоезу та обміну речовин, а також підвищенню приростів їх маси тіла. За умови введення до раціонів поросят Йоду цитратованого в кількостях, що знаходились на рівні 25-50 % від його вмісту в складі мінерального преміксу, в сироватці крові молодняку цього періоду постнатального розвитку зростав рівень протеїну загального, відповідно, на 8,7 і 8,2 %, що є результатом інтенсифікації протеїносинтезувальних процесів і є своєрідним механізмом реалізації генетичної програми онтогенезу.

У фізіологічних концентраціях тиреоїдні гормони проявляють анаболічний ефект, інтенсифікують протеїновий синтез, а високі концентрації гальмують синтез протеїнів і стимулюють катаболічні процеси. Надлишок Йоду

стимулює розпад протеїнів, викликаючи негативний азотистий баланс: посилюються процеси розпаду м'язового креатиніну, порушується ендохондріальне окостеніння в хрящах і розвивається остеопороз [275].

На інтенсивність протеїнового обміну в організмі вказують також такі досліджувані нами показники, як концентрація в сироватці крові сечовини і залишкового азоту, оскільки саме вони є кінцевими продуктами метаболізму протеїнів. Зростання в сироватці крові поросят першої і другої дослідних груп рівня сечовини на 15,4 і 10,7 % ( $P < 0,05$ ) та зниження вмісту залишкового азоту, порівняно з тваринами контрольної групи на, відповідно, 11,7 і 8,4 % є добрим прогностичним маркером відновлення функціонального стану печінки в частині засвоєння ендогенного аміаку та наступних синтетичних процесів, що відбуваються в ній.

На порушення азотистого обміну в організмі тварин може вказувати також концентрація креатиніну. Нами було з'ясовано, що її рівень у крові свиней контрольної і дослідних груп суттєвих змін не зазнавав і знаходився в межах фізіологічних величин.

Подібна картина з'ясована нами також при оцінці окремих показників вуглеводного і ліпідного обміну. Отримані в експерименті результати щодо рівня в сироватці крові глюкози, холестеролу і триацилгліцеролів дають підстави припускати, що Йод у наноцитратованій дисперсній субстанції здатний забезпечувати відповідний функціональний стан щитоподібної залози і її тиреотропний вплив на основний обмін речовин у кількостях, що є половиною, а також четвертинною часткою, по відношенню до Йоду в неорганічній формі, що вводиться до складу мінеральних преміксів.

Відзначене нами зниження рівня глюкози в сироватці крові поросят дослідних груп, очевидно, необхідно пов'язувати із зростанням потреби організму в енергетичних ресурсах, у цей період розвитку. На тлі дії тиреоїдних гормонів, за інтенсивного росту тварин, імовірно відбувається іммобілізація депонованих вуглеводів, посилюються ліполітичні процеси та знижується структурний розпад білків.

До показників, що мають відношення до оцінки функціонального стану печінки належить також ензимна активність «так званих» гепатобіліарних ензимів, а саме амінотрансфераз (АсАТ і АлАТ) та лужної фосфатази (ЛФ). За результатами досліджень нами встановлено, що ознаки гіперензимемії в сироватці крові поросят дослідних груп були відсутні, тоді як активність АсАТ, АлАТ і ЛФ, порівняно з показниками тварин контрольної групи, суттєвих відмінностей не зазнавали, що характеризує аквацитрат йоду, в запропонованих дозах, як безпечне і ефективне джерело важливого, у фізіологічному відношенні, біоелемента.

За рахунок кращої біодоступності із цитратованої наноформи, Йод, навіть у невеликих кількостях, здатен проявляти у поросят антиоксидантну активність. Він сприяє активації ензимної ланки АОС, підтвердженням чого є тенденції до зростання активності каталази у поросят першої дослідної групи та активності супероксиддисмутази у тварин групи Д<sub>1</sub> і Д<sub>2</sub>, порівняно із підсвинками, що отримували з раціоном Йод у формі калію йодиду.

При цьому, відсоток ТБК-активних продуктів у поросят дослідних груп був нижчим на 13,5 і 3,7 %, за відсутності суттєвих відмінностей із тваринами контрольної групи рівня дієнових кон'югатів в сироватці крові, що є результатом впливу Йоду на пригнічення процесів радикалоутворення.

Нами підтверджено численні наукові повідомлення, що йодозалежні гормони щитоподібної залози є потужними біорегуляторами, які, діючи на численні ланки внутрішньоклітинного метаболізму визначають інтенсивність росту тварин як в пренатальний, так і в постнатальний період розвитку [52, 56, 88].

При цьому, кращі середньодобові прирости були у поросят дослідних груп. Так, підсвинки першої дослідної групи (Д<sub>1</sub>), що отримували з кормом більшу дозу аквацитрату йоду, ніж в другій дослідній групі (Д<sub>2</sub>), мали середньодобові прирости маси тіла більші, відповідно на 38,29 г, порівняно з тваринами контрольної групи і на 16,29 г – ніж поросята другої дослідної групи.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна припускати,

що аквацитрат йоду, у діапазоні запропонованих доз, забезпечує потребу організму поросят на дорощуванні в Йоді, про що можна судити за його позитивним впливом на продуктивні якості свиней.

За інтенсивної відгодівлі поросят, у період від 70-ї і до 170-ї доби життя, поросята контрольної і дослідних груп досягали на кінець відгодівлі маси тіла 112-117 кг. Потреба в Йоді в цей період росту і розвитку забезпечувалась уведенням до складу гроверного і фінішерного корму тварин контрольної групи Йоду в формі йодидів (1,79 мг/кг корму), а дослідних – у наноцитратній формі (0,895 і 0,48 мг/кг корму). При цьому встановлено, що більш ефективною добавкою біоеlements виявилась його наноформа, оскільки за значно менших кількостей аквацитрату, введеного до раціону, досягнуто кращий результат.

На завершальному етапі відгодівлі маса тіла свиней 1-ї і 2-ї дослідних груп перевищувала показник тварин контрольної групи на 4,9 і 3,3 кг. Середньодобові прирости, в цей період досліду, були у поросят дослідних груп Д<sub>1</sub> і Д<sub>2</sub> на 3,0 і 2,1 % вищими, ніж в контролі. Закономірно, що за цих умов характерною для тварин дослідних груп була також тенденція щодо зниження затрат корму на одиницю приросту. Можна стверджувати, що заміна Йоду в складі преміксу на його аквацитратну форму дає можливість оптимізувати перебіг метаболічних процесів в організмі свиней. Результати оцінки маси тіла тварин та середньодобових їх приростів дають підстави припускати, що найбільш оптимальною кількістю Йоду в наноцитратній формі для поросят на відгодівлі є доза, що становить 25 % від його вмісту в складі стандартного мінерального преміксу.

За всіма якісними показниками м'ясо, отримане від свиней дослідних груп, практично не відрізнялося від свинини отриманої від тварин контрольної групи, хоча у півтушах свиней дослідних груп відносний вміст протеїну був дещо вищим, а вміст жиру – тенденційно знижувався.

Таким чином, в умовах Західної біогеохімічної зони проблему йододефіциту для свиней можна успішно вирішувати за рахунок включення до їх раціонів аквацитрату йоду. На це вказує інтенсифікація обмінних процесів в організмі поросят, стимуляція їх росту і розвитку, покращення якісних показників

свинини за використання у раціонах тварин Йоду в наноцитратній формі, причому в значно менших кількостях, ніж ті, що рекомендовані для різних віково-статевих груп свиней в неорганічній формі. Висока біодоступність і біоактивність Йоду в складі аквацитрату дозволяє з одного боку – зменшити поступлення в організм тварин хімічної сполуки, а з іншого – зменшити навантаження на біосферу, оскільки знижується поступлення даного мікроелементу в навколишнє середовище, який у високих дозах є токсичним.

**Висновки до розділу.** За результатами проведених досліджень встановлено, що Йод має важливе значення в забезпеченні метаболічних, продуктивних і репродуктивних властивостей організму свиней. Впливаючи на функціональний стан щитоподібної залози, через її гормони трийодтиронін і тироксин він діє на численні ланки внутрішньоклітинного метаболізму, визначає інтенсивність процесів росту і диференціації клітин та їх функціональну активність в процесі онтогенезу [291].

Серед чисельних способів поповнення організму тварин Йодом, найбільш ефективним, на нашу думку, є застосування цього есенціального мікроелемента в нанодисперсній формі. Підтверджена нами інтенсифікація обмінних процесів в організмі свиноматок і народжених від них поросят, кращі відгодівельні властивості та якісні показники м'яса, є результатом тісного поєднання біохімічних і біофізичних властивостей Йоду. Такий комплексний ефект наноцитратної форми йоду проявляє себе, з одного боку, дією на життєво важливі тканинні і клітинні процеси фізичними полями (електричним і магнітним), носіями яких є заряджені частинки, а з іншого – через тиреоїдні гормони стимулює перебіг біохімічних процесів в організмі тварин. Така сумісна синергічна дія фізичного і хімічного чинників призводить до вираженої активації біологічних процесів. З урахуванням отриманих результатів відзначаємо, що аквацитрат йоду, виготовлений із використанням нанотехнологічних способів, забезпечує потребу щитоподібної залози в Йоді в менших кількостях, ніж рекомендовані до введення в складі стандартних мінеральних преміксів, що має позитивний ефект щодо екологізації довкілля [292].

Найбільш толерантною, на нашу думку, є кількість Йоду в аквацитратній формі, що відповідає 25-50 % від його рівня у складі калію йодиду. Подальше збільшення чи зменшення цієї дози є, як правило, нераціональним, причому як з економічної, так і екологічної точки зору. За окремими показниками (гемопоез, відтворювальна здатність, активність АлАТ, АсАТ, ЛФ) необґрунтовані дози Йоду в наноформі є небажані, оскільки негативно впливають на перебіг метаболічних процесів в організмі тварин.



## ВИСНОВКИ

У дисертації, відповідно до поставлених мети і завдань, отримано нові дані щодо впливу різної кількості Йоду у формі аквацитрату в раціонах свиней на функціональний стан щитоподібної залози, її гормоносинтезувальну здатність, а також регуляторну дію на метаболічні процеси в організмі, відтворення та продуктивність; експериментально обґрунтована доцільність та встановлені оптимальні дози використання аквацитрату йоду для вирощування свиней різних вікових і продуктивних груп в умовах природно-географічної провінції України, дефіцитної за вмістом біоелемента в кормах і питній воді.

1. Встановлено, що концентрація Йоду в дерново-підзолистих, глеювато-піщаних та глинисто-піщаних ґрунтах Волинського Полісся є низькою і перебуває в межах 7,48–5,16 мг/кг. Вміст біоелемента в зерні злаків (ячмінь, жито, овес, тритікале), вирощених на цих землях, також є низьким і становить 49–77 мкг/кг, а в питній воді для тварин – 5,7–8,2 мкг/л.

2. Оптимальною кількістю Йоду у формі цитрату в раціоні для поросних свиноматок є 0,19 мг/кг корму, а лактуючих – 0,25 мг/кг корму, що становить 50 % від вмісту біоелемента в неорганічній формі у складі мінерального преміксу.

3. За введення до раціонів ремонтних свинок дослідних груп оптимальної кількості Йоду у формі аквацитрату порівняно з контрольними, встановлено:

– у крові поросних свинок (на 60-ту добу поросності) зростала концентрація Йоду загального на 26,9 %, Йоду зв'язаного з білком – на 23,9 % ( $P < 0,01$ ), тироксину – на 10,6 %, кількість еритроцитів, лейкоцитів і вміст гемоглобіну ( $P < 0,05–0,01$ ), а також підвищувалась плодючість свиноматок – на 5,3 %, збільшувалась маса новонароджених поросят на 8,5 %, їх середньодобові прирости у лактаційний період – на 14,8 % та збереженість молодняку – на 3 %;

– у лактуючих свиноматок зростав вміст Йоду в молозиві на 20,3 % ( $P < 0,001$ ) і молоці – на 23,1 % ( $P < 0,01$ ), а також їх молочність на 28,7 % ( $P < 0,01$ ).

