

УДК 621.374

Михайлова Л.М.¹*к.т.н., доцент кафедри фізико-математичних та загальнотехнічних дисциплін***E-mail:** *mihajlovaimesg@gmail.com***Торчук М.В.¹***к.т.н., кафедра фізико-математичних та загальнотехнічних дисциплін***E-mail:** *michael.tmv@gmail.com***Дубік В.М.¹***к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем в АПК,***E-mail:** *vdubick@mail.ru*¹ *Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна*

ДЖЕРЕЛО ІМПУЛЬСІВ ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ ТВАРИН ВРХ

Анотація

У статті розглянуто модель джерела імпульсів в якій використовується мікрохвильове випромінювання для лікування тварин великої рогатої худоби не медикаментозними засобами. Застосування електромагнітних полів дає можливість лікування багатьох захворювань за рахунок залучення додаткових внутрішніх ресурсів організму.

Дослідження показали, що підвищення рівня імуноглобулінів можна досягти за рахунок впливу на молочну залозу електромагнітними полями з відповідними характеристиками.

Проведений аналіз показує, що параметри імпульсних генераторів, які виробляються в Україні, не відповідають вимогам технологічного процесу підвищення імуноглобулінів в молозиві корів для цілеспрямованої корекції імунного гомеостазу новонароджених телят. Тому основним завданням роботи є опис джерела імпульсів для опромінення молочної залози тварин великої рогатої худоби з цілю підвищення імуноглобулінів в молозиві корів для збереження новонароджених телят.

В результаті дослідження виготовлено дослідний зразок електронної системи для опромінення молочної залози тварин ВРХ та розроблена принципова електрична схема імпульсного джерела.

Ключові слова: *принципова електрична схема, імпульси електричного поля, молозиво, імуноглобуліни.*

Вступ. Використання мікрохвильового випромінювання в ветеринарії і медицині відкриває нові можливості для лікування людей і тваринах не медикаментозними засобами, що свідчить про високу терапевтичну ефективності, відсутність ускладнень і побічних ефектів. Застосування електромагнітних полів (ЕМП) дає можливість лікування багатьох захворювань за рахунок залучення додаткових ресурсів (нервова, ендокринна, імунна, судинна система та ін.), для відновлення систем саморегуляції, заблокованих негативною інформацією на клітинному рівні [1].

За даними літературних джерел, через хвороби, найвищі втрати телят бувають до 15-денного віку. У сучасних умовах для лікування захворювань новонароджених телят використовують антибіотики і хімічні препарати, які завдають шкоди організму телят, а результати лікування не завжди є ефективними [2].

Проведений аналіз інфекційних захворювань новонароджених телят показує, що їх хвороби в перші дні життя залежать від кількості імуноглобулінів, які потрапляють в організм телят через молозиво корів.

У сучасних умовах для підвищення імунологічної цінності молозива приймають вакцинацію корів відповідними антигенами. Однак ця процедура дорога і не завжди призводить до позитивного результату. Біофізичний аналіз фізико-хімічних процесів в біологічних об'єктах показує, що в медицині і ветеринарії все більшу увагу привертають електромагнітні методи підвищення імуноглобулінів в молоці матерів і молозиві корів.

Таким чином, дослідження і розробка способів і електронних систем для підвищення імуноглобулінів в молозиві корів з використанням інформаційного імпульсного ЕМП є актуальним завданням в технологічному процесі відтворення тварин ВРХ [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Унікальні можливості інформаційних імпульсних ЕМП знайшли широке застосування у ветеринарній та медичній практиці [4, 5, 6, 7, 8]. Основне застосування інформаційних ЕМП в тваринництві пов'язано з лікуванням і підвищенням продуктивності тварин. Висока ефективність хвиль НВЧ діапазону для відновлення і підтримки гомеостазу живих організмів пов'язана з тим, що використовувані сигнали імпульсного характеру імітують сигнали, які генеруються в тих же цілях самим організмом.

