

## ВПЛИВ АКВАЦИТРАТУ ЙОДУ НА МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ ПОРОСЯТ НА ДОРОЩУВАННІ

Р. В. Гунчак, Г. М. Седіло  
roman.hunchak@gmail.com

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,  
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино, Пустомитівський р-н, Львівська обл., 81115, Україна

*У статті представлено результати дослідження впливу аквацитрату йоду на обмін речовин та продуктивні якості поросят у період від їх відлучення від свиноматок до постановки на інтенсивну відгодівлю (29–70 доба). У годівлі тварин використовували повнораціонні комбікорми з додаванням злакової групи концентрованих кормів власного виробництва (поліська зона Волині). Вміст Йоду у формі калію йодиду у преміксах для престартерного і стартерного комбікорму тварин контрольної групи становив, відповідно, 0,80 і 1,50 мг/кг корму. До раціону тварин першої і другої дослідних груп з кормом вводили аквацитрат Йоду (виготовлений на основі нанотехнології ТОВ «НВК Аватар») із розрахунку 50 та 25 % від рівня біоеlementу в преміксах у формі КJ.*

*Встановлено, що Йод, маючи високу біодоступність у формі аквацитрату, проявляє стимулювальний вплив на метаболічні процеси в організмі поросят. Зокрема, заміна рекомендованої кількості неорганічної форми Йоду в складі преміксу на його цитратну наноформу сприяє збільшенню маси тіла тварин дослідних груп, відповідно, на 5,5 % ( $P < 0,025$ ) та 9,6 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з аналогами контрольної групи. За цих умов концентрація гемоглобіну та кількість еритроцитів і лейкоцитів у крові була обернено пропорційною кількості спожитого Йоду у цитратованій формі, що свідчить про підвищення захисних сил організму. Водночас у крові поросят дослідних груп відзначено зростання концентрації Йоду, зв'язаного з білками, та вмісту тиреоїдних гормонів, що обумовлено оптимізацією гормоногенезу щитоподібної залози. У підсвинків дослідних груп, порівняно з контролем, рівень загального протеїну в крові не змінювався, проте характерним було підвищення відсотка протеїнів глобулінової фракції, відповідно, на 4,1 і 5,9 % ( $P < 0,05$ ) та концентрації сечовини, а також зниження вмісту залишкового азоту й глюкози.*

**Ключові слова:** ПОРОСЯТА, АКВАЦИТРАТ ЙОДУ, ГЕМОПОЕЗ, МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

## IODINE AQUA CITRATE IMPACT ON METABOLIC PROCESSES AND PRODUCTIVE QUALITIES OF PIGLETS IN NURSERY

R. V. Hunchak, H. M. Sedilo  
roman.hunchak@gmail.com

Institute of Agriculture of the Carpathian Region National Academy of Agrarian Sciences,  
5 Hrushevskoho str., Obroshyno village, Pustomyty district, Lviv region, 81115, Ukraine

*The article presents the results of study on the iodine aqua citrate impact on metabolism and productive qualities in piglets from ablactation to intensive feeding (29–70 days). Complete feed with gramineous group of concentrated feed of domestic production (Polissia area of Volyn) was used. Iodine content in the form of potassium iodide in premix to prestarter and starter compound feed of control group was 0.80 and 1.50 mg/kg respectively. We included iodine aqua citrate (made using nanotechnologies of Avatar Scientific and Production Company, LLC) into the diet of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> experimental group animals at the rate of 50 % and 25 % from the level of bioelement in premixes in KJ form.*

*It has been established that iodine with its extensive bioavailability as aqua citrate has a stimulating impact on metabolic processes in piglets. In particular, replacement of the recommended dose of inorganic iodine in premix with its citrate nano formulation promotes body weight increase in animals of the experimental group by 5.5 % ( $P < 0.025$ ) and 9.6 % as compared to analogs of the experimental group. Under such conditions hemoglobin, RBC and WBC levels in blood serum were in inverse proportion to levels of iodine consumed in its citrate form, which attests to enhanced levels of body defenses. At the same time, enhanced concentration of protein bound iodine and thyroid hormones have been detected in blood of experimental group piglets, which was stipulated by optimization of thyroid hormonegenesis. Experimental group piglets as compared to control had their levels of total blood*