4. Уведення до раціонів поросних свиноматок максимальної кількості Йоду у формі аквацитрату (0,38 мг/кг), що відповідає його вмісту в неорганічній

формі в стандартному мінеральному преміксі, сприяло підвищенню рівня Йоду загального в плазмі крові на 80,8 % ( $P < 0,001$ ), ЙЗБ – на 31,7 % ( $P < 0,001$ ) та концентрації гормонів  $T_3$  і  $T_4$  – на 3,9 і 13,3 % відповідно. У крові – знижувалось число еритроцитів (на 7,6 %), вміст загального протеїну (на 5,6 %) та сечовини (на 3,1 %) на тлі зростання активності АЛАТ, АсАТ і ЛФ на 2,9; 11,6 і 9,3 % відповідно. Встановлене зниження плодючості свиноматок на 4,5 %, маси тіла новонароджених поросят на 7,7 % та середньодобових приростів поросят за лактаційний період – на 15,7 %.

5. Використання в раціонах порослих свиноматок Йоду у формі аквацитрату дозою 0,038 мг/кг корму, що становить 10 % від його вмісту в складі мінерального преміксу, призводить до зменшення у крові концентрації  $T_3$  на 16,5 % ( $P < 0,01$ ),  $T_4$  – на 12,4 % ( $P < 0,05$ ), вмісту загального протеїну і сечовини – відповідно на 8,7 і 20,6 %, ( $P < 0,05$ ) та збільшення числа лейкоцитів на 29,8 % ( $P < 0,01$ ). Встановлено зниження плодючості і молочності свиноматок, а також маси новонароджених поросят і приростів їх маси в лактаційний період.

6. Оптимальними кількостями Йоду у формі аквацитрату в раціонах для поросят на дорощуванні та відгодівлі відповідно є – 0,375 мг/кг (стартер), 0,448 мг/кг (гровер) та 0,370 мг/кг (фінішер), що становить 25 % від його вмісту в неорганічній формі в складі стандартного мінерального преміксу.

7. За умови заміни в раціонах поросят дослідних груп (період дорощування та відгодівлі) неорганічної форми Йоду оптимальною кількістю елемента у формі цитрату в сироватці крові зростає вміст альбумінів на 8,2 % ( $P < 0,05$ ), концентрація сечовини – на 15,4 % ( $P < 0,05$ ) і знижується рівень залишкового азоту на 11,7 % ( $P < 0,01$ ) порівняно з тваринами контрольної групи.

8. За повного циклу вирощування свиней (170 діб) маса тіла тварин дослідних груп, яким до раціону вводили оптимальні кількості Йоду у формі аквацитрату, перевищувала показники тварин контрольної групи на 3,3 кг. При цьому середньодобові прирости свиней були вищими на 4,3 %, а конверсія корму – нижчою на 4,1 %.

9. Забійний вихід і маса півтуш свиней дослідних груп не виявляли суттєвих відмінностей від показників контролю. За хімічним складом у свинині, отриманій від тварин дослідних груп, яким до раціонів додавали Йод у формі аквацитрату, вміст протеїну був на 6,9 % вищим, а вміст жиру мав тенденцію до незначного зниження.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою повноцінного забезпечення організму свиней Йодом, в умовах природно-географічної провінції Полісся Волині, рекомендується вводити до складу їх повнораціонних комбікормів Йоду у формі аквацитрату у кількостях:

- поросні свиноматки – 0,190 мг/кг корму;
- лактуючі свиноматки – 0,250 мг/кг корму;
- поросята 43–70-добового віку – 0,375 мг/кг корму;
- поросята 71–115-добового віку – 0,448 мг/кг корму;
- поросята 116–170-добового віку – 0,373 мг/кг корму.

## Список використаних джерел літератури

1. Кліценко, Г.Т.; Кулик, М.Ф.; Косенко, М.В. *Мінеральне живлення тварин*. К.: «Світ», 2001; 575 с.
2. Седіло, Г.М. *Роль мінеральних речовин у процесах вовноутворення*. Львів: «Афіша», 2002; 184 с.
3. Захаренко, М.; Шевченко, Л.; Михальська, В. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин. *Ветеринарна медицина України* 2004, 2, с 15.
4. Оберлис, Д.; Харланд, Б.; Скальный, А. *Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных*. СПб.: Наука, 2008; 544с.
5. Величко, В.О. Роль мікроелементів у формуванні системи антиоксидантного захисту поросят при стресових станах. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок* 2014, 15(2-3), с 23-27.
6. Лященко, В.М.; Вінтоняк, В.М.; Слипанюк, О.В. Використання преміксів з підвищеним вмістом Кобальту, Міді, Йоду при інтенсивній відгодівлі свиней. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської обл.* 2015, 18, с 202-205.
7. Токарчук, Т.С.; Данчук, В.В. Вміст Феруму та Купруму в сироватці крові поросят за використання вітаміну Е та комплексу мікроелементів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* 2016, 250, с 34-42.
8. Данчук, В.В.; Ключук, М.Р.; Приступа, Т.І.; Савчук Л.Б. Динаміка рухової активності свиней за впливу аквананохелатів та міцелярної форми токоферолу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* 2017, 265, с 93-99.
9. Сологуб, Л.І.; Антоняк, Г.Л. Йод в організмі тварин і людини (біохімічні аспекти). *Біологія тварин* 2005, 7(1), с 31-50.
10. Стапай, П.В.; Макар, І.А.; Гавриляк, В.В. *Фізіолого-біохімічні основи живлення овець*. Львів: «Лео-Бланк», 2007; 98 с.

11. Zimmermann, M.B. Jodine Deficiency *Endocrine Reviews* 2009, 30(4), pp 376-408.
12. Манукало, С. А., Шантыз, А.Х. Йодная недостаточность в животноводстве. *Ветеринария Кубани*, 2010. № 5. С. 7-8.
13. Banoch, T.; Fajt, Z.; Kuta, J.; Kotrbacek, V.; Konecny, R.; Travnicek, J.; Svoboda, M. Utilisation of iodine from different sources by sows and their progeny. *Neuro Endocrinol Lett* 2011, 32(4), pp 510-517.
14. Li, Q.; Mair, C.; Schedle, K.; Hammerl, S.; Schodl, K.; Windisch, W. Effect of iodine source and dose on growth and iodine content in tissue and plasma thyroid hormones in fattening pigs. *Eur J Nutr.* 2012. Vol. 51(6). P. 685-91.
15. Антоняк, Г.Л.; Влізло, В.В. *Біохімічна та геохімічна роль йоду*. Монографія. Львів, 2013; с 88-103.
16. Li, Q.; Mair, C.; Schedle, K.; Hellmayr, I.; Windisch, W. Effects of varying dietary iodine supplementation levels as iodide or iodate on thyroid status as well as mRNA expression and enzyme activity of antioxidative enzymes in tissues of grower/finisher pigs. *Eur J Nutr.* 2013, 52(1), pp 161-168.
17. Шантыз, А.Х. Перспективы Применения Йодсодержащих Препаратов в Ветеринарии. Диссертация докт.вет.наук, Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, РФ, 2014.
18. Занкевич, М.А. Эффективность Использования Комплекса Цитратов Микроэлементов в Кормлении Свиноматок и Молодняка Свиней. Диссертация канд.с.- х.наук, Курская гос. с.-х. акад. им. И.И. Иванова, Белгород, РФ 2009.
19. Чехлатий, О.М. До питання вивчення і нормування мінерального і вітамінного живлення свиней. *Науковий вісник ЛНУВМ і БТ імені С.З. Гжицького* 2010. Т.12, №2(44), Ч.3. с 263-269.
20. Мамченко, В.Ю. Металохелати в раціонах свиноматок та їх вплив на відтворну здатність. *Наук.-теорет. збірник ЖНАЕУ. Житомир* 2014, 1. с. 54–57.
21. Терещенко, В.П.; Картель, Н.Т. *Медико-биологические эффекты наночастиц: реалии и прогнозы*. Наукова думка: К, 2010; 240с.

22. Ушкалов, В.О.; Скрипка, М.В.; Запека .Є. Надлишок мікроелементів у кормах – фактор ризику для здоров'я молодняку свиней. *Ветеринарна біотехнологія* 2013, 23, с 268-270.
23. Долайчук, О.П.; Федорук, Р.С.; Ковальчук, І.І.; Кропивка, С.Й.; Цап М.М. Вплив уведення Йоду до раціонів самок і самців щурів на фізіологічні показники організму і гістологію щитоподібної залози. *Науковий вісник ЛНУВМ ті БТ імені С.З. Гжицького* 2014, Т.16, №2 (59), с 106-112.
24. Брич, О.І.; Синетар, Е.О.; Каплуненко, В.Г. Перспективи застосування наноаквахелатів металів. *Досягнення біології та медицини* 2015, №2(26), с 64-66.
25. Влізло, В.В.; Башенко, М.І.; Іскра, Р.Я.; Жукорський, О.М.; Мезенцева, Л.М. Нанотехнології та їх застосування у тваринництві й ветеринарній медицині. *Вісн. аграрної науки* 2015, 11, с 5-9.
26. Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування; Стойка, Р.С., Ред., «Наукова думка НААН України»: Київ, 2017; 363с.
27. Каплуненко, В.Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве. *Зерно*. 2008, 4(25). с 46-54.
28. Nesli, S.; Josef, L. Nanotechnology and its application in the food Sector. *Trends in Biotechnol* 2009, 27. pp 82-89.
29. Борисевич, В.Б.; Каплуненко, В.Г.; Косинов, М.В. *Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії*. Навчальний посібник. «Авіцена»: К., 2010; 416 с.
30. Борисевич, В.Б.; Борисевич, Б.В.; Каплуненко, В.Г. *Наноматеріали в ветеринарній медицині*. Ліра: К, 2009; 231с.
31. Данчук, В.В.; Каплуненко, В.Г.; Данчук, О.В.; Приступа, Т.І. Показники обміну холестерину в організмі поросят за введення цитрату феруму. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* 2015, 227, с 78-81.
32. Оробченко, О.Л. Фармако-Токсикологічна Оцінка Наночасток Металів (Ag, Сb, Fe і двоокис Mn) та Експериментально-Теоретичне Обґрунтування їх

Безпечних Регламентів за Використання в Птахівництві. *Дисеріація докт. вет. наук*, Львів, 2017.

33. Прогноз производства и потребления мяса в мире. По данным с.-х. обзора мирового производства мяса. *Ефективне тваринництво* 2010,4, с 14-19.

34. Топіха, В.; Волков, А. Інтенсивне ведення галузі свинарства. *Тваринництво України* 2003, 8, с 2-4.

35. Кошелева, Г. Современные требования к выращиванию и кормлению поросят. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство* 2007, 9, с 25-35.

36. Кульмакова, Н.И. Научно-Практическое Обоснование Использования Биологически Активных Веществ в Технологии Производства Свинины. Диссертация канд.с.-х.наук, ФГОУВПО “Чувашская государственная сельскохозяйственная академия”, Чебоксары, РФ, 2011.

37. Ібатулін, І.І. *Годівля сільськогосподарських тварин*; Нова книга: Вінниця, 2007; 616с.

38. Исмагилова, Э. Р.; Байматов, В.Н. Связь содержания микроэлементов в биогеоценотической цепи «почва-корм» и прогноз микроэлементного состава кормов в почве. *Ветеринарные науки* 2012, 2, с 23-26.

39. Георгиевский, В.И.; Анненков, Б.Н.; Самохин, В.Т. *Минеральное питание животных*; Колос: М, 1979; 471с.