Ефективність ЕМ-терапії залежить від безлічі чинників, багато з яких неможливо врахувати. Однак, можна виділити основні фактори, які фіксуються в процесі ЕМ-терапії. Це імпульсний характер ЕМП, період проходження імпульсів - десятки мс, тривалість імпульсів - одиниці мкс, амплітуди імпульсів становить (1-5) кВ. Що стосується експозиції при ЕМ-терапії, то вона становить десятки хв, а іноді і кілька годин. Це пов'язано з тим, що для цих цілей застосовувалися імпульсні генератори з відносною нестабільністю частоти проходження імпульсів в межах $10^{-3} \dots 10^{-4}$.

Тому, підвищення імуноглобулінів в молозиві та молоці новотільних корів буде визначатися величиною біотропних параметрів імпульсного ЕП [9].

Проведений аналіз показує, що параметри імпульсних генераторів, що випускаються на території України, не відповідають вимогам технологічного процесу підвищення імуноглобулінів в молозиві корів для цілеспрямованої корекції імунного гомеостазу новонароджених телят [10, 12]. Тому створення імпульсних генераторів для підвищення імуноглобулінів в молозиві корів вимагає проведення додаткових досліджень.

Мета. Основним завданням роботи є створення джерела імпульсів для опромінення молочної залози тварин великої рогатої худоби і обґрунтування структурної схеми імпульсного генератора з цілю підвищенням імуноглобулінів в молозиві корів для збереження новонароджених телят.

Результати. В результаті теоретичного дослідження був виготовлений дослідний зразок електронної системи для опромінення молочної залози тварин ВРХ [13, 14]. Принципова електрична схема імпульсного джерела представлена на (рис. 1).

До складу джерела імпульсів входять: генератор синхронізуючих імпульсів, генератор часу реєстрації, електронні ключі, формувач імпульсів синхронізації, формувач тривалості групи імпульсів і паузи, пристрій імпульсної стабілізації струму, підсилювач потужності, струмовий ключ.

Генератор синхронізуючих імпульсів 100кГц стабілізовано кварцом по частоті, виконаний на мікросхемах К155ЛА3 і поміщений в термостат.

Конструктивно генератор синхронізації виконаний на друкованій платі і розташовується в термостаті. З метою вирівнювання теплового градієнта кварцовий резонатор розташовується по осі термостата. Точність підтримки температури термостатом становить $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Як показали експериментальні дослідження, коефіцієнт нестабільності частоти генератора становить 10^{-7} за $\tau = 10^{-3}$ с.