*protein unchanged yet with characteristic increase of globulin protein fraction levels by 4.1 and 5.9 %, respectively ( $P<0,05$ ) and urea concentration as well as decrease of excess nitrogen and glucose levels.*

**Keywords:** PIGLETS, IODINE CITRATE, HEMATOPOIESIS, METABOLIC PROCESSES, PRODUCTIVITY

## ВЛИЯНИЕ АКВАЦИТРАТА ЙОДА НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ПОРОСЯТ НА ДОРАЩИВАНИИ

Р. В. Гунчак, Г. М. Седило  
roman.hunchak@gmail.com

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН,  
ул. Грушевского, 5, с. Оброшино, Пустомытовский р-н, Львовская обл., 81115, Украина

*В статье представлены результаты исследования влияния аквацитрата йода на обмен веществ и продуктивные качества поросят в период после отлучки от свиноматок до постановки на интенсивный откорм (29–70 сутки). В кормлении животных использовали полнорационные комбикорма с включением злаковой группы концентрированных кормов собственного производства (полесская зона Волыни). Содержание йода в форме калия йодида в престартерных и стартерных премиксах животных контрольной группы составляло, соответственно, 0,80 и 1,50 мг/кг корма. В рацион животных первой и второй опытных групп вводили аквацитрат йода (изготовленный на основе нанотехнологий ООО «НПК Аватар») из расчета 50 и 25 % от уровня биоэлемента в премиксе в форме КЛ.*

*Установлено, что йод, имея высокую биодоступность в форме аквацитрата, проявляет стимулирующее влияние на метаболические процессы в организме поросят. В частности, замена рекомендуемой дозы неорганической формы йода в составе премикса на его цитратную наноформу способствует увеличению массы тела животных опытных групп, соответственно, на 5,5 % ( $P<0,025$ ) и 9,6 % ( $P<0,05$ ), по сравнению с аналогами контрольной группы. При этих условиях содержание гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов в крови было обратно пропорциональным количеству потребленного йода в цитратированной форме, что свидетельствует о повышении защитных сил организма. В то же время в крови поросят опытных групп отмечен рост концентрации йода, связанного с белками, и содержания тиреоидных гормонов, что обусловлено оптимизацией гормоногенеза щитовидной железы. У животных опытных групп уровень общего белка в крови не изменялся, относительно контроля. При этом отмечено повышение процентного содержания глобулиновой фракции протеинов, соответственно, на 4,1 и 5,9 % ( $P<0,05$ ), концентрации мочевины, а также снижение содержания остаточного азота и глюкозы.*

**Ключевые слова:** ПОРОСЯТА, АКВАЦИТРАТ ЙОДА, ГЕМОПОЭЗ, МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

Нарощування виробництва продукції свинарства вимагає насамперед забезпечення свиней повноцінною годівлею, в тому числі з використанням біологічно активних добавок, серед яких важлива роль належить мікро- та макроелементам [7, 9]. Мікроелементи забезпечують перебіг найважливіших біохімічних реакцій, у результаті яких виділяється енергія для підтримання життєдіяльності тварин, відбувається поділ і ріст клітин, здійснюється імунний захист, забезпечується баланс внутрішнього середовища організму.

До числа лімітуючих мікроелементів відноситься Йод, оскільки за його дефіциту, як і за надлишку, в організмі тварин порушується

обмін речовин, знижується продуктивність, виникають захворювання, які можуть призвести до летальних наслідків [5, 15]. За останній час досягнуто значних успіхів у вивченні ролі Йоду в організмі тварин, однак окремі питання і надалі залишаються актуальними. 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 для різних природних географічних зон, оскільки вміст окремих макро- і мікроелементів в кормах і ступінь їх використання коливаються в широких межах. Наприклад,

рекомендації щодо забезпечення цим біоелементом організму свинок коливаються від 120 до 250 мг/кг сухої речовини корму [10]. 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 [2, 14, 21], що необхідне для синтезу тиреоїдних гормонів (ТГ), які є важливими для росту і розвитку органів і систем. Вони сприяють накопиченню у тканинних протейнах і ензимах SH-груп, внаслідок чого відбувається активація обмінних процесів [19]. Внаслідок гіпофункції щитоподібної залози виникає зниження основного обміну на 50–60 % [6].

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, ліпопротеїнів і холестеролу [25].

