



УДК 636.4:637

Проблема йододефіциту у свиней та шляхи її вирішення

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

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

У статті наведено аналіз літератури з проблеми йодного забезпечення свиней, подається корелятивна залежність між вмістом Йоду в раціонах та функціональною активністю щитоподібної залози. Відзначається тісний взаємозв'язок рівня тиреоїдних гормонів в крові та відтворювальної здатності і продуктивних якостей свиней. Виникаючи при цьому порушення синтезу і метаболізму тироксину і трийодтироніну є однією з основних причин виникнення патологічних станів у тварин, що характеризуються зниженням плодючості, зростанням внутрішньоутробної смертності плодів, народженням нежиттєздатних поросят з вираженими ознаками зобу. Крім того, наслідком гіпофункції щитоподібної залози є зниження у свиней, і в першу чергу в молодняка, основного та ліпідного обміну.

Джерелом Йоду для свиней є корми. Однак, за інтенсивної технології вирощування основними в годівлі свиней є концентровані корми, які, зазвичай, є бідними на цей мікроелемент. Крім того, на рівень Йоду в організмі впливає низка інших факторів. Зокрема, засвоєння Йоду пригнічують глюкозинолати і ціаногенні глікозиди, нітрати, нітрити, перхлорати, залишки окремих пестицидів. Всмоктування Йоду в шлунково-кишковому каналі знижують Флюор і Сульфур. Забезпечення організму свиней Йодом, відповідно до потреби, можливе за умови додаткової їх підгодівлі неорганічними та органічними сполуками. З цією метою на промислових фермах використовують премікси та мінеральні добавки, які, зазвичай, містять у своєму складі Йод та інші макро- і мікроелементи. Однак, застосовувані форми йодовмісних препаратів часто є нестабільними, а інколи агресивними до інших складників добавок, зокрема, вітамінів. Тому, проблема пошуку нових препаратів, які б у невеликих дозах, будучи стабільними і сумісними з іншими компонентами комбікормів, вирішували проблему мікроелементного живлення є актуальною. У гуманній і ветеринарній медицині набувають широкого застосування наноматеріали, зокрема, аквахелати металів. Наявні повідомлення щодо позитивного впливу на організм тварин аквацитрату йоду потребують подальших глибоких досліджень.

Ключові слова: свині, Йод, щитоподібна залоза, тиреоїдні гормони, цитрати.

Проблема йододефіцита у свиней и пути ее решения

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

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААНУ,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшино, Львівська область, 81115, Україна*

В статті приведено аналіз літератури по изучению йодного статусу у свиней, подается корелятивна зависимость между содержанием йода в рационах и функциональной активностью щитовидной железы. Отмечается тесная взаимосвязь уровня тиреоидных гормонов в крови, воспроизводительной способностью и продуктивными качествами свиней. Возникающие при этом нарушения синтеза и метаболизма тироксина и трийодтиронина являются одной из главных причин возникновения патологических состояний у животных, характеризующихся снижением плодовитости, ростом внутриутробной смертности плодов, рождением нежизнеспособных поросят с выраженными признаками зоба. Кроме того, следствием гипофункции щитовидной железы является снижение в свиней, и в первую очередь у молодняка, основного и липидного обмена.

Citation:

Hunchak, R.V., Sedilo, H.M. (2017). Iodine deficiency in pigs and the solutions to the problem. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 19(74), 208–214.

Источником йода для свиней являются корма. Однако, при интенсивной технологии выращивания основными в их кормлении являются концентрированные корма, которые, как правило, являются бедными на этот микроэлемент. Кроме того, на уровень йода в организме свиней влияет ряд других факторов. В частности, подавляют усвоение йода глюкозинолаты, цианогенные гликозиды, нитраты, нитриты, перхлораты, а также остатки отдельных пестицидов. Снижает всасывание йода в желудочно-кишечном канале фтор и сера. Обеспечение организма свиней йодом, относительно потребности, возможно при условии дополнительной их подкормки неорганическими и органическими соединениями. Как правило, на промышленных фермах с этой целью используют премиксы и минеральные добавки, которые содержат в своем составе йод и другие макро- и микроэлементы. Однако, применяемые формы йодсодержащих препаратов зачастую являются нестабильными, а иногда и агрессивными к другим компонентам добавок, в частности витаминам. Поэтому, проблема поиска новых препаратов, которые в небольших дозах, при условии их стабильности и совместимости с другими ингредиентами комбикормов, решали проблему микроэлементного питания является актуальной. В настоящее время в гуманной и ветеринарной медицине получают широкое применение наноматериалы, в частности, аквахелаты металлов. Имеются сообщения о положительном влиянии на организм животных аквацитрата йода требуют дальнейших глубоких исследований.