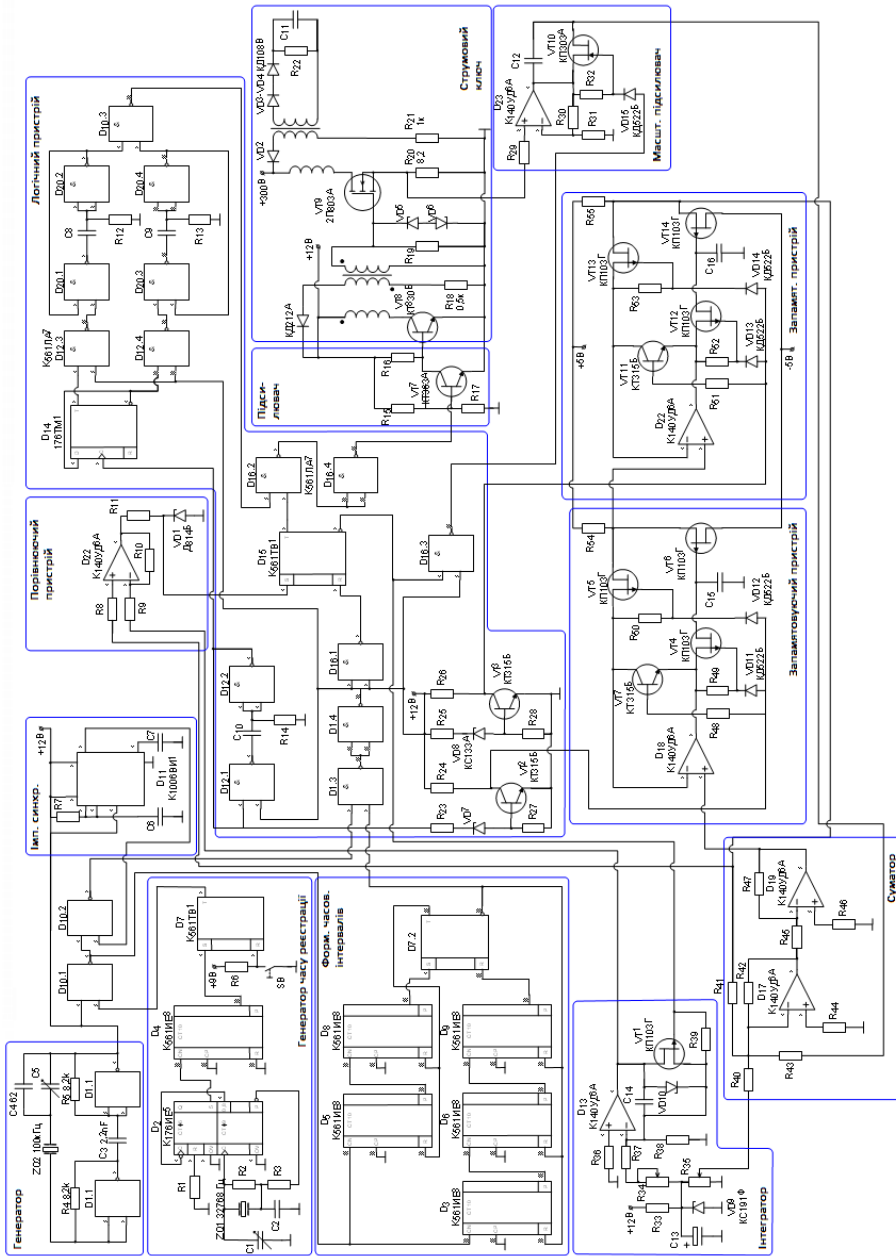


Рис. 1. Принципова електрична схема імпульсного джерела

Генератор часу реєстрації складається з генератора, що працює на частоті 32768 Гц, який стабілізований кварцом; дільник частоти на 32768 і RS -тригер.

Кварцовий генератор і дільник на 32768 Гц виконаний на мікросхемі K176NE5, на мікросхемі K561NE8 виконаний дільник на 10. Сигнал з виходу мікросхеми K561NE8 S -

вхід RS -тригер К561ТВ1. RS -тригер перемикається і вимикає через 10с ключ 3.

Пристрій для формування імпульсів синхронізації, виконаний на мікросхемі К1006ВІ1, формує імпульс тривалістю 0,1мкс, який через ключі 4, 5 подається на пристрій імпульсної стабілізації струму 9.

З ключа 3 сигнал частотою 100кГц подається на формувач тривалості пачки імпульсів 7 і формувач паузи.

Тривалість пачки імпульсів дорівнює 10мкс, а тривалість паузи дорівнює 1мкс.

Пристрій для формування тимчасових інтервалів пачок імпульсів і пауз виконаний на мікросхемах К561НЕ8. Перемикання мікросхем здійснюється RS -тригер DI , виконаною на мікросхемі К561ТВ1.

Сигнал з виходу мікросхеми DI управляє ключем 5, включаючи або вимикаючи його.

Сигнал з ключа 5 надходить на пристрій імпульсної стабілізації струму в трансформаторі. Імпульс синхронізації через підсилювач потужності 10 включає струмовий ключ 11, який формує високовольтний імпульс напруги. Сигнал зворотного зв'язку з токового ключа подається на пристрій імпульсної стабілізації струму 9 і вимикає його.