З метою забезпечення організму свиней на промислових фермах використовують премікси та мінеральні добавки, які містять Йод в органічній та неорганічній формах. Із неорганічних форм у практиці збагачення раціонів найширше застосування мають йодати ( $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ) і йодиди (KI, NaI), як затверджені кормові добавки на території Європейського Союзу, проте останні через низьку стабільність поступаються йодатам [7].

На сьогодні у годівлі тварин використовують в основному калію йодид, що є нестабільною сполукою і розкладається у процесі приготування і зберігання преміксів та комбікормів. Окиснення йодидів каталізують сполуки Феруму, Купруму, Мангану, кислоти та волога. Водночас Йод, що виділяється внаслідок його високої хімічної активності, дезактивує окремі вітаміни, які входять до складу преміксів [23]. З метою стабілізації йодидів часто використовують тіосульфати, бікарбонат або стеарат кальцію [18].

Особливий інтерес становлять органічні форми біогенних елементів, отримані методами нанотехнології. Наночасточки хімічного елемента, поєднані з молекулами води і функціональ-

ними групами карбонових кислот, забезпечують аквахелатам легку проникність через мембрани клітин, створюючи при цьому умови для їх легкої взаємодії з клітинними органелами та високої біологічної дії [3, 11, 12]. При цьому питання додавання до складу преміксів біоелементів, в тому числі Йоду в наноцитратній формі, є актуальним і вимагає подальших досліджень.

Тому метою наших досліджень було з'ясувати ефективність застосування аквацитрату йоду в годівлі поросят на дорощуванні та встановити оптимальні кількості його введення.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили в умовах свиногокомплексу «Аміла» Турійського району Волинської області на трьох групах (контрольній і двох дослідних) відлучених поросят 28-добового віку, отриманих від свиноматок  $F_1$  (материнська лінія породи Ландрас  $\times$  Велика біла). Годівлю тварин у період дорощування (28–70 доба) проводили дворазово. Використовували повнораціонні комбікорми з додаванням злакової групи концентрованих кормів власного виробництва (поліська зона Волині) [8]. Умови утримання тварин задовільні, загалом відповідали технологічним нормам.

З метою забезпечення потреби тварин контрольної групи у біологічно активних речовинах до раціону вводили мінеральні премікси, в яких вміст Йоду становив 0,80 мг/кг корму для поросят 28–42-добового віку, а для 43–70-добового віку — 1,50 мг/кг корму. Форма Йоду в преміксах — неорганічна сіль калію йодид (KI). Для тварин дослідних груп використовували аналогічну мінеральну добавку, однак без додавання неорганічного Йоду. Натомість до раціону поросят вводили розпиленням на комбікорм аквацитрат Йоду (1000 мг/л чистого елемента у вихідному розчині), розроблений і виготовлений на основі нанотехнологій у ТОВ «НБК Аватар». При цьому кількість цитратованого йоду зменшували для тварин 1-ї і 2-ї дослідних груп у два і чотири рази відповідно щодо кількості біоелемента в неорганічному преміксі. Така схема досліду обумовлена результатами, одержаними у попередніх наших дослідженнях щодо визначення оптимальних

кількостей Йоду у формі цитрату для свиноматок (супоросних, лактуючих і після відлучення поросят) та народжених від них поросят (10-ї, 18-ї і 28-ї доби життя) [17].

Підсвинків контрольної і дослідних груп на 70-у добу зважували та визначали середньодобові, а також абсолютний і відносний прирости маси тіла. У відібраних пробах цільної крові визначали кількість еритроцитів — фотонейфелометрично за методикою Є. С. Гаврилець і співавт. (1966); число лейкоцитів за допомогою сітки Горяєва у лічильній камері (В. Е. Чумаченко, 1991); вміст гемоглобіну — гемоглобінціанідним методом за Г. В. Дервіз і А. Г. Воробйовим (1959); величину гематокриту — за методом І. П. Кондрахіна (1983).