40. Wang, K.; Jin, Z.; Du, Y.; Chen, J.; Zhan, X.; Wang, L.; Li, Z.; Zou, D.; Liu, Y. Evaluation of endoscopic-ultrasound-guided celiac ganglion irradiation with iodine-125 seeds: a pilot study in a porcine model. *Endoscopy* 2009, 41(4),pp 346-351.

41. Haldimann, M.; Alt., A.; Blanc, A.; Blondeau, K. Jodine content of food groups. *Journal of Food Composition and analysis* 2005, 18, pp 461-471.

42. Гунчак, А.В.; Ратич, І.Б.; Кирилів, Б.Я. *Йод у живленні птиці*. Львів, 2011; 28 с.

43. Білоніжка, П. Біогеохімія Йоду. *Мінералогічний збірник* 2015, 65(2), с 164-172.



44. Карпенко, Л.Ю.; Ершова, О.Н. Биологическое значение ионов Йода. Ж. «Практик» 2014, 5-6, с. 101-105.
45. Testroet, E.D.; Yoder, C.L.; Testroet, A.; Reynolds, C.; O'Neil, M.R.; Lei, S.M.; Beitz, D.C.; Baas, T.J. Iodine values of adipose tissue varied among breeds of pigs and were correlated with pork quality. *Adipocyte* 2017, 6(4), pp 284-292.
46. Кононский, О.І. *Біохімія тварин*; Вища школа: К, 2006; 454с.
47. Бусенко, О.Т.; Столюк, В.Д.; Ноздрін, М.Т.; Могильний, О.Й.; Уманець, В.Д. *Технологія виробництва продукції тваринництва*; Вища школа: К, 2015; 496с.
48. Kaneko, J.; Harvey, J.; Bruss, M. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*; Academic Press, 2008; 932p.
49. Franke, K.; Schone, F.; Berk, A.; Leiterer, M.; Flachowsky, G. Influence of dietary iodine on the iodine content of pork and the distribution of the trace element in the body. *Eur J Nutr.* 2008, 47, pp 40-46.
50. Silva, J.E. Thyroid Hormone Control of Thermogenesis and Energy Balance. *Thyroid* 1995, 5 (6), pp 481 – 492.
51. Delange, F. Iodine requirements during pregnancy, lactation and the neonatal period and indicators of optimal iodine nutrition. *Public Health Nutr* 2007, 10, pp 1571-1580.
52. Acevesc, A.; Anquiano, B.; Delgado, G. The extrathyronine actions of iodine as antioxidant, opoptotic and diffrentistion factor in various tissues. *Thyroid* 2013, 23(8), pp 938-946.
53. Браверман, Л.И. *Болезни щитовидной железы*. Медицина: М., 2000; 417с.
54. Лажімі, К.Б.Х. Функціональний стан щитоподібної залози при метаболічному синдромі. *Проблеми ендокринної патології* 2004, 3, с 23-28.
55. Гунчак, А.В. Йод у живленні курей-несучок. *Тваринництво України* 2010, 4, с 20-23.

56. Антоняк, Г.Л.; Игнатенко, Ю.В.; Бабич, Н.О.; Снитинский, В.В. Структура и функции рецепторов тиреоидных гормонов. *Цитология и генетика*, 2000, 34(5), с 67-80.
57. Bernal, J. Thyroid hormones and brain development. *Vitam. Horm* 2005, pp 95-122.
58. Sun, K.; Han, R.; Zhao, R.; Bai, S.; Wang, J.; Hu, J.; Lu B. Evaluation of dual energy computed tomography iodine mapping within the myocardial blood pool for detection of acute myocardial infarction: correlation with histopathological findings in a porcine model. *Br J Radiol*. 2018. Vol. 91(1087), P. 65-69.
59. Manzano I., Bernal I., Morte B. Influence of thyroid hormones on maturation of rat cerebellar astrocytes. *Int. J.Dev. Neurosci* 2007, 25, pp 171-179.
60. Краснянчина, И.Н.; Юлевич, Е.И. Влияние состава рационов кормления на продуктивные и репродуктивные качества свиноматок. Научное обеспечение инновационного развития животноводства. *Сб.научных трудов. Жодино*, 2013, с 243-245.
61. Величко, Л.; Костенко, С.; Комлацкий, Г. Биологические предпосылки повышения скорости роста и мясных качеств свиней. *Свиноводство* 2008, 3, с 8-11.
62. Farebrother, J.; Naude, C.E.; Nicol, L.; Sang, Z.; Yang, Z.; Andersson, M.; Jooste, P.L.; Zimmermann, M.B. Systematic review of the effects of iodised salt and iodine supplements on prenatal and postnatal growth: study protocol. *BMJ Open* 5(4):e007238.
63. Воробьев, Д.В. Терапевтическое влияние препаратов селена, йода и меди на состояние тканей при гипоеlementозах свиней в онтогенезе. *Вестник Астраханского госуниверситета. Астрахань*, 2011, 3(36), с 106-109.
64. Долайчук, О.П. Вплив уведення Йоду до раціону самок і самців щурів на фізіологічні показники організму і гістологію щитоподібної залози. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З.Гжицького* 2014, 16(59), с 106-112.

65. Гунчак, А.В. Метаболічний, морфоструктурний та продуктивний вплив біогенних добавок на організм птиці. Дисертація докт. с.-г.наук, Інститут біології тварин НААН, Львів, 2012.
66. Préau, L.; Fini, J.B.; Morvan-Dubois, G.; Demeneix, B. Thyroid hormone signaling during early neurogenesis and its significance as a vulnerable window for endocrine disruption. *Biochim Biophys Acta* 2015, 1849(2), pp 112-121.
67. Колтун, Є.М.; Качинський, Ю.М. Профілактика і діагностика мікроелементозів цинку, йоду у курчат-бройлерів. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького* 2011, .13(4), с 92-99.
68. Gibson, R.S. Principles of Nutritional Assessment. 2 nd. *Oxford University Press, Oxford* 2005. 908p.
69. Oppenheimer, J.S; Schwartz, H.L.; Mariash, C.N. Advances in our understanding of thyroid hormone action at the cellular level. *Endocrin. Rev.* 1987, pp 288-308.
70. Benkhedda, K.; Robichaud, A.; Turcotte, S.; Beraldin, F; Cockell, K. Determination of total iodine in food samples using inductively coupled plasma-mass spectrometry. *J AOAC Int.* 2009, 92, pp 1720-1727.
71. Delys, L.; Detours, V.; Franc, B. Gene expression and the biological phenotype of papillary thyroid carcinomas. *Oncogene* 2007, 26(57), pp 7894-7903.
72. Ris-Stalpers, C.; Bikker, H. Genetics and phenomics of hypothyroidism and goiter due to TPO mutations. *Mol Cell Endocrinol.* 2010, 322(1-2), pp 38-43.
73. Felid, P.; Baxter, J.D.; Frohman, L.A. Endocrinology and Metabolism. 3 rd Ed. Mc. Graw-Hill, Inc. Health. *Professions Division*, 1995. 1940 p.
74. Rohner, F.; Zimmermann, M.; Jooste, P.; Pandav, C.; Caldwell, K.; Raghavan, R.; Raiten, D. Biomarkers of nutrition for development-iodine review. *J Nutr.* 2014, 144(8), pp 1322-1342.
75. Freake, N.C.; Oppenheimer, J.N. Thermogenesis and thyroid function. *Ann. Rev. Nntr.* 1995, 15, pp 263-291.

76. Седіло, Г.М.; Гунчак, Р.В. Проблема йододефіциту у свиней та шляхи її вирішення. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького* 2017, 19(74), с 208-214.
77. Kaneko, J.; Harvey, J.; Bruss, M. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press* 2008, 932p.
78. Cintia, E.; Yoshiaki, M.; Nada, D.; Balaji, V., Peter, A. Relationship Between the Dimerization of Thyroglobulin and its Ability to Form Triiodothyronine. *J of biological chemistry* 2018, 293, pp 4860- 4869.
79. Kellner, T.A.; Gourley, G.G.; Wisdom, S.; Patience, J.F. Prediction of porcine carcass iodine value based on diet composition and fatty acid intake. *J Anim Sci.* 2016, 94(12), pp 5248-5261.
80. Galton, D.M. Effects of an automatic postmilking teat, dipping system on new intramammary infections and iodine in milk. *J. Dairy Sci.* 2004, 87, pp 225-231.
81. Underwood, L.J. *The Mineral Nutrition of Livestock.* 3rd ed. *CABI Publishing, UK.* 1999, 614p.
82. Delange, F. Iodine requirements during pregnancy, lactation and the neonatal period and indicators of optimal iodine nutrition. *Public Health Nutr.* 2007, 10, pp 1571-1580.
83. Caldeira, R. M.; Belo, A.T.; Santos, C.C. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research* 2007, 10, pp 233-241.
84. Charoensiriwatana, W.; Srilantr, P.; Teeyapant, P.; Wongvilairattana, I. Thailand Consuming iodine enriched eggs to solve the iodine deficiency endemic for remote areas in. *J. Nutr.* 2010, 20, pp 9-68.
85. Аухатова, Г.А.; Янбухтина, С.Н. Особенности содержания Йода в тканях животных при разном уровне Йода и гойтрогенных веществ в рационе. *Вопросы современной науки и практики* 2008, 3(13), с 29-32.
86. Travnicek, I.; Kroupova, I.; Herzig, I.; Kursa, I. Iodine content in consumer hen eggs. *Vet. Med.* 2006, 51, pp 93-100.

87. Röttger, A.S.; Halle, I.; Wagner, H. The effect of various iodine supplementations and two different iodine sources on performance and iodine concentrations in different tissues of broilers. *Br Poult Sci.* 2011, 52(1), pp 115-123.

88. Herzig, I.; Travnicek, J.; Kursa, J.; Kroupova, V. The content of iodine in pork. *Vet. Med. Czech.* 2005, 12, pp 521-525.

89. Wu, F.; Johnston, L.J.; Urriola, P.E.; Shurson, G.C. Pork fat quality of pigs fed distillers dried grains with solubles with variable oil content and evaluation of iodine value prediction equations. *J. Anim Sci.* 2016, 94(3), pp 1041-1052.

90. Антоняк, Г.Л. Особливості Гемопоезу у Тварин на Ранніх Стадіях Постнатального Розвитку. Дисертація докт. біол. наук, Інститут біології тварин НААН, Львів, 2002.

91. Bartunek, P.; Zenke, M. Retinoid X receptor and c-erb A / thyroid hormone receptor regulate erythroid cell growth and differentiation. *Mol. Endocrinol.* 1998, 12(9), pp 1269-1279.

92. Труфанов, О. Мікроелементи у годівлі свиней. *Farmer* 2013, 2, с 114-115.

93. Verger, P., Aurengo, A. Iodine kinetics and effectiveness of radioactive iodine: A review. *Thyroid* 2001, 11(4), pp 353-360.

94. Антоняк, Г.Л. Активність селензалежних ферментів еритроїдних клітин тварин у неонатальному періоді розвитку. *Український біохімічний журнал* 2000, 72(1), с 93-99.

95. Smith, T.J.; Drummond, J.S. Thyroid hormone regulation of heme synthesis in rat liver. *Endocrinol.* 1998, 122, pp 1964-1967.

96. Angelin-Duclos, C.; Domenget, C.; Kolbus, A.; Beug, H.; Jurdic, P.; Samarut, J. Thyroid hormone T3 Acting through the thyroid hormone alpha receptor is necessary for implementation of erythropoiesis in the neonatal spleen environment in the mouse. *Development* 2005, 132 (5), pp 925-934.