Пристрій імпульсної стабілізації підтримує амплітуду струму в первинній обмотці імпульсного трансформатора на заданому рівні. Амплітуда кожного імпульсу встановлюється в залежності від амплітуди струму, що йому передуює. Різниця між заданим рівнем і рівнем попереднього імпульсу мінімальна. Вхідний сигнал $U_{вх}$, що знімається з резистора токового ключа, пропорційний амплітуді струму в первинній обмотці імпульсного трансформатора, надходить через масштабний підсилювач на вхід суматора напруги. На суматор надходять напруги $U_{опир2}$ і напруга, записана в суматорі, подається через пристрої, що запам'ятовують 7, 8. Напруга в пристрої 8 є опорною для пристрою порівняння 3. Коли напруга, що надходить з інтегратора 2, досягне рівня U_2 , порівнюючий пристрій змінить свій стан і вимкне струмовий ключ. Зміна опорної напруги U_2 призводить до зміни моменту виключення струмового ключа, отже, змінюється час, протягом якого струмовий ключ підключений до джерела живлення.

Так як імпульсний трансформатор є інтегруючою ланкою (плавне наростання струму через індуктивність), то амплітуда струму в кінці періоду буде пропорційна часу, протягом якого включений струмовий ключ, тобто пропорційною U_2 .

Логічний пристрій вмикає і вимикає струмовий ключ, а також синхронізує роботу запам'ятовуючих пристроїв.

Як показали метрологічні випробування, параметри генератора відповідають наступним вимогам: амплітуда напруги імпульсу 1кВ; тривалість імпульсів 10^{-7} с; кількість імпульсів в пачці 100шт.; нахил вершини імпульсу 0,0063 U ; похибка періоду повторення імпульсів $\pm 0,012\tau_{имп}$; тривалість фронту імпульсу 12нс; період повторення імпульсів 10^{-5} с; період повторення пачки імпульсів 10^{-3} с.

Як джерело живлення струмового ключа використано малогабаритний імпульсний пристрій зі стабілізатором струму, що дозволяє отримати мінімальні габарити і високий ККД. Принципові електричні схеми вхідного пристрою, джерела живлення на 300В і малопотужного джерела живлення відповідно подано на рис 1.

Вхідний пристрій джерела живлення являє собою симетричний вхідний фільтр, що складається з дроселя LI і конденсаторів $C1 - C4$.

Вхідний пристрій містить конденсатори $C5 - C8$, розрядний резистор $R2$ і резистор $R1$, обмежує зарядний струм через діодний міст мікросхеми DI . Через вхідний пристрій підключається імпульсне джерело живлення для заряду накопичувальної ємності і малопотужне джерело для живлення схем керування.

У джерелі живлення на 300В мережева напруга через вхідний фільтр подається на випрямляч. З випрямляча напруга подається на низькочастотний фільтр. З виходу фільтра низьких частот, напруга, значенням близько 300 В (при вхідній напрузі мережі 220В) надходить на високовольтний транзисторний перетворювач. Перетворювач містить високочастотний силовий трансформатор, що дозволяє здійснювати гальванічну розв'язку ланцюга навантаження джерела живлення від мережі. Напруга з вторинної обмотки трансформатора надходить на випрямляч 2 і далі на вихідний фільтр в навантаження.

Напруга зворотного зв'язку $U_{зв}$ з виходу джерела живлення надходить на схему управління. В імпульсному джерелі живлення використовується імпульсний метод регулювання.

Схема управління включає в себе підсилювач сигналу зворотного зв'язку з джерелом опорної напруги, модулятор тривалості імпульсів і генератор з джерелом пилоподібної напруги.

До обов'язкових функціональних вузлів схеми управління належать пристрій захисту по струму силових транзисторів перетворювача, а також пристрій запуску перетворювача, що дозволяють здійснити контроль початку роботи джерела живлення. Джерело живлення являє собою перетворювач з пристроєм його запуску. Як схеми перетворювача застосований автогенератор Ройера, що має, як відомо, позитивний електромагнітний зворотній зв'язок. Основні комутуючі транзистори $VT4$ і $VT5$ включаються поперемінно від обмотки трансформатора $T1$.