У сироватці крові досліджували: рівень загального протеїну біуретовою пробою, а вміст окремих його фракцій — турбідиметричним методом за Л. М. Дилекторською (1971), концентрацію сечовини — за кольоровою реакцією з діацетилмонооксимом (Н. М. Петрунь і співавт., 1970); залишкового азоту колориметричним методом з реактивом Неслера. Активність ензимів у сироватці крові поросят з'ясовували: АлАТ і АсАТ — динітрофенілгідразинним методом за Райтманом-Френкелем; ЛФ — за методом, що базується на визначенні фенолу, який звільняється за гідролізу динатрійфенолфосфатази [20]; рівень тироксину і трийодтироніну — імуноферментним методом за допомогою тест-систем «Human GmbH» (Німеччина) відповідно до наданих інструкцій. Концентрацію загального Йоду визначали методом капілярного електрофорезу з використанням системи «Капель-105/105М»; вміст Йоду, зв'язаного з білком (ЙЗБ) — нітратно-роданідним методом [24].

Дослідження виконували відповідно до принципів Гельсінської декларації, прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної

асоціації (2000), та Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 21.02.2006 р. № 3447.

## Результати та обговорення

Відомо, що показники крові тварин залежать від багатьох чинників (порода, стать, вік, фізіологічний стан, продуктивність, умови годівлі й утримання). Нами досліджено основні показники крові, які відображають стан обмінних процесів в організмі свиней. Встановлено (табл. 1), що досліджувані нами гематологічні показники свиней були у фізіологічних межах.

При цьому варто зазначити, що концентрація гемоглобіну та кількість еритроцитів у сироватці крові були обернено пропорційними кількості спожитого Йоду. Тобто заміна неорганічної форми Йоду в складі преміксу на його цитратну наносполуку з відповідним зменшенням рекомендованої кількості у 4 рази призводить до збільшення вмісту гемоглобіну на 7 % ( $P<0,01$ ) та кількості еритроцитів на 2,8 % ( $P<0,05$ ).

Щодо кількості лейкоцитів, то, порівняно з контролем, у поросят дослідних груп виявлено її збільшення на 3,2 та 2,3 % відповідно. Однак вірогідними ( $P<0,05$ ) були зміни лише у поросят, які одержували з кормом Йод у формі аквацитрату в кількості, що становила 1/2 від рівня елемента (в неорганічній формі) в преміксі.

Одержані результати досліджень свідчать про підвищення захисних сил організму. Водночас, зважаючи на те, що рівень еритроцитів та гемоглобіну в крові тварин свідчить про інтенсивність метаболічних процесів та енергії росту організму, можна зробити висновок про позитивний вплив саме такої кількості біоелемента у формі аквацитрату на основні

Таблиця 1

Гематологічні показники ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )  
Hematological indices ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )

Показники / Indices	Контрольна група Control group	1-а дослідна група 1 <sup>st</sup> experimental group	2-а дослідна група 2 <sup>nd</sup> experimental group
Еритроцити, Т/л / RBC, T/l	6,47 $\pm$ 0,04	6,40 $\pm$ 0,08	6,65 $\pm$ 0,07*
Гемоглобін, г/л / Hemoglobin, g/l	116,6 $\pm$ 2,20	120,4 $\pm$ 1,14	124,8 $\pm$ 1,74**
Гематокритна величина / Hematocrit index, %	39,1 $\pm$ 1,42	39,8 $\pm$ 3,16	41,8 $\pm$ 4,04
Лейкоцити, Г/л / WBC, giga/l	10,32 $\pm$ 0,14	10,65 $\pm$ 0,20*	10,56 $\pm$ 0,18



морфологічні показники крові підсвинків. Очевидно, це обумовлено оптимізацією гормоногенезу щитоподібної залози та її регулювальним впливом на еритро- і лейкопоез.

Визначення вмісту протеїну в сироватці крові свиней має суттєве значення для оцінки обміну речовин. Показано (табл. 2), що у підсвинків на дорощуванні рівень загального протеїну в крові поросят дослідних груп порівняно з контролем не змінювався, проте характерним було підвищення у крові відсотка протеїнів глобулінової фракції, відповідно, на 4,1 і 5,9 % ( $P<0,05$ ), що є результатом інтенсифікації протеїнсинтезувальних процесів і своєрідним механізмом реалізації генетичної програми онтогенезу.