97. Silivan, C.V.; Dickhoft, W.W., Mahnken, C.V.W. Changes in hemoglobin system of the Coho Salmon *Oncorhynchus Risetsh* during woltification and

triiodothyronine and propylthiouracil treatment. *Comp. Biochem. Physiol.* 1985, 8(4), pp 807-817.

98. Kawa, M.P.; Grymula, K., Paczkowska, E.; Baskiewicz-Masiuk, M.; Dabkowska, E.; Koziol, M.; Tarnowski, M.; Klos, P.; Dzieziejko, V.; Kucia, M.; Syrenicz, A.; Machalinski, B. Clinical relevance of thyroid dysfunction in human haematopoiesis: biochemical and molecular studies. *Eur. J. Endocrinol.* 2010, 162(2), pp 295-305.

99. Perrin, M.; Blanchet, J.; Mouchiroud, G. Modulation of human and mouse erythropoiesis by thyroid hormone and retinoic acid:evidence for specific effects at different steps of the erythroid pathway. *Hematol. Cell. Therapy* 1997, 39(1),pp 19-26.

100. Golde, D.W.; Bersch, N.; Cline, M. Hormonal effects on erythroid stem cells /In: *Cellular and Molecular Regulation of Hemoglobin Switching*. N. Y. 1999, pp 305-321.

101. Ионов, И.А.; Шаповалов, С.О.; Руденко, Е.В. Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц. *Институт животноводства НААН: Харьков, 2011, 376с.*

102. Foster, M.P.; Montecino-Rodriges, E.C.; Dorshkind, K. Proliferation of bone marrow pro-B cells in dependent on stimulation by the pituitary/thyroid axis. *J. Immunol.* 1999, 163, pp 5883-5890.

103. Bulter, Y.; Sinkora, M.; Wertz N. Development of the neonatal B and T cell repertoire in swine: implications for comparative and veterinary immunology. *Vet. Res.* 2006, 37, pp 417-441.

104. Collin, A.; Cassy, S.; Buyse, J. Potential involvement of mammalian and avian uncoupling proteins in the thermogenic effect of thyroid hormones. *Domest Anim Endocrinol.* 2005, 29, pp 78-87.

105. Rufhof, C.; Drexhage, H.A. Jodine and thyroid autoimmune disease in animal models. *Thyroid* 2001, 6, pp 41-52.

106. Farhana, A.; Shaiq, A. Iodine, Iodine metabolism and Iodine deficiency disorders revisited. *Indian J Endocrinol Metab.* 2010, 14(1), pp 13-17.

107. Winkler, R. Iodine—A Potential Antioxidant and the Role of Iodine/Iodide in Health and Disease. *Natural Science* 2015, 7, pp 548-557.
108. Воронич-Семченко, Н.М.; Гуранич, Т.В. Зміни процесів вільно радикального окиснення ліпідів і білків, антиоксидантного захисту у щурів із гіпофункцією щитоподібної залози на тлі дефіциту йоду і міді. *Фізіологічний журнал* 2014, 60(4), с 30-39.
109. Васильева, А.В.; Ивахненко, В.И.; Хитченко, С.А.; Корж, В.В. []и супероксиддисмутазы. *Биомедицинская химия* 2008, 54(2), с 236-243.
110. Aghwan, Z.A.; Sazili, A.Q.; Alimon, A.R.; Goh, Y.M.; Hilmi, M. Blood Haematology, Serum and Selenium Supplemented Diets. *AsianAustralasian Journal of Animal Thyroid Hormones and Glutathione Peroxidase Status in Kacang Goats Fed Inorganic Iodine Sciences* 2013, 26, pp 1577–1582.
111. Medrano, R.F.; He, J.H. Advances in Thyroid Hormones Function Relate to Animal Nutrition. *Annals Thyroid Res.* 2016, 2(1), pp 45-52.
112. Bowen, R. *Mechanism of Action and Physiologic Effects of Thyroid Hormones.* Fort Collins, CO, USA: [Online] 2017; <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/endocrine/thyroid/index.html>.
113. Polat, H.; Dellal, G.; Baritci, I.; Pehlivan E. Changes of thyroid hormones in different physiological periods in white goats. *Journal of Animal and Plant Sciences* 2014, 24, pp 445-449.
114. Ashmawy, N.A. Blood Metabolic Profile and Certain Hormones Concentrations in Egyptian Buffalo During Different Physiological States. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 2015, 10, pp 271-280.
115. Аухатова, С.Н. Влияние йода на метаболические процессы в организме. *Успехи современного естествознания* 2006, 1, с 32-33.
116. Togini, L. Thyroid hormones in small ruminants i effect of endogenous, envinmental and nutritional factors. *Animal* 2007, 1, pp 997-1008.
117. Vasudevan, P.; Tandon, M. *Antimicrobial* properties of iodine based products. *J. Sci. Industrial Res.* 2010,69, pp 376-383.

118. Shen, Y.; Mao, H.; Huang, M.; Chen, L.; Chen, J.; Cai, Z.; Wang, Y., Xu, N. Long noncoding RNA and mRNA expression profiles in the thyroid gland of two phenotypically extreme pig breeds using ribo-zero RNA sequencing. *Genes* 2016, pp 7-34.

119. Li, O.; Mair, C.; Schedle, K., Hammerl, S.; Schodl, K.; Windisch, W. Effect of iodine source and dose on growth and iodine content in tissue and plasma thyroid hormones in fattening pigs. *Eur. J. Nutr.* 2012, 51(6), pp 685-691.

120. Данчук, В.В. Шляхи підвищення продуктивності свинарства. *Тваринництво України* 2000, 7-8, с 2-3.

121. Zimmermann, M.B.; Aeberli, L.; Andersson, M. Thyroglobulin is a sensitive measure of both deficient and excess iodine intakes in children and indicates no adverse effects on thyroid function in the UIC range of 100-299 pg/L: a UNICEF/ICCIDD study group report. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013, 98, pp 1271-1276.

122. Guyton, A.C.; Hall, J.E. Thyroid Metabolic Hormones. In Textbook of Medical Physiology. 11th edition. *Elsevier Inc.: Philadelphia, Pennsylvania* 2006, pp 931-943.

123. Neama, A. Blood Metabolic Profile and Certain Hormones Concentrations in Egyptian Buffalo During Different Physiological States. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 2015, 10, pp 271-280.

124. Todini, L.; Salimei, E.; Malfatti, A.; Ferraro, S.; Fantuz, F. Thyroid hormones in milk and blood of lactating donkeys as affected by stage of lactation and dietary supplementation with trace elements. *Journal of Dairy Research* 2012, 79, pp 232-237.

125. Zimmermann, M. Interactions of vitamin A and iodine deficiencies: effects on the pituitary-thyroid axis. *Int J Vitam Nutr Res.* 2007, 77(3), pp 236-240.

126. Кулинский, В.И.; Колесниченко, Л.С. Молекулярные механизмы действия гормонов. Рецепторы. Нейромедиаторы. Системы со вторыми посредниками. *Биохимия* 2005, 70(1), с 33-50.

127. Дементьева, Т.А.; Жугучаев, К.В. Динамика изменения содержания холестерина в крови свиней. *Фундаментальные исследования* 2008, 10, с 36.



128. Kellner, T.A.; Gourley, G.G.; Wisdom, S.; Patience, J.F. Prediction of porcine carcass iodine value based on diet composition and fatty acid intake. *J Anim Sci.* 2016, 94(12), pp 5248-5261.

129. Ribeiro, R.C.; Fend, W.; Wagner, R. et al. Definition of the surface in the thyroid hormone receptor ligand binding domain for association as homodimers and heterodimers with retinoid X receptor. *J. Biol. Chem.* 2001, 276(18), pp 14987- 14995.

130. Шестеринська, В.В.; Трокоз, В.О.; Карповський, В.І.; Максін, В.І. Криворучко, Д.І. Динаміка вмісту глюкози в крові свиней різних типів нервової системи за умов додавання до раціону «Йодіс-концентрату». *Біологія тварин* 2012, 12(1-2), с 295-299.

131. Шестеринська, В.В. Динаміка активності лактатдегідрогенази в сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за впливу "Йодіс-концентрату". *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок* 2014, 15(1), с 117-121.

132. Vitti, P.; Delange, F.; Pinchera, A.; Zimmermann, M.; Dunn, J. Europe is iodine deficient. *Lancet.* 2003, 361, pp 1221-1226.

133. Kellner, T.A.; Prusa, K.J.; Patience, J.F. The impact of dietary fat withdrawal on carcass iodine value, belly characteristics, and changes in body fat over time. *J Anim Sci.* 2015, 93(1), pp 247-257.

134. Харенко, М.І.; Власенко, О.А.; Пономаренко, В.П.; Вощенко, І.Б.; Чекан, О.М.; Мусієнко, Ю.В.; Салецька О.В.; Хомин, С.П.; Харенко, А.М. Застосування біологічно активних речовин в регуляції функції розмноження свиней. Методичні рекомендації для лікарів ветеринарної медицини. *Суми*, 2006; 54с.

135. Пилипчук, О.С.; Шеремета, В.І.; Каплуненко, В.Г.; Стимуляція відтворювальної здатності свиноматок біологічно активними препаратами. *Вісник Сумського національного аграрного університету* 2016, 5(29), с 204-208.

136. Леонтьев, Л.; Кулмакова, Н. Коррекция метаболизма в организме свиноматок. *Агрорынок* 2012, 10, с 42-43.

137. Wiegand, B.R.; Hinson, R.B.; Ritter, M.J.; Carr, S.N.; Allee, G.L. Fatty acid profiles and iodine value correlations between 4 carcass fat depots from pigs fed varied combinations of ractopamine and energy. *J. Anim. Sci.* 2011, 89, pp 3580-3586.

138. Романенко, Т.Г.; Чайка, О.М. Особенности функционирования щитовидной железы у беременных на фоне йододефицита. *Международный эндокринологический журнал* 2014, 4(60), с 89-94.

139. Булгаков, А.М.; Тармишев, В.Д. Вплив йоду на репродуктивні органи свиней. *Зоотехнія* 2002, 6, с 16-17.

140. Пилипчук, О.С.; Шеремета, В.І.; Каплуненко, В.Г. Вплив нейротропно-метаболических препаратів на великоплідність свиноматок. *Розведення і генетика тварин* 2016, 54, с 267-275.

141. Погодаев, В. А.; Каршин, С.П. Воспроизводительные качества свиноматок при использовании биогенных стимуляторов СИТР и СТ. *Перспективное свиноводство: теория и практика* 2011, 1, с 44-47.

142. Медетханов, Ф. А. Воспроизводительная способность свиноматок и качество приплода при применении фитобиотика «Нормотрофин». *Уч. записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана* 2012. 212, с 333-337.

143. Абдрафиков, А.Р. Эффективность использования Биологически Активных Веществ Нового Поколения в Комбикормах для Свиней. Диссертация докт. с.-х. наук, Всероссийский государственный научно исследовательский институт животноводства, Дубровицы, 2006.

144. Никанова, Л.А.; Фомичев, Ю.П.; Найденов, В.П.; Громова, М.И. Эффективность применения органической формы йода в питании хряков-производителей. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства* 2014, с 132-136.

145. Калашников, А.П.; Клейменов, Н.И.; Щеглов, В.В. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. *Знание:М.*, с 36-44.

146. Громова, Е.В. Влияние уровня йода на использование макроэлементов. *Биологические основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных*; Саранск, 2000; с 87-88.

147. Буянкин, Н.Ф.; Демин, В.В.; Литяйкин, О.М. Влияние органического кормового концентрата "Фурор" на рост и развитие поросят-сосунов. *Зоотехния* 2018, 6, с 14-16.

148. Володяников, В. Пути повышения воспроизводительной функции свиноматок. *Свиноводство* 2009, 1, с 29.