Струм бази відкритого транзистора обмежується резистором $R12$, а зворотна напруга переходів емітер-база транзисторів $VT4$ і $VT5$ - відповідними діодами $VD3$ і $VD6$. Для зменшення миттєвої потужності на фронті імпульсу в колекторах транзисторів встановлені дроселі $L1$ і $L2$.

З метою зниження миттєвої потужності при виключенні транзисторів між їх колекторами включений конденсатор $C3$. Автогенератор на кремнієвих транзисторах без застосування досить надійних пускових ланцюгів не включається.

Для впевненого запуску транзистора автогенератора застосований спеціальний генератор імпульсів, побудований на транзисторній аналогії одноперехідного транзистора.

Порогову структуру $p-n-p-n$ утворюють транзистори $VT2$ і $VT3$ різнополярною провідності. При цьому один вхід $p-n-p-n$ структури, в якості якого служить емітер транзистора $VT2$, з'єднується з конденсатором часового ланцюга $R3-C2$, інший вхід $p-n-p-n$ - структури, яким є база транзистора $VT2$, з'єднаний зі середньою точкою дільника напруги $R7$, $R8$ (на резисторі $R7$ утворюється потенціал, званий рівнем перемикавання порогового елемента. Як вихід $p-n-p-n$ - структури використовується емітер транзистора $VT3$).

Генератор імпульсів сповільнений замикаючим ключовим елементом, встановленим в ланцюг зарядки конденсатора $C2$. Роль ключа виконує транзистор $VT1$, підключений до вхідного конденсатора $C1$; за допомогою транзистора $VT1$ і стабілітрона $VD1$ реалізується схема включення джерела.

$U_{сп1}$ знаходиться у відповідності з виразом:

$$U_{сп1} \cong U_{VD1} + U_{EBVT1},$$

де U_{VD1} - напруга пробою стабілітрона $VD1$;

U_{EBVT1} - напруга насичення, переходу емітер-база $VT1$.

Після відмикання транзистора $VT1$ напруга $U_{зар}$ прикладається до генератора імпульсів, який через певний час формує і запускає імпульс. Час формування імпульсу визначається постійною часу ланцюга $R4-C2$ і рівнем перемикавання, тобто

співвідношенням резисторів $R7$ і $R8$.

Напруга на конденсаторі $C2$ наростає по експоненті, коли вона перевищує рівень перемикання, починає відкриватися транзистор $VT2$, струм колектора якого протікає по переходу емітер-база транзистора $VT3$, відкриваючи його.

У свою чергу струм колектора транзистора $VT3$ протікає через перехід емітер-база транзистора $VT2$, тим самим, відкриваючи його ще більше. Відбувається лавиноподібний процес насичення транзисторів $VT2$ і $VT3$, в результаті чого пороговий елемент $p-n-p-n$ - структури стрибком переходить з закритого у відкритий стан.

При спрацьовуванні $p-n-p-n$ - структури конденсатор $C2$ розряджається через насичені транзистори $VT2$ і $VT3$, генеруючи імпульс запуску перетворювача, який через розв'язуючі діоди $VD4$ і $VD5$ надходить на бази транзисторів.

Відзначимо необхідність одночасної подачі імпульсів на бази транзисторів автогенератора тому, що в момент включення перетворювача сердечник його трансформатора може перебувати в будь-якій точці петлі перемагнічування.

Це визначає рівно ймовірну можливість виникнення позитивного електромагнітного зворотного зв'язку в тому чи іншому плечі автогенератора. Коли відкривається один з транзисторів $VT4$ і $VT5$, напруга $U_{зан}$ прикладається до обмотки 1-2 або 3-4 трансформатора $T1$.

При цьому з'являється напруга на обмотці 5-6, що забезпечує утримання відкритого транзистора в стані насичення.