На інтенсивність білкового обміну в організмі вказують також такі досліджувані нами показники, як концентрація сечовини і залишкового азоту ( $P<0,05$ ), оскільки саме вони є кінцевими продуктами метаболізму протеїнових поживних речовин корму. Зростання в сироватці крові поросят 1-ї і 2-ї дослідних груп рівня сечовини на 9,1 та 6,7 % ( $P<0,05$ ) та зниження вмісту залишкового азоту порівняно з тваринами контрольної групи, відповідно, на 11,7 і 8,4 % ( $P<0,05$ ) є прогностичним маркером відновлення функціонального стану печінки у засвоєнні ендогенного аміаку та подальших синтетичних процесів, що відбуваються в ній.

На порушення азотистого обміну в організмі тварин може вказувати концентрація креатиніну, який утворюється в процесі роботи метаболізму азотовмісних сполук із креатинфосфату. Ця макроергічна сполука утворюється приєднанням активованої фосфорної кислоти до креатину, синтезованого з аргініну, гліцину і метіоніну в нирках і печінці. Концентрація креатиніну в сироватці крові у здорових тварин практично постійна. Його синтез залежить від потреб організму в креатині і, на відміну від сечовини, мало залежить від кількості протеїну з корму. З'ясовано, що рівень креатиніну в крові поросят усіх груп був у межах фізіологічних величин.

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 та її тиреотропний вплив на основний обмін речовин у кількостях, що становлять 1/2 та 1/4, стосовно неорганічної форми Йоду у складі мінеральних преміксів. На тлі дії тиреоїдних гормонів за інтенсивного росту тварин, очевидно, відбувається мобілізація депонованих вуглеводів, посилюються ліполітичні процеси та знижується структурний розпад протеїнів.

Усі реакції синтезу і розпаду, що відбуваються в живому організмі, тісно пов'язані

Таблиця 2

**Біохімічні показники у крові поросят ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )**  
**Biochemical indices in piglet blood ( $M\pm m$ ,  $n=10$ )**

Показники / Indices	Контрольна група Control group	1-а дослідна група 1 <sup>st</sup> experimental group	2-а дослідна група 2 <sup>nd</sup> experimental group
Протеїн загальний, г/л / Total protein, g/l	68,16 $\pm$ 2,28	68,74 $\pm$ 2,08	68,91 $\pm$ 1,66
Альбуміни, % / Albumins, %	56,3 $\pm$ 1,03	54,5 $\pm$ 0,74	53,7 $\pm$ 1,18
Глобуліни, % / Globulins, %	43,7 $\pm$ 0,74	45,9 $\pm$ 0,65*	46,3 $\pm$ 0,67*
Сечовина, мМоль/л / Urea, mMol/l	3,83 $\pm$ 0,26	4,12 $\pm$ 0,40*	4,09 $\pm$ 0,15*
Залишковий азот, мМоль/л / Excess nitrogen, mMol/l	17,9 $\pm$ 0,82	15,8 $\pm$ 1,04*	16,4 $\pm$ 0,78
Креатинін, мМоль/л / Creatinine, mMol/l	112,9 $\pm$ 2,16	111,6 $\pm$ 3,02	110,4 $\pm$ 3,64
ЛФ, од/л / ALP, U/l	460,6 $\pm$ 24,2	524,6 $\pm$ 34,4	474,2 $\pm$ 28,8
АлАТ, од/л / ALT, U/l	37,7 $\pm$ 2,16	33,6 $\pm$ 3,44	35,8 $\pm$ 2,90
АсАТ, од/л / AST, U/l	50,7 $\pm$ 3,34	47,7 $\pm$ 2,16	48,8 $\pm$ 4,02
Коефіцієнт де-Рітца / De Ritis ratio	1,34	1,41	1,36
Глюкоза, мМоль/л / Glucose, mMol/l	2,74 $\pm$ 0,22	2,60 $\pm$ 0,34	2,82 $\pm$ 0,28
Холестерол, мМоль/л / Cholesterol, mMol/l	3,04 $\pm$ 0,30	2,90 $\pm$ 0,42	2,96 $\pm$ 0,44
Триацилгліцероли, мМоль/л Triacylglycerols, mMol/l	1,18 $\pm$ 0,18	1,30 $\pm$ 0,24	1,20 $\pm$ 0,20

Примітка: у цій та наступних таблицях \* —  $P<0,05$ ; \*\* —  $P<0,01$ .

Note: here and in the next tables the significance is \* —  $P<0,05$ ; \*\* —  $P<0,01$ .