149. Овчаренко, А.; Кузнецов, Г.; Кузнецова, С. Обеспеченность организма поросят минеральными веществами в ранний период онтогенеза. *Современные проблемы биотехнологии и биологии продуктивных животных. Боровск*, 1999; с 269-278.

150. Маменко, М.Є. Йодний дефіцит та йододефіцитні захворювання. *Перинатологія і педиатрія* 2013, 1(53), с 97-105.

151. Саган, Н.Т.; Попадинець, О.Г.; Дубина, Н.М. Вплив йододефіциту і гіпотиреозу на різні органи: теоретичний і клінічний аспекти. *Вісник проблем біології і медицини* 2016, 2(2), с 296-300.

152. Doggui, R; El Atia, J. Iodine deficiency: Physiological, clinical and epidemiological features, and pre-analytical considerations. *Ann Endocrinol (Paris)* 2015, 76(1), pp 59-66.

153. Мироненко, О.І.; Булавкіна, Т.П. Вплив мінеральних нетрадиційних кормових добавок на обмін мікроелементів в організмі свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* 2013, 2, с 73-75.

154. Бояринцев, Л.; Злобина, Н.; Калиногорская, О. Опыт применения биологически активных препаратов в свиноводстве. *Свиноводство* 2007, 5, с 9-11.

155. Кашин, В.К. Эффективность применения Йода в животноводстве. Микроэлементы в биологии и их применение в с.-х. и медицине. *Самарканд* 1990, с 367-369.

156. Фабрі, З.Й.; Ростока, Л.М. Оцінка йодної недостатності у різних біогеохімічних регіонах Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського*

університету 2001, 16, с 153-156.

157. Гунчак, В.М.; Гримак, Я.І. Йодна недостатність та корекція репродуктивної функції корів препаратами йоду. *Науков. вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького* 2014, 16(2(59)), с 23-38.

158. Гунчак, Р.В.; Седіло, Г.М.; Вовк, С.О. Вміст Йоду в ґрунтах та зерні злаків у зоні Полісся Волині. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2016,8(2(67)), с 77-80.

159. Проваторов, Г.В.; Ладика, В.І.; Бондарчук, Л.В. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин: довідник. *Універсальна книга:Суми*, 2009; 488 с.

160. *Деталізовані норми годівлі с.-г. тварин. Довідник*; Ноздрін, М.Т., Ред.; Урожай:Київ, 1991.

161. Орлинский, Б.С. *Минеральные и витаминные добавки в рационах свиней*. Россельхозиздат:М., 1989.

162. Воробьев, Д.В. Влияние препаратов селена, йода и меди на процессы метаболизма растущих свиней при гипоелементозах. *Аграрный вестник Урала* 2011, 2(91), с 16-20.

163. Vanoch, T.; Fajt, Z.; Kuta, J.; Kotrbacek, V.; Konecny, R.; Travnicek J.; Svobod, M. Utilisation of iodine from different sources by sows and their progeny. *Neuro Endocrinol Lett.* 2011, 32(4), pp 510-517.

164. Захаренко, М.; Шевченко, Л.; Михальська, В. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин. *Ветеринарна медицина України* 2004, 2, с 15.

165. Дребицкас, В.; Айдуконене, Б.; Эстко, В. Эффективность микроэлементов в кормлении животных. Новые аспекты участия биологически активных веществ в регуляции метаболизма и продуктивности с.-х. животных. *Боровск*, 1991, с 54-55.

166. Mullan, B.; Trezona, M.; D'Souza, D.N.; Kim, J.C. Effects of continual fluctuation in feed intake on growth performance response, and carcass fat-to-lean ratio in grower-finisher pigs. *J. Anim Sci* 2008, 34, pp 1156-1161.

167. Komiewicz, D.; Dobrzanski, Z.; Kolacz, R.; Hoffmann, J.; Komiewicz, A.; Antkowiak, K. Effect of various feed phosphates on productivity, slaughter performance and meat quality of fattening pigs. *Med. Weter.* 2012, 68, pp 353-358.

168. Дмитроченко, А.П. *Йод в кормлении сельскохозяйственных животных. Биологическая роль Йода*; Колос: М., 1982; с 59-73.

169. Петросян, А.Б. Природа биодоступности микроэлементов. *Птицы и птицепродукты* 2010, 1, с 35-38.

170. Батаева А.П., Овчаренко А.Г., Кузнецов С.Г. *Биологическая доступность йода для молодняка свиней и стабильность его соединений в составе премикса. Новые аспекты участия биологически активных веществ в регуляции метаболизма и продуктивности. с.-х. животных.* Боровск, 2001; 48с.

171. Kellner, T.A.; Prusa, K.J.; Patience, J.F. The impact of dietary fat withdrawal on carcass iodine value, belly characteristics, and changes in body fat over time. *J Anim Sci.* 2015. 93(1), pp 247-257.

172. Герасимов, Г.А. Безопасность йода и йодата калия. *Клиническая тиреологическая* 2004, 2(3), с 10-14.

173. Metzler-Zebeli, B.U.; Vahjen, W.; Baumgartel, T.; Rodehutschord, M.; Mosenthin, R. Ileal microbiota of growing pigs fed different dietary calcium phosphate levels and phytase content and subjected to ileal pectin infusion. *J. Anim. Sci.* 2010, 88, pp 147-158.

174. Киселева, И.А.; Каминский, А.В. Исследование влияния комбинированного применения йода и селена на течение наиболее частой патологии щитовидной железы. *Міжнародний ендокринологічний журнал* 2015, 2, с 117-121.

175. Иванов, С.А. Влияние кормовой композиции с хелатами микроэлементов на продуктивность свиноматок. *Сборн. научн. трудов Всеросс. НИИ овцеводства и козоводства* 2014, 3(7), с 323-326.

176. Чабаев, М.; Некрасов, Р.; Надеев, В. Органические микроэлементы для промышленного свиноводства. *Комбикормы* 2013, 6, с 77-79.

177. Марченков, Ф.; Мартинюк, И.; Ващенко, О. Хелатні мікроелементи в годівлі птиці. *Наше птахівництво* 2009, 6, с 26-27.

178. Creech, B.L.; Spears, J.W.; Flowers, W.L.; Hill, G.M.; Lloyd, K.E.; Armstrong, T.A.; Engle, T.E. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *Journal of Animal Science* 2004, 82(7), pp 2140-2147.

179. Шкуратова, И.; Белоусов, А., Невинный, В. Опыт применения Гермивита для свиноматок и поросят разного возраста. *Животноводство России* 2008, 12, с 34-35.

180. Сварчевська, О.З.; Іскра, Р.Я.; Салига, Н.О. Гематологічні показники крові поросят за дії добавки Цинку, Хрому, Йоду, Кобальту і вітаміну С до їх раціону. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького* 2014, 16(2(59)), с 295-300.

181. Никанова, Л.А.; Фомичев, Ю.П.; Найденев, В.П.; Громова, М.И. *Эффективность применения органической формы йода в питании хряков-производителей*. Изд. Самарской СХА, 2016; 4, с 74-79.

182. Рябуха, О.І. Маса тіла як показник загального стану організму при прийманні йоду органічної і неорганічної хімічної природи в умовах оптимального забезпечення йодом. *Вісник проблем біології і медицини* 2018, 1(1), с 97-102.

183. Гевкан, І.І.; Сливчук, Ю.І.; Штапенко, О.В.; Матюха, І.О.; Федорова, С.В.; Сирватка, В.Я. Вплив органічного ліпосомального препарату йоду на біохімічні показники крові корів-первісток. *Науково-технічний бюлетень* 2013, 109(1), с 63-69.

184. Шацких, Е.; Цыганова, О. Органическая форма Йода в рационах для бройлеров. *Птицеводство* 2007, 8, с 22-23.

185. Кравченко, В.Н.; Георгиянц, В.А.; Владимирова, И.Н.; Кононенко, А.Г.; Орлова, В.А.; Щербак, Е.А.; Георгиянц, В.А.; Владимирова, И.Н. Влияние лекарственных растений на уровень йодсодержащих гормонов щитовидной

железы в крови крыс. *Биологический журнал Армении* 2014, 4(66), с 17-21.

186. Владимирова, I.M.; Георгіянц, В.А. Фармакотерапевтичні напрямки застосування йодовмісних лікарських рослин при різних групах захворювань щитоподібної залози. *Scientific Journal «Science Rise», Фармацевтичні науки* 2015, 11/4(16), с 46-54.

187. Шилов, В.Н. Влияние кормовой добавки «Экстрафит» на воспроизводительные качества свиноматок. *Достижение науки и техники АПК: теоретический и научно-практический журнал* 2012, 2, с 59-64.

188. Патон, Б.; Москаленко, I.; Чекман, I.; Мовчан, Б. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний і соціальний аспекти. *Вісник НАН України* 2009, 6, с 18-26.

189. European Nan OSH Conference-Nanotechnologies; A. Critical Area in Occupational Safety and Health (Фінляндія, Хельсінкі, 3-5 грудня 2007 року. <http://www.honowerk.com>.

190. EU(European Community), 2005:1459/2005/EC Commission Regulation (EC)No feed additives belonging to the group of trace iffe elements. *Official Journal of the European Union. L.*, 2005; pp 8-10.

191. Сердюк, А.М.; Гуліч, М.П.; Каплуненко, В.Г.; Косінов, М.В. Нанотехнології та шляхи в ліквідації дефіциту макро- мікроелементів. *Журнал Академії медичних наук* 2010, 16(3), с 467-471,

192. Шаторна, В.Ф.; Гарець, В.І.; Крутенко, В.В.; Колосова, І.І.; Бельська, Ю.О. Нанометали: стан сучасних досліджень та використання в біології, медицині та ветеринарії. *Вісник проблем біології і медицини* 2012, 3(2(95)), с 29-32.

193. Рашидов, С.Ш.; Рубан, И.Н.; Воропаева Н. Создание наночастиц и наноструктур в системах на основе природных биополимеров и их применение в биотехнологии, медицине и сельском хозяйстве. «*Наночастицы в природе. Нанотехнологии в природе. Нанотехнологии в приложении к биологическим системам*».М, 2004, с 18-19.

194. Андриевский, Р.А. Основные проблемы наноструктурного материаловедения. *Нанотехнологии: Наука и производство* 2006, 2(3), с 3-6.
195. Чекман І. С. Нанофармакологія: погляд на проблему. *Вісник НАН України* 2012, 7, с 21-25.
196. Мамцев, А.Н.; Козлов, В.Н.; Григорьев, В.С. Синтез нанодисперсных йодсодержащих композитов. *Из-ия Самарской СХА*, 2016; 4, с 79-83.
197. Шаторна, В.Ф. Нанотехнології, наномедицина, нанобіологія: погляд на проблему. *Вісн. проблем біології і медицини* 2013, 2(99), с 40-44.
198. Feng, J.; Ma, W.; Niu, H.; Wu, X.; Wang, Y. Effects of zinc glycine chelate on growth, haematological, and immunological characteristics in broilers. *Biological Trace Element Research* 2010, 12(7), pp 503-516.
199. Тарасов, М. Нанопрепараты для животноводства и птицеводства. *Наноиндустрия* 2012, 34(4), с 54-57.
200. Devrim, S.A.; Taylan, A.; Biilent, O. The effects of lower supplementation levels of organically complexed minerals (zinc, copper and manganese) versus inorganic forms on hematological and biochemical parameters in broilers. *Kafkas University. Veterinary Faculty Research* 2009, 16(4), pp 553-559.
201. Березовский, А.В. Лікарські препарати нового покоління для ветеринарної медицини. *Ветінформ:Київ*, 2014; 88 с.
202. Величко В.О., Каплуненко В.Г., Авдосьєва І.К. Вплив мікроелементної кормової добавки «Мікростимулін» при вирощуванні бройлерів. *Мат-ли Х Міжнародного конгресу спеціалістів ветеринарної медицини* 2012, с 85-88.
203. Коцюмбас, І.; Величко, В.; Каплуненко, В.; Авдос'єва, І. Застосування наномікроелементної кормової суміші у птахівництві. Методичні рекомендації. Київ, 2014; 15 с.
204. Кириченко, В.М.; Яценко, І.В.; Каплуненко, В.Г. Динаміка живої маси курчат-бройлерів за збагачення раціону наномікроелементною добавкою «Мікростимулін» в аспекті ветеринарно-санітарної експертизи. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. ХЗВА*; 2016, 32(2), с 204-210.