Ключевые слова: свиньи, йод, щитовидная железа, тиреоидные гормоны, цитраты.

Iodine deficiency in pigs and the solutions to the problem

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

*Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS ,
Grushevskogo Str., 5, Obroshino, 81115, Ukraine*

The articles provides an overview of literature dedicated to the study of iodine status in pigs and establishes an interrelation between the level of microelement in animal diet and the functional activity of thyroid gland. Close correlation between thyroid hormone levels in blood and the reproductive abilities and productiveness of pigs has been observed. Resulting thyroxin and triiodothyronine synthesis and metabolic disorders are among the most common causes of pathological states in animals, which are characterized by lower fertility, increased intrauterine fetal deaths, and birth of non-viable piglets with apparent signs of goiter. Moreover, thyroid hypofunction leads to decreased general and lipid metabolism in pigs, young animals in particular.

Feed is the source of iodine for pigs. Yet, due to intensive growing practices the primary place in pig nutrition is occupied by concentrated feed with as a rule low content of this microelement. In addition, a number of other factors affect iodine levels in organism. Iodine digestibility is particularly hindered by glucosinolates and cyanogenic glycosides, nitrates, nitrites, perchlorates, residue of some pesticides. Iodine absorption in gastrointestinal tract is slowed down by fluorine and sulfur. Pigs may receive enough iodine with additional feed containing inorganic (KI, NaI) and organic (iodates) compounds. For this purpose industrial farms tend to use premixtures and mineral additives containing iodine and other macro- and microelements. However, said forms of iodine-containing preparations are often unstable or even aggressive in combination with other components of additives, namely vitamins. In this connection, we are facing a relevant problem of finding new preparations that in small doses would be stable and compatible with other components of compound feed while solving the problem of microelement nutrition. In humane and veterinary medicine nanomaterials, namely metal aquachelates, are used increasingly more often. There is information as to positive impact that iodine aquacitrate has on animals which needs to be further confirmed by profound research.

Key words: pigs, iodine, thyroid gland, thyroid hormones, iodine nano-aquacitrate.

Нарощування виробництва продукції свинарства вимагає, в першу чергу, забезпечення свиней повноцінною годівлею, в тому числі з використанням біологічно активних добавок, серед яких мікро- та макроелементам належить важлива роль (Kal'nickij, 1985; Sedilo, 2002).

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 привести до летальних наслідків (Romanenko and Chajka, 2014).

За останній час досягнуті значні успіхи з вивчення ролі Йоду в організмі тварин, однак окремі питання і надалі залишаються актуальними. Зокрема, за сучасної стратегії мінерального живлення немає однознач-

ної 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 забезпечення цим біоелементом організму свинок під час лактації коливаються від 120 до 250 мкг/кг сухої речовини корму (Ljashenko et al., 2015). 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 (Sologub et al., 2005; Preedy et al., 2009; Antonjak and Vlizlo, 2013), що є необхідним для синтезу тиреоїдних гормонів, які є важливими для росту і розвитку органів і систем. Вони сприяють накопиченню в тканинних протеїнах і ензимах SH-груп, внаслідок чого відбувається активація обмінних процесів (Silva, 1995).

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 незаперечний факт, що діяльність яєчників і щитоподібної залози регулюється тиреотропним гормоном гіпофіза, які, у свою чергу, знаходяться під контролем гіпоталамуса (Hunchak and Hrymak, 2014).