з ензимами, які відіграють важливу роль у регуляції процесів метаболізму. До таких ензимів належать амінотрансферази, які прискорюють перетворення амінокислот в організмі окиснювальним дезамінуванням та переамінуванням, зокрема аланінамінотрансфераза (АлАТ) та аспартатамінотрансфераза (АсАТ). Ці ензими містяться в мітохондріях у розчинній фракції цитоплазми клітин. У крові тваринного організму активність обох ензимів дуже мала порівняно з їхньою активністю в інших тканинах. Однак у випадках патологій, які супроводжуються деструкцією клітин, трансферази виходять через мембрани клітин у кров, де їхня активність значно збільшується порівняно з нормою. Оскільки ці ензими є універсальними для всіх типів тканин, їх використовують для діагностики різноманітних порушень в організмі, перш за все вони є найбільш чутливими індикаторами пошкодження печінки. До показників функціонального стану печінки належить також активність лужної фосфатази (ЛФ) [13].

Встановлено (табл. 2), що ознаки гіперензимемії в сироватці крові поросят дослідних груп відсутні, а отримані результати активності АлАТ, АсАТ і ЛФ, порівняно з показниками тварин групи контролю, не зазнають суттєвих відмінностей, що характеризує аквацитрат йоду у запропонованих кількостях як безпечне та ефективне джерело важливого у фізіологічному значенні біоелемента. Це підтверджується й стабільністю коефіцієнту де Рітиса, який є діагностичним маркером патології печінки, а його зниження свідчить про порушення функціонального стану цього органу [20].

За результатами проведених досліджень встановлено (табл. 3), що введення до раціону піддослідних тварин Йоду у формі нанодисперсних частинок забезпечувало підвищення вмісту зв'язаного з протеїном Йоду порівняно з показниками контролю, відповідно, на 8,8 та 9,5 % ( $P < 0,05-0,01$ ).

Визначення концентрації протеїн-зв'язаного Йоду в крові часто використовується як показник секреторної активності щитоподібної залози. Адже особливістю ендокринного органу є здатність не лише поглинати і накопичувати Йод, який потрапляє в організм

із зовнішнього середовища, але й дейодувати його у біосинтезі ТГ. Процес синтезу Йоду в щитоподібній залозі починається з його органіфікації, тобто приєднання до протеїну. Органіфікація полягає у включенні атомів елементу в тирозил (залишок амінокислоти тирозину), який перетворюється на йодтирозин, після чого починається гормоногенез, який завершується продукцією йодованого тиреоїдного гормону, наявного у формі тироксину (Т4) і трийодтироніну (Т3). Концентрація протеїнів зв'язаного йоду вказує на здатність щитоподібної залози за певний час перетворювати поглинений з крові неорганічний йод на органічну форму і виділяти його в кров у вигляді тиреоїдних гормонів [1].

За оцінкою вмісту тиреоїдних гормонів кращий результат відзначено у поросят першої дослідної групи. Зокрема, рівень трийодтироніну (Т3) був вищим за показники поросят другої дослідної групи на 0,5 % та контролю — на 9,4 %, відповідно. Аналогічно, концентрація тироксину (Т4) у крові підсвинків 1-ї дослідної групи була вищою на 14,5 % ( $P < 0,05$ ) за показник контролю, і на 3,9 % — за показник тварин 2-ї дослідної групи, що отримувала з кормом Йод у формі аквацитрату у меншій кількості.

Нами підтверджено численні наукові повідомлення [4, 22], що йодозалежні гормони щитоподібної залози є потужними біорегуляторними, які, діючи на численні ланки внутрішньоклітинного метаболізму, визначають інтенсивність росту тварин. Зокрема показано, що інтенсивність росту підсвинків залежала від форми і кількості Йоду, який надійшов до організму з раціоном. З даних, наведених в табл. 4, видно, що маса тіла 70-добових поросят дослідних груп була вищою за аналогічний показник тварин контролю на 5,5 % ( $P < 0,05$ ) та 9,6 % ( $P < 0,05$ ) відповідно, тобто спостерігалась обернена залежність між кількістю спожитого Йоду у цитратованій формі та масою підсвинків. При цьому середньодобові прирости також були вищими у поросят 1-ї та 2-ї дослідних груп, відповідно, на 28,9 та 58,6 г ( $P < 0,05$ ) порівняно з аналогами контрольної групи.