Після закінчення деякого часу відбувається насичення сердечника трансформатора перетворювача, різко зростає струм колектора транзистора $VT4$ і $VT5$, в результаті чого починається його замикання, і як наслідок, - зменшення напруги на обмотці 5-6, що призводить до зменшення струму бази транзистора $VT4$ і $VT5$.

Так виникає зворотний регенеративний процес, який призводить до повного замикання одного з транзисторів.

Переривання струму намагнічування трансформатора $T1$ викликає викид зворотного напруги на обмотці 5-6, яким забезпечується чергове відмикання транзистора іншого плеча перетворювача. Слідом за цим відбувається процес зворотного перемагнічування осердя трансформатора по аналогії.

Після початку роботи автогенератора може бути вимкнений формувач імпульсу запуску. Блокування цих імпульсів забезпечується закорочуванням через ланцюг $R5-VD2$ конденсатора $C2$ періодично відкривається транзистором $VT4$. Так як постійна часу ланцюга $R3C2$ набагато більше, ніж інтервал часу, коли транзистор $VT4$ закритий, то конденсатор $C2$ не може зарядитися до рівня перемикання $p-n-p-n$ - структури, тобто імпульси запуску на транзистори $VT4$ і $VT5$ більше не будуть надходити.

При порушенні режиму автоколиваний перетворювача, наприклад, в результаті короткочасного замикання однієї з його систем навантажень, через яку замикаються транзистори $VT4$ і $VT5$, відбувається його повторний запуск.

Конденсатор $C2$ розблокується і знову генерує імпульси запуску автогенератора, що значно підвищує надійність роботи всього приладу.

Для живлення приладу використовується малопотужне джерело живлення, яке формує всі необхідні напруги +9В, +12В, +12,6В, -12,6В і 5 В.

Плоскопаралельна система складається з пластин площею радіусом 85мм. Пластини виготовлені з фольгованого гітінакса товщиною 2 мм, фольгована поверхня яких покрита діелектриком товщиною 0,2 мм. Розсувна система дозволяє регулювати відстань між пластинами в межах від 10см до 50см. Загальний вигляд джерела імпульсів з плоскопаралельною системою показано на рис 2.



Рис. 2. Джерело імпульсів з плоскопаралельною системою

Висновки і перспективи. Як показали проведені дослідження, для підвищення імуноглобулінів в молозиві і молоці новотільних корів слід застосовувати розроблене імпульсне джерело з параметрами: амплітуда напруги імпульсів $U_m = 1-2$ кВ; тривалість імпульсів $t = 10^{-7}$ с; сквжність імпульсів $Q = 110$; нахил вершини імпульсу $0,005 U$; похибка періоду повторення імпульсів $10^{-4} T$; похибка тривалості імпульсів $\square 0,01 \square$; тривалість фронту імпульсу 10 нс; тривалість зрізу імпульсу 20 нс; період повторення імпульсів $1,1 \cdot 10^{-5}$ с.

Список використаних джерел

1. Михайлова Л. Н., Торчук М. В., Думанский А. В. Использование микроволнового излучения в технологических процессах лечения животных и людей. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. 2013. Вип. 141. С. 88-91.
2. Михайлова Л. Н., Торчук М.В. Значение качества молозива коров для сохранения поголовья новорожденных телят. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2013. Вип. 142. С. 124-126.
3. Торчук М.В. Импульсная электромагнитная технология повышения иммуноглобулинов в молозиве коров. *Відновлювальна енергетика, новітні автоматизовані електротехнології в біотехнічних системах АПК : матеріали міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених* (Київ, 6-7 листопада 2013 р.) / М-во аграр. політики та продовольства України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ : НУБіП, 2013. С. 70–72.
4. Мычковский Ю. Г. Радиоэлектроника биологически активных точек. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*. 2012. Вип. 4. С. 45–47.
5. Cocnen, M., Ullerich, A. (2005). Nutritiv bedingte probleme in kalberbestanden. *Ubeisicht. Tieremahr*, 24, 1, 2433.
6. Elze K. (2006). Der Kalberdurchfall. *Milchpraxis*, 4, 178-182.
7. Belanovsky A. S. (2007). Fundamentals of Biophysics in veterinary medicine. Moskow : Great bustard, 332.
8. Sasimova I. A., Kuchin L. F. Explanation of informational biophysical effect of electromagnetic radiation on microbiological livestock objects. *Eastern-European journal of advanced technologies*. 2008. № 4/2 (34). P. 27-29.

