

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Осіпов Назар Олександрович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування режимних параметрів електроозонатора для стимуляції
весняного розвитку бджолиних сімей**

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Савченко Л.Г.

кандидат історичних наук

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Осіпов Назар Олександрович. Обґрунтування режимних параметрів електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В магістерській роботі на підставі експериментальних досліджень режимних параметрів електроозонування бджолиних сімей побудована матмодель, яка визначає залежність ступеня розвитку від концентрації озону, експозиції і періодичності обробок. Дана модель дозволила встановити режим електроозонування, що поліпшує весняний розвиток бджолиних сімей на 39%: концентрація 32 мг/м³, експозиція 24 години, з періодичністю 1 раз на добу, протягом 24 днів.

В роботі встановлено режими електроозонування повітря у вулику проти аскосферозу:

- для профілактики і лікування – концентрація озону 250 мг/м³, експозиція 1 година, дворазово з періодичністю 7 днів;

- з важкими клінічними ознаками – концентрація 500 мг/м³, експозиція 1 годину, в чотири рази з періодичністю 7 днів.

Розроблено електроозонатор і технологія електроозонування бджолиних сімей, що дозволяють проводити обробку одночасно 4-х бджолиних сімей в 3-х режимах: стимуляції розвитку, профілактики і лікування аскосферозу, лікування аскосферозу з важкими клінічними ознаками та інших хвороб бджіл.

Ключові слова: озон, режими, електроозонування, напруга, частота струму, потужність

ANNOTATION

Osipov Nazar Alexandrovich. Substantiation of regime parameters of the electro-ozonator for stimulation of spring development of bee families. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in the specialty 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

In the master's thesis on the basis of experimental researches of mode parameters of electroozonation of bee families the matmodel which defines dependence of degree of development on concentration of ozone, exposition and periodicity of processings is constructed. This model allowed to establish the regime of electro-ozonation, which improves the spring development of bee colonies by 39%: concentration of 32 mg/m^3 , exposure 24 hours, with a frequency of 1 time per day for 24 days.

The modes of electroozonation of air in the hive against ascospheerosis are established in the work:

- for prevention and treatment - ozone concentration 250 mg/m^3 , exposure 1 hour, twice with a frequency of 7 days;
- with severe clinical signs – concentration of 500 mg/m^3 , exposure for 1 hour, four times with a frequency of 7 days.

An electro-ozonator and technology of electro-zoning of bee colonies have been developed, which allow processing 4 bee colonies simultaneously in 3 modes: stimulation of development, prevention and treatment of ascospheerosis, treatment of ascospheerosis with severe clinical signs and other diseases of bees.

Key words: ozone, modes, electroonozolation, voltage, current frequency, power

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ СТИМУЛЯЦІЇ ВЕСНЯНОГО РОЗВИТКУ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ..... | 8 |
| 1.1. Аналіз методів стимуляції розвитку бджолиних сімей..... | 8 |
| 1.2 Наукова гіпотеза про стимуляцію електроозонуванням весняного розвитку бджолиних сімей | 10 |
| 1.3. Способи отримання озону і типи конструкцій генераторів озону..... | 11 |
| РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРООЗОНЮВАННЯ НА ВЕСНЯНИЙ РОЗВИТОК БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ..... | 18 |
| 2.1 Опис експериментального обладнання..... | 18 |
| 2.2 Методика визначення концентрації озону..... | 19 |
| 2.3 Методика визначення інтенсивності розвитку бджолиних сімей..... | 20 |
| 2.4 Дослідження впливу озону на життєдіяльність бджіл..... | 21 |
| 2.5 Дослідження впливу озону на аскосфероз бджіл..... | 23 |
| 2.6 Дослідження вплив озону на інтенсивність весняного розвитку бджолиних сімей..... | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРООЗОНАТОРА ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ ВЕСНЯНОГО РОЗВИТКУ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ..... | 28 |
| 3.1 Технологічні вимоги для установки електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей..... | 28 |
| 3.2 Опис експериментальної установки..... | 29 |
| 3.3 Дослідження впливу діючого значення напруги живлення і частоти струму на активну потужність розрядного пристроїв..... | 30 |
| 3.4 Розробка електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей..... | 32 |
| ВИСНОВКИ..... | 35 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 36 |

ВСТУП

На Поліссі проблема прискореного весняного розвитку бджолиних сімей відіграє надзвичайно важливу роль, в зв'язку з особливою специфікою; бджільництва. Полісся є основним постачальником бджолопакетів на всю територію України і ближнього зарубіжжя обсягом 100-150 тис. шт/рік, отже, інтенсивний весняний розвиток означає підготовку бджолиних сімей на продаж в більш ранні терміни, істотно підвищуючи вартість за одиницю продукції. Крім того на Поліссі виробляється 1000-1500 т меду щорічно. У разі медотоварного напрямку основним чинником високої медопродуктивності є сила бджолиної сім'ї. Тільки при створенні умов інтенсивного зростання можливе нарощування сімей необхідної сили, яка особливо важлива для отримання найбільшим популярного раннього меду, наприклад, з білої акації. Ранній мед становить 20-25% від валового медозбору і не досяжні для слабких бджолосімей внаслідок природно-кліматичних і ветеринаросанітарних обставин. В даний час все: більшого поширення набувають різні способи стимуляції росту і розвитку бджолиних сімей, спрямовані на поліпшення різних показників продуктивності. Серед них: хімічні, біотехнічні, електрофізичні способи. Найбільший інтерес представляють фізичні способи, такі як обробка, електромагнітними і електричними полями, регуляція мікроклімату, обробка озоном та ін. Велике значення цих способів обумовлено тим, що їх застосування навіть в широких масштабах не супроводжується забрудненням продуктів бджільництва і навколишнього середовища в цілому, характеризується відсутністю шкідливого впливу на обслуговуючий персонал. Збільшення продуктивності шляхом стимуляції процесів весняного розвитку бджолиних сімей є важливим завданням інтенсифікації виробництва продуктів бджільництва і підвищення врожайності ентомофільних сільськогосподарських культур в цілому, що особливо важливо саме в нашому регіоні

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення ефективності виробництва продуктів бджільництва шляхом розробки екологічно чистої технології стимуляції електроозонуванням весняного розвитку бджолиних сімей.

Відповідно до поставленої мети сформовані наступні задачі:

- Проаналізувати стан питання стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей та визначити пріоритетні напрямки;
- Обґрунтувати наукову гіпотезу про стимуляцію електроозонуванням весняного розвитку бджолиних сімей;
- Експериментально дослідити вплив електроозонування на весняний розвиток бджолиних сімей
- Експериментально дослідити вплив режимних параметрів на продуктивність електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей

Об'єкт дослідження: технологічний процес стимуляції електроозонуванням весняного розвитку бджолиних сімей, режимні параметри електроозонатора, процес утворення озону.

Предмет дослідження: залежності, впливу параметрів електроозонування на ступінь розвитку бджолиних сімей, аскосфероз бджіл; залежності продуктивності електроозонатора від параметрів живлення, нагріву розрядного пристрою.

Методи дослідження. В роботі використані теоретичні основи електротехніки, теоретичні основи термодинаміки, теоретичні основи техніки високих напруг, методика дослідної справи, теорія планування експерименту, методи теорії ймовірності та математичної статистики.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Осіпов Н. О.** Розробка електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей Збірник тез V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного

сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». 28-29 березня 2019 року м. Житомир. ЖАТК. С. 307.

2. Савченко Л. Г., **Осіпов Н. О.** Способи отримання озону і типи конструкцій генераторів озону для стимуляції бджолиних сім'є в. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р.) Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 696-698.

3. Савченко Л. Г., **Осіпов Н. О.** Аналіз методів стимуляції розвитку бджолиних сімей. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 5-24 жовтня 2020 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. С. 141-142.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впроваджені в сільськогосподарських підприємствах зони Полісся.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 13 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп'ютерного тексту, містить 7 рисунків.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ СТИМУЛЯЦІЇ ВЕСНЯНОГО РОЗВИТКУ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

1.1. Аналіз методів стимуляції розвитку бджолиних сімей

Продуктивність бджільництва в значній мірі визначається цілим комплексом заходів, спрямованих на поліпшення чинників життєдіяльності бджолиних сімей. Останнім часом, в ці заходів все частіше включається стимуляція весняного розвитку бджолиних сімей. Способи стимуляції різні: біотехнічні, біохімічні, електрофізичні. Основне завдання стимуляції полягає в прискоренні розвитку і відповідно збільшенні «сили» бджолиних сімей.