Отримані дані свідчать про те, що в результаті здатності цитратованого йоду впливати на процеси метаболізму у бік посилення синтезу і накопичення організмом свиней білків та жи-

Таблиця 3

**Вміст Йоду та тиреоїдних гормонів у плазмі крові підсвинків ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**  
**Iodine and thyroid hormones in piglet plasma blood ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показники / Indices	Контрольна група Control group	1-а дослідна група 1 <sup>st</sup> experimental group	2-а дослідна група 2 <sup>nd</sup> experimental group
БЗЙ, мкг% / PBI, $\mu\text{g}\%$	3,16 $\pm$ 0,11	3,44 $\pm$ 0,25	3,46 $\pm$ 0,09*
T <sub>3</sub> , нМоль/л / T <sub>3</sub> , nMol/l	4,06 $\pm$ 0,26	4,44 $\pm$ 0,28	4,41 $\pm$ 0,12
T <sub>4</sub> , нМоль/л / T <sub>4</sub> , nMol/l	65,24 $\pm$ 2,55	74,72 $\pm$ 2,88*	71,88 $\pm$ 1,26
T <sub>4</sub> /T <sub>3</sub>	16,1	17,3	16,3

Таблиця 4

**Маса тіла та приріст маси тіла поросят ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**  
**Body weight and weight gain in piglets ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Показники / Indices	Контрольна група Control group	1-а дослідна група 1 <sup>st</sup> experimental group	2-а дослідна група 2 <sup>nd</sup> experimental group
Маса тіла, кг / Body weight, kg			
початок досліду / beginning of the experiment	7,34 $\pm$ 0,21	7,66 $\pm$ 0,34	7,56 $\pm$ 0,29
кінець досліду / end of the experiment	28,06 $\pm$ 0,74	29,60 $\pm$ 0,53	30,74 $\pm$ 0,68*
Середньодобовий приріст, г Average daily weight gain, g	493,33 $\pm$ 10,12	522,24 $\pm$ 8,76*	551,90 $\pm$ 12,18*
Приріст маси тіла / Body weight gain			
абсолютний, кг / absolute, kg	20,72 $\pm$ 1,62	21,94 $\pm$ 1,22	23,18 $\pm$ 0,92
відносний / relative, %	73,84 $\pm$ 2,14	74,12 $\pm$ 4,12	76,55 $\pm$ 2,25

рів був отриманий приріст живої маси як результат ефективнішої перетравності кормів і їх засвоєння. Водночас можна зробити висновок про те, що аквацитрат йоду у діапазоні запропонованої кількості забезпечує потребу організму поросят на дорощуванні в цьому біоелементі.

### Висновки

Цитрат йоду як високоактивна і біодоступна сполука у кількостях, що відповідають 50 та 25 % вмісту Йоду в формі калію йодиду в преміксі підсвинків, забезпечує відповідний функціональний стан щитоподібної залози і регулювальний вплив на гемопоез та продуктивні якості тварин.

**Перспектива подальших досліджень** полягає у з'ясуванні впливу аквацитрату йоду на метаболічні процеси свиней у кінці відгодівлі.

1. Alyoshin B. V. *Hypothalamus and thyroid*. Moscow, Medicine, 1983, 184 p. (in Russian)

2. Antonyak G. L., Vlizlo V. V. *Biochemical and geochemical role of iodine*. A monograph. Lviv, 2013, 390 p. (in Ukrainian)

3. Borisevich V. B., Kaplunenkov V. G., Kosinov N. V. *Nanomaterials in biology. Fundamentals of nanoveterinary*. Kyiv, WA "Avicenna", 2010, 416 p. (in Ukrainian)

4. Chumachenko V. V. *Biochemical and immunological basis of the system of prevention of stress in pigs*. Dr. veterinary sci. diss., Kyiv, 2007, 440 p. (in Ukrainian)

5. EU (European Community), 2005:1459/2005/EC Commission Regulation (EC). No feed additives belonging to the group of trace elements. *Official Journal of the European Union*, L, 2005, pp. 8–10.

6. He M., Hollwich W., Rambeck W. Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat. *Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*, 2002, vol. 86(3–4), pp. 97–104. DOI: 10.1046/j.1439-0396.2002.00363.x.