205. Себа, М.В.; Дейнека, М.О.; Каплуненко, В.Г. Вплив препарату «Кватронан-Se» та деяких мікроелементів у формі карбоксилатів на заплідненість та молочну продуктивність корів симентальської породи. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК* 2016, 4(1), с 234-239.

206. Каплуненко, В.Г.; Косінов, М.В. Надчиста водна композиція Йоду з карбоною кислотою. Патент України 119570., Вер. 25, 2017.

207. Коцюмбас, І.Я.; Левицький, Т.І.; Ривак, Г.П.; Ривак, Р.О. Методика визначення масової частки бромід і йодид-іонів в пробах природних, питтєвих і мінеральних вод методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105 М». *ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, Львів*, 2016; 22 с.

208. Еремін, Ю.Н.; Хайніс, А.А.; Трубицын, А.А. Определение йода, связанного с белками крови, нитратно-роданидным методом. *Лабораторное дело* 1976, 10, с 595.

209. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині (за редакцією В.В. Влізло). *СПОЛОМ: Львів*, 2012; 764 с.

210. Гаврилець, Є.С.; Демчук, М.В. Визначення кількості еритроцитів в крові сільськогосподарських тварин фотоелектроколориметром. *XXII наук.конф. по підсумках наук.-досл. роботи за 1965рік. Львів*, 1966, с 73-74.

211. Дервиз, Г.В.; Воробьев, А.И. Клиническое определение гемоглобина крови посредством аппарата ФЕК. *Лабораторное дело* 1969, 4. с 2-8.

212. *Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии*; Кондрахин, И.П., Ред.; Агропромиздат: М., 1985.

213. Коробейникова, Э.Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой. *Лабораторное дело* 1989, 7, с 8-10.

214. Королюк, М.А. Определение активности каталаз. *Лабораторное дело* 1988, 1, с 16-18.

215. Визначення загальних ліпідів за Фолчем. *Методики досліджень з фізіології і біохімії сільськогосподарських тварин*; Довгань, Н.Я., Ред.; ВСП «ВМС», Львів, 1998.

216. Стефаник, М.Б.; Скорохид, В.Й.; Елисеєва, О.Г. *Тонкослойная и газожидкостная хроматография липидов*. Львов, 1985; 27 с.

217. Hunchak, R.; Sedilo, G.; Vovk, S. Iodine content in soils and grains of cereals in polissia area of volyn region. *XXII Sesia Sekcji Młpdej Kadry Naukowej Polskego Towarzystwa Technologow Zywnosci - 5 th International Session Secsion of Young Scientific Staff May 18-19 th*. Szczecin, 2017; pp 121-125.

218. Седіло, Г.М.; Гунчак, Р.В.; Вовк, С.О. Вміст йоду та тиреоїдних гормонів у крові свиноматок за різного рівня цитрату йоду в їх раціонах. *Вісник Сумського національного аграрного університету* 2017, 7(33), с 207-211.

219. Гунчак, Р.В. Динаміка морфологічних показників крові порослих і підсисних свиноматок за дії цитрату йоду. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2017, 19(79), с 173-178.

220. Седіло, Г.М.; Гунчак, Р.В.; Пащенко А.Г. Динаміка біохімічних показників сироватки крові свиноматок за різного рівня Йоду в раціоні. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів і кормових добавок і інституту біології тварин* 2017, 18(2), с 57-65.

221. Гунчак, Р.В.; Седіло, М.Г.; Кисців, В.О.; Гутий, Б.В.; Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молозиві і молоці свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах. *Ukrainian Journal of Ecology* 2018, 8(1), с 644-648.

222. Flachowsky, G.; Franke, K.; Meyer, U.; Leiterer, M.; Schone, F. Influencing factors on iodine content of cow milk. *Eur J Nutr.* 2014, 53(2), pp 351-365.

223. Гунчак, Р.В.; Седіло, Г.М. Продуктивна дія добавок аквацитрату йоду у раціонах свиноматок. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво»*. Львів-Оброшино, 2017; 62, с 141-150.

224. Цап, М.М.; Каплуненко, В.Г.; Федорук, Р.С.; Ковальчук, І.І.; Долайчук, О.П.; Храбко, М.І. Фізіолого-біохімічні показники крові корів за згодовування добавки аквагідрату йоду і цитратів хрому, селену, кобальту та цинку. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України* 2016.

225. Тучак, О.І. Зміни системи перекисного окислення ліпідів за умов корекції гіпотиреозу препаратом "Йодид-100" та а-токоферолом. *Прикарпатський вісник НТШ* 2012, 4, с 127-131.

226. Березовський, Р.В.; Максимчук, І.Я.; Влізло, В.В. Показники системи антиоксидантного захисту в поросят за дії цитратних сполук Феруму. *Біологія тварин* 2014, 16(1), с 29-34.

227. Гунчак, Р.В.; Седіло, Г.М. Вплив аквацитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. *Біологія тварин* 2018, 20(2), с 43-50.

228. Гунчак, Р.В. Вплив цитрату йоду на продуктивність та якість м'яса свиней. *Вісник сумського національного аграрного університету* 2018,2(34), с 150-155.

229. Ібатулін, І.І. *Годівля сільськогосподарських тварин*. Нова книга: Вінниця, 2007; 616 с.

230. Varley, P.F., McCamey, C.; Callan, J.J.; O'Doherty, J.V. Effect of dietary mineral level and inulin inclusion on phosphorus, calcium and nitrogen utilization, intestinal microflora and bone development. *J. Sci. Food Agric.* 2010, 90, pp 2447- 2454.

231. Микитин, М.С.; Волчовська-Козак, О.Є.; Лис, Н.М. Глюкозинолати в насінні ріпаку та продуктах його переробки. *Вісник аграрної науки* 2006, 8, с 87-88.

232. Кравців, Р.Й.; Кудла, О.І. Макро- і мікроелементний склад кормів і води господарств Лісостепової зони Західного регіону України. *Науковий вісник ЛНУВМ іБТ імені С.З. Гжицького*, 2006, 1, с 18-21.

233. Гурський, Р.Й. Мікроелементозна недостатність у західних біогеохімічних провінціях Івано-Франківської області та методи її корекції. *Ветеринарна медицина України* 2006, 3, с 36-38.

234. Богданов, Г.О. Інформаційна база даних хімічного складу кормів України для організації обґрунтованої годівлі сільськогосподарських тварин. ІТ УААН: Харків, 2010; 215 с.

235. Бомко, В.С.; Даниленко, В.П. Результати досліджень вмісту цинку, купруму, мангану, кобальту, йоду і селену в кормах зони Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету* 2015, 6, с 90-94.

236. Stuss, M.; Michalska-Kasiczak, M.; Seweryne, E. The role of selenium in thyroid gland pathophysiology. *Endobryol Pol.* 2017, 68(4), pp 440-465.

237. Trofimiuk-Mudlner, M.; Hubalewska-Dydejczyk, A. Iodine deficiency and iodine prophylaxis in pregnancy. *Recent pat endocr metab immune drug discov* 2017, 10(2), pp 85-95.

238. Жовинський, Э.Я.; Кураева, И.В. *Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины*. Наукова думка: Київ, 2002; 215 с.

239. Бент, О.И.; Иванников, В.П. Воздействие техногенной среды на здоровье населения в Украине, (геохимический аспект). *Минерал, журнал* 1999, 1, с 66-72.

240. Гунчак, Р.В.; Седіло, Г.М. Динаміка морфологічних та біохімічних показників крові підсисних порослят за різного рівня аквацитрату йоду в раціонах свиноматок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2018, 20(84), с 27-32.

241. Долецький, С.П. Мінеральне живлення тварин та вміст мікроелементів і важких металів у кормах різних регіонів України за сучасних екологічних умов. *Наук, вісник національного університету біоресурсів і природокористування України* 2002, 172(4), с 94-99.

242. Weng, H.X.; Yan, A.L.; Hong, C.L.; Qin, Y.C.; Pan, L.; Xie, L.L. Biogeochemical transfer and dynamics of iodine in a soil-plant system. *Environ Geochem Health.* 2009, 31(3), pp 401-411.

243. Анспок, П.И. *Микроудобрения*. Агропромиздат: Л., 1990; 272 с.
244. Жукова, Л.А.; Глебова, И.В.; Теплинская, Л.Г. Экотоксико-логический мониторинг йоддефицитных педоцинозов на биотесткультуры северной части Центрального Черноземья. *Проблемы региональной экологии* 2007, 4. с 110-112.
245. Корзун, В.Н.; Козярин, І.П.; Парац, А.М.; Шкуро, В.В.; Болохнова, Т.В.; Цибенко, Т.О. Проблема мікроелементе у харчуванні населення України та шляхи її вирішення. *Проблеми харчування* 2007, 1, с 5-11.
246. Farhana, A.; Shaiq, A.G. Iodine metabolism and iodine deficiency disorders revisited indian. *Endocrinol Metab.* 2010, 14(1), pp 13-17.
247. *Вступ до медичної геології*. Рудько, Г.І.; Адаменко, О.М.; Ред.; Академпрес: Київ, 2010; 736 с.
248. Lo Fiego, D.P.; Minelli, G., Volpelli, L.A.; Ulrici, A., Macchioni, P. Calculating the iodine value for Italian heavy pig subcutaneous adipose tissue from fatty acid methyl ester profiles. *Meat Sci.* 2016,122, pp 132-138.
249. Sun, K.; Han, R.; Zhao, R.; Ba, S.; Wang, J.; Hu, J., Lu, B. Evaluation of dual energy computed tomography iodine mapping within the myocardial blood pool for detection of acute myocardial infarction: correlation with histopathological findings in a porcine model. *Br J Radiol.* 2018, 91(1087):20170569.
250. Kabata-Pendias, A. Trace Elements in Soils and Plants, CRC Press, 2010.
251. Ковальський, В.В. *Значение геохимической экологии в определении потребности сельскохозяйственных животных в микроэлементах. Микроэлементы в животноводстве*. Изд-во сельхозлитературы, журналов и плакатов: М., 1969; с 25-41.
252. Baker, D.H.; Stein, H.H. Bioavailability of Minerals and Vitamins in Feedstuffs. *Sustainable Swine Nutrition* 2012, pp 341-364.
253. Ershow, A.; Goodman, G.; Coates, P.; Swanson, C. Research needs for assessing iodine intake, iodine status, and the effects of maternal iodine supplementation. *Ansm J Clin Nutr.* 2016, 104(3), pp 941-950.
254. Гуранич, Т.В.; Багрій, М.М.; Воронич-Семченко, Н.М. Вплив комбінованого дефіциту йоду та міді на структурно-функціональні особливості

гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдної системи. *Вісник проблем біології і медицини* 2014, 4(1), с 88-93.

255. Зелінська, Н.Б.; Шевченко, І.Ю. Роль йоду й селену у функціонуванні щитоподібної залози. *Український журнал дитячої ендокринології* 2017, 2, с 62-65.

256. Hiss, S., Sauerwein, H. Influence of dietary B-glucan on growth performance, lymphocyte proliferation, specific immune response and haptoglobin plasma concentrations in pigs. *J. Anim. Physiol, and Anim. Nutr.* 2003, 87, 1, pp 2-11.