Як відомо, більша частина Йоду (70–87%), від його загальної кількості в організмі, міститься в щитоподібній залозі, а решта, як правило в органічній формі, знаходиться в плазмі крові та м'язах (De Groot, 1969; Spiridonov et al., 2011). В організмі свавців концентрація Йоду, в середньому становить 50–200 мкг/г маси, тобто 0,5–2х10–5%. 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 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 (Kaufmann and Rambeek, 1998). 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. 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 % у свиней – 4–8 мкг % (Hamilton et al., 1972; Delange, 2007; Manukalo and Shantyz, 2010).

Фізіологічне значення Йоду визначається його зв'язком із гормонами щитоподібної залози. Активним гормоном аденогіпофізу, який регулює життєво важливі функції організму, є тиреотропний (ТТГ) гормон (Zimmermann, 2009). Він контролює ріст і проліферацію фолікулярних клітин щитоподібної залози (Bernal, 2005), підвищує її кровопостачання, забезпечує синтез та метаболізм гормонів трийодтироніну (Т₃) і тетраіодтироніну (Т₄) або тироксину (Zimmermann et al., 2008). Навіть незначне підвищення концентрації у крові тиреотропного гормону сприяє підвищенню функціональної активності щитоподібної залози.

Як тироксин, так і трийодтиронін, потрапляючи в кров зв'язуються з тироксин-глобуліном (80% Т₄ і 95% Т₃) та преальбуміном і циркулюють у вигляді Йоду зв'язаного з білком (Obregon, 2005). Гормони щитоподібної залози відіграють важливу роль у механізмах росту і розвитку тканин. Їх дія починається з

ядерних рецепторів, які знаходяться в багатьох органах (Bernal, 2005). Гормони Т₃ і Т₄, 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 регулюючий вплив на розщеплення протеїнів, жирів, вуглеводів та водно-електролітний баланс, а також контролюють обмін макроелементів (Oppenheimer et al., 1987; Haldimann et al., 2005; Gibson, 2005).

Тироксин та трийодтиронін стимулюють синтезувальні процеси печінки. За підвищення функціональної активності щитоподібної залози у крові свиней зростає рівень альбумінів та α -глобулінів (Togini, 2007). За дефіциту Йоду, на тлі гіпофункції щитоподібної залози, у крові свиней знижується рівень тиреоїдних гормонів, що призводить до компенсаторного посилення функції і збільшення об'єму й гістоструктури залози (Chandra et al., 2004).

В ендемічних (по Йоду) 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 (Preedy et al., 2009; Zimmermann, 2009).

За повідомленнями ряду дослідників, вагітність у свиноматок підвищує потребу в гормонах Т₃ і Т₄ та сприяє ще більшому розвитку йодної недостатності, викликаючи при цьому субклінічний гіпотиреоз (McDowell, 2011).

За даними літератури тиреоїдні гормони легко проникають через транс-плацентарний 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 (Romanenko and Chajka, 2014).

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 окисно-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 внутрішньоматочна 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 поро-

сят без шерстяного покриву (Auhatova, 2006; Zorikov, 2012).

Функція Йоду в тваринному організмі пов'язана, головним чином із щитоподібною залозою. Діяльність цього ендокринного органу регулюється передньою долею гіпофізу. На думку F. Delange (1994, 2007), Йод являється регулятором функції щитоподібної залози більшою мірою, ніж передня доля гіпофізу. Однак, головною функцією щитоподібної залози залишається секреція в кров тироксину і трийодтироніну, що здійснюють гуморальну регуляцію багатьох фізіологічних функцій.

Дисбаланс тиреоїдних гормонів в ембріогенезі часто призводить до вроджених патологій (Zorikov, 2012). Рівень тиреоїдних гормонів в організмі матері забезпечує подальший розвиток плода. На всіх етапах внутрішнього розвитку тироксин і трийодтиронін необхідні для регуляції процесів диференціювання та окостеніння. Забезпечують морфологічне і біохімічне формування інших ендокринних залоз, легень плода тощо. Значна роль тиреоїдних гормонів належить формуванню адаптаційних реакцій у новонароджених (Suttle, 2010).