7. Herzig I., Pisarikova B., Diblikova I., Suchy P. Iodine concentration in porcine blood, urine, and tissues after a single dose of iodised oil. *Veterinarni Medicina*, 2001, no. 46, pp. 153–159. DOI: 10.17221/7875-VETMED.

8. Hunchak R., Sedilo G., Vovk S. Iodine content in soils and grains of cereals in Polissia area of Volyn region. XXII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności — 5<sup>th</sup> International Session of Young Scientific Staff, May 18–19<sup>th</sup>, Szczecin (Poland), 2017, pp. 121–125.

9. Kalnitskiy B. D. *Mineral substances in feeding of animals*. Leningrad, Agropromizdat. Leningrad department, 1985, 207 p. (in Ukrainian)

10. Lyashenko V. M., Vintonyak V. M., Slipnyuk O. V. Using premixes with increased contents of cobalt, copper, and iodine for intensive fattening of pigs. *Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, 2015, no. 18, pp. 202–206. (in Ukrainian)

11. Khomyn M. M., Fedoruk R. S., Khrabko M. I. Influence of iodine nanoakvahidrate on biochemical parameters of milk and milk productivity of cows in the first month of lactation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 2015, vol. 17, no. 1 (61), pp. 243–247. (in Ukrainian)
12. Mamtsev A., Kozlov V., Grigorev V., Maksyutov R. Synthesis of iodine-containing nano-dispersed composites. *Samara State Agricultural Academy*, 2016, no. 4, pp. 79–84. (in Russian)
13. Panchenko L. F., Maev I. V., Gurevich K. G. *Clinical chemistry of trace elements*. Moscow, 2004, 368 p. (in Russian)
14. Preedy V. R., Burrow G. N., Watson R. R. Comprehensive Handbook of Iodine: Nutritional, Biochemical, Pathological and Therapeutic Aspects. *Acal. Press*, 2009, pp. 13–12.
15. Romanenko T. G., Chayka O. I. Features of thyroid function in pregnant women against iodine deficiency. *International journal of endocrinology*, 2014, no. 4(60), pp. 89–94. (in Russian)
16. Sedilo G. M. *A role of mineral substances in the processes of wool formation*. Lviv, Afisha, 2002, 184 p. (in Ukrainian)
17. Sedilo H. M., Hunchak R. V., Vovk S. O. Contents of iodine and thyroid hormones in sows blood for a different level of iodine citrate in their diets. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 2017, vol. 7 (33), pp. 206–2011. (in Ukrainian)
18. Shesterynska V. V., Trokoz V. O., Karpovskiy V. I., Maksin V. I., Kryvoruchko D. I. Dynamics of glucose in the blood of pigs of different types nervous systems with addition to the diet “jodis-concentrate”. *The Animal Biology*, 2012, vol. 14, no. 1–2, pp. 295–299. (in Ukrainian)
19. Silva J. E. Thyroid Hormone Control of Thermogenesis and Energy Balance. *Thyroid*, 1995, no. 5 (6), pp. 481–492.
20. Slyusarenko A. E., Evstafeva E. V. Immunotropic action of iron, cobalt, manganese, nickel, calcium and lead in the conditions of base-line contamination of municipal environment. *Pathology*, 2011, vol. 8, no. 2, pp. 124–126 (in Russian)
21. Sologub L. I., Antonyak G. L., Antonyak T. O. Iodine in the organism of animals and humans (Biochemical aspects). *The Animal Biology*, 2005, vol. 7, no. 1–2, pp. 31–50. (in Ukrainian)
22. Spiridonov A. A., Murashov E. V., Kislova O. F. Iodine supplementation of livestock products. Norms and technologies. Saint Petersburg, SPS-Print, 2011, pp. 21–38. (in Russian)
23. Vezhentsev A., Kravtsiv R., Pivtorak Ya. *Normalized feeding of pigs*. Lviv, 2004, pp. 7–10. (in Ukrainian)
24. Vlizlo V. V., Fedoruk R. S., Ratych I. B. *Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary*. A reference book, ed. by V. V. Vlizlo. Lviv, Spolom, 2012, 764 p. (in Ukrainian)
25. Vorobev D. V. Effect of selenium, iodine and copper preparations On the processes of metabolism of growing pigs at hypoelementoses. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2011, no. 12, pp. 116–120. (in Russian)