257. Усенко, С.О.; Шостя, А.М.; Бірта, Г.О.; Бургу, Ю.Г.; Цибенко, В.Г. Особливості динаміки тироксину і трийодтироніну в сироватці крові свиней різної статі. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини* 2016, 32(1), с 65-72.

258. Калетина, Н.И.; Калетин, Г.И. Микроэлементы - биологические регуляторы. *Наука в России* 2007, 1, с 50-58.

259. Долгая, М.М. Вплив металоорганічних сполук на активність біохімічних процесів в організмі поросят. *Збірн.наук.праць Харківського педуніверситету імені Г. Сковороди «Біологія та валеологія»* 2009, 11, с 24-28.

260. Халак, В.І.; Майстренко, А.Н.; Дімчя, А.В. Балансуючі кормові добавки у раціоні свиноматок та поросят. *Агробізнес сьогодні* 2015, 24(319), с 15-18.

261. Осадців, О.І.; Кравченко, В.І. Дослідження йодної забезпеченості населення Чернігівської області та пошук шляхів до оптимальної корекції дефіциту Йоду. *Ендокринологія* 2010, 15(2), с 337-338.

262. Мерзлов, С.В. Вміст йоду в алюмосилікатйодних кормових добавках за різних умов зберігання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2013, 15(1), с 161-164.

263. Мерзлов, С.В.; Ривак, Р.О. Вплив згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lenina minor*, збагаченої йодом, на показники крові білих щурів. *Біологія тварин* 2017, 19(4), с 43-49.

264. Paulk, C.B.; Bergstrom, J.R.; Tokach, M.D.; Dritz, S.S.; Burnett, D.D.; Stephenson, E.W.; Vaughn, M.A.; DeRouchey, J.M.; Goodband, R.D., Nelssen, J.L.,

Gonzalez, J.M. Equations generated to predict iodine value of pork carcass back, belly, and jowl fat *J Anim Sci.* 2015, 93(4), pp 1666-1678.

265. Іванюк Н.Т.; Микитин, Л.Є., Фоміна, М.В., Дашковський, О.О. Фізіологічна роль селену та йоду в організмі риб. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2014, 16(2), с 287-291.

266. Цыганов, А.Р.; Микулец, Ю.И.; Тищенко, А.Н. *Биохимические и физиологические аспекты взаимодействия витаминов и биоэлементов.* Сергиев-Посад, 2002; 191 с.

267. Аухатова, С.Н. Влияние гойтрогенных веществ, недостатка и избытка йода в рационе поросят на функциональное состояние щитовидной железы. Новые аспекты участия биологически активных веществ в регуляции метаболизма и продуктивности с.-х. животных. *Боровск*, 1991; с 3-4.

268. Гудилин, И.; Лазарев, Л. Содержание гормонов в крови свиней разных генотипов. *Свиноводство* 2008, 2, с 27-28.

269. Копчак, Н.Г.; Покотило, О.С.; Кухтин, М.Д.; Коваль, М.І. Вплив йоду на показники ліпідного профілю крові щурів різного віку при експериментальному ожирінні. *Медична та клінічна хімія* 2017, 19(4), с 123-128.

270. Schone, F.; Zimmermann, C.; Quanz G. A high dietary iodine increases thyroid iodine stores and iodine concentration in blood serum but has little effect on muscle iodine content in pigs. *Meat Sci.* 2006,72(2), pp 365-372.

271. Ємельяненко, О.В.; Головаха, В.І.; Гарькавий, В.О.; Москаленко, В.П. Якісна годівля свиней - основа профілактики внутрішніх хвороб. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького* 2016, 18(1), с 16-24.

272. Гусаков, В.К.; Мацкевич, В.К. Влияние йодосодержащих препаратов на показатели крови свиноматок и поросят. *Ветеринария* 2004, 1, с 54-55.

273. Грибан, В.Г.; Єфімов, В.Г.; Шляховий, В.В. Особливості еритропоезу у поросят порід велика біла і ландрас французької селекції та їх помісей у період

дорощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок* 2009, 10(1,2), с 346-349.

274. Панікар, І.І.; Ничик, С.А. Зміни морфологічних показників периферичної крові поросят першого місяця життя. *Біологія тварин* 2014, 16(4), с 115-120.

275. Ковальчук, П.Є.; Гасько, М.В.; Тулюлюк, С.В. Репаративний остеогенез у нормі та за умов дефіциту мікроелементів йоду та селену. *Міжнародний ендокринологічний журнал* 2015, 3, с 61-64.

276. Данчук, В.В.; Каплуненко, В.Г.; Данчук, О.В.; Приступа, Т.І. Гематологічні показники у поросят-сисунів при введенні наноаквахелатів Феруму. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету* 2012, с 26-29.

277. Lewis, P.D. Responses of domestic fowl to excess iodine: a review. *Br. J. Nutr.* 2004, 91(1), pp 29-39.

278. Rashmi, M.; Yan-Yun, L.; Gregory, A. Thyroid hormone regulation of metabolism. *Physiol Rev.* 2014, 94(2), pp 355-382.

279. Комкова Е.Е. Связь уровня гормонов коры надпочечников и щитовидной железы с мясной продуктивностью у свиней крупной белой породы и помесей крупная белая×дюрок. *Актуальные проблемы биологии в животноводстве. Боровск* 2000, с 300-301.

280. Николишин, Л.В.; Багрій, М.М.; Попадинець, О.Г.; Воронич-Семченко, Н.М. Структурно-функціональні особливості гіпоталамо-гіпофізарно- тиреоїдної системи у тварин із дефіцитом йоду та селену *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. : Медицина* 2014, (1), с 14-19.

281. Klecha, A.J.; Genaro, A.M; Gorelik, G. Integrative Stugy of hypothalamus - pituitary - thyroidimmune system interaction: thyroid hormone mediated modulation of lymphocyte, activity through the protein kinase C Signaling pathway. *Endocrinol* 2006, 189, pp 45-55.

282. Гуранич, Т.В. Зміни показників ліпідного обміну у щурів із гіпотиреоїдною дисфункцією на тлі комбінованого дефіциту йоду й міді та оптимізація їх корекції. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини* 2013, 2, с 79-83.



283. Mota-Rojas, D.; Orozco-Gregorio, H.; VillanuevaGarcia, D.; Bonilla-Jaime H.; Suarez-Bonilla, X.; Hernandez-Gonzalez, R.; Roldan-Santiago, P.; Trujillo-Ortega, M.E. Foetal and neonatal energy metabolism in pigs and humans: a review. *Vet. Med-Czech.* 2011, 56, pp 215-225.

284. Гунчак, А.В.; Кисців, В.О.; Кирилів, Б.Я. Вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих класів у тканинах птиці за різної кількості Йоду в їх раціонах. *Вісник Сумського національного аграрного університету* 2012, 12(21), с 120-124.

285. Красільнікова, О.А.; Натарова, Ю.О.; Бабенко, Н.А. Особливості впливу тироксину на синтез сфінгозину та фосфоінозитидів у печінці щурів в онтогенезі. *Фізіологічний журнал* 2000, 3(46), с 26-32.

286. Ribeiro, M.O.; Carvalho, S.D.; Schultz, J.J. Thyroid hormone sympathetic interaction and adaptive thermogenesis are thyroid hormone receptor isoform-specific. *J Clin. Invest.* 2001, 108(1), pp 97-105.

287. Громова, Е.В.; Лобанов, К.Н. Функциональная активность щитовидной железы у свиней с различной обеспеченностью йодом. *Научно-практические аспекты развития животноводства в современных условиях аграрного производства* 2013, с 192-195.

288. Громова, Е.В.; Кокорев, А.В. Концентрация гормонов и активность ферментов щитовидной железы у матери и плода в зависимости от обеспеченности организма матери йодом. *Сборник научных трудов. «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства»*; Горки, 2014; 17(2), с 214-222.

289. Громова, Е.В.; Кокорев, А.В. Развитие матки и плаценты в период беременности животных. *Сборник научных трудов. «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства»*; Горки, 2014; 17(2), с 222-230.

290. Шеремета, В.І.; Менчинська, О.С. Відтворювальна здатність свиноматок за використання після відлучення поросят біологічно активного препарату. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Зб. наукових праць БНАУ* 2014, 1, с 79-82.

291. Глущенко, Н.Н.; Богословская, О.А.; Ольховская, И.П. Сравнительная токсичность солей и наночастиц металлов и особенность их биологического действия. *Известия промышленной экологии* 2006, 3, с 46-47.

292. Гуменюк, Г.Б.; Кужда, І.І; Гуфрій, Д.Ф. Забруднення біосфери важкими металами та їх вплив на живі організми. *Сільський господар* 2004, 9-10, с 2-3.

## ДОДАТОК А

### СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Гунчак Р. В.**, Седіло Г.М., Вовк С.О. Вміст Йоду в ґрунтах та зерні злаків у зоні Полісся Волині. Науковий вісник ЛНУВМБ ім.С.З.Гжицького, 2016. Т. 8, № 2 (67). С. 77–80.

2. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.** Проблема йододефіциту у свиней та шляхи її вирішення. Науковий вісник ЛНУВМБ ім.С.З.Гжицького, 2017. Т. 19, № 74. С. 208–214.

3. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.**, Пащенко А.Г. Динаміка біохімічних показників сироватки крові свиноматок за різного рівня Йоду в раціоні. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів і кормових добавок і Інституту біології тварин. Львів. 2017. Вип. 18, № 2. С. 57–65.

4. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Продуктивна дія добавок аквацитрату йоду у раціонах свиноматок. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». Львів-Оброшино, 2017. Вип. 62. С. 141–150.

5. **Гунчак Р.В.** Динаміка морфологічних показників крові поросних і підсисних свиноматок за дії цитрату йоду. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2017. Т. 19, №79. С. 173–178.

6. Седіло Г.М., **Гунчак Р.В.**, Вовк С.О. Вміст йоду та тиреоїдних гормонів у крові свиноматок за різного рівня цитрату йоду в їх раціонах. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. Вип.7 (33). С. 206–211.

7. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Вплив аквацитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. Біологія тварин, 2018. Т. 20, № 2. С. 43–50.

8. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М. Динаміка морфологічних та біохімічних показників крові підсисних поросят за різного рівня аквацитрату йоду в раціонах свиноматок. Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З.Гжицького, 2018, Т. 20, № 84, С. 27–32.

9. **Гунчак Р.В.** Вплив аквацитрату йоду на продуктивність та якість м'яса свиней. Вісник Сумського національного аграрного університету, 2018, Випуск 2 (34). С. 150–155.

10. **Hunchak R.**, Sedilo G., Vovk S. Iodine content in soils and grains of cereals in polissia area of Volyn region. XXII Sesia Sekcji Mlodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologow Zywnosci – 5 th International Session Secsion of Young Scientific Staff May 18–19 th. Szczecin, 2017. P. 121–125.

11. **Гунчак Р.В.**, Седіло Г.М., Кисців В.О., Гутий Б.В., Гунчак В.М. Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх класів у молозиві і молоці свиноматок за різного рівня аквацитрату йоду в їх раціонах. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. №8(1). С. 644–648.

12. «Спосіб корекції обмінних процесів в організмі супоросних свиноматок за умов дефіциту йоду»; декл. пат.на корис. модель 126925, Україна / Г.М. Седіло, **Р.В. Гунчак**, С.О. Вовк, Б.В. Гутий. №U201801174; заявл. 07.02.2018; опубл. 10.07.2018; бюл. № 13.

13. «Спосіб підвищення продуктивних якостей свиноматок за умов дефіциту йоду»: декл. пат.на корис. модель 128093, Україна / **Р.В. Гунчак**, Г.М. Седіло, А.Г. Пащенко, Б.В. Гутий С.О. Вовк. №U201803433; заявл. 02.04.2018; опубл. 10.09.2018; бюл. № 17.