Щитоподібна залоза контролює інтенсивність метаболічних процесів в організмі у тварин, а також їхню продуктивність (Zorikov, 2012; Svarchevska et al., 2014).

Оцінка йодного статусу у тварин визначається шляхом кореляції надходження Йоду з кормом і такими показниками як концентрація елемента в сироватці крові, рівень Йоду зв'язаного з білками, і тироксину в сироватці крові, вміст Йоду в сечі, відсутністю чи наявністю зобу (Vogob'ev, 2011).

Наслідком гіпофункції щитоподібної залози являється зниження основного обміну на 50–60% (Zorikov, 2012). При цьому протеїнсинтезувальна функція печінки пригнічується. На тлі зменшення рівня загального протеїну найбільш характерним є зниження його альбумінової фракції, вміст α і β -глобулінів відносно підвищується, збільшується також концентрація загального, амінного і залишкового азоту та сечовини.

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 (Bulgakov and Tarmishev, 2002).

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 (Chandra et al., 2004; Delange, 2007; Antonjak and Vlizlo, 2013).

Продукти харчування, в т.ч. окремі компоненти корму для тварин різняться між собою вмістом цього елемента. Крім того, незалежно від рівня Йоду в продуктах рослинного і тваринного походження на засвоєння цього есенціального мікроелементу впливають також інші компоненти раціону (вітаміни, макро- і мікроелементи, вторинні метаболіти), між якими від-

бувається взаємодія, що часто призводить до інгібування процесів абсорбції Йоду та порушень у мембранному транспорті елемента в клітинах щитоподібної залози (Spiridonova and Murashova, 2010).

Основним джерелом Йоду для свиней є корми (зелені, соковиті, концентровані), які характеризуються різним вмістом мікроелемента. За інтенсивної технології вирощування основними у годівлі свиней є концентровані корми, які в структурі раціонів становлять понад 80%. У зернових концентратах, кормах із додаванням соєвої та ріпакової олій, комбікормах (без йодовмісних мінеральних добавок) вміст Йоду зазвичай є низьким (Hunchak et al., 2016).

Необхідно враховувати також, що рівень елемента 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 (Auhatova and P'bul'din, 1998; Kohrle, 2000). Застосування у 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 (Mykutyk et al., 2006). Його дефіцит може бути також вторинним. При поїданні тваринами значної кількості кормів, що містять зоогенні (гойтрогенні) речовини, порушується синтез тиреоїдних гормонів, на тлі чого підвищується продукція ТТГ, що викликає компенсаторну гіпертрофію щитоподібної залози (Lauberg, 2002). На пригнічення засвоєння організмом тварин Йоду, що 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 (Taylor, 1954; Lauberg, 2002). 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 (Lauberg, 2002).

Потреба свиней у Йоді не є постійною і незмінною константою. На неї впливають генетичні, фізіологічні, екологічні і аліментарні чинники (Klitsenko et al., 2001). 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 супоросних свиноматок необхідний для росту і розвитку плода, становлення функцій його нервової системи. Водночас, нестача Йоду у вагітних тварин підвищує небезпеку перед – і післяродових ускладнень у репродуктивній системі матері. За інтенсивного росту свиней Йод через систему гормонів щитопо-

дібної залози забезпечує основний метаболізм в організмі тварин та функціонування їх органів і систем (Abdrafiqov, 2006; Hryshko et al., 2008).