9. Торчук М.В. Определение параметров электромагнитных видеоимпульсов для увеличения иммуноглобулинов в молозиве коров. *Вісник національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях*. 2014. № 26. С. 168-172.
10. Хохлов А.М., Шугайло В.В., Кононенко В.В., Костенко С.А. Устройство для электропорации клеток. *Научное приборостроение*. 2007. № 4, т. 17. С. 79-81.
11. Хохлов А.М., Шугайло В.В., Кононенко В.В. Устройство для электростимулируемого слияния клеток. *Научное приборостроение*. 2007. №2, т. 17. С. 62-66.
12. Торчук М.В. Обоснование требований к построению импульсного генератора для коррекции иммунного дефицита новорожденных животных. *Энергосбережение, энергетика, энергоаудит*. 2014. № 12 (82). С. 55-61.
13. Торчук М.В. Теоретический анализ распределения видеоимпульсов в молочной железе коров. *Технологический аудит и резервы производства*. 2014. № 3/1(17). С. 62-66.
14. Михайлова Л. Н., Торчук М. В., Дубик В., Слободян С. Определение параметров импульсного трансформатора для облучения молочной железы животных крупного рогатого скота. *Motrol*. 2015. Vol. 17, No. 5. P. 82-87.

Дата надходження статті до редакції: 02.03.2018
Рецензування 03.04.2018 Прийнято до друку: 15.05.2018

Mykhailova L.M.¹

PhD (in Technics), Associate Professor

E-mail: mihajlovaimesg@gmail.com

Torchuk M.V.¹

PhD (in Technics), Associate Professor

E-mail: tvmichael@meta.ua

Dubik V.M.¹

PhD (in Technics), Associate Professor

E-mail: vdubick@mail.ru

¹*Department of Energy and electrical systems in the AIC
Podilskyi State Agrarian and Engineering University,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

SOURCE OF PULSES FOR IRRADIATION OF MAMMARY GLAND OF BOVINE ANIMALS

Abstract

In the article considered the model of source of pulses in which used microwave radiation for the treatment of bovine animals with no medicamentous means. The use of electromagnetic fields allowing treatment of many diseases by attract additional internal resources of the body.

Studies have shown that increase the level of immunoglobulin is possible to achieve due to the impact on mammary gland by electromagnetic fields with appropriate characteristics.

The performed analysis shows that the parameters of pulse generators produced in Ukraine, do not meet the requirements of technological process of increase of immunoglobulin in colostrum of cows targeted for correction immune homeostasis of newborn calves. Therefore the main task is description of source of pulses for irradiation of mammary gland of bovine animals with the aim of increasing immunoglobulin in colostrum of cows for preserve newborn calves.

As a result of theoretical research was made a prototype of electronic system for irradiation of a mammary gland of bovine animals and designed electrical schematic diagram of pulsed source.

Keywords: basic electrical circuit, electric field pulses, colostrum, immunoglobulins.

References

1. Mykhailova, L. N., Torchuk, M. V., & Dumanskyi, A. V. (2013). Ispol'zovanie mikrovolnovogo izlucheniya v tehnologicheskikh processah lecheniya zhivotnyh i ljudej [The use of microwave radiation in

technological processes for the treatment of animals and humans]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka. Problemy enerhozabezpechennya ta enerhozberezhennya v APK Ukrainy*, 141, 88-91. [in Russ.]