Біотехнічні способи полягають в тому, що для стимуляції весняного розвитку використовують різні кормові прийоми. Так ряд авторів пропонують спонукальні вуглеводні підгодівлі, з різною дозою, концентрацією цукру в розчині, періодичністю підгодівлі або білково-вуглеводного складу, з додаванням квіткового пилку, білкових замінників спрямовані на імітацію брання нектару і квіткового пилку в природі, підвищення витрат кормів взагалі. Ефективність даних способів знаходиться в межах 30%, сумісні з усіма способами стимуляції, недоліками є: високі витрати на замінники кормів, який ще може послужити переносником інфекцій для бджіл, в разі квіткового пилку.

Біохімічні методи ґрунтуються на застосуванні для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей гормонів, мікроелементів, екстрактів рослин і ферментів, спрямованих на збільшення несучості, активізацію роботи мандибулярних і гіпофарінгеальних залоз, відповідно підвищення виховної спроможності сімей. Так, відомо застосування препарату ВЕСП (вітамін-екдістероновий стимулятор бджіл) який покращує весняний розвиток бджолиних сімей на 17...25%. Недоліками даного способу є застосування тільки з біотехнічними способами і висока вартість.

Відомо застосування фітогормону епібссіноліда який дає зростання до 60%. Недоліками даного способу є низька технологічність, тому що невелике передозування призводить до зворотного ефекту, а вартість виробництва виключає практичне застосування. Відомо застосування кобальту хлористого, що покращує розвиток на 14%, незважаючи на низьку вартість небезпечне передозування, неможливе застосування без вуглеводневої підгодівлі. Застосування препарату. «Бджілка», виготовленого на основі рослинних екстрактів поліпшує розвиток до 22%, до недоліків відноситься стимулювання бджолиних крадіжок, що істотно обмежує застосування.

Фізичні способи включають в себе такі напрямки як обробіток активованою водою, електричними полями, електромагнітними полями, полями СВЧ; регулювання мікроклімату, аероіонізація, обріток озоном.

Проведені дослідження свідчать про позитивний вплив електрохімічної активованої лужної води, яка володіє добре вираженими відновлювальними і імуностимулюючими якостями, тому може використовуватися для стимуляції розвитку неблагополучних сімей ослаблених зимівлею на сильних сім'ях ефект незначний. Відомі способи обробки електричним полем для стимулювання відтворювальної функції бджіл, які володіють ефективністю до 5%, низьким споживанням електроенергії, в цілому малоефективні і складні технологічно. Найбільш поширеним електрофізичний спосіб прискорення весняного розвитку є внутрішньовуликовий підігрів, тобто поліпшення мікроклімату по параметру температури. Пристрої зазвичай складаються з внутрішньовуликового нагрівального елемента і САУ. Такий спосіб істотно заощаджує витрати корму бджолами на підтримку необхідної температури і веде до збільшення зростання до 30%, однак стимулює розведення воскової молі, крім того, пристрої складні в експлуатації. Недоліком Попередні дослідження свідчать, свідчать про позитивний вплив озону на інтенсивність росту бджолосімей, збільшенні ступеня розвитку більш 30% в порівнянні з контрольною групою. Отриманий ефект пояснюється поліпшенням протікання

метаболических процессов бджёл, прискоренням біохімічного окислення при переробці вуглеводних кормів за рахунок збільшення вмісту вільного кисню в внутрішньовуликовому складі повітря. Цей напрямок представляється найбільш цікавим, однак недостатньо досліджені режими обробітку, розташування обробітку в загальній технології, слід також визначити і розробити відповідні конструкції установок.

1.2 Наукова гіпотеза про стимуляцію електроозонуванням весняного розвитку бджолиних сімей

Стимуляція весняного розвитку бджолиних сімей здійснюється за рахунок комплексу взаємопов'язаних взаємодіючих між собою і зовнішнім середовищем заходів. Огляд джерел показує, що найкращого результату можна досягти, тільки при поєднанні заходів щодо поліпшення протікання біологічних процесів з профілактикою хвороб і зменшення впливу інших факторів. Навесні, в період весняного росту, внаслідок інтенсивного обміну речовин, має місце підвищений вміст діоксиду вуглецю CO_2 , що часто є загальмовують фактором зростання, а при підвищенні концентрації CO_2 більш 4% бджоли починають активно вентилувати гніздо, що призводить до додаткового зносу особин і додаткової витрати корму. У цей період відзначена висока вологість повітря в середині вулика, що гнітюче діє на бджёл і зменшує термічний опір утеплювачів, що призводить до додаткових витрат на обігрів і видалення вологи, яка ще стимулює більший розвиток хвороботворних мікроорганізмів. Саме озон відомий як речовина, що володіє знезаражувальною дією, при 0,1-100 мг/м^3 поліпшує параметри повітряного мікроклімату і стимулює розвиток біологічних організмів, так як впливаючи на живі клітини озон активує перебіг біохімічних процесів. Однак дози і концентрації, а також час впливу в різних джерелах точно не показані, що призводить до необхідності проведення подальших досліджень в цій області. Озон є екологічно чистим продуктом і

його застосування дозволить відмовитися від дорогих біохімічних методів стимуляції, профілактичних і лікувальних препаратів. Для цього необхідно більш глибоко дослідити обробку бджіл озоном і визначити режими для стимуляції, розробити і дослідити способи обробки бджіл озоном, які повинні бути сумісні з традиційною технологією бджільництва в зоні Полісся.

Для підвищення якості обробки і зниження її собівартості, доцільно створення недорогих, високопродуктивних озонаторів для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей, що дозволяють обробляти бджіл безпосередньо у вуликах. Технічні вимоги до таких генераторів озона відрізняються від вимог до генераторів, що використовуються для інших цілей, в т.ч. що випускається промисловістю. Установки повинні подавати озоноповітряну суміш у вулик, перебуваючи при цьому із зовнішнього боку, щоб не допустити згубного впливу змінного електричного поля високої напруги.

1.3. Способи отримання озону і типи конструкцій генераторів озону

Озон є високоактивної аллотропною формою кисню. При звичайних температурах озон – газ світло-блакитного кольору з характерним запахом. Він утворюється в процесах, що супроводжуються виділенням атомарного кисню, а також при впливі на молекулярний кисень потоку частинок.

Можна вважати доведеним, що для взаємного переходу кисень \rightleftharpoons озон характерна неповна зворотність, в результаті чого в кисні присутня деяка рівноважна кількість озону. Крім того, практично всі дослідники відзначають, що розпад озону відбувається повільно при низьких температурах і швидко при високих, тому що швидкість утворення з температурою не змінюється, а швидкість розкладання зростає, наприклад період напіврозпаду при, нормальних умовах 20 хвилин, а вже при $T=300\text{ }^{\circ}\text{C}$ період напіврозпаду озону становить менше 1-ї секунди. При взаємодії з іншими речовинами озон легко

віддає один атом, кисню і тому є дуже сильним окислювачем. Виключно висока оксидоутворююча активність є: найбільш характерною хімічною властивістю озону. Оксидування озоном є, по суті, оксидуванням атомарним киснем, підтримуваним в активній формі завдяки метастабільності молекул озону. Здатність озону реагувати практично з усіма функціональними групами органічних сполук: є, на думку багатьох авторів, причиною його бактерицидної і мікоцидної дії.

Основною реакцією утворення озону можна вважати реакцію окислення атомарним киснем молекули кисню до озону $O + O_2 + M \Rightarrow O_3 + M$.

Існує багато способів синтезу озону з кисню і найпростіший з них – нагрівання. При високих температурах (близько 4000-5000 °С) збільшується вміст озону в кисні. Надзвичайно швидке охолодження дозволяє зберегти вміст озону в суміші. Однак при швидкому нагріванні або охолодженні озон має властивість вибухати, при достатніх концентраціях, тому запропонований вище спосіб не є безпечним.

При синтезі озону утворюються, як правило, газові суміші $O_3 + O_2$ або O_3 +повітря, в яких вміст озону не перевищує 2..5% за обсягом. Отримання чистого озону – технічно складне завдання, до теперішнього часу не вирішене. Існує спосіб відділення озону від сумішей шляхом низькотемпературної ректифікації, проте поки що не вдалося усунути небезпеку вибуху.

Більш безпечним є метод адсорбції – десорбції, коли газовий потік суміші продувають через шар охолодженого силікагелю, а потім адсорбент продувають інертним газом. Таким чином можна отримати вміст озону в суміші до 90% [10].

Найбільш відомими способами отримання озону є електролітичний, хімічний, фотохімічний і електросинтез. Самим раціональним з них, в даний час, вважається синтез озону в бар'єрному електричному розряді [11, 12]. В основі методу лежить дисоціація молекул кисню під впливом енергії електричного розряду в діелектричному проміжку [13]. Особливостями

бар'єрного розряду, на думку деяких фахівців; є те, що він пов'язаний з порівняно високою енергією електронів і виразно низькою температурою газу з одного боку, а з іншого боку, він складається з короткоживучих мало інтенсивних іскор мікророзрядів [12, 13].

Думка про енергію електронів, при якій ймовірність дисоціації молекули кисню максимальна, остаточно не склалася. Більшість дослідників схиляються до енергії електронів від порогових значень (4,527eВ) до енергії іонізації молекули кисню (12,0 eВ), понад яку, як вони вважають, ймовірність дисоціації різко падає [10, 11]. Однак існують і інші думки. Так Кривошипін І.П. вказує на більш високі значення енергії дисоціації (від 6,1 до 19,2 eВ). Він зазначає, що при енергії електронів 12,2 eВ, коли відбувається утворення молекулярних іонів кисню, виход озону не спостерігається, а при енергії електронів 19,2 eВ, коли в реакцію вступає як атом, так і іон кисню, утворюється озон [2].

З.М. Вігдоровіч ін. вказують енергію дисоціації 5 eВ [19]. Подібні різночитання пов'язані зі складністю процесів, що відбуваються в плазмі розряду в повітрі, а також з різницею хімічного складу і температури повітря, які істотно впливають на іонізацію кисню.

Генератор озону, який базується на принципі бар'єрного розряду, являє собою випромінювач, що складається з двох електропровідних площин-електродів, розташованих через невеликий інтервал один від одного. До внутрішньої поверхні одного з електродів, а іноді і до поверхні обох прикріплений діелектричний матеріал, який повинен мати якомога більший питомий опір. Шар такого матеріалу служить діелектричним бар'єром, який виключає утворення розрядів дугової або іскрової форми і обумовлює рівномірну структуру розряду [1-9].

Більшість авторів [1-12] схиляється до висновку, що до числа факторів, що впливають на продуктивність озонатора, але не залежить від його конструкції, відносяться:

- склад озонуємого газу,

- вологість,
- витрата і тиск газу.

На думку багатьох дослідників [34, 120] j на продуктивність озонаторів істотно впливає витрата повітря, що визначає середній час перебування його в розрядній зоні. Однак Хмара В. Ф., Тропін Л. І., Кондратьєв Г. І. відзначають, що зі збільшенням витрати повітря вихід озону на спочатку зростає, а потім полого падає внаслідок здування електронів і іонів [13].

На продуктивність озонатора впливають також такі фактори, пов'язані з його конструктивним типом:

- наявність або відсутність системи охолодження електродів і діелектриків зони тихого розряду для запобігання передчасного руйнування під дією теплоти утвореного озону;
- вид матеріалу і товщина діелектрика, в залежності від проникності якого забезпечується більша або менша потужність;
- ширина зони розряду, оптимальні значення якої повинні бути визначені в залежності від типу електродів з метою повного використання розрядного простору для озонування повітря [1-4].

Оскільки реакції розпаду озону можуть протікати з вибухом, його зберігання та транспортування практично неможливо. Тому в зв'язку з різноманітністю сфер застосування озону існує потреба в конструюванні озонаторів з різним цільовим призначенням і відповідно з різною продуктивністю і концентрацією озону у вихідному газі [3]. У зв'язку зі специфікою виробництва для озонаторних установок, що застосовуються в АПК, доцільно створення конструкцій, що генерують озон безпосередньо на місці використання.

За продуктивністю озонатори поділяють на малі (до 1 кг/год), середні (1-10; кг/год) і великі (понад 10 кг/год). За конструктивним виконанням використовуються в даний час генератори озону можна поділити на такі основні типи:

- трубчасті;
- пластинчасті;
- голчасті й ін.

Конструктивно електроди озонатора виконуються у вигляді двох паралельних пластин або двох концентрично розташованих циліндрів різного діаметру. До внутрішньої поверхні одного або обох електродів прикріплений діелектрик. Між діелектриком і електродом або між двома діелектриками залишається повітряний прошарок. Якщо приєднати електроди до джерела струму високої напруги, то в проміжному просторі при деякій напруженості електричного поля почне відбуватися – розряд. При пропущенні через цей розряд кисню або повітря починається утворення озону.

Більшість озонаторів, що випускаються промисловістю, відносяться до трубчатого типу, основною причиною для цього є те, що для них простіше, ніж для інших типів озонаторів, обладнати систему охолодження. Останнім часом все більша увага приділяється створенню пластинчастих озонаторів.

Вони більш прості у виготовленні і експлуатації, компактні і мають низьку собівартість, тому їх використання доцільно в установках малої і середньої продуктивності. Такі генератори зазвичай не обладнуються системою сушки повітря, що трохи підвищує питомі витрати електроенергії, проте в зв'язку з їхньою невеликою електричною потужністю це не має вирішального значення [1, 5].

Цікавим є питання про вплив частоти напруги живлення на продуктивність генераторів озону. Так Kiss Endre і Masuda Senichi були проведені експерименти на озонаторі, в якому поверхневий розряд збуджувався між електродами, розташованими на поверхні керамічної основи з Al_2O_3 у вигляді вузьких металевих смуг і суцільним електродом, що знаходяться в товщі підкладки, на частоті від 50 Гц до 10 кГц і амплітудою напруги живлення до 15 кВ: В результаті були отримані дані про вплив частоти на продуктивність озонатора [12]. У той же час досліди, проведені

Даніліним В. В., Жуковим Н.В. на трубчатому озонаторі при частоті 2 кГц, напрузі до 7кВ показали, що частотно-імпульсні джерела живлення не мають переваг застосування в озонаторах, як по концентрації, так і за енерговитратами [8]. А Вігдоровіч В.Н. вказує на те, що частоти до 7...10 кГц позначаються позитивно на виході озону, але при 1 МГц виробництво озону різко падає [9]: За дослідженнями Wagner K., Schmiga H. ; Heinkel K.G. максимальна продуктивність озонатора досягається при частоті напруги, що збігається з частотою власного резонансу.

Таким чином, можна говорити про те, що це питання залишається відкритим, і остаточна думка з нього не склалася.

Зараз активно проводяться дослідження, пов'язані з підвищенням надійності, збільшенням терміну служби, зниженням габаритних розмірів пристроїв і їх здатністю стабільно виробляти велику кількість озону навіть в умовах високої вологості повітря. При цьому широко використовуються нові матеріали і конструкції [8]. Наприклад, в Японії розроблено цікаве технічне рішення для отримання озону, що відрізняється застосуванням кераміки яка проводить іони кисню, що представляє собою оксид цирконію з добавкою окису кальцію. Газ, що містить кисень, направляється в цьому пристрої в проміжок, утворений електродами і керамічним блоком, де кисень, що міститься у вступнику газі, іонізується і проходить через керамічний блок в проміжок, утворений їм і блоком діелектрика, де і відбувається утворення озону [2]. Однак застосування спеціальних керамік, як правило, істотно ускладнює виробництво і здорожує конструкцію.

Створено озонатори з вібруючими або обертовими електродами та діелектриками, що за твердженням авторів, значно (до 35%) збільшує їх продуктивність [5]. В одній з таких конструкцій, запропонованої Пічугінім Ю. П., що обертається за допомогою електродвигуна діелектричний бар'єр виконаний у вигляді суцільного кільця, а електроди підключені до

високовольтного джерела змінної напруги. Конструкція забезпечує суцільний об'ємний розряд в зазорах між електродами і бар'єром.

Вентиляційні лопатки на бар'єрі забезпечують надходження газу для озонування і інтенсивне охолодження. Повітря подається через порожнистий вал і далі через радіальні отвори потрапляє в зазори між електродами [8].

Застосування вібруючих і обертових електродів зазвичай веде до збільшення енерговитрат, зниження надійності і підвищення вартості установки.

Висновки по розділу 1

Нам видається найбільш доцільним використання для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей озонатори пластинчастого типу з генерацією озону в бар'єрному розряді, що мають компактні розміри, в порівнянні з голчастими озонаторами, що не потребує обладнання системою попередньої підготовки повітря. Технічні вимоги до таких електроозонаторів відрізняються від вимог до електроозонаторів, які використовуються для інших цілей, в тому числі і ті, що випускає промисловість. Установки повинні подавати озоноповітряну суміш у вулик, перебуваючи при цьому із зовнішнього боку, щоб не допустити згубного впливу змінного електричного поля високої напруги.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРООЗОНІУВАННЯ НА ВЕСНЯНИЙ РОЗВИТОК БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

2.1 Опис експериментального обладнання

Для проведення експерименту спеціально сконструювали експериментальні установки, що дозволяють подавати озоноповітряну суміш в потрібну точку вулика, не піддаючи бджіл шкідливому впливу низькочастотного електричного поля високої напруги.

Експериментальна установка складається з: розрядного пристрою, герметичного корпусу електроозонатора, джерела живлення високої напруги, блоку управління режимами роботи електроозонатора, компресора, гнучких трубопроводів, загального корпусу, блоку живлення.

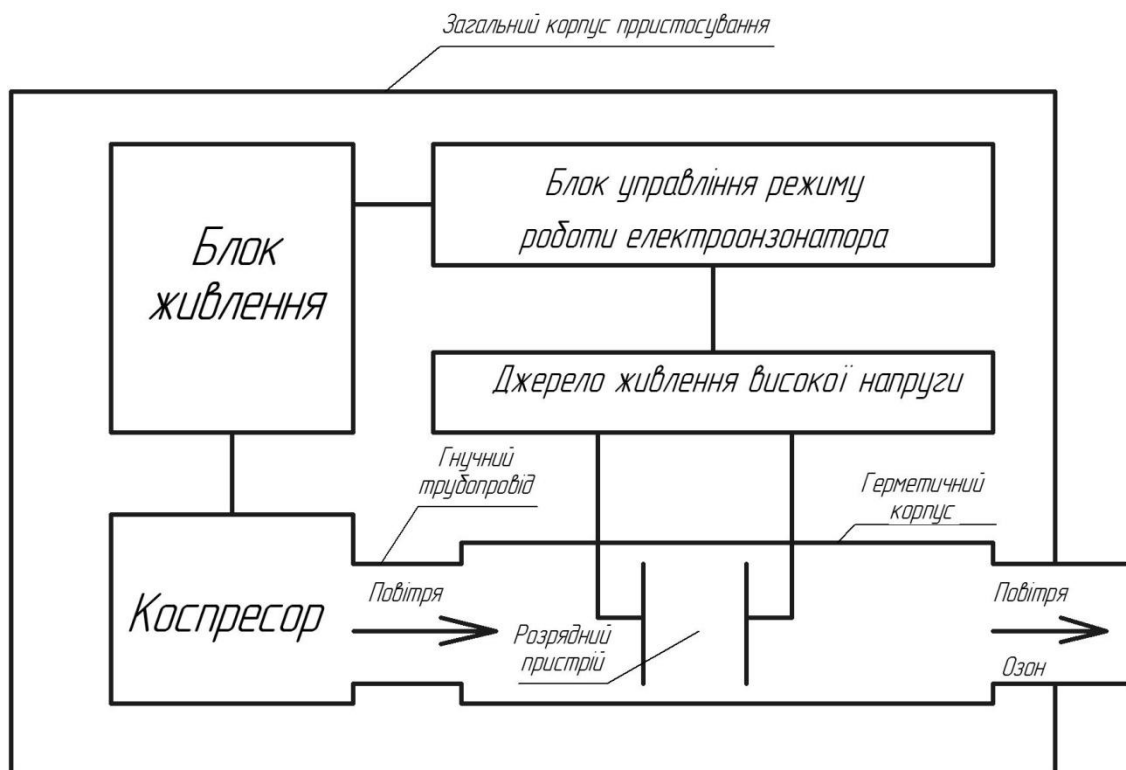


Рис. 2.1 Структурна схема для озонування

Принцип дії експериментальної установки полягає в наступному: напруга живлення подається через блок управління, на компресор і джерело живлення високої напруги електроозонатора, в наслідок чого джерело живлення подає високу напругу до електродів електроозонатора, приводячи його в роботу, а компресор подає повітря в герметичний корпус електроозонатора, де він змішується з озоном, в результаті на виході, отримуємо озоноповітряну суміш із заданою концентрацією озону. Регулювання продуктивності експериментальної установки, здійснюється зміною напруги живлення розрядного проміжку. Установки відкалібрувати під необхідні концентрації озоноповітряної суміші. Вимірювання концентрації озону виконували йодометричним методом.

2.2 Методика визначення концентрації озону

Для проведення вимірювань концентрації нами був обраний йодометричний метод. Метод досить точний і дозволяє проводити вимірювання в досить широкому діапазоні (від 4–20% до 10^{-4} - 10^{-6} %). Саме цей метод використовується для перевірки інших методів і приладів. Застосування цього методу обумовлено його доступністю і дешевизною. Він легко може бути реалізований силами інженерно-технічної служби сільськогосподарських підприємств.

Метод заснований на відновленні йоду у водних розчинах різних солей. Найбільшого поширення з солей йоду отримав йодистий калій.

При взаємодії йодистого калію з озоном відбувається відновлення йоду, причому його кількість еквівалентно концентрації озону в газовій суміші, пропущеної через розчин. Виділений йод відтитрують гіпосульфідом натрію в присутності крохмалю.

Як правило, для отримання більш точних результатів визначення озону ведуть з використанням нейтральних буферних розчинів йодистого калію.

Для виключення помилки за рахунок втрат йоду в результаті його випаровування розчини після пропускання озоноповітряної суміші підкисляють соляною або сірчаною кислотою і швидко відтитрують гипосульфитом натрію.

При визначенні озону в газовій суміші цим методом широко використовують фосфатно-буферні розчини йодистого калію.

2.3 Методика визначення інтенсивності розвитку бджолиних сімей

Для оцінки інтенсивності весняного розвитку бджолиних сімей приймали показник ступеня розвитку бджолиних сімей

Ступінь розвитку бджолиних сімей враховує ряд факторів, таких як сила сімей, несучість маток, виховну спроможність сімей, і завдяки цьому дозволяє дати оцінку не за окремими ознаками, а за всіма показниками, від яких залежить розвиток сімей. Зняття показань виробляли кожні три доби.

Кількість бджіл визначали за кількістю вуличок щільно обсижені бджолами вуличок, з розрахунку 1 вуличка = 2500 особин, або 0,25 кг живої ваги.

Підрахунок числа осередків зайнятих розплодом проводився за методом Пухта. Для вимірювання площі розплоду застосовується розділена на см планка, яка відповідає довгій стороні використовуваного на пасіці розміру рамок.

2.4 Дослідження впливу озону на життєдіяльність бджіл

На дослідній пасіці був поставлений експеримент по впливу озону на життєдіяльність бджіл. Спочатку проведений пошуковий експеримент по параметру концентрації озоноповітряної суміші, яка подається в вулик. В експерименті брало участь 30 бджолиних сімей, які протягом 12 діб обробляли

щодня з експозицією 12 годин, різними значеннями параметра концентрації озонотворювальної суміші, яка подається в вулик (10 рівнів: від 0 до 900 мг/м³). Це необхідно для оптимальних експериментальних режимів стимуляційного впливу. Для цього використовували експериментальні установки, що дозволяють подавати озонотворювальну суміш в потрібну точку вулика, не піддаючи бджіл згубному впливу низькочастотного електричного поля високої напруги.

Під час дослідження, вівся контроль і аналіз зміни стану бджолиних сімей під час обробки, а також тривалий контроль протягом декількох місяців. В якості залежних змінних були прийняті:

Y_1 - C_p ступінь розвитку бджолиних сімей. Цей показник відображає довгострокову оцінку впливу, зняття показань проводилися протягом 24 діб.

Y_2 - факт наявності негативного впливу, що спостерігається в момент проведення обробки (0 – відсутність негативного ефекту, 1 – наявність негативного ефекту).

На рис. 2.2 наведені результати дослідження впливу концентрації озону в озонотворювальній суміші, що подається в вулик, на ступінь розвитку бджолиних сімей і наявність фактів негативного впливу. В результаті експерименту виявлено відсутність фактів негативного впливу на бджіл при щоденній обробці з експозицією 12 годин, при концентраціях озону в озонотворювальній суміші, що подається в вулик від 0 до 500 мг/м³. При концентраціях озону 750 і 900 мг/м³ відзначені явні факти негативного впливу, які полягають в підвищеній аерації вуликів бджолиними сім'ями і частковій загибелі особин в стадії передкуколкою, особливо явно вираженою при концентрації озону 900 мг/м³. Загибель наступала внаслідок пошкодження ліпідів і білків, окислення СН-, ОН- і СОН-групи амінокислот зовнішньої оболонки головного і грудного відділу особини, як наслідок порушення внутрішнього обміну речовин. Саме в стадії передкуколкі особина найбільш вразлива до окислювального впливу

озону. Але слід зазначити виникнення фактів негативного впливу не раніше ніж після двох годин обробки.

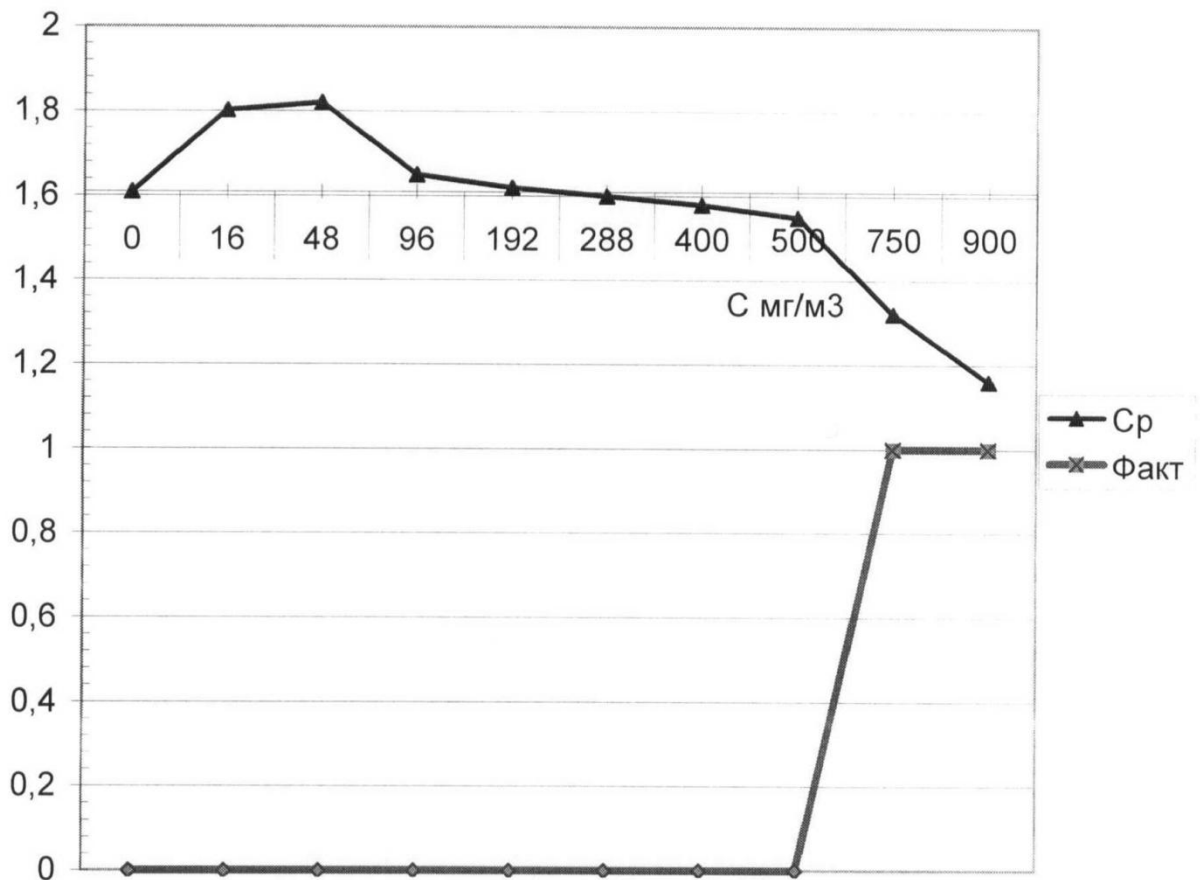


Рис. 2.2 Вплив концентрації озону в озоноповітряній суміші, що подається у вулик, на ступінь розвитку бджолиних сімей і наявність факторів негативного впливу.

Вплив концентрації озону в озоноповітряній суміші, що подається в вулик на ступінь розвитку бджолиних сімей виражено неоднозначно. Діапазон концентрацій від 16 до 96 мг/м³ супроводжується збільшення параметра ступеня розвитку бджолиних сімей до 13% в порівнянні з контролем. Діапазон концентрацій від 96 до 400 мг/м³ практично не впливає на ступінь розвитку бджолиних сімей. При обробці бджіл концентраціями озону від 400 до 500 мг/м³ спостерігається незначний спад у розвитку бджолиних сімей, в межах 5% в порівнянні з контролем. В діапазоні концентрацій озону в озоноповітряній суміші, що подається в вулик від 500 до 900 мг/м³ відзначено явне погіршення показника ступеня розвитку в порівнянні з контролем і при концентрації

900 мг/м³ зниження, показника склало 30%. Найбільший інтерес, для детального дослідження, представляє область концентрацій від 0 до 96 мг/м³ тобто де відзначено зростання показника ступеня розвитку бджолиних сімей.

Таким чином, отримані результати дозволяють визначити безпечну режимну область для обробки бджіл озоном і може бути використано, для визначення режимів стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей, а також для розробки способів лікування хвороб бджіл.

2.5 Дослідження впливу озону на аскосфероз бджіл

Зроблено двохфакторний експеримент по впливу озону на аскосфероз бджіл. Аскосфероз – затворювання бджіл, широко поширене в нашій країні, ефективна боротьба з ним складна і вимагає великих витрат. У зв'язку з цим ми вирішили знайти засіб для боротьби з аскосферозом, що відрізняється чистотою і екологічністю. Аналіз літератури показав, що компонентами для таких засобів можуть бути окислювачі, зокрема озон.

В дослідженнях використовували патогенні тест-культури *Ascospaera apis* (штам ВКМ F-3421) у вигляді спорової суспензії. Для контамінації тест об'єктів використовували свіжоприготовлену суспензію спор гриба *Ascospaera apis*, що містить 200 тис. спор в 1 мл. На дерев'яні і металеві тест – об'єкти наносили суспензія в суміші з 20 мг біологічного захисту, що складається з прополісу, воску і фекалій бджіл з розрахунку 1 мг на 100 см². Крім того, брали вулики з стільниками, відібраними з хворих аскосферозом бджолиних сімей, в змивах з яких попередньо були виділені спори гриба *Ascospaera apis*, і підсаджували в них бджолині сім'ї.

В результаті проведених дослідів встановлено, що фунгіцидний ефект був отриманий при концентрації газоподібного озону 60 мг/м³. 99% ефект був отриманий при концентрації газоподібного озону 125 мг/м³ протягом 12 год.

Після 3-х кратної обробки, з періодичністю 7 діб концентрацією газоподібного озону 125 мг/м^3 протягом 12год прояви аскоферозу у 20 підданих експерименту бджолиних сімей не було виявлено.

При вивченні впливу озону на збудника аскоферозу встановлено, що озон надає згубну дію на життєздатність спор в період стаціонарної стадії розвитку гриба. Цей ефект можна пояснити тим, що при переході клітин від логарифмічної до стаціонарної стадії розвитку, що характеризується рясним спороутворенням, спостерігається значна модифікація ультраструктурної організації клітин гриба плазматичних мембран. Мембрани спор містять велику кількість ліпідів, дія озону на які є особливо актуальним.

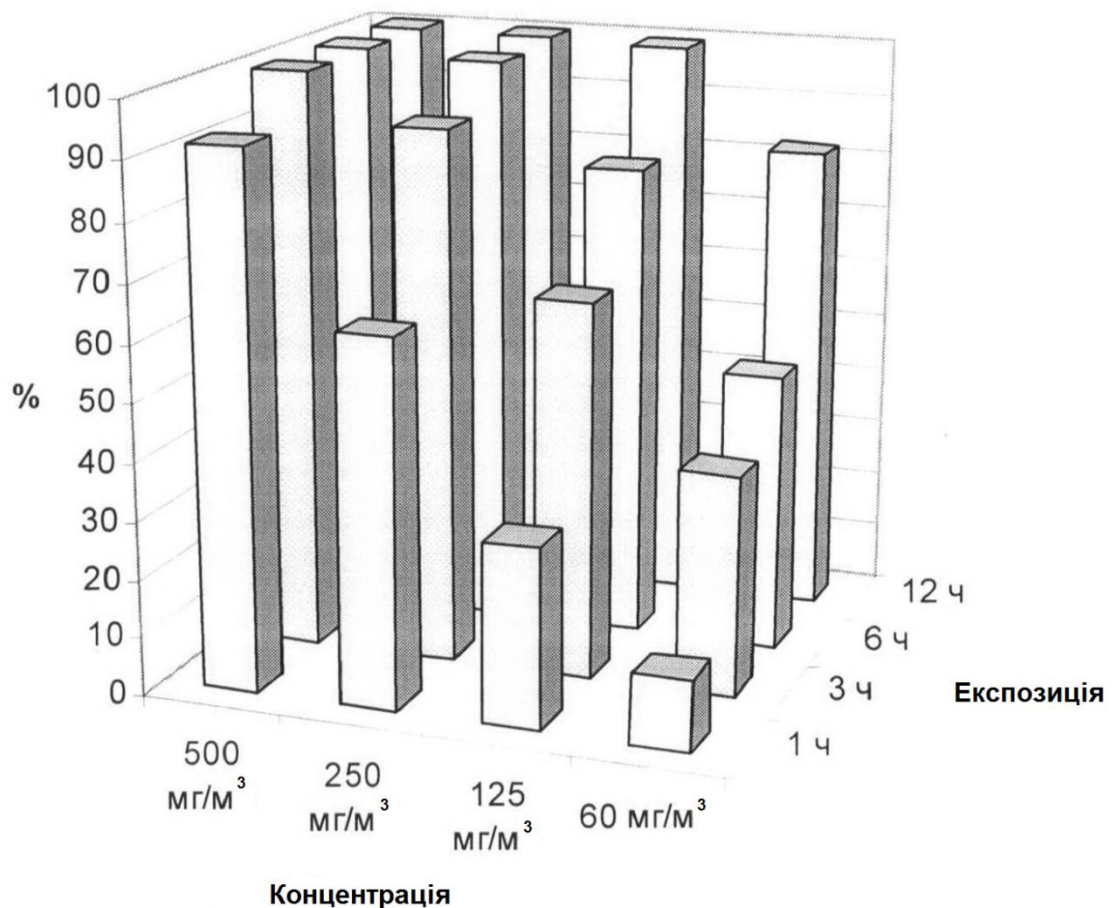


Рис. 2.3. Вплив концентрації та експозиції озonoобробки на ступінь знезараження аскоферозу бджіл

За час проведення експерименту негативного впливу на життєдіяльність не виявлено, тому що середня ступінь розвитку групи бджолиних сімей

оброблених за період склала $C_{p.cpi} = 2,36$, а контрольної групи $C_{p.cpo} = 2,29$. Візуальних зміни в поведінці бджіл за час обробки не виявлено. Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування озonoобробки для боротьби з аскосферозом бджіл є виключно перспективним напрямком, тому що це дозволяє поліпшити ветеринарний стан пасік, скоротити застосування ветеринарних препаратів. Встановлено режими озonoобробки проти аскосферозу:

- а) для профілактики і лікування – концентрація озону 250 мг/м^3 , експозиція 1 годину, дворазово з періодичністю 7 днів;
- б) з важкими клінічними ознаками – концентрація 500 мг/м^3 , експозиція 1 години, в чотири рази з періодичністю 7 днів.

2.6 Дослідження вплив озону на інтенсивність весняного розвитку бджолиних сімей

Експериментальні установки були відкалібровані під необхідні концентрації озонopовітряної суміші. Вимірювання концентрації озону виконували йодометричним методом. В експерименті було задіяно 210 бджолосімей, для забезпечення 3-х кратної повторності, 192 з них зазнали обробки озonom в різних режимах, а 18 сімей – контрольна група. Бжоло-сім'ї пройшли спеціальну попередню підготовку, що дозволило до початку експерименту мати рівні умови розвитку, такі як: породна схожість, вік матки, сила сім'ї, система вулика; а також різні оціночні показники, такі як: кількість друкованого розплоду, сила сім'ї, якість яйцекладки.

Для проведення експерименту використовувалися методи математичної статистики, період дослідження склав 24 доби обробки і 12 діб зняття показань.

По впливу концентрації озону в озонopовітряній суміші, що подається в вулик (С), на середнє значення показника ступеня розвитку Y (PCP), отримані екстремуми (рис. 2.4), що пояснює вплив озону на бджіл як на біологічний

об'єкт, тобто підвищення концентрації, отже осушувальних і бактерицидних властивостей впливає позитивно до певного значення концентрації, а далі спад, внаслідок гнітючої дії озону на бджіл.

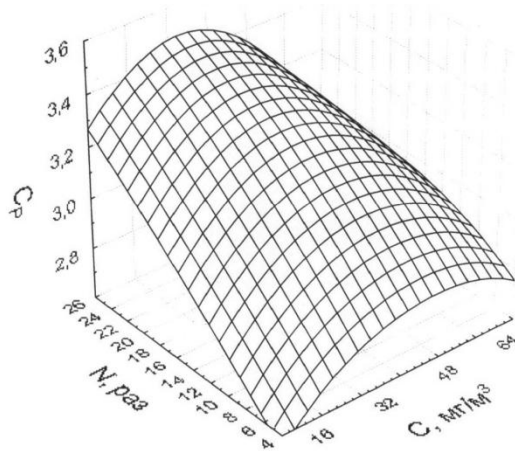


Рис. 2.4. Діаграма впливу концентрації озону і періодичності обробок на ступінь розвитку бджолиних сімей

Результатами експерименту є виявлення оптимального режиму обробки бджіл, при якому досягнуто збільшення параметра ступеня розвитку бджолосімей на 39,4% ($C_p = 3.6481$) за 24 діб в порівняння з контрольною групою ($C_p = 2.6276$). Найбільший ефект досягається при концентрації озону 32 мг/м³ в озоноповітряній суміші, що надходить у вулик, при експозиції 24 години на добу з періодичністю 2-4 рази за 24 доби, тобто при постійній обробці.

Висновки по розділу 2

1. Отримані результати дозволяють визначити безпечну режимну область електроозонування, що може бути використано для визначення режимів стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей, а також для розробки способів лікування хвороб бджіл.

2. На підставі експериментального дослідження режимних параметрів електроозонування бджолиних сімей побудована математична модель, яка визначає залежність ступеня розвитку від концентрації озону, експозиції і

періодичності обробок. Дана модель дозволила встановити режим обробки, що поліпшує весняний розвиток бджолиних сімей на 39%: концентрація 32 мг/м³, експозиція 24 години, з періодичністю 1 раз на добу, протягом 24 днів.

3. Встановлено режими електроозонування проти аскосферозу: а) для профілактики і лікування – концентрація озону 250 мг/м³, експозиція 1 година, дворазово з періодичністю 7 днів; б) з важкими клінічними ознаками – концентрація 500 мг/м³, експозиція 1 година, в чотири рази з періодичністю 7 днів.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРООЗОНАТОРА ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ ВЕСНЯНОГО РОЗВИТКУ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

3.1 Технологічні вимоги для установки електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей

Технічна реалізація електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей повинна здійснюється на підставі результатів проведених досліджень, відповідно до особливостями технологій розведення і утримання бджіл і виробництва продуктів бджільництва. Внаслідок чого доцільно висунути ряд вимог до установки електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей.

Вимоги до установки електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей:

1. Установка повинна забезпечувати подачу озоноповітряної суміші в вулик із зовнішнього простору.
2. Установка повинна мати малі масогабаритні показники. Розрядний проміжок електроозонатора повинен забезпечувати необхідну продуктивність.
3. Електроозонатор повинен забезпечувати діапазон концентрацій озону на виході 32-500 мг/м³.
4. Простота в експлуатації.
5. Забезпечення довготривалого режиму роботи.
6. Низькі капітальні вкладення для впровадження технології;

На підставі даних вимог проведена розробка установки відповідно до функціонально структурної схемою на рис. 2.1. Конструкційні особливості розрядного пристрою описані в пункті 3.2.

3.2 Опис експериментальної установки

Для отримання чіткого уявлення про вплив режимних факторів на ефективність роботи електроозонатора, а також перевірки припущення про те, що зменшення теплових втрат і нагрівання в розрядному проміжку за рахунок регулювання параметрів напруги живлення може привести до необхідного підвищення продуктивності озонатора, були проведені експерименти на створеній озоногенеруючій установці. Установка створювалася на базі технологічних вимог по обробці бджіл, з можливістю забезпечення варіації режимних параметрів і виконання вимірювань. Схема установки приведена на рис. 3.1.

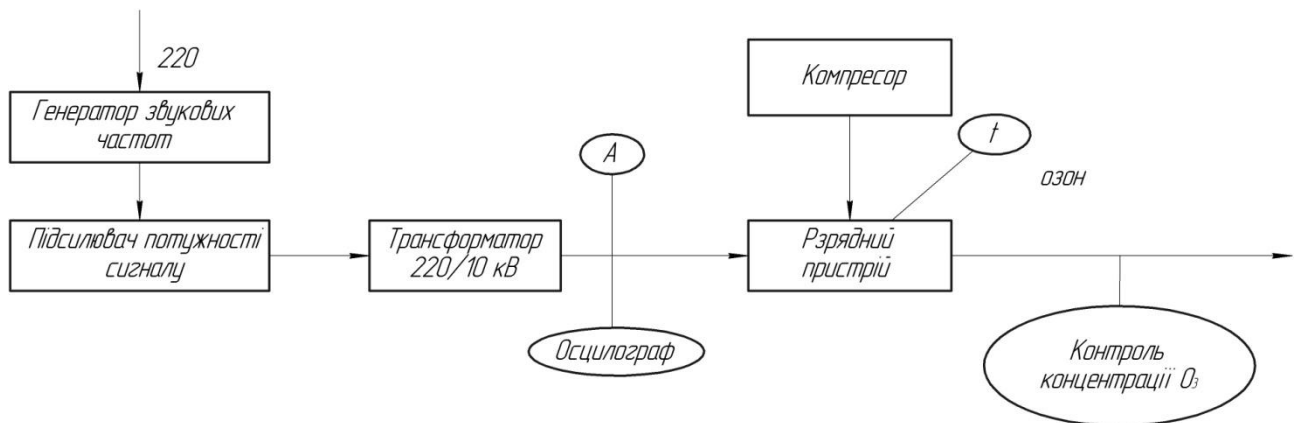


Рис. 3.1. Функціонально-структурна схема лабораторної установки

Експериментально досліджувався розрядний проміжок з плоскою системою електродів. Як матеріал діелектричного проміжку прийнято скло діаметром 2,2 мм, для забезпечення максимальних значень напруги електричного поля в об'ємі протікання бар'єрного розряду, при дотриманні рівномірності поширення стримеров в об'ємі розрядного проміжку. Найбільш ефективна величина повітряного зазору в розрядному пристрою на думку ряду дослідників лежить в межах 2...3 мм. З метою достатнього повітрообміну в розрядному пристрої, кращого охолодження електродних пластин, відстань між електродами було прийнято рівним 2,5 мм. Вибір матеріалу електродів здійснюємо за рахунок використання матеріалу, спочатку має нижчу енергію

роботи виходу електрона. Одним з умов вибору матеріалу електродів електроозонатора з більшою кількістю носіїв заряду за рахунок вторинної; емісії є зниження роботи виходу електрона. Таким чином, для забезпечення максимальної продуктивності генератора озону, що розглядається в конструкції необхідно використовувати алюмінієві електроди. Для запобігання крайових ефектів електроди мають закруглені краї.

Джерело живлення складається з високовольтного трансформатора ТГ 1020А, потужністю 220/10 кВ, підсилювача потужності сигналу У4-28 і генератора частоти ГЗ-56, який забезпечує різні варіації частот. Подача повітря здійснювалася компресором АЕН-3, в якому передбачена можливість плавно регулювати подачу повітря.

В- процесі дослідження вимірювалися концентрація озону, амплітуда, середнє значення і частота сигналу напруги живлення, амплітуда, середнє значення і частота сигналу струму, температура розрядного проміжку. Для контролю напруги, форми і частоти сигналу, вимірювання активної, потужності використовувався електронний двоканальний, який має функцію інтегрування. осцилограф АСК-2023, підключений до зовнішніх електродів розрядного пристрою за допомогою додаткового опору; силу струму вимірювали непрямим методом за допомогою осцилографа і зразкового резистора, контроль температури повітря здійснювався ртутним термометром СП - 64, з шкалою поділки 0,5 °С.

3.3 Дослідження впливу діючого значення напруги живлення і частоти струму на активну потужність розрядного пристроїв

На підставі теоретичних досліджень визначено режимна область, в якій проводився експеримент. Незалежними змінними прийнято:

1 - U – діюче значення напруги живлення, 3 рівня – 7,5; 11,8; 14,2 кВ, де значення напруг, менше зазначених при рівнях може привести до нестійкого

розряду, а більше привести до пробою діелектричних бар'єрів для даної конструкції пластинчастого електроозонатора;

2 - f – частота струму, 3 рівня – 50; 155; 295 Гц, де значення частоти 1-го рівня прийнято як мережева частота, а вибір значення змінної вище 3-го рівня не доцільний, на підставі попередніх досліджень.

Залежними змінними були прийняті:

1 – P – потужність, Вт;

2 – $\tau_{об}$ – температура діелектричних бар'єрів, °С;

3 – $P_{нач}$ – початкова продуктивність електроозонатора, мг/хв;

4 – $P_{уст}$ – встановлена продуктивність електроозонатора, мг/хв..

Найбільший вплив на значення потужності надає частота струму, з якої встановлена стійка кореляційний зв'язок. Так наприклад при 3-му рівні x_1 ($U=14,2$ кВ), 1-му рівні x_2 ($U = 50$ Гц) значення потужності $P = 3$ Вт, вже при 2-му рівні x_2 ($f= 155$ Гц) значення потужності $P = 19,6$ Вт, а при 3-му рівні x_2 ($f=295$ Гц) значення потужності $P = 33$ Вт, що натурально свідчить про високу значимість впливу фактора частота струму на залежну змінну.

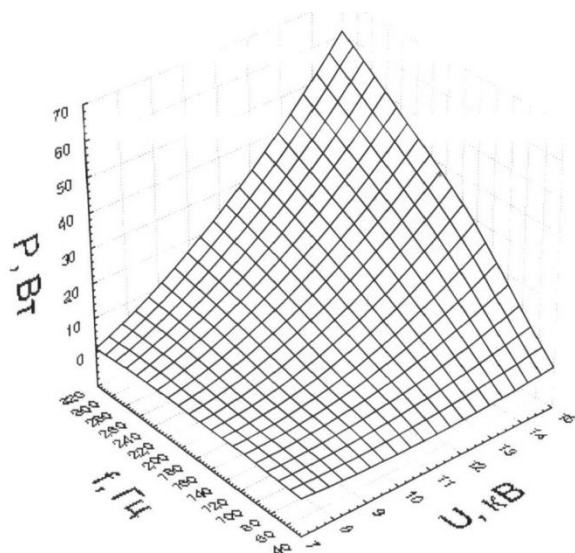


Рис. 3.2. Вплив напруги живлення і частоти струму на значення активної потужності

3.4 Розробка електроозонатора для стимуляції весняного розвитку бджолиних сімей

Дослідження, описані в розділі 2 показали, що обробка бджіл озоном, в період весняного нарощування, дозволяє отримати покращення росту бджолиних сімей по параметру ступеня розвитку на 39%, і крім цього надає можливість екологічно чистим способом боротися із захворюванням бджіл, таким як аскосфероз. Для використання отриманих ефектів в сільськогосподарському виробництві необхідно розробити недорогий, мобільний промисловий зразок електроозонатора. Основні вимоги до такої установці викладені в пункті 3.1.

Важливою особливістю технологічного процесу є те, що озоноповітряну суміш необхідно подавати в підрамочний простір вулика, таким чином, щоб не завдати негативного впливу на бджіл і параметри внутрішньовуликового мікроклімату. Для цього електроозонатор повинен розташовуватися поза вуликом, що можна здійснити помістивши розрядний пристрій в герметичний корпус і прокачувати через нього повітря компресором, подавати озоноповітряну суміш по гнучким трубопроводах у внутрішньовуликовий простір, відповідно до структурної схемою (рис. 2.1). Продуктивність пристрою за кількістю озоноповітряної суміші визначається продуктивністю компресора і повинна бути порівнянна з внутрішньо-вуликовим повітрообміном.

Відповідно до проведених польових досліджень електроозонатор повинен працювати в 3-х режимах:

1. У режимі стимуляції розвитку електроозонатор повинен забезпечувати концентрацію 32 мг/м^3 протягом всього терміну обробки.

2. Для профілактики і лікування аскосферозу бджіл зі слабкими клінічними ознаками, обробку необхідно проводити з концентрацією 125 мг/м^3 протягом 6 годин, з періодичністю 7 діб, не менше 2-х раз.

3. Для лікування аскасферозу бджіл з сильними клінічними ознаками, обробку необхідно проводити з концентрацією 500 мг/м^3 протягом 6 годин, з періодичністю 7 діб. Обробку проводять до зникнення клінічних ознак.

Для реалізації даних режимів були використані результати власних досліджень. Таким чином, першому режиму відповідає $U = 7,5 \text{ кВ}$, $f = 295 \text{ Гц}$; другому режиму відповідає $U = 11,8 \text{ кВ}$, $f = 185 \text{ Гц}$; третьому режиму відповідає $U = 14,2 \text{ кВ}$, $f = 155 \text{ Гц}$. Такий розподіл параметрів напруги живлення дозволяє реалізувати джерело живлення електроозонатора на простому схемному вирішенні, яка має низьку вартість і високу надійність, представлена на рис. 3.3.

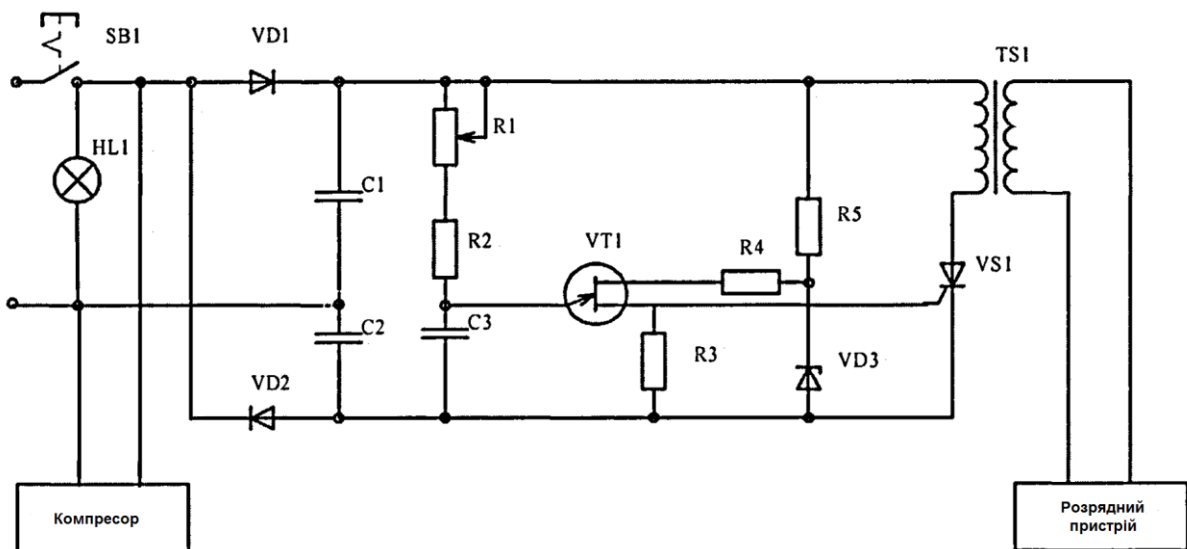


Рис. 3.3. Принципова схема електроозонатора

Принцип дії розробленого електроозонатора полягає в наступному: напруга живлення подається на компресор і блок живлення і через блок управління на джерело живлення високої напруги електроозонатора, внаслідок чого джерело живлення подає високу напругу до електродів електроозонатора, приводячи його в роботу, а компресор подає повітря в герметичний корпус електроозонатора, де він змішується з озоном, в результаті, на виході отримуємо озонповітряну суміш із заданою концентрацією озону.

Регулювання продуктивності установки здійснюється зміною параметрів напруги живлення розрядного проміжку: $U = 7,5 \dots 15 \text{ кВ}$, $f = 50 \dots 300 \text{ Гц}$. Інтервал

робочих температур – від мінус 10 С до +40 С. Відносна вологість навколишнього повітря 98%, при температурі до + 25 °С

Режим роботи тривалий. Ступінь захисту І Р54 по ДСТУ 14254. Клас захисту від ураження електричним струмом – ІІ.

Технічні дані:

1. Габаритні розміри, мм, не більше - 330×180×130.
2. Маса, кг, не більше - 2,5
3. Напруга живлення 220 В змінного струму частотою 50 Гц.
4. Продуктивність по озону, від 3,5 до 10 г/год.
5. Продуктивність за кількістю озоноповітряної суміші 0,09 м³/год.
6. Потужність, не більше – 25 Вт.
7. Електричний опір ізоляції між контактними зажимами висновків і корпусом озонатора, МОм, не менше – 10.

Установка дозволяє обробляти одночасно 4 бджолиних сім'ї.

Висновки по розділу 3

Розроблено електроозонатор і технологію електроозонування бджолиних сімей, що дозволяє проводити обробку одночасно 4-х бджолиних сімей в 3-х режимах: 1) стимуляції розвитку, 2) профілактики і лікування аскосферозу, 3) лікування аскосферозу з важкими клінічними ознаками та інших хвороб бджіл.

ВИСНОВКИ

На підставі експериментальних досліджень режимних параметрів електроозонування бджолиних сімей побудована матмодель, яка визначає залежність ступеня розвитку від концентрації озону, експозиції і періодичності обробок. Дана модель дозволила встановити режим електроозонування, що поліпшує весняний розвиток бджолиних сімей на 39%: концентрація 32 мг/м^3 , експозиція 24 години, з періодичністю 1 раз на добу, протягом 24 днів.

Встановлено режими електроозонування проти аскосферозу:

1) для профілактики і лікування – концентрація озону 250 мг/м^3 , експозиція 1 година, дворазово з періодичністю 7 днів;

2) з важкими клінічними ознаками – концентрація 500 мг/м^3 , експозиція 1 годину, в чотири рази з періодичністю 7 днів.

Розроблено електроозонатор і технологія електроозонування бджолиних сімей, що дозволяють проводити обробку одночасно 4-х бджолиних сімей в 3-х режимах:

1) стимуляції розвитку,

2) профілактики і лікування аскосферозу,

3) лікування аскосферозу з важкими клінічними ознаками та інших хвороб бджіл.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Филипов Ю. В., Вобликова В. А., Пантелеев В. И. Электросинтез озона. – М.: Изд.МГУ, 1987. 237 с.
2. Фиошин М. Я., Смирнова М. Г. Электросинтез окислителей и восстановителей. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Химия, 1981. 212 с.
3. Кожин В. Ф. Установки для озонирования воды. Москва : Стройиздат, 1968. —171 с.
4. Шапиро С. В., Саенко А. Г. Высокочастотные озонаторы со спиральными электродами. Монография. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2019. 152 с.
5. Лелевкин В. М., Токарев А. В. Барьерные и коронные разряды - генераторы озона. Монография. Бишкек: Кыргызско-Российский Славянский университет (КРСУ), 2020. 240 с.
6. Шапиро С. В., Саенко А. Г., Садыков М. А., Мичков Е. В. Высокочастотный озонатор с охлаждаемым алюминиевым электродом // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2014. Т. 10. № 1. С. 49–56.
7. Колтовой Н. А. Ионизаторы воздуха. Книга 7. Часть 21. Москва. 2017. 54с.
8. Лунин В. В., Попович М. П., Ткаченко С. Н. Физическая химия озона. Москва : Изд-во МГУ, 1998. 480 с
9. Шапиро С. В. Высокочастотный озонатор с адиабатическим охлаждением (методом Джоуля-Томпсона). «Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии». Материалы Первой Всероссийской конф. М.: Изд-во ЧеРо-2005, «Книжный дом Университет», 2005. С. 140–141.
10. Дунаев С. А. Парарезонансный полупроводниковый озонатор с широтно-импульсным регулированием: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05 Уфим. гос. авиац. техн. ун-т, Уфа, 2000. 237 с.

11. Шапиро С. В. Резонансные явления в высоковольтном трансформаторе питания озонатора повышенной частоты // Управляемые электрические цепи и электромагнитные поля: межвузовский научный сборник. – Уфа: УГАТУ, 1997. С. 89–96.

12. Применение озона в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс] URL:<http://www.medozone.com.ua/primeneniye-ozona-v-sh-i-promyshlennosty/24-primeneniye-ozonnyh-tehnologiy-v-selskomhozyaystve.html> (дата обращения: 24.12.2020).

13. Ультразвуковые и субультразвуковые генераторы озона / С. В. Шапиро, С. А. Дунаев, А. Г. Саенко, М. А. Садыков, Е. В. Мичков. LAP Lambert Academic Publishing, 2014. 120 с.