Потреба свиней в Йоді залежить від багатьох причин, і перш за все від віку і маси тіла. За даними Берзинь Я.М. (Gromova, 2003) оптимальною нормою підгодівлі свиней Йодом (на кг сухої речовини раціону) є: дорослі свині – 0,2 мг, а поросята масою тіла до 20 кг – 0,05 мг. А.П. Онегова (Gromova, 2003) відзначає, що потреба в Йоді дорослих свиней забезпечується за умови дачі їм 1,5–2 мг на 100 кг м.т. на добу, тоді як для поросят такою дозою є 0,2–0,3 мг на голову на добу. Водночас П.Д. Євдокімов і співавт. (Gromova, 2003) рекомендують згодовувати свиням всіх вікових груп йодистий калій із розрахунку 0,5 мг на 100 кг м.т. Дещо іншу думку щодо оптимальної дози Йоду має Б.С. Орлінський (Orlinskij, 1979). Він вважає, що збалансованою нормою для поросят є 0,2–0,3 мг біоеlementу на 1 кг сухої речовини і 0,4–0,5 мг – для супоросних свиноматок. Взагалі, на думку багатьох авторів кількість Йоду, що забезпечує нормальну життєдіяльність свиней має широкі межі. Вміст у раціоні йоду на рівні 300–400 мг не викликає у свиней депресії росту. Збільшення йодної добавки до 600–900 мг/кг корму дещо знижує у них прирости маси тіла та має негативну дію на процеси кровотворення. Така дія є результатом компенсаторної реакції, і, як правило, зникає після припинення введення добавки або зменшення її дози (Nikanova et al., 2016). За окремими повідомленнями стимулюючими репродуктивну функцію ремонтного молодняка, супоросних 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 підсисний період норма мікроelementів 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 йодовмісних 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% (Gromova, 2003).

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 широкі застосування мають йодати ($\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) і йодиди (KI , NaI), які затвердженні в якості кормових добавок на території Європейського Союзу, проте останні, через свою низьку стабільність, поступаються йодидам (Manukalo and Shantyz, 2010). У даний час у годівлі тварин в основному використовують калію йодид, що являється нестабільною сполукою і розкладається у процесі приготування і зберігання преміксів та комбікормів. Окиснення йодидів каталізують спо-

луки Феруму, Купруму, Мангану, кислоти та волога. У той же час Йод, що виділяється внаслідок високої хімічної активності, дезактивує окремі вітаміни, що входять до складу преміксів (Viktorov and Petrusenko, 2007). З метою стабілізації йодидів часто використовують тиосульфати, бікарбонат або стеарат кальцію (Shesterynska et al., 2012).

Серед органічних сполук у практиці тваринництва широко використовують етилендіаміндегідродид (ЕДДІ), йодказеїн, а також пентакальційортоперіодат та інші. Додавання до корму свиней 0,2 мг/кг селеноорганічного 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 (Zorikov, 2012). Йодсаліцилова кислота є менш цінним джерелом Йоду, ніж йодати і йодиди. Взаємодія Йоду з Кальцієм і Фосфором проходить у шлунково-кишковому тракті за високого їх рівня, при цьому потреба в Йоді різко зростає (Auhatova and Il'bul'din, 1998).

Згодовування поросяткам багатокомпонентної біологічно активної добавки (Cr, Zn, I, Co, 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 (Hryshko et al., 2008; Shesterynska et al., 2012).

Никанова Л.А. і співавт. (2016) вивчали вплив органічної йодовмісної кормової добавки «Прост» на клініко-фізіологічний стан і профілактику йододефіциту 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. Зниження лейкоцитів на 5,8 % сприяло підвищенню захисних і пристосувальних реакцій організму піддослідних тварин (Nikanova et al., 2016).

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 йодовмісних лікувальних засобів тиреотон і тиреомагніл (Hunchak and Hrymak, 2014).

На сучасному етапі для забезпечення тваринництва у лікувальних добавках найбільш перспективними є органічні сполуки макро- і мікроelementів, що отримані методами нанотехнології. Особливість наноформ есенціальних матеріалів пов'язана з їхньою високою хімічною і біологічною активністю та здатністю впливати на обмінні процеси у малих дозах. Цінним, на думку авторів (Mal'cev et al., 2016), є цитрати мікроelementів, що будучи у складі мінеральних

преміксів і кормових добавок використовують для балансування мінерального живлення у раціонах тварин. Їх перевагою, у порівнянні з мінеральними солями цих елементів, є кращий, у кілька разів, рівень засвоєння та ефективність біологічної дії для тварин. Останнім часом у гуманній і ветеринарній медицині впроваджуються наноматеріали, які є аквахелатами металів. Наночасточки на основі молекул води забезпечують аквахелатам легку проникність через мембрани клітин, створюючи при цьому умови для легкої взаємодії наночастинки з клітинними органелами та високої біологічної дії (Zuev, 2009; Khomyn et al., 2015). Задавання макро- і мікроелементів тваринам у формі наночастинок має ряд переваг: наноаквахелати біометалів володіють високою біологічною дією завдяки своїм нанорозмірам, вони більш повно засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин.