2. Mykhaylova L. N., & Torchuk, M. V. (2013). Znachenie kachestva moloziva korov dlja sohraneniya pogolov'ja novorozhdjonnyh teljat [The value of the quality of cow colostrum for the preservation of the number of newborn calves]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 142, 124-126. [in Russ.]

3. Torchuk, M.V. (November 6-7, 2013). Impul'snaja jelektromagnitnaja tehnologija povysheniya immunoglobulinov v molozive korov. Vidnovljuval'na energetika, novitni avtomatizovani elektrotehnologii v biotekhnichnih sistemah APK : materiali mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferencii molodih vchenih (Kiïv, 6-7 listopada 2013 r.) [Pulsed electromagnetic technology of increasing immunoglobulins in colostrum colostrum. Paper presented at the international conference of young scientists]. Kyiv : NUBIP. [in Russ.]

4. Mychkovskij, Ju. G. (2012). Radioelektronika biologicheski aktivnyh toček [Radio electronics of biologically active points]. *Visnyk KrNU im. M. Ostrohrads'koho*, 4, 45-47. [in Russ.]

5. Cocnen, M., & Ullerich, A. (2005). Nutritiv bedinge probleme in kalberbestanden. *Ubeisicht. Tieremahr*, 24, 1, 2433.

6. Elze, K. (2006). Der Kalberdurchfall. *Milchpraxis*, 4, 178-182.

7. Belanovsky, A. S. (2007). *Fundamentals of Biophysics in veterinary medicine*. Moskow : Great bustard.

8. Sasimova, I. A., & Kuchin, L. F. (2008). Explanation of informational biophysical effect of electromagnetic radiation on microbiological livestock objects. *Eastern-European journal of advanced technologies*, 4/2 (34), 27-29.

9. Torchuk, M.V. (2004). Opredelenye parametrov elektromagnitnykh videoimpul'sov dlya uvelicheniya ymmunoglobulynov v molozyye korov [Determination of the parameters of electromagnetic video pulses for the increase of immunoglobulins in colostrum colostrum]. *Visnyk natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KhPI»*. *Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh*, 26, 168-172. [in Russ.]

10. Hohlov, A.M., Shugajlo, V.V., Kononenko, V.V., & Kostenko, S.A. (2007). Ustrojstvo dlja jelektroporacii kletok [Device for electroporation of cells]. *Nauchnoe pryborostroenye, Is.17, № 4*, 79-81. [in Russ.]

11. Hohlov, A.M., Shugajlo, V.V., Kononenko, V.V. (2007). Ustrojstvo dlja jelektrostimuliroemogo slijanija kletok [Device for electrostimulated cell fusion]. *Nauchnoe pryborostroenye, T. 17, № 2*, 62-66. [in Russ.]

12. Torchuk, M.V. (2014). Obosnovanie trebovanij k postroenii impul'snogo generatora dlja korrekcii immunogo deficita novorozhdennyh zhivotnyh [Substantiation of the requirements for the construction of a pulse generator to correct the immune deficiency of newborn animals]. *Jenergozberezenie, jenergetika, jenergoaudit*, 12 (82), 55-61. [in Russ.]

13. Torchuk, M.V. (2014). Teoreticheskij analiz raspredelenija videoimpul'sov v molochnoj zheleze korov [Theoretical analysis of the distribution of video pulses in the mammary gland of cows.]. *Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva, №3/1(17)*, 62-66. [in Russ.]

14. Mihajlova, L. N., Torchuk, M. V., & Dubik, V., Slobodjan, S. Opredelenie parametrov impul'snogo transformatora dlja obluchenija molochnoj zhelezy zhivotnyh krupnogo rogatogo skota [Determination of parameters of pulse transformer for irradiation of mammary glands of cattle animals]. *Motrol. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery, Vol. 17. No. 5*, 82-87. [in Russ.]

Received: March 02, 2018

Revision: April 03, 2018 Accepted: May 15, 2018