14. Аквацитрат йоду у свинарстві: метаболічна, репродуктивна і продуктивна дія. Седіло Г.М., Вовк С.О., **Гунчак Р.В.**, Каплінський В.В., Гунчак А.В., Іскра Р.Я., Каплуненко В.Г., Пащенко А.Г. Методичні рекомендації. Львів-Оброшино, 2018. 36 с. (Затверджено Вченою радою ІСГКР НААН 15.06.2018 р., прот. № 6).

15. **Гунчак Р.В.** Відтворювальна здатність свиноматок за різного рівня в їх раціоні цитрату йоду. М-ли VI Всеукраїнської конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України», м. Львів-Оброшино, 16.11.2017 р. С. 11–12.

16. **Гунчак Р.В.** Седіло Г. М. Вплив цитрату йоду на метаболічні процеси та продуктивні якості поросят на дорощуванні. М-ли XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченої пам'яті доктора біологічних наук, професора Головача В.М. м. Львів, 8–9.12.2017 р. Біологія тварин, 2017. Т.19, № 4. С. 102.



УКРАЇНА

## Додаток Б

(19) **UA** (11) **128293** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**A23K 20/20** (2016.01)  
**A61K 33/18** (2006.01)  
**A01K 67/02** (2006.01)  
B82Y 35/00

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

### (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 03433**  
(22) Дата подання заявки: **02.04.2018**  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.09.2018**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.09.2018, Бюл.№ 17**

(72) Винахідник(и):  
**Гунчак Роман Васильович (UA),  
Седіло Григорій Михайлович (UA),  
Гутий Богдан Володимирович (UA),  
Пащенко Алла Григорівна (UA),  
Вовк Стаж Осипович (UA)**  
(73) Власник(и):  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ  
С.З. ГЖИЦЬКОГО,  
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010 (UA)**

### (54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНИХ ЯКОСТЕЙ СВИНОМАТОК ЗА УМОВ ДЕФІЦИТУ ЙОДУ

#### (57) Реферат:

Спосіб корекції обмінних процесів в організмі ремонтних свиноматок включає додаткове введення мікроелемента Йоду до складу основного раціону, причому свиноматкам згодують комбікорм, до якого додають водний розчин наноцитрату йоду в кількості 0,25 мг/кг корму.

UA 128293 U

# Додаток В



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **126925** (13) **U**

(51) МПК (2018.01)

**A23K 20/20** (2016.01)

**A61K 33/18** (2006.01)

**A01K 67/02** (2006.01)

B82Y 5/00

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2018 01174</b>	(72) Винахідник(и): <b>Седіло Григорій Михайлович (UA), Гунчак Роман Васильович (UA), Вовк Стах Осипович (UA), Гутий Богдан Володимирович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>07.02.2018</b>	(73) Власник(и): <b>ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.07.2018</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.07.2018, Бюл.№ 13</b>	

## (54) СПОСІБ КОРЕКЦІЇ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В ОРГАНІЗМІ СУПОРОСНИХ СВИНОМАТОК ЗА УМОВ ДЕФІЦИТУ ЙОДУ

(57) Реферат:

Спосіб корекції обмінних процесів в організмі супоросних свиноматок за умов дефіциту йоду включає введення мікроелементів до складу основного раціону, причому свиноматкам згодують комбікорм, до якого додають водний розчин наноцитрату йоду в кількості 0,19 мг/кг.

UA 126925 U

## Додаток Г

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор Львівського  
національного університету  
ветеринарної медицини та  
біотехнологій імені С.З. Гжицького



І.Б. Турко

16. X 2018 р.

### Картка впровадження

Про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта лабораторії дрібного тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН Гунчака Романа Васильовича на тему: «Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп». Дисертантом теоретично обґрунтовано та експериментально доведено можливість заміни в складі мінеральних преміксів неорганічної форми Йоду на його нанодисперсну форму, причому в значно менших кількостях. Відповідно до вимог проведено дослідження щодо вивчення впливу аквацитрату йоду нанотехнологічного походження на продуктивні і репродуктивні якості продукції. Це дозволило розробити пропозиції для виробництва щодо внесення окремих змін до технологічних схем виробництва свинини.

Проведені дослідження відображають основні положення дисертаційної роботи та використовуються у наукових дослідженнях і навчальному процесі при вивченні дисциплін: «Годівля та технологія кормів», «Свинарство».

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри технології виробництва і переробки продукції дрібних тварин.

(прот. № 3 від 16. X 2018 р.)

Завідувач кафедри,  
професор

Ю.В. Ковальський 83

## Додаток Д

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Ректор Житомирського національного  
агроєкологічного університету  
О. В. Скидан  
2018 р.



### Акт

#### про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

Цим актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Гунчака Романа Васильовича на тему: «Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія використовуються на кафедрі технологій переробки та якості продукції тваринництва Житомирського національного агроєкологічного університету у науково-дослідній роботі, впроваджено до навчального процесу при читанні лекцій та проведенні лабораторно-практичних занять із дисципліни «Технології м'яса та м'ясних продуктів» для студентів, що навчаються за ОПП «Магістр», спеціальності «Технологія м'яса та м'ясних продуктів» (протокол №5 від 30.10.2018 р.).

Зав. кафедрою технологій переробки  
та якості продукції тваринництва, доктор с-г наук,  
професор, чл. кор. НААН України,  
заслужений діяч науки і техніки України  
Житомирського національного  
агроєкологічного університету

В.П. Славов



## Додаток Е

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Проректор з наукової роботи**



**СНАУ, д.е.н., доцент**

**Данько Ю.І.**

**2018 р.**

**Акт**

### **Про впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес**

Цим актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія і виконана Гунчаком Романом Васильовичем впроваджено у навчальний процес під час викладання дисциплін: годівля тварин і технологія кормів, біохімія, свинарство.

Результати дисертаційної роботи Гунчака Романа Васильовича щодо можливого використання цитрату йоду, виготовленого на основі нанотехнологій, в мінеральній підгодівлі свиней використовуються під час читання лекцій, проведення лабораторних занять, під час проведення наукових досліджень на кафедрі біохімії та біотехнології.

При підготовці фахівців за ОПП «Магістр» за спеціальністю «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» Сумського національного аграрного університету.

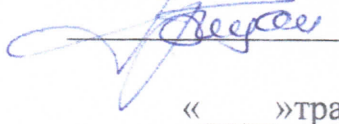
**Зав. кафедри біохімії та біотехнології,  
к.с.г.н., доцент**

**Л.В. Бондарчук**

## Додаток Є

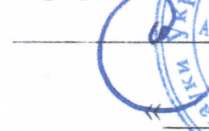
Погоджено:

Проректор з наукової роботи  
Дніпровського державного аграрно-  
економічного університету  
доктор біологічних наук, професор

 Ю. І. Грицан  
«\_\_\_» травня 2018 р.

Затверджую:

Перший проректор –  
проректор з навчальної роботи  
Дніпровського державного  
аграрно-економічного університету

 Д. М. Онопрієнко  
«\_\_\_» травня 2018 р.



### КАРТКА ЗВОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені в інформаційному листі наукові положення кандидатської дисертації Гунчака Романа Васильовича на тему: «Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.04 – біохімія, використовуються у навчальну процесі при викладенні дисциплін «Фізіологія тварин», «Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії» у підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Ветеринарна медицина».

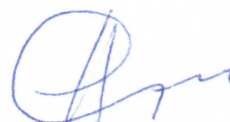
2. Матеріали наукової роботи Гунчака Романа Васильовича розглянуто на засіданні кафедри фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин і використовуються при викладанні матеріалу студентам з дисциплін «Фізіологія тварин», «Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії» та у науковій роботі кафедри (протокол № 12 від 24 травня 2018 року).

Декан факультету ветеринарної  
медицини, к.вет.н., доцент



I. А. Бібен

Завідувач кафедри фізіології  
та біохімії сільськогосподарських  
тварин, к. біол. н., професор



Л. М. Степченко

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ  
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН**

Седло Г.М., Вовк С.О., Гунчак Р.В., Капінський В.В., Гунчак А.В.,  
Іскра Р.Я., Каплуєнко В.Г., Пащенко А.Г.

**АКВАЦИТРАТ ЙОДУ В СВИНАРСТВІ:  
МЕТАБОЛІЧНА, РЕПРОДУКТИВНА І ПРОДУКТИВНА ДІЯ  
(рекомендації)**

Львів-Оброшине, 2018

I

Аквацитрат йоду в свинарстві: метаболічна, репродуктивна і продуктивна дія (рекомендації).

**СХВАЛЕНО І РЕКОМЕНДОВАНО:**

Вченою радою Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України,  
протокол № 6 від 15 червня 2018 р.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**ВУДМАСКА І. В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач лабораторії живлення та біосинтезу продукції тварин Інституту біології тварин НААН

**ДАРМОГРАЙ Л. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри годівлі і технології кормів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

**Додаток Ж**

## Додаток 3

«Затверджую»

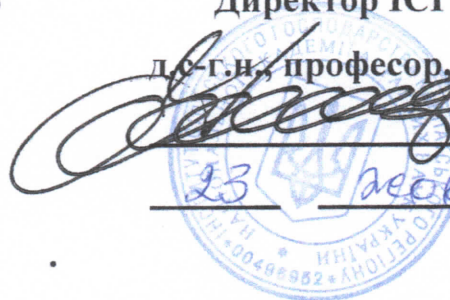


Директор ФГ «Аміла» Турійського району, Волинської області

І.В. Січковська

жовтня 2018 р.

«Затверджую»



Директор ІСГКР НААН

д.с.г.н., професор, академік НААН

Г.М. Седіло

13 жовтня 2018 р.

### Акт

#### Про впровадження (використання) наукової розробки.

Ми, нижче підписані, керівник свиноферми ФГ «Аміла» Турійського району, Волинської області Лукашук Микола Володимирович, з однієї сторони та представники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України (ІСГКР НААН) – ст.наук.співр. Каплінський Василь Васильович – заст. директора із питань тваринництва проф. Вовк Стах Осипович – зав. лабораторії дрібного тваринництва і аспірант Гунчак Роман Васильович, з другої сторони, склали даний акт про те, що у вказаному господарстві проведено впровадження наукової розробки: «Метаболічна та продуктивна дія аквацитрату йоду на організм свиней різних вікових груп».

Строки виконання (початок-кінець) – травень-жовтень 2018 року

Обсяг поголів'я – 1200 голів

#### Результати впровадження:

За умови введення до раціонів свиноматок оптимальної кількості Йоду у формі наноцитрату (0,19 мг/кг корму для поросних і 0,25 мг/кг – для лактуючих) у них підвищується на 5,3 % плодючість, збільшуються на 8,5 % маса новонароджених поросят, на 14,8 % – середньодобові прирости в підсисний період та на 3 % – збереженість молодняку. При цьому, молочність лактуючих свиноматок зростала на 28,7 %.

За повного циклу вирощування свиней (170 діб) маса тіла тварин, яким до раціону вводили оптимальні кількості Йоду у формі аквацитрату (25 % від його кількості у складі стандартного мінерального преміксу) перевищувала на кінець відгодівлі показники тварин контрольної групи на 3,3 кг. При цьому,

середньодобові прирости поросят, за весь період вирощування, були вищими на 4,3 %, а конверсія корму – нижчою на 4,1 %. Забійний вихід і маса півтуш від свиней дослідних груп були подібними до показників тварин контролю.

При впровадженні даної наукової розробки рентабельність виробництва свинини в господарстві зросла із 36 до 43 %.

Акт складено у 5 примірниках

Представник ФГ «Аміла»

Лукашук М.В.

Представники інституту:

Каплінський В.В.

Вовк С.О.

Гунчак Р.В.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_