Бібліографічні посилання

- Kal'nickij, B.D. (1985). Mineral'nye veshhestva v kormlenii zhivotnyh. L. Agropromizdat. Leningr. otd-e. (in Russian).
- Sedilo, G.M. (2002). Rol' mineral'nih rechovin u procesah vovnoutvorennya. L'viv. Afisha (in Ukrainian).
- Romanenko, T.G., Chajka, O.I. (2014). Osobennosti funkcionirovanija shhitovidnoj zhelezy u beremennyh na fone jododeficyta. mezhdunarodnyj jendokrinologicheskij zhurnal. 4(60), 89–94 (in Russian).
- Ljashenko, V.M., Vintonjak, V.M., Slipinjuk, O.V. (2015). Viktoristannja premiksiv z pidvishhenim vmistom kobal'tu, midi i jodu pri intensivnij vidgodivli svinej. Visnik CNZ APV Harkivs'koї obl. 18, 202–206 (in Ukrainian)
- Preedy, V.R., Burrow, G.N., Watson, R.R. (2009). Comprehensive Handbook of Jodine: Nutritional, Biochemical, Pathological and Therapenic Aspects. Acal. Press, 1312.
- Antonjak, G.L., Vlizlo, V.V. (2013). Biohimichna ta geohimichna rol' jodu. Monografija. (in Ukrainian).
- Sologub, L.I., Antonjak, G.L., Antonjak, T.O. (2005). Jod v organizmi tvarin i ljudini (Biohimichni aspekti). Biologija tvarin. (1–2), 31–50 (in Ukrainian).
- Silva, J.E. (1995). Thyroid Hormone Control of Thermogenesis and Energy Balance. Thyroid. 5(6), 481–492.
- Hunchak, V.M., Hrymak, Ya.I. (2014). Yodna nedostatnist ta korektsiia reproduktyvnoi funktsii koriv preparatamy yodu. Naukov. visnyk LNUVM ta BT im. S.Z. Hzhyskykoho. 16, 2, (59), 1, 23–38 (in Ukrainian).
- Spiridonov, A.A., Murashova, E.V., Kislova, O.F. (2011). Obogashhenie jodom produkcii zhivotnovodstva. Normy i tehnologii. Sankt-Peterburg. «OOOSPS-PRINT». 21–38 (in Russian).
- De Groot, L.J., (1969). Kinetic analysis of iodine metabolism. J. Clin. Endocrin. Metab. 26, 149–173
- Kaufmann, S., Rambeek, W. (1998). Iodine supplementation in chicken, pig and cows feed. J.Anim. Physiol. Anim. Nutr. 80, 147–152.
- Hamilton, E.I., Minski, M.J., Cleary, J.J. (1972). Problems concerning multi-element assay in biological materials. Sci Total. Environ. 1(1), 1–14.
- Manukalo, S.A., Shantyz, A.H. (2010). Jodnaja nedostatocnost' v zhivotnovodstve. Veterinarija Kubani. 5, 7–8 (in Russian).
- Delange, F. (2007). Iodine requirements during pregnancy, lactation and the neonatal period and indicators of opti mal iodine nutrition. Public Health Nutr. 10, 1571–1580.
- Zimmermann, M.B. (2009). Jodine Deficiency Endocrine Reviews. 30(4), 376–408.
