

В.Д. Броварський, В.Ф. Череватов,
Г.Г. Савчук, О.В. Череватов

РЕПРОДУКЦІЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ КОМАХ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

**В.Д. Броварський, В.Ф. Череватов, Г.Г. Савчук,
О.В. Череватов**

РЕПРОДУКЦІЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ КОМАХ

Навчальний посібник



Чернівці

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

2024

УДК 638.082.4(075.8)
Б 880

Друкується за ухвалою вченої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича
(протокол № 1 від 29.01.2024)

Рецензенти:

Сахацький М.І., доктор біологічних наук, професор, академік
НААН України, завідувач кафедри біології тварин Національного
університету біоресурсів і природокористування України;

Ковальський Ю.В., доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри технології виробництва і переробки продукції
дрібних тварин Львівського національного університету ветеринарної
медицини та біотехнології імені С.З. Ґжицького.

Броварський В.Д., Череватов В.Ф., Савчук Г.Г., Череватов О.В.
Б 880 Репродукція та селекція комах : навч. посібник /
В.Д. Броварський, В.Ф. Череватов, Г.Г. Савчук, О.В. Череватов.
Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2024. 176 с.
ISBN 978-966-423-856-1

Видання містить інформацію про використання комах у різних
сферах народного господарства. Значна частина посібника присвячена
питанням розмноження та селекції медоносних бджіл, тому має практичний
характер. Зокрема, описаний метод проведення інструментального
осіменіння бджолиних маток та його особливості.

Для студентів спеціальностей «Біологія», «Біотехнології і біоінженерія»
вищих навчальних закладів; учителів шкіл, ліцеїв, гімназій, викладачів
коледжів; спеціалістів у матковивідній справі.

УДК 638.082.4(075.8)

ISBN 978-966-423-856-1

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2024

© Броварський В.Д., Череватов В.Ф.,
Савчук Г.Г., Череватов О.В., 2024

ВСТУП

Комахи – домінуючий компонент серед тваринного світу на Землі. Вони переважають не тільки за кількістю видів, а й за кількістю особин. За біомасою та взаємодією з іншими наземними організмами комахи є основною складовою наземних екосистем. Комахи важливі через їхню різноманітність; екологічну роль; вплив на сільське господарство, здоров'я людини та природні ресурси. Вони здійснюють кругообіг поживних речовин, запилюють рослини, розсіюють насіння, підтримують структуру та родючість ґрунту, контролюють популяції інших організмів і є основним джерелом їжі для інших таксонів (Maier, 1987; Scudder, 2017).

Людство використовує комах з давніх-давен. Ще до н. е. первісні люди грабували гнізда бджіл у дуплах дерев, тріщинах скель для отримання меду. Вирощування шовкопряда для отримання шовку почалося до 4700 р. до н. е. Фумігація через спалювання токсичних рослин для знищення комах-шкідників датується приблизно 1200 роком до н. е. Комахи змагаються з людьми за продукти харчування з часу обробки ґрунту. Продукти життєдіяльності деяких комах і біологічні рідини використовуються в медичній терапії (слина, отрута, прополіс, перга, маточне молочко тощо), в промисловості (шелак, кармін, бджолиний віск) до нашого часу (Wigglesworth, 2012). Людина також застосовує комах для розкладання гною, падла, в біологічному методі боротьби зі шкідниками тощо (van Huis & Tomberlin, 2017).

Завдяки різноманітній формі і розмірам, швидкій відтворюваності комах використовують в численних дослідженнях живого світу. Вони відіграли центральну роль у багатьох наукових відкриттях з біомеханіки, біології розвитку, екології, еволюції, генетики, палеолімонології, фізіології, зміни клімату (Scudder, 2017).

В останні десятиліття широко обговорюються питання отримання альтернативних джерел білка внаслідок зростання населення Землі. За підрахунками ООН, у 2050 р. населення планети перевищить 9 мільярдів. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації (Food and Agriculture Organization, FAO), щоб прогодувати таке зростаюче населення необхідно збільшити виробництво продуктів харчування на 70 %. Комахи містять поживні речовини, багаті білком, жирними кислотами, вітамінами та мінералами, внаслідок чого деяких з них використовують як корм для тварин і їжу для людей. Комахи – природний компонент раціону таких тварин, як м'ясоїдні риби, свійська птиця та свині. Наприклад, комахи можуть забезпечити до 70 % потреб у раціоні форелі. Рівень концентрації білка в організмі комах, призначених для годування тварин, коливається від 55 % до 75 %. В Латинській Америці, Африці та Азії їстівних комах споживають як їжу протягом століть. Існує понад тисячу ідентифікованих видів комах, яких споживають на певній стадії життєвого циклу. Комахи можуть стати загальноприйнятим компонентом раціону харчування в західних суспільствах, включно з Європою. Вирощування комах для отримання певних стадій їх життєвого циклу для використання як корм для тварин та їжа для людей може забезпечити розв'язання глобальної продовольчої проблеми (Insects as food and feed: <https://ipiff.org/general-information>).

Зміна клімату, руйнування середовищ існування, поширення інвазивних видів, вплив пестицидів та інших факторів спричинюють зменшення кількості або й зникнення багатьох видів комах, що викликає стурбованість громадськості. Збереження комах як основної складової багатьох екосистем – важливе завдання ентомологів.

1. ЗНАЧЕННЯ КОМАХ

1.1. Екологічна роль комах

Комахи створюють біологічну основу всіх наземних екосистем. Вони – ключовий компонент харчової мережі в наземній, прісноводній екосистемах, адже є основним джерелом їжі для багатьох таксонів. Личинки водних комах служать харчем для риб, різні стадії розвитку наземних комах становлять основну частину їжі для багатьох представників земноводних, плазунів, птахів, ссавців. Наприклад, виживання мартинів, ластівок і стрижив майже повністю залежить від літаючих комах (Scudder, 2017).

Ґрунтові комахи необхідні для підтримки продуктивних сільськогосподарських екосистем, що сприяє продовольчій безпеці (Cock et al., 2012).

Багато таксонів комах – копрофаги, які живляться екскрементами, прискорюють розкладання органічних залишків, чим забезпечують гуміфікацію ґрунту і підвищують його родючість. До комах-копрофагів належать жуки-скарабей родин Geotrupidae та Scarabaeidae, личинки двокрилих тощо (Scudder, 2017).

Комахи-фітофаги становлять щонайменше 25 % усіх живих видів на землі. Травоїдні комахи впливають на конкурентну взаємодію в рослинних угрупованнях, впливаючи на їх видовий склад. Незначна частина комах-фітофагів, які є потенційними шкідниками певних культур, стають їх основними шкідниками. Наприклад, однією з найруйнівніших комах у світі є *Nilaparvata lugens* (Stål) – цикадка коричнева. Цей вид цикад харчується рослинами рису – основної культури майже для половини населення світу, щороку завдаючи значних економічних збитків (Nault, 1994). Однак більшість основних комах-шкідників у сільському господарстві є немісцевими видами, які були інтродуковані в нову екосистему, зазвичай, без своїх природних біологічних агентів боротьби (Scudder, 2017).

Велика кількість комах є природними ворогами інших комах. Комах-ентомофагів може бути стільки ж, а можливо, й більше, як здобичі чи господарів. Звичка харчуватися іншими комахами притаманна основним рядам комах. Комахи-хижаки та паразитоїди беруть участь у природному контролі комах (Koul & Dhaliwal, 2003). Людина широко використовує деяких з них для природного біологічного контролю. Біологічні методи боротьби зі шкідниками підтримують стабільність сільськогосподарських систем у всьому світі та мають вирішальне значення для продовольчої безпеки, доходів сільських домогосподарств і національних доходів у багатьох країнах. Встановлено, що понад 99 % потенційних комах-шкідників мають природних ворогів (Cock et al., 2012).

Запилення комахами надзвичайно важливе для диких і сільськогосподарських рослин. Процес запилення комахами – основа еволюційного розвитку квіткових рослин. Приблизно 85 % покритонасінних рослин запилюються комахами. Запилення має велике економічне значення у садівництві, тепличному господарстві, при вирощуванні кормових культур (Cock et al., 2012). Однак численні наукові дослідження показують, що різноманітність і кількість запилювачів перебувають під загрозою зникнення унаслідок фрагментації та знищення середовища їх існування, використання пестицидів, інтродукції чужорідних видів, поширення хвороб тощо (Steffan - Dewenter et al., 2005).

1.2. Роль комах у наукових дослідженнях

У тваринному світі комахи розвинули унікальні особливості будови тіла, здатності до польоту, які – справжня несподіванка для експертів у галузі біомеханіки та біоінженерії, оскільки багато з них є нещодавніми винаходами людини. Наприклад, кутикула комах – це багатошаровий композиційний матеріал. Такі матеріали зараз добре відомі в техніці та використовуються там, де потрібні висока міцність та жорсткість у співвідношенні до маси. Екзоскелет комах містить ділянки білка резиліну, які пов'язані з руховою, зокрема, літальною системою. Резилін був названий

«найдосконалішою гумою з відомих» завдяки його високій еластичності (він легко деформується) і міцності при розтягуванні (Grimaldi & Engel, 2005).

Комахи стали першими тваринами, у яких розвинулися крила, під час пізнього девону або раннього карбону. Вони залишаються неперевершеними в багатьох аспектах аеродинамічних характеристик і маневреності. Аеродинамічні властивості та конструкція крил деяких комах удосконалилися настільки, що перевершують конструкцію створених людиною літаків і літальних апаратів. Крила комах зазвичай виробляють у два-три рази більшу підйомну силу, ніж це можна підрахувати традиційною аеродинамікою. Вивчення аеродинамічних характеристик польоту комах відкрили нові можливості в льотних технологіях і знайшли застосування в розробці літаків, літальних апаратів, лопатей турбін, гоночних автомобілів тощо (Ellington, 1999).

Вивчення мікроструктури спеціальних органів світіння – лантерн – жуків-світляків роду *Photuris* родини Світлякові (*Lampyridae*) виявило наявність на їх поверхні лусочок. Краї лусочок налягають один на один наче черепиця, піднімаючись вгору на 3 мкм, що збільшує яскравість світіння комах на 50 %. Це відкриття допомогло створити ефективніші світлодіодні світильники (Bay et al., 2013).

Використання комах у генетичних дослідженнях дало змогу започаткувати сферу сучасної генетики. *Drosophila melanogaster* Meigen – найвідоміша комаха, за допомогою якої вдалося прояснити або відкрити такі фундаментальні поняття генетики, як кросинговер; зчеплення; мутація; успадкування, зчеплене зі статтю; лінійне розташування генів у хромосомах. Дрозофіла відіграла важливу роль у дослідженні природи та дії генів, у розробці законів спадковості (Roberts, 2006).

Генетичні дослідження тісно пов'язані з біологією розвитку. Наприклад, з'ясування функцій генів сегментарної полярності, які контролюють первинний сегментарний патерн у дрозофіли, зробило значний внесок у розробку полярної моделі розвитку тварин (Roberts, 2006). Гомеобокс гени, вперше ідентифіковані завдяки гомеотичним мутаціям у дрозофіли, є

маркерами формування плану будови тіла зародка вздовж передньо-задньої осі ембріонів тварин, тобто відіграють важливу регуляторну функцію в ембріональному розвитку (Akam, 1995). Докази запрограмованої загибелі клітин – апоптозу – спочатку були отримані завдяки генетичним дослідженням нематоди *Caenorhabditis elegans* Маурас, однак використання дрозофіли значно розширило розуміння механізму і регуляції клітинної смерті у процесі розвитку організму (White et al., 1994).

Комахи внесли свою лепту і в еволюційне вчення. В результаті дослідження комах встановлено, що багато різних видів існують завдяки різним процесам видоутворення. Передумовою цього відкриття стало виявлення двох популяцій дрозофіл, які систематики не могли відрізнити, але які не схрещувалися одна з одною, хоча добре розмножувалися в кожній популяції. Пізніше види-сестри були виявлені в більшості інших груп комах. Такі види генетично близькі та майже морфологічно ідентичні, однак демонструють сильну репродуктивну ізоляцію у формі гібридної стерильності, гібридної нежиттєздатності та асортативного парування. Досягнення в молекулярному та генетичному розумінні генів видоутворення дрозофіли розкрили генетичні основи гібридної нежиттєздатності та стерильності (Mallet, 2006). Уявлення про те, що презиготична репродуктивна ізоляція може бути посилена, коли алопатричні таксони стають симпатричними, і що жоден механізм ізоляції не є «матеріалом видоутворення», було результатом досліджень дрозофіл (Cooper & Orr, 1989). Комахи відіграли основну роль у демонстрації того, що важливими компонентами симпатричного видоутворення є розділення рослини-хазяїна (Huettel & Bush, 1972), спеціалізація середовища проживання (Rice & Salt, 1988) або сезонні зміни (Tauber & Tauber, 1981).

Комахи також використовували для вивчення фундаментальних проблем фізіології. Наприклад, відкриття цитохромів було результатом дослідження фізіології комах (Wigglesworth, 2012). Вивчення фізіології виділення тісно пов'язано з дослідженням

мальпігієвих каналців комах завдяки можливості ізолювати окремі каналці та забезпечувати їх функціонування *in vitro*. Мальпігієві каналці завдяки різній структурі виконують різноманітні функції (Wigglesworth, 2012).

Дослідження літальних м'язів комах встановило, що вони генерують більше енергії, ніж будь-яка інша тканина тваринного світу, тому що мають надзвичайно високу швидкість метаболізму. Унікальною особливістю більшості літальних м'язів комах є те, що тонкі розгалуження системи трахей і трахеол глибоко проникають у м'язові волокна. У більшості комах для польоту використовуються вуглеводи, але багато представників лускокрилих та прямокрилих мають здатність використовувати ліпіди, а в деяких видів комах використовується пролін (Beenackers et al., 1985).

Дослідження здатності комах адаптуватися до низьких температур прояснили явища морозостійкості, переохолодження, а також роль антифризних білків і кріопротекторів. Багатоатомний спирт гліцерин та інші багатоатомні спирти, такі як маніт, сорбіт і трейтол, запобігають переохолодженню комах (Lee & Denlinger 1991).

Комахи – найкращий матеріал для екологічних досліджень, завдяки яким виявили багато аспектів популяційної динаміки; регулювання чисельності популяції хижаками, паразитами або паразитоїдами; з'ясували фактори, які залежать і не залежать від щільності популяції (Wigglesworth, 2012). Поширення та переміщення комах-шкідників викликає зростаюче занепокоєння. Переміщення організмів з одного середовища проживання в інше може мати глибокий вплив на структуру та динаміку харчових мереж (Polis et al. 2004). Дослідження харчових мереж між комахами та рослинами показали, що фрагментація середовища проживання впливає на трофічні процеси в дуже складних харчових мережах, які охоплюють сотні видів (Valladeres et al., 2006).

Отже комахи – поширений об'єкт у лабораторних дослідженнях від генетики і клітинної біології до біології розвитку, поведінки, екології, еволюції та фізіології.

1.3. Комахи як їжа та корм

У світі зростає кількість населення, внаслідок чого підвищується потреба в їжі, особливо білку. В останні роки комахи дедалі більше пропагуються як альтернативний, екологічно стійкий спосіб виробництва білка для годування тварин і споживання людиною, що допомогло б підтримувати продовольчу безпеку. Використання комах для виробництва білка – імовірний спосіб повної експлуатації та переробки органічних побічних продуктів промисловості та сільського господарства, оскільки вони ефективно споживають та засвоюють поживні речовини з дифузних, уже використаних ресурсів, і концентрують їх у тканинах свого тіла. Порівняно з традиційними виробничими тваринами комахи мають короткий час розвитку, можуть утримуватись у високій щільності, не вимагаючи значних площ для високопродуктивного виробництва (van Huis, 2013).

Виробництво комах можна розділити на дві основні частини – розведення та отримання біомаси. Розведення стосується дорослих особин і процесу сприяння оптимальному відтворенню для заселення лотків, вирощування молоді та отримання біомаси. Розведення також включає створення майбутніх поколінь племінного поголів'я, для чого необхідно застосовувати популяційно-генетичні концепції (генетичну мінливість, інбридинг, дрейф, відбір). Нарощування біомаси личинок або німф триває від кількох тижнів до кількох місяців залежно від виду та умов вирощування. При виробництві біомаси важливо враховувати температуру та дієту (Jensen et al., 2017).

З промислового погляду на даний момент існує лише кілька видів комах, для яких розроблено протоколи розведення, що дозволяє виробництво на рівні тоннажу біомаси. До них належать три види з ряду Твердокрилі (Coleoptera) родини Чорнотілки (Tenebrionidae) – хрущак борошняний великий (*Tenebrio molitor* L.), хрущак смоляно-бурий – (*Alphitobius diaperinus* Panz.) і *Zophobas morio* Fabricius (van Broekhoven et al., 2015); чотири види з ряду Прямокрилі (Orthoptera), два види з родини Справжні цвіркуни (Gryllidae) – цвіркун хатній (*Acheta*

domesticus L.) і цвіркун смугастий або цвіркун хатній індійський (*Grylloides sigillatus* Walker), а також два види з родини Саранові (Acrididae) – сарана перелітна (*Locusta migratoria* L.) і сарана пустельна (*Schistocerca gregaria* Forsskål) (Oonincx et al., 2010; Zielińska et al., 2015); два види з ряду Таргани (Blattodea) – тарган американський (*Periplaneta americana* L.) (Sánchez-Muros et al., 2014) і тарган аргентинський (*Blaptica dubia* Serville) (Oonincx та ін. 2010); два види з ряду Двокрилі (Diptera) – левинка чорна (*Hermetia illucens* L.) (Surendra et al., 2016) і муха кімнатна (*Musca domestica* L.) (Hussein et al., 2017), а також з ряду Лускокрилі (Lepidoptera) шовкопряд шовковичний (*Bombyx mori* L.) (Sánchez-Muros et al., 2014).

Хрущак борошняний великий (*Tenebrio molitor*) трапляється у всьому світі, частково через глобалізацію. Він ненаситний, імаго та личинки споживають зерно, борошно, висівки, сухарі, сухі фрукти, корм для тварин, тому це шкідник. Хрущак смоляно-бурий (*Alphitobius diaperinus*) походить з Африки та середземноморських регіонів світу, але тепер його можна побачити у всьому світі в місцях масового вирощування птиці. Він вважається одним із головних шкідників птахівництва через здатність споживати корм, пошкоджувати пташники, переносити патогени. *Zophobas morio* у природі водиться у тропічних регіонах Центральної та Південної Америки. Личинок чорнотілок називають «борошняними черв'яками». Личинка *Z. morio* може вирости до 4–6 см в довжину, тому її називають гігантським борошняним черв'яком. Личинки Tenebrionidae дуже схожі на личинок коваликів – дротяників, тому їх ще називають несправжніми дротяниками, які відрізняються від справжніх випуклою головою, наявністю верхньої губи і довшими передніми ногами порівняно з середніми та задніми. Личинки чорнотілок мають високий вміст білка та жиру, тому їх розводять на корм для риб в акваріумах, плазунів у тераріумах, комахоїдних птахів. Личинки *Z. morio* також можна використовувати як часткову заміну рибного борошна для теляпії, яка вирощується на фермах (Jabir et al., 2012). Через масове виробництво ці види тепер вважаються корисними. Їх личинки продають живими або сушеними, також

можуть бути оброблені як харчові продукти для людей. Розвиток від яйця до дорослої особини охоплює приблизно чотири місяці залежно від умов середовища (van Huis & Tomberlin, 2017).

Цвіркун хатній (*Acheta domestica*) поширений у всьому світі в основному завдяки діяльності людини. Цвіркун смугастий (*Grylloides sigillatus*) дещо менший за цвіркуна хатнього, поширений у регіонах світу з тропічним та субтропічним кліматом. Масове вирощування цих видів у культурі дає можливість отримати високоцінний білковий продукт. Дорослих особин використовують для отримання борошна або інших продуктів, які споживають люди і тварини, представники комахоїдних членистоногих, амфібій, рептилій, птахів. Тривалість життєвого циклу залежить від умов утримання, але зазвичай становить два-три місяці (van Huis & Tomberlin, 2017).

Сарана перелітна (*Locusta migratoria*) та сарана пустельна (*Schistocerca gregaria*) – шкідники у багатьох регіонах світу. При масовому розмноженні вони здатні збиратися у зграї і знищувати посіви сільськогосподарських культур на великих площах. Цих комах масово розмножують, дорослі особини використовуються як їжа для людини. Розвиток від стадії яйця до дорослої особини триває приблизно три місяці залежно від умов середовища.

Тарган американський (*Periplaneta americana*) і тарган аргентинський (*Blattella germanica*) – види тропічних тарганів, найбільші представники ряду Таргани. Тарган американський походить з Африки та Близького Сходу, завезений в Америку внаслідок людської комерційної діяльності. Він усеїдний, вважається шкідником та умовно-патогенним видом, оскільки живиться продуктами харчування людини і може переносити хвороботворні бактерії. Тарган аргентинський – ендемік Південної Америки. Особливість цього виду полягає в тому, що самки народжують незрілих особин, тобто стадія яйця не існує поза організмом самки. Американського і аргентинського тарганів штучно вирощують у всьому світі як корм для домашніх тварин – павуків, земноводних, рептилій. Їх можна

виросувати на різних фруктових дістах. Життєвий цикл таргана аргентинського може тривати шість місяців залежно від умов утримання, а тарган американський має найдовший життєвий цикл, який становить приблизно до 700 днів (van Huis & Tomberlin, 2017).

Левинка чорна (*Hermetia illucens*) поширена в тропічних і помірних регіонах світу, однак завдяки її використанню як засобу для переробки відходів і корму цей вид поширився на територіях промислово розвинених держав. Це муха чорного кольору, на черевці якої є жовті смуги, тому вона дещо схожа на осу. Дорослі особини мають розміри від 2 до 3,5 см. Самки відкладають яйця в компостні купи, звалища рослинних речовин, тваринних відходів. Одна самка відкладає близько 700 яєць. Личинки переробляють будь-які органічні залишки, перетворюючи їх на білок і цінні жири, тому їх вирощують у промислових масштабах як корм для сільськогосподарських і свійських тварин, а також для швидкої переробки компосту (van Huis & Tomberlin, 2017).

Муха кімнатна (*Musca domestica*) поширена у всьому світі через синантропну природу. Дорослі особини мають довжину 0,3 см, сіре забарвлення, живуть від одного до двох тижнів. Розвиток від яйця до дорослої особини триває близько тижня залежно від умов доквілля. Муху кімнатну вважають шкідником через здатність переносити низку патогенів, небезпечних для людини. Однак їх здатність переробляти органічні речовини, які є відходами тваринництва, а також високий уміст білка та ліпідів у личинках робить їх ідеальним кандидатом для масового виробництва та використання як корму для тварин (van Huis & Tomberlin, 2017).

Шовкопряд шовковичний (*Bombyx mori*) одомашнений людиною для виробництва шовку ще до 4700 р. до н. е. Життєвий цикл шовкопряда становить приблизно вісім тижнів залежно від умов утримання. Крім отримання шовку, шовкопряд використовується як їжа для людей, а саме лялечки, які залишаються після отримання шовкової нитки (Wigglesworth, 2012).

Біологія цих видів вивчена достатньо добре, що полегшує їх масове вирощування, але ще багато деталей не з'ясовані, тому справжній потенціал цих та інших видів комах належить розкрити повністю, а саме (Jensen et al., 2017):

- розробити раціони для задоволення специфічних для виду та стадії життя харчових потреб, що слугує максимальному відтворенню або виходу біомаси;

- оптимізувати частоту годування та завантаження корму у виробничі лотки для сприяння найкращій ефективності перетворення корму та зменшення впливу внутрішньої конкуренції серед личинок та німф;

- оптимізувати репродуктивну продуктивність через відбір виробничих популяцій зі зміненим співвідношенням статей (з більшою кількістю жіночих особин);

- оптимізувати щільність личинок у лотках для забезпечення оптимальної біологічної температури;

- диференціювати температуру у виробничій зоні відповідно до стадії розвитку личинок із метою максимального виходу біомаси;

- збільшити обсяг виробництва за рахунок збільшення у виробничих приміщеннях кількості / висоти лотків на 1 м²;

- знизити ризики захворювання, які зростатимуть зі збільшенням обсягу виробництва та щільністю комах, через, наприклад, використання пробіотиків у раціоні.

Порівняно з іншими наземними виробничими тваринами для комах набагато легше створити виробниче середовище, яке забезпечить видоспецифічну біологічну стимуляцію протягом усього життєвого циклу. Тому тривають дослідження щодо оптимізації існуючих й створення нових ефективних продуктивних систем для виробництва високоякісних комах із низькими витратами, тож у майбутньому, ймовірно, з'явиться багато інших видів, яких будуть вирощувати в промислових масштабах (Jensen et al., 2017).

1.4. Вирощування комах для біологічного захисту рослин

Існує велика кількість комах-шкідників диких, сільськогосподарських рослин і лісових насаджень, однак комах-хижаків і комах-паразитоїдів, які беруть участь у природному контролі комах-фітофагів, є стільки ж, а може, і більше (Koul & Dhaliwal, 2003). Людина широко використовує деяких комах-ентомофагів та паразитів для природного біологічного контролю шкідників. Першим успішним використанням було завезення жука *Novius cardinalis* Mulsant з родини Сонечка (Coccinellidae) з Австралії до Каліфорнії в 1888 році для боротьби з *Icerya purchasi* Maskell (Scudder, 2017). *Icerya purchasi* – це шкідник із ряду Напівтвердокрилі (Hemiptera) підряду Грудохоботні (Sternorrhyncha) родини Monophlebidae, який живиться рослинними соками деревних рослин із більш ніж 80 родин, особливо цитрусовими. Цей успіх привів до інтродукції багатьох паразитоїдів і хижих комах для біологічної боротьби зі шкідниками та вдосконалення методів природного біологічного контролю. Проте перед інтродукцією цих комах необхідно вивчити, чи вони не будуть становити загрозу для місцевих видів (Henneberry et al., 2007).

Кочах-хижаків та комах-паразитоїдів, яких використовують в біологічному методі боротьби зі шкідниками рослин, називають корисними комахами. Їх вирощують у лабораторії з метою:

- вивчення біології, з'ясування звичок, місць проживання, відносин із хазяїном, харчових потреб;
- вирощування великої кількості інтродукованих або місцевих видів для випуску в природу, сади, сільськогосподарські угіддя тощо;
- поширення певного виду;
- постачання великої кількості особин для біологічного контролю регулярно або у визначений час (Singh, 1982).

Лабораторне вирощування комах для біологічного контролю шкідників охоплює три біологічні об'єкти: корисний вид, комаху-хазяїна та рослину-хазяїна, або штучну їжу. Щоб розробити програму розведення, необхідно вивчити біологію корисного виду та його комах-хазяїв, а також отримати

інформацію про рослин-хазяїв чи штучні раціони. На вирощування та масове виробництво хижих і паразитичних комах впливає низка факторів: *репродуктивний, поведінковий, навколишнє природне середовище, фізіологічні, генетичні, харчування*. Частина факторів спільні для корисних видів і комах-хазяїв, а частина – специфічні (Singh, 1982).

Репродуктивний фактор – особливість парування, плодючість. Звички паруватися значно відрізняються між видами, і більшість паруються найоптимальніше за температури 18–20 °С. У несприятливому середовищі самку можна заохочувати до парування за допомогою таких прийомів, як а) зміна співвідношення самців і самок; б) припинення годування самки на кілька годин, а потім годування в присутності ситого самця; в) вплив руху повітря у присутності самця/ів; г) утримання за низької температури з подальшим раптовим підвищенням до «оптимальної» температури в присутності яскравого світла; д) піддавання охолодженню або анестезії та подальше утримування із самцем відразу після одужання, але до відновлення повної активності; е) енергійне струшування контейнера, щоб дорослі особини перекинулися разом; є) використання статевих феромонів (Singh, 1982).

Для програми вирощування потрібно використовувати найвищий потенціал плодючості. Правильна годівля, достатня площа поверхонь для відкладання яєць і час відкладання яєць підвищать продуктивність яєць. Тривалість репродуктивного життя виду може бути дуже важливим фактором. Деякі види після появи потомства зберігають життєздатність та плодовитість і продовжують розмножуватися, тоді як інші після відкладання яєць гинуть. Співвідношення статей у комах-паразитів залежить від розміру хазяїна, а саме в організмі хазяїна малого розміру розвивається більше самців, і в певних межах високе співвідношення самки : самці паразита є ефективнішими (Singh, 1982).

До *поведінкових чинників* належать суперпаразитизм, канібалізм, діпауза, надання переваги певному хазяїну, таксис. Суперпаразитизм і канібалізм шкодять розведенню. Суперпаразитизм можна зменшити, підтримуючи оптимальне співвідношення

хазяїн/паразит. Боротьба з канібалізмом – один із головних обмежувальних факторів у вирощуванні хижаків. Потрібно уникати скупчення особин і забезпечувати здобич у надлишку. Необхідно вивчати фактори, які визначають початок і припинення діпаузи, оскільки маніпуляції з діпаузою підвищують ефективність вирощування. Деякі види паразитів повинні харчуватися хазяїном, щоб отримати білок для виробництва яєць, тому оптимальне співвідношення щільності хазяїна та паразита збільшить ефективність. Для комах-паразитоїдів потрібно підготувати список природних і альтернативних хазяїв і вибрати того, який найбільше придатний. Таксис – реакція комахи на подразник, наприклад, орієнтація на світло, що також потрібно максимально використовувати (Singh, 1982).

До факторів *навколишнього природного середовища* належать температура і вологість; світло; аерація; садки для вирощування; мікробні забруднення. Фізичні умови вирощування є такими ж важливими, як біологічні, поведінкові та харчові фактори. Для деяких видів комах необхідні особливі температурні умови, вологість, освітлення та чистота повітря. Вони повинні бути підібрані так, щоб охопити потреби ентомофагів, видів-хазяїв і рослин-хазяїв, окремо або в комбінації. Необхідно знайти компроміс між оптимальними умовами довкілля та максимальною плодючістю для кожного виду. Всі фізичні фактори середовища впливають на комах комплексно, однак дія кожного з них неоднозначна. Оскільки комахи пойкилотермні, температура їх тіла значно залежить від температури довкілля, яка визначає інтенсивність обміну речовин, темпи онтогенезу, тривалість життя, плодючість, кількість генерацій, інтенсивність живлення, розміри тіла і його забарвлення, поведінкові реакції. Температура і вологість тісно пов'язані і прямо впливають на чисельність популяції, її життєздатність через корм. Ці фактори за різкого відхилення від значень екологічного оптимуму викликають загибель організмів (Бегека та ін., 1996).

Температура близько 26 С і відносна вологість 55–65 % оптимальні для вирощування більшості видів комах-хижаків та

комаха-паразитодів. У лабораторних умовах через обмеженість технічних можливостей і неповноту знань біології і екології комах часто не можна створити динаміку добових і сезонних температур і вологості, аналогічну природній, до того ж пов'язану з ритмом добової активності комах. Однак показано, що комахи, які піддалися в період діапаузи дії перемінних температур, мають більшу життєздатність, ніж ті, що перебували за умов постійної температури. Перемінні температури сприяють плодючості імаго і життєздатності потомства при розведенні. У деяких комах вищі за оптимум температури призводять до швидкого розвитку личинок, однак дорослі особини менш активні, ніж ті, які розвиваються повільніше за оптимальної температури. Занадто низька температура може спричинити загибель сперматогоніїв у самців-ентомофагів, унаслідок чого утворення сперматозоїдів стане неможливим. Низька відносна вологість повітря під час відродження личинок з яєць може бути фатальною, а висока спричинить грибкові або інші захворювання, викличе утоплення личинок і асфіксію дорослих особин (Singh, 1982).

Якість і кількість світла має значний вплив на розвиток і здатність до парування певних видів корисних комах. Зокрема, світло разом з іншими факторами середовища впливає на тривалість розвитку, кількість генерацій комах, репродуктивний потенціал особин, поведінку. Світло разом із температурою впливає на інтенсивність фізіологічних процесів, строки настання і тривалості діапаузи, умови реактивації. Встановлена пряма дія довжини світлового дня на інтенсивність дихання, динаміку яйцекладки, плодючість і якість яєць. Непряма дія світла на комах проявляється в пригніченні патогенної мікрофлори. В умовах лабораторного розведення довжина світлового дня легко регулюється, але виникають труднощі в зміні інтенсивності освітлення і спектрального складу світла протягом доби для задоволення відповідних специфічних потреб виду. Світло може спричиняти як стимулюючу, так і пригнічувальну дію на життєздатність культури, змінюючи характер ендокринних процесів (Бегека та ін., 1996).

Якість повітря та його циркуляція впливає на розвиток комах. Паразитоїди дуже чутливі до пилу, тому його потрібно позбутися аж до мінімуму. Штучно створювана аерація повітря сприятливо впливає на газообмін, видаляючи вуглекислоту та інші гази, прискорює випаровування надлишкової вологи, поліпшуючи санітарні умови утримання культури комах. Надлишкове вентилування іноді може призвести до висушування і загибелі яєць деяких видів комах (Бегека та ін., 1996).

Садки для комах – основне обладнання інсектарію. Вибір контейнерів для вирощування залежить від виду, стадії розвитку, розміру, поведінки та кількості комах. Необхідні характеристики садків: наявність захисту від втечі; матеріал, який використовується для виготовлення садків, має бути нетоксичним для комах; наявність належної вентиляції для запобігання накопиченню надмірного тепла, вологи та запаху; можливість легкого чищення, дезінфекції або бути одноразовими; мати відповідний розмір для парування та пошуку хазяїна; придатність для використання на кількох етапах вирощування; стандартність розміру; конструкція садка має передбачати можливість використання переваг поведінкового таксису комах; адаптованість до автоматизації виробництва (Singh, 1982).

Комахи сприйнятливі до багатьох захворювань, які викликаються різними мікроорганізмами – вірусами (вірози), бактеріями (бактеріози), грибами (мікози), найпростішими (протозоозози), гельмінтами і нематодами (гельмінтози, нематодози). У природі захворювання комах часто мають складну етіологію, оскільки викликаються кількома збудниками одночасно. Отримання культур комах зі стабільними показниками досягається в основному вибором комах з природних популяцій, подальшої селекційно-генетичної роботи, розробки способів попередження фізіологічного ослаблення культур і через застосування лікарських засобів для пригнічення захворювань. Однією з головних перешкод для розведення комах у культурі є хвороби, які значно впливають на динаміку чисельності популяцій. За лабораторного розведення комах роль патогенних мікроорганізмів різко

збільшується, і тим швидше, чим вища щільність комах. Зумовлено це тим, що підвищена щільність культури збільшує частоту контактів між комахами і сприяє передачі інфекції, а загальне зниження життєздатності створює фон для виникнення епізоотій і активації латентної інфекції. Для отримання здорових культур комах необхідне детальне дослідження вихідного матеріалу на наявність патогенів і використання відповідних методів очищення від них. Щоб досягнути цього, необхідно принаймні одне або два покоління вирощувати в лабораторії під пильним спостереженням, доки не буде створено чисту маточну культуру комах. Найкращою стадією для закладання культури є яйце, тому що перенесення яйцем патогена найменш імовірне, і, крім того, яйця легше знезаражувати. Якщо дістати яйця неможливо, то для створення культури треба використовувати нестатевозрілі або дорослі стадії комах, застосувавши метод ізоляції (Бегека та ін., 1996). В лабораторії для запобігання мікробному забрудненню необхідно суворо дотримуватися гігієни та санітарії, тому все обладнання потрібно простерилізувати. Використання протимікробних препаратів має бути обґрунтованим, з урахуванням виду мікроорганізмів, які спричинюють забруднення, і толерантності комах, яких вирощують (Singh, 1982).

До *фізіологічних факторів* належать зорове сприйняття, здатність до пошуку хазяїна, вироблення ферментів, феромонів, звуку тощо. які впливають на вирощування хижих і паразитичних комах. За лабораторного розведення фізіологічний стан комах може змінитися, а саме – знизитися здатність паразита до пошуку хазяїна, порушитися вироблення феромонів, ферментів, звуку, що вплине на їхню продуктивність. Необхідність розведення комах у культурі впродовж тривалого часу вимагає ретельного вивчення цих та інших фізіологічних факторів (Singh, 1982).

До *генетичних факторів* належать інбридинг, співвідношення статей, генетичний дрейф, розмір колонії-засновника. Вихідна популяція підлягає дії абіотичних і біотичних факторів середовища, які постійно змінюють її генетичні характеристики. Штучно створена популяція з відкритої перетворюється на

закриту малочисельну, яка втрачає зв'язок з батьківською і позбавляється припливу генів ззовні. Такі зміни значно змінюють роль тих чи інших генотипів у популяції. Відсутність припливу нових генів виключає гетерозис як фактор підвищення життєздатності і створює тенденцію до зниження гетерогенності популяції, а в деяких випадках – і до прояву інбридингу, особливо за невеликої чисельності комах і за тривалого розведення. З часом виникає гомозиготність, втрата мінливості, ослаблення і виродження культур, тому необхідно постійно оптимізувати культури за життєздатністю і продуктивністю. Потрібно застосовувати селекційні програми розведення та розробку спеціальних штамів, а також час від часу додавати особини з природи для зменшення проблеми інбридингу (Maskauer, 1976).

Харчування надзвичайно важливе для росту, розвитку, метаморфозу, розмноження, фізіологічного стану та поведінки комах у лабораторній культурі, що зумовлює їх продуктивність. Необхідно враховувати потреби в харчуванні, можливість використання альтернативних комах-фітофагів і комах-хазяїв для хижих і паразитичних комах, штучних поживних середовищ. Наприклад, при розведенні трихограми – комах-паразитоїда – широко використовують прийом оздоровлення маточної культури через її переведення з яєць зернової молі на яйця капустяної совки. Для розведення комах-фітофагів потрібно добирати природні харчові субстрати-замінники основної кормової рослини і створювати штучні поживні середовища (Бегека та ін., 1996).

Для ефективного розведення хижих і паразитичних комах необхідно розробити способи вирощування комах-хазяїв або створити придатні штучні поживні середовища. Важливі критерії при виборі комах-хазяїв – це зручність, простота обслуговування та економічний фактор. Вимоги до ідеального хазяїна для вирощування корисних комах у лабораторних умовах такі: готовність сприймати корисну комаху; легкість вирощування; легкість спарювання; легкість відокремлення від середовища; загальні харчові звички; імунітет до хвороб; висока плодючість; прояв незначних внутрішньовидових суперечок або їх відсутність; відсутність побічних продуктів, таких як медяна

падь або віск; відсутність діпаузи та здатності до канібалізму. При вирощуванні комах-хазяїв необхідно забезпечити чистоту популяції від хвороботворних мікроорганізмів, оптимальну щільність у садках, вибір прийняттого харчового середовища, яким легко маніпулювати. Ідеальний субстрат для підтримки оптимальної популяції комах-хазяїв має бути легкодоступним, піддатливим для лабораторного обладнання, здатним задовольняти потреби в поживних речовинах, зручним у обробці, повільним для псування та економічно вигідним. За умов цілорічного розведення комах-фітофагів використовують штучні поживні середовища або природні харчові субстрати – замітники основної кормової рослини, внаслідок чого необхідно адаптувати особин до нового корму (Singh, 1982). Штучний корм – не завжди рівноцінна заміна основної кормової рослини, що стає помітним вже в 2–4 поколіннях (Бегека та ін., 1996).

Комахи-хазяї можуть бути властивими (характерними) або невластивими (нехарактерними) для вирощування комах-ентомофагів. Властивий хазяїн – це той, на якого комахи-ентомофаги зазвичай нападають у природі. Невластивий хазяїн використовується в інсектарії замість характерного хазяїна, враховуючи зручність у розведенні та економічність. У природі комахи-ентомофаги на них нападають зрідка. Для деяких ентомофагів комах-хазяїв замінюють штучним субстратом – поживним середовищем. Кілька видів комах-ентомофагів тепер можна безпосередньо вирощувати на таких штучних дієтах. Масове розведення хижих комах на штучних поживних середовищах поки що неможливе, однак технології швидко розвиваються в цьому напрямку. Зокрема, види комах з родин золотоочок (*Chrysopidae*) і сонечок (*Coccinellidae*) вирощують у великій кількості на синтетичних дієтах, певного успіху досягнуто з двокрилими паразитоїдами (Singh, 1982).

Корм – один із найважливіших регулюючих і модифікуючих агентів, який справляє вплив на життєздатність і продуктивність культури комах. У природі перехід ентомофагів на невластивого хазяїна, а фітофагів на нові кормові рослини часто буває сприятливим для виду, однак у лабораторних

умовах за розведення ентомофагів на штучних середовищах, а фітофагів – на заміниках основної кормової рослини – зазвичай усе навпаки – життєздатність і продуктивність багатьох видів знижуються. Також знижується стійкість комах до бактеріальних і вірусних інфекцій. Природні харчові субстрати і напівсинтетичні середовища, які використовують як корм для комах-фітофагів, можуть містити залишкові кількості пестицидів, що становитиме небезпеку для культури комах унаслідок виникнення змін, які не контролюються. Кормові субстрати через надлишкове вентилування, тривалий період між дачею корму можуть втратити вологу, що знижує ступінь їх доступності і негативно позначається на життєздатності культури через недоїдання. Також важко врахувати вікові потреби до якості корму, що впливає на загальний стан особин. Крім вказаних негативних аспектів дії кормового фактора на розведення комах, існують позитивні: можливість включення до складу корму речовин, які стимулюють його засвоєння, а також різних біостимуляторів і терапевтичних засобів. Однак при цьому варто пам'ятати, що в ряді випадків включення до складу корму біологічно активних речовин може стати причиною виникнення різних мутацій (Бегека та ін., 1996).

Вирішальний фактор ефективного виробництва комах-ентомофагів – забезпечення достатніх запасів відповідної їжі для дорослих стадій. У природі вони можуть полювати на комах-фітофагів або харчуватися нектарами квітів та медяною рососою. У лабораторних умовах необхідно забезпечити імаго корисних комах достатньою кількістю джерел вуглеводів та/або білка, що має вирішальне значення для дозрівання яєць, величини яйцекладки та тривалості життя особин. Низька якість корму, який згодуюється дорослим стадіям хижих комах та паразитоїдів, може викликати діпаузу у їхнього потомства. Для досягнення максимальної енергії росту та відтворення необхідно враховувати харчові звички та потреби кожного виду. Для дорослих стадій розвитку комах хорошим джерелом натуральної їжі в лабораторії є сушені або замочені родзинки, задовільним – кубики цукру або 5–10 %-й розчин цукру. Зазвичай

використовується чистий мед або мед із водою в співвідношенні 1:1 чи 1:2. Щільну медову суміш можна приготувати змішуванням агару з різними пропорціями цукру та меду (Singh, 1982).

Отже, для розведення корисних комах у лабораторії необхідно розробити оптимальні умови середовища, визначити розмір і форму садків, підготувати освітлення, годівлю, знати переваги комах-хазяїв тощо. Економічне виробництво великої кількості корисних комах можливе за високоточної обробки ентомофагів та комах-паразитоїдів, їх хазяїв та субстрату в умовах інсектарію. Метою масового виробництва є отримання максимальної кількості якісних корисних комах із мінімальними економічними витратами. Наразі близько 50 видів комах-ентомофагів та паразитоїдів успішно масово вирощуються та використовуються в польових умовах для біологічного контролю шкідників (Singh, 1982; Henneberry et al., 2007).

1.5. Лабораторні культури комах для біологічних і медичних експериментів

Комахи – зручний об'єкт для проведення різних досліджень завдяки невибагливості до умов існування; короткому і ефективному циклу розвитку, внаслідок чого за один рік розвивається кілька поколінь; відносною легкістю розведення окремих видів, що створює оптимальні умови для швидкого вирішення найрізноманітніших питань. У лабораторних умовах вирощують комах для біологічних і медичних експериментів, а саме:

- комах-паразитів людини і тварин, переносників захворювань, для вивчення взаємовідносин переносників зі збудниками захворювань, використання як тест-об'єктів, для пригнічення розвитку, впровадження методів генетичної боротьби через заміну основного переносника генетичними лініями, несприятливими для збудника. Для цієї мети в культурі розводять малярійного комара, муху цеце, м'ясних мух, вольфартову муху. Досягнуто певних успіхів в розведенні і створенні лабораторних культур мошок. Вдалося успішно культивувати протягом багатьох поколінь 8 видів мошок, зокрема переносників онхоцеркозів (Edman & Simmons, 1985);

- комах-ксилофагів, які живляться переважно деревиною, серед яких більшість – твердокрилі. Цих комах розводять для отримання комплексних добрив, кормового білка, випробовування хімічних засобів боротьби з ксилофагами-шкідниками, підтримання рідкісних видів, систематичних досліджень (Бегека та ін., 1996);

- комах-ентомофагів і їхніх жертв для вивчення хазяїно-паразитарних стосунків і взаємовідносин «хижак–жертва». Це такі комах, як трихограма, габробракон, золотоочка тощо, які використовуються в біологічному методі захисту рослин, а також їхні жертви – зернова міль, млинарна вогнівка (Бегека та ін., 1996);

- шкідливих комах для культивування на них хвороботворних (ентомопатогенних) мікроорганізмів, збудників вірусних, бактеріальних, грибкових, протозойних і нематодних захворювань, з метою розробки методів мікробіологічної боротьби. Розведення таких комах у лабораторних умовах дає можливість оцінювати ступінь вірулентності збудників хвороб, а також підвищувати її (Бегека та ін., 1996);

- комах-шкідників рослин для отримання статевих феромонів, які продукують самки для приваблення самців. Визначаючи структуру природних феромонів, науковці створюють їхні синтетичні аналоги, які використовують для захисту рослин. Застосування високих концентрацій синтетичних феромонів у місцях поширення шкідників забезпечує дезорієнтацію самців і їх масовий відлов, створюючи «самцевий вакуум». Унаслідок цього порушується комунікація між самцями і самками, неспарені самки відкладають незапліднені яйця, чисельність виду знижується (Бегека та ін., 1996);

- шкідливих комах для їхньої стерилізації. Дорослих самців опромінюють гамма-променями або піддають дії хемостерилантів, після чого випускають їх велику кількість у природні умови. Самки спаровуються з такими самцями і відкладають нежиттєздатні яйця, внаслідок чого шкідник самознищується (Бегека та ін., 1996);

- рослиноїдних видів комах-монофагів або олігофагів для біологічної боротьби з бур'янами. Прикладом є використання

мухи фітомізи (*Phytomyza orobanchia* Kalt.) в боротьбі з вовчком гіллястим (*Orobanche ramosa* L.) – паразитичною безхлорофільною рослиною, яка уражає понад 120 видів культурних рослин, а найбільше – соняшник (Бегека та ін., 1996);

- комах-шкідників для проведення робіт зі створення стійких сортів і гібридів рослин. Наприклад, розведення клопа-черепашки шкідливої (*Eurygaster integriceps* Put.) – шкідника зернових культур – допомогло розробити способи оцінки стійкості сортів пшениці до пошкоджень за ступенем атакованості крохмалю зернівки ферментом слини клопа. Вирощування мухи гессенської (*Mayetiola destructor* Say.) дало можливість провести роботи з оцінки стійкості сортів пшениці до даного шкідника зернових злакових культур (Бегека та ін., 1996);

- комах для первинної оцінки токсичності інсектицидів. Для забезпечення таких робіт біоматеріалом необхідне планове цілорічне розведення необхідних для роботи видів комах у лабораторних умовах, що дає змогу отримати необхідний асортимент і кількість одновікового біоматеріалу протягом року, незалежно від сезону і географічного положення (Бегека та ін., 1996);

- комах для отримання рекомбінантних білків – ферментів, гормонів, інтерферону тощо. Зокрема, японські вчені запропонували використовувати гусениць шовковичного шовкопряда (*Bombyx mori*) для виробництва інтерферону. Було встановлено, що вірус ядерного поліедрозу *B. mori* (BmNPV) посилює синтез білка в організмі зараженої гусениці, а зі зміною в геномі цього вірусу одного з генів людським геном, який детермінує синтез інтерферону, в організмі личинки шовкопряда починається активний синтез альфа-інтерферону. Бакуловірусні векторні системи експресії на основі вірусів ядерного поліедрозу *Autographa californica* (AcNPV) і *Bombyx mori* (BmNPV) забезпечують високий рівень експресії чужорідних генів за допомогою личинок-господарів, тому широко використовуються для експресії рекомбінантних білків (Choudary et al., 1995). Деякі цінні білки неможливо виробити за

допомогою традиційних систем. Перевага експресії рекомбінантних білків у личинках порівняно з культурами клітин комах – низька вартість. Для цієї мети використовують личинок кількох метеликів, однак личинки шовкопряда мають низку переваг: їх легко вирощувати; вони великі, тому ними легко маніпулювати; мають відносно короткий життєвий цикл (приблизно сім тижнів); добре вивчена генетика та біологія; наявність автоматизованого обладнання для вирощування; личинки не є алергенними для людей. Цей напрям має великі перспективи в отриманні цінних біологічно активних речовин, більшість з яких знайдуть застосування в медицині, та припускає масштабне виробництво у стерильних умовах (Targovnik et al, 2016);

- комах-копрофагів для переробки біоорганічних відходів ентомологічним способом з отриманням кормового білка і біодобрих. Перспективними для цього напрямку є синантропні мухи-копрофаги (Бегека та ін., 1996);

- специфічних запилювачів, без яких неможливе запилення багатьох сільськогосподарських культур, а також запилювачів тепличних і оранжерейних рослин (Бегека та ін., 1996);

- вразливих, рідкісних і зникаючих видів комах із метою збереження, вивчення їхньої біології, а також реінтродукції у природні біотопи. Наприклад, дослідження особливостей розведення *Zerynthia polyxena* Denis et Schiffermuller та *Saturnia pyri* Denis et Schiffermuller у лабораторних умовах встановило підвищення життєздатності культур при вирощуванні гусені за змінних температур. Удень гусінь *Z. polyxena* утримували за температури +24 °С, а гусінь *S. pyri* – за +26–28 °С, а вночі температуру утримання знижували до +18 °С. Життєздатність поліксени зросла на 4,6 %, сатурнії грушевої – на 11,3 % порівняно з життєздатністю гусениць за культивування за однакової температури (Маркіна, 2014).

Також у лабораторних умовах розводять екзотичних, співаючих комах для демонстрації в інсектаріях, зоопарках; комах, необхідних для забезпечення навчальних програм шкіл і вузів, для створення навчальних колекцій (Бегека та ін., 1996).

2. РЕПРОДУКЦІЯ БДЖОЛИНИХ МАТОК

Деяких комах людина одомашнила чи використовує в промисловості для отримання сировини, продуктів харчування, надання послуг запилення рослин. Серед них надзвичайно важливе значення мають медоносні бджоли, завдяки яким отримують такі цінні продукти, як мед, прополіс, перга, маточне молочко, трутневий гомогенат, бджолиний віск тощо. Медоносні бджоли також хороші запилювачі рослин, серед яких найекономічніше цінний запилювач монокультур у всьому світі – *Apis mellifera* L. Якщо дикі бджоли не відвідують сільськогосподарські поля, медоносні бджоли є єдиним рішенням для фермерів забезпечити запилення культур, оскільки вони відносно дешеві, зручні та універсальні для більшості культур (Klein et al., 2007).

У процесі еволюційного розвитку медоносні бджоли від уособленого існування особин трансформувались у складну біологічну структуру – сім'ю. Морфологічно функціональна диференціація особин у сім'ї та пов'язані з цим утворення каст і розподіл робіт обумовили виникнення різних форм взаємозв'язків. Інтегруючі фактори в сім'ї бджоли медоносної – складні системи взаємозв'язків між її особинами і навколишнім середовищем. Важливий фактор, який забезпечує життєдіяльність бджолиної сім'ї як цілісного організму – гетерогенність особин, на що значний вплив має матка. Завдяки відкладанню нею яєць бджолина сім'я постійно змінюється кількісно і якісно, що позначається на розвитку і продуктивності сім'ї. У процесі кастової диференціації, адаптації до умов навколишнього середовища в бджолиній сім'ї виникають специфічні, відмінні від вищих тварин, особливості життєдіяльності, розмноження та поведінки особин.

У сучасному бджільництві дедалі більшого значення набувають спеціалізовані підприємства і пасіки розплідницького виробничого напрямку, основною продукцією яких є матки і

відводки (пакели) бджіл. Реалізовані матки часто бувають низької якості через невідповідність вимогам чистопородності – вони спаровуються в середовищі трутнів невідомого походження, де є вірогідність впливу сімей-помісей з особинами різних поколінь. Тому забезпечення пасік високопродуктивними матками районованих порід бджіл – одне із важливих завдань галузі. Для розв'язання цих проблем необхідне створення та запровадження високоефективних технологій репродукції бджолиних маток. До таких методів належать контрольоване спаровування маток, штучне осіменіння та запліднення гаплоїдних яєць (Хмара, 1977; Табер, 1999). Для широкого впровадження цих методів у практику потрібно розробити високоефективні технології з репродукції плідних маток відомого походження на основі штучного осіменіння та поглиблення знань із питань біології розмноження бджіл.

2.1. Значення матки для бджолиної сім'ї

Матка займає провідне місце в організації соціальної структури сім'ї бджіл. Добре розвинена і плідюча матка завдяки високій яйцenessності спроможна створювати сильну сім'ю і підтримувати її в такому стані протягом кількох років (Сиволап, 2000). Важливе значення у функціонуванні бджолиної сім'ї має взаємозв'язок між її особинами. На думку науковців, насамперед це стосується впливу феромонів, кормових контактів, умовних і безумовних рефлексів та спадковості робочих бджіл, матки і трутнів, які входять до складу сім'ї (Давиденко та ін., 1992; Зуй, 1995). Незважаючи на те, що робочі бджоли пристосовані до широкої функціональної діяльності в гнізді, бджолина матка (її наявність) не тільки впливає на якість їх виконання, а є і єдиним у сім'ї репродуктором яєць. Втрата матки призводить до зникнення маточного феромону, а це різко змінює поведінку і робочу активність бджіл. Вони уповільнюють роботи в гнізді та збиранні нектару. Після закладання маточників зменшується злоблівість і поновлюється льотна діяльність бджіл, хоча вона значно нижча, ніж була за наявності матки. Нормалізується мікроклімат гнізда, однак поступово скорочується кількість

відкритого розплоду. Після спаровування матки робочі бджоли чистять комірки, а з появою розплоду посилюють збирання нектару та пилку (Руттнер и др., 1981).

Через порушення життєдіяльності сім'ї бджоли закладають на стільниках ройових маток. Виведення маток у таких сім'ях відбувається за наявності в гнізді плідної матки, яку бджоли обмежують у репродуктивній діяльності. Фактично на всіх стадіях розвитку від яйця до виходу матки з маточника процес виховання відбувається без порушення як цілісності гнізда, так і складу сім'ї, тобто в гнізді постійно перебуває різновіковий розплід, корми, всі стази медоносної бджоли. Виведення маток починається зі стадії яйця, а не личинки, як у випадку осиротіння сім'ї. Встановлено, що робочі бджоли закладають маточники з інтервалом два-три дні в кількості 2–5 і більше залежно від породи та індивідуальних особливостей сім'ї. Зазвичай, ройові маточники з'являються на краях стільників, де зосереджено різновіковий розплід (Taber, 2002; Mangum, 2003).

До природного способу виведення маток належить і тиха заміна, яка зумовлена незадовільним фізіологічним станом маток через нестачу маточного феромону. Часто бджоли міняють, старих, низькопродуктивних, хворих або травмованих маток. При тихій заміні цілісність гнізда теж не порушується. Один або кілька маточників бджоли закладають на центральній частині стільника, з розплодом. Тиху зміну маток розглядають як ослаблений інстинкт роїння (Поліщук, 2001).

Залежно від причин і факторів, які призводять до закладання маточників, сім'ї виховують різні за якістю матки, тому продуктивність і фізіологічний стан ройових, рятункових і маток тихої заміни має певні відмінності. Встановлено, що в основі розбіжностей вирощування маток є умови виховання, спричинені станом гнізда, погодними факторами, кормовими запасами. Зазначені три форми виведення маток у сім'ях використовують у матковивідній справі, створюючи подібні чинники в сім'ях-виховательках, але вони мають порівняно одна з одною чимало переваг і недоліків (Prabucki & Chuda-Mickiewicz, 1992).

Осиротіння сім'ї має стихійний нерегульований характер. За відсутності статевозрілих трутнів і відкритого розплоду (осінь, рання весна) бджолина сім'я приречена на загибель. При втраті матки сім'я закладає на бджолиному розплоді рятунокві маточники, використовуючи личинок різного віку. Причому найперше бджоли виводять маток із личинок робочих особин старшого віку. Після виходу першої матки всі інші маточники знищуються і сім'я, керуючись потребою чимшвидше відновити цілісність системи, втрачає якість, адже чим старша личинка робочої бджоли взята для виведення матки, тим нижча якість рятуноквої матки. У даному разі спрацьовує фактор годівлі, адже за рахунок одержання личинкою бджолиного корму процес розвитку спрямовується на одержання робочої особини. Перебудова організму, неповноцінна годівля личинок на ранніх стадіях розвитку і визначають в основному якість рятуноквих маток. Також їх якість залежить від сили сім'ї та впливу зовнішніх факторів. Чим сильніша сім'я, у якій перебуває багато бджіл-годувальниць, тим більше вона спроможна виховати за теплої погоди й доброго медозбору кращих маток порівняно з умовами незадовільного стану. За період відсутності матки в гнізді з часом певна частина бджіл починає розвиватися як трутівки, тому тривале перебування сім'ї без матки не бажане (Mayer et al., 1998).

У ройових сім'ях бджоли виводять високоякісних маток масою 250–300 мг з найбільшою кількістю яйцевих трубочок у яєчнику (160–220 шт.). Встановлено що при ройнні високоякісні матки виходять першими, а якість наступних дещо знижується. Матки високої продуктивності відкладають яйця більших розмірів, що позитивно впливає на якість потомства, яке забезпечує стале збереження спадкових ознак своєї сім'ї. До недоліків ройових маток, вважають науковці, належать сезонність одержання маток, неможливість керувати процесом ройння, посилення у потомства схильності до природного розмноження, різний вік ройових маточників (Taber, 1987).

Знання особливостей виведення маток у природних умовах, недоліки і переваги способів мають важливе значення для матковивідної справи.

Отже, існування бджолої сім'ї значно залежить від матки, адже із всіх самок у бджолої сім'ї тільки матка має добре розвинену статеву систему і після успішного спарування спроможна відкладати запліднені яйця, з яких розвиваються нащадки жіночої статі, тобто робочі бджоли і матки. Тільки матка у період вирощування розплоду здатна репродукувати виключно велике й необхідне для прискороного росту сім'ї число молодих бджіл. Оскільки матка при розмноженні передає нащадкам свою власну спадковість, а також спадкову основу трутнів, які з нею спарувались, то вона одночасно визначає хороші й погані властивості цієї сім'ї (Броварський, 2020).

В процесі свого розвитку в весняно-літній період бджолої сім'я змінюється якісно і кількісно. У зимовий період через відсутність вирощування розплоду якісний і кількісний склад сім'ї може змінюватись лише відмиранням бджіл, але враховуючи, що в цей період робочі особини спрямовують свою діяльність на забезпечення виживання сім'ї, то суттєвого впливу на співвідношення бджіл за батьківським походженням в ній не відбувається (Mangum, 2000).

Найбільша кількість робочих особин бджолої сім'ї найвища у літній період, що пов'язано з хорошими погодними й медозбірними умовами, потребою сім'ї у забезпеченні її новими генераціями бджіл і репродуктивною функцією матки. На початку сезону матка відкладає в день від кількох десятків до кількох сотень яєць. Робочі бджоли влітку живуть у середньому 40–45 днів, далі вони гинуть, а на їх місце з'являються нові генерації (Нестервдовський, 1971; Поліщук і Гайдар, 1993).

2.2. Штучне виведення бджолої маток

З біологічного погляду суть штучного виведення бджолої маток полягає у втручанні пасічника в життєдіяльність сім'ї, де створюють умови, які базуються на вмілому використанні інстинкту бджіл – поновлення цілісності їх біологічної системи. Даний спосіб базується на відборі від кращих сімей племінного матеріалу і його передавання на виховання до іншої, у якій послаблено або розірвано зв'язок між робочими особинами та маткою, тобто послаблено або припинено дію маточного феромону (Поліщук, 2001).

Способи штучного виведення бджолиних маток розрізняються за методами підготовки племінного матеріалу для виховання й принципу формування та використання сімей-вихователюк. Щодо підготовки племінного матеріалу виведення маток поділяють на три групи: з перенесенням личинок, без перенесення личинок і комбіновані методи. За принципом формування сімей-вихователюк розрізняють способи, коли виведення маток проводять при повному, неповному осиротінні сім'ї та комбіновані, де застосовують сім'ї-стартери і фінішери. Крім того, щодо технології методи поділяють на прості і складні (промислові) (Вохасек, 1990; Jackson, 1999; Ілленко, 2002).

Порівняно з природним штучне виведення маток має немало переваг: планове одержання маток у необхідній кількості, поліпшення їх якості за спадковими ознаками, збільшення виходу маток із розрахунку на одну бджолину сім'ю, оптимізація умов виховання через послаблення дії негативних факторів на сім'ю-вихователюку тощо (Поліщук, 2001).

За штучного виведення маток важливо враховувати медозбірні умови. Встановлено, що прищеплення личинок в сім'ї-вихователюці можна розпочинати в період цвітіння весняних медоносів. Наявність підтримуючого медозбору позитивно позначається як на прийомі личинок, так і на якості маток, але важливо, щоб до цього часу в батьківських сім'ях уже був трутневий запечатаний розплід (Левченко і Луценко, 2003).

Використання для виведення личинок наймолодшого віку – одна з гарантій одержання повноцінних маток. Вік використовуваних личинок не повинен перевищувати 12 годин, тому що годування личинок бджолиного і маточного розплоду, навіть на ранніх стадіях, відрізняється за складом молочка. Формування статевих органів матки починається на ранніх стадіях розвитку личинки, тому відбір племінного матеріалу більш старшого віку знижує якість маток. На якість маток впливає також маса яєць, яка залежить від інтенсивності репродуктивної діяльності самки. Навесні і наприкінці літа, коли матка відкладає незначну кількість яєць, вони крупніші,

ніж у період інтенсивного розвитку сім'ї. Тому в першій половині літа при виведенні маток у материнських сім'ях необхідно за 7–8 днів до прищеплення личинок обмежувати маток у відкладанні яєць (Zee & Winston, 1987).

Основа способу формування сім'ї-виховательки з повним осиротінням – відбір матки із гнізда, тобто використовують природний інстинкт сім'ї, при якому бджоли виводять рятункових маток. У практичному бджільництві набули поширення кілька способів підготовки сімей-виховательок з повним осиротінням – вилучення з гнізда тільки матки, відбір матки і відкритого розплоду. За використання останнього варіанта формування виховательок бджоли не будуть закладати рятункові маточники. Приймання личинок і якість маток, яких одержують у зазначений спосіб, вища на 30–35 % унаслідок залучення до виховання більшої кількості бджіл-годувальниць. Так сформувати сім'ю-виховательку важче, бо в гніздах більшості сімей на рамках поряд із запечатаним розплодом перебуває відкритий. Для того, щоб звільнити стільники від відкритого розплоду, за 9–10 днів до прищеплення личинок матку на 3–4 стільниках ізолюють від основної частини гнізда роздільною решіткою, а за 5–6 год решітку замінюють глухою перегородкою (Руттнер и др., 1981; Войналович, 2004).

При формуванні сімей-виховательок, яких утримують у багатокорпусних вуликах, матку відокремлюють у нижньому корпусі, обмежуючи їй простір для відкладання яєць роздільними решітками, ізолятором або кормовими рамками (Sova, 1989).

Для поліпшення прийому личинок і якості їх годівлі потрібно формувати сім'ї-виховательки переважно із молодих бджіл. Для цього рамки з бджолами та печатним розплодом пересаджують у підготовлений порожній вулик, а матку залишають на старому місці. Наступного дня після зльоту бджіл до материнського гнізда в сім'ю-виховательку додають рамки із запечатаним розплодом, а за необхідності – молодих бджіл і формують так званий колодязь (van Eaton, 1987).

Зазначені способи переважно застосовують на фермерських і невеликих пасіках або у промисловій технології виведення

бджолиних маток, якщо використовують сім'ї-стартери. Позитивним у цих способах є те, що сім'ї приймають на виховання більше личинок, ніж при застосуванні прийомів формування вихователок із неповним осиротінням, а основний недолік – бджоли в сім'ях, які використовують тривалий час, стають трутівками.

Способи формування сімей-вихователок з неповним осиротінням полягають в послабленні зв'язку між маткою та робочими бджолами, тобто в гнізді створюють умови, подібні до тихої заміни маток. При формуванні сім'ї-вихователки із неповним осиротінням матку з гнізда не вилучають, а залишають у вулику за діафрагмою, яка має роздільну решітку. Тож бджоли мають доступ до матки і сім'я продовжує вирощувати розплід. У таких сім'ях бджоли-годувальниці краще доглядають за маточними личинками, забезпечують їх достатньою кількістю корму. Це дає можливість одержувати високоякісних за фізіологічним станом маток. Крім того, сім'ї-вихователки можна використовувати протягом усього матковивідного сезону. Головним недоліком цього способу є низький відсоток приймання личинок і закладання рятункових маточників. Особливо погано бджоли приймають маточних личинок, якщо їх дають на виховання в перші дні після ізоляції матки, тому підготовку таких сімей потрібно проводити за 3–4 дні до перенесення личинок. Тому сім'ї-вихователки, підготовлені з неповним осиротінням, варто використовувати на завершальному етапі вирощування маточного розплоду як фінішерів (Wilkinson & Brown, 2002).

На підготовку личинок до маточного виховання впливає мікроклімат. Встановлено, що личинки стійкі до температури навколишнього середовища, яка коливається в межах 20–25 °С. Зазначена температура не впливає на їх життєздатність при нетривалому перебуванні поза гніздом. Однак личинки надзвичайно чутливі до вологості повітря та прямих сонячних променів. За вологості повітря 75–80 % вони швидко підсихають і гинуть. Згубно на них діють прямі сонячні промені, які не тільки зневоднюють, а й умертвляють їх ультрафіолетовим випромінюванням. Щоб запобігти негативному впливу зазначених

факторів, личинок потрібно прищеплювати у спеціально обладнаній для цього кімнаті або невеликому боксі, де підтримують температуру 24–26 °С і відносну вологість повітря 85–95 % (Szabo, 1987).

Племінний матеріал рекомендують готувати на виховання безпосередньо перед передаванням його вихователькам кількома способами: з перенесенням яєць або личинок, без перенесення і комбінованими прийомами. Крім того, за технологічною характеристикою їх розділюють на простіші і складніші. До простих способів належать прийоми підготовки племінного матеріалу до виховання безпосередньо на стільниках з молодими личинками віком до 24 год. Підготовка племінного матеріалу до виховання маток із перенесенням личинок базується на використанні спеціально виготовлених воскових чи пластмасових мисочок, куди переносять одноденну личинку з материнської сім'ї. Потім мисочки закріплюють на прищеплювальній рамці і передають у сім'ю-виховательку. Цей метод відомий як спосіб Пратта-Дулітля і він найпоширеніший на матковивідних пасіках різних країн. Для перенесення личинок запропоновано використовувати спеціальний гачок – шпатель. Розміри лопатки шпателя, мм: ширина – 1, довжина – 1–1,5, товщина – 0,2–0,3. Стрижень на висоті 2–3 см S-подібно згинають для кращого спостереження за личинкою в комірці стільника в момент її вилучення. Для перенесення личинок також використовують спеціально підготовлене гусяче перо, вакуумний пристрій та інші інструменти (Данаилов, 1995; Taber, 2001).

Розроблено три способи прищеплення личинок: без перенесення, сухе і вологе (на крапельку маточного молочка, меду чи нектару). Останній спосіб забезпечує краще приймання личинок, тому що вони не підсихають, а також полегшується їх перенесення (Броварський, 2006).

Під час підготовки племінного матеріалу до маточного виховання пропонують на одній рамці розміщувати від 20 до 30 мисочок. У промислових технологіях, де використовують сім'ї-стартери, цей показник досягає 60–180 мисочок. Кількість личинок, яких пропонують виховательці, залежить від породних

особливостей бджіл, способу формування й використання сім'ї, її стану, періоду сезону та природно-кліматичних і медозбірних умов. Підготовлену рамку з прищепленими личинками передають сім'ї-виховательці. В одних технологіях її ставлять у спеціально підготовлений колодязь, який розміщують у центрі розплідної частини гнізда, а в інших – від сім'ї забирають стільники (