- Bernal, J. (2005). Thiroid hormones and Grain development. Vitam. Horm. 95–122.
- Zimmermann, M.B., Jooste, P.L., Pandav C.S. (2008). Jodine-deficiency disorders. Lancet. 372(9645), 1251–1262.
- Obregon, M.J. (2005). The effects of Jodine deficiency on thyroid hormone deiodination. Thyroid. 917–929.
- Bernal, J. (2005). Thyroid hormones and brain development. Vitam. Horm. 95–122.
- Haldimann, M., Blanc, A., Blondeau, K. (2005). Jodine content of food groups. Journal of Food Composition and analysis. 18, 461–471.
- Gibson, R.S. (2005). Principles of Nutritional Assessment. 2nd. Oxford University Press. Oxford, UK. 908.
- Oppenheimer, J.H., Schwartz, H.L., Mariash, C.N. (1987). Advances in our understanding of thyroid hormone action at the cellular leve. Endocr. Rev. 288–308.
- Togini, L. (2007). Thyroid hormones in small ruminants : effect of endogenous, envinmental and nutritional factors. Animal. 1, 997–1008.
- Chandra, A.K., Mukhopadhy, S., Tripathy, D. (2004). Goitrogenic content of Indian cyanogenic plant foods and their in vitro anti-thyroidal activity. Indian J.Med.Res. 119(5), 180–185.
- McDowell, L.R. (2011). Minerals in Animal and Human Nutrition. N.Y. Acad.Press, 1992 Norousian M.A. Jodine in raw and pasteurized milk of daily cows fed different amounts of potassium iodise. Biol. Trace Elem. Res. 139(2), 160–167.
- Romanenko, T.G., Chajka, O.I. (2014). Osobennosti funkcionirovanija shhitovidnoj zhelezy u beremennyh na fone jododeficyta. Mezhdunarodnyj jendokrinologicheskij zhurnal. 4(60), 89–94 (in Russian).
- Zorikov, A.Ju. (2012). Vlijanie biologicheskii aktivnogo joda na vosproizvoditel'nye, produktivnye i mjasnye kachestva svinej. avtoref.diss.kand. s –h nauk. 06.02.08. Kursk. FGBOU VPO «Kurskaja gosudarstvennaja sel's'kohozjajstvennaja akademija imeni prof. Ivanova I.I.» (in Russian).
- Auhatova, S.V. (2006). Vlijanie joda na metabolisticheskie processy v organizme. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 1, 32–33 (in Russian).
- Suttle, N.F. (2010). Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed CABI.
- Svarchevska O.Z., Iskra, R.Ia., Salyha, N.O. (2014). Hematolohichni pokaznyky krovi svynei za dii dobavky tsynku, khromu, yodu, kobaltu i vitaminu S do yikh ratsioniv. Nauk. Visnyk LNUVM ta BT. 16, 2,(59), 2, 295– 299 (in Ukrainian)

- Vorob'ev, D.V. (2011). *Terapevticheskoe vlijanie preparatov svena, joda i medi na sostojanie tkanej pri gipojelementozah svinej v ontogeneze*. Astrahan. AGU. *Estestvennye nauki*. 3(36), 106–110 (in Russian).
- Vorob'ev, D.V. (2011). *Vlijanie preparatov svena, joda i medi na processy metabolizma rastushhijh svinej pri gipojelementozah*. *Agrarnyj vesnik Urala*. (12–1), 91, 116–120 (in Russian).
- Bulgakov, A.M., Tarmishev, V.D. (2002). *Vpliv jodu na reprodukivni organi svinej*. *Zootehniya*. 6, 16–17 (in Ukrainian)
- Spiridonova, A.A., Murashova, E.V. (2010). *Obogashhenie jodom produkcii zhivotnovodstva. Normy i tehnologii*. Sankt–Peterburg (in Russian).
- Hunchak, R.V., Sedilo, H.M., Vovk, S.O. (2016). *Vmist Yodu v gruntakh ta zerni zlakiv u zoni Polissia Volyni*. *Nauk.visnyk LNUVMBT im. S.Z. Hzhyskoho*. 18, 2, (67) 77–80 (in Ukrainian)
- Auhatova, S.N., Il'bul'din, Ju.F. (1998). *Vlijanie gojtrogenykh veshhestv na jeffektivnost' ispol'zovaniya joda v organizme zhivotnyh. Fundamental'nye i prikladnye aspekty sovremennoj biokhimii*. *Trudy SPbGMU im. akad. I.P.Pavlova*. – SPb. *Izd–vo SPbGMU*. 2, 331–334 (in Russian).
- Kohrle, I. (2000). *Flavonoids as a risk factor for goiter and hypothyroidism*. *Merck European Thyroid Symposium*. 41–53.
- Mykytyn, M.S., Volchovska-Kozak, O.Ie., Lys, N.M. (2006). *Hliukozynolaty u nasinni ripaku ta produktakh yoho pererobky*. *Visnyk ahraryoi nauky*. 8, 37–38 (in Ukrainian)
- Lauberg, P. (2002). *Thiocyanate on food and iodine in milk. from domestic animal feeding to improved understanding of cretinism*. *Thiroid*. 12(10), 897–902.
- Taylor, S. (1954). *Calcium as a goitrogen*. *Y. Clin. Endocrinol. Metab*. 14, 1412–1422
- Klitsenko, H.T., Kulyk, M.F., Kosenko, M.V. (2001). *Mineralne zhyvlennia tvaryn*. Kyiv, «Svit» (in Ukrainian).
- Hryshko, V., Nikitenko, A., Malyna, V. (2008). *Polipshennia hematolohichnykh pokaznykiv u porosiat–sysuniv*. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. 10, 22–25.
- Abdrafikov, A.R. (2006). *Jefferktivnost' ispol'zovaniya biologicheskijh aktivnykh veshhestv novogo pokoleniya v kombikormah dlja svinej*. *Avtored. diss. d–ra s.h.n.* 06.02.02–Dubrovicy (in Russian).
- Gromova, E.V. (2003). *Metabolizm joda u svine v ontogeneze*. *Diss na stisk. uch. st. d.b.n.* 03.00.04. Borovsk (in Russian).
- Orlinskij, B.S. (1979). *Mineral'nye i vitaminnye dobavki v racionah svinej*. M. Rossel'hozizdat. (in Russian).
- Nikanova, L.A., Fomichev, Ju.P., Najdenov, V.P., Gromova, M.I. (2016). *Jefferktivnost' primeneniya organicheskoi formy joda v pitanii hrjakov-proizvoditelej*. *Izd. Samarskoj SHA*. 4, 74–79 (in Russian).
- Manukalo, S.A., Shantyz, A.H. (2010). *Jodnaja nedostatocnost' v zhivotnovodstve*. *Veterinarija Kubani*. 5, 7–8 (in Russian).
- Viktorov, P.I., Petrushenko, Ju.N. (2007). *Vlijanie raznogo urovnja biologicheskijh aktivnykh veshhestv v racionah molodnjaka svinej na ih mjasnuju skorospelost'*. *Aktual'nye problemy kormleniya sel's'kohozjajstvennykh zhivotnyh*. Dubrovicy, 316–318 (in Russian).
- Shesterynska, V.V., Trokoz, V.O., Karpovskiy, V.I. (2012). *Dynamika vmistu hliukozy v krovi svynei riznykh tipiv nervovoi systemy za umov dodavannia do ratsionu «Yodis–kontsetratu»*. *Biolojiia tvaryn*. 12 (1-2), 295–299 (in Ukrainian)
- Mal'cev, A.N., Kozlov, V.N., Grigor'ev, V.S., Maksjutov, R.R. (2016). *Sintez nanodispersnykh jodosoderzhashhijh kompozitov*. *Izd. Samarskoj SHA*. 4, 79–84 (in Russian).
- Zuev, O.E. (2009). *Produktivnost' i obmen veshhestv u molodnjaka svinej pri skarmlivanii racionov, obogashhennykh premiksami s vkljucheniem helatov*. *avtoref. diss. kand. s.–h. nauk.* 06.02.02. Persijanovka (in Russian).
- Khomyn, M.M., Fedoruk, R.S., Khrabko, M.I. (2015). *Vplyv nanoakvakhelatu yodu na biokhimichni pokaznyky moloka ta molochnu produktyvnist koriv u pershi misiatsi laktatsii*. *Nauk. Visnyk LNUVM ta BT im. S.Z.Gzhyskoho*. 17, 1(61), 243–247 (in Ukrainian).

Стаття надійшла до редакції 28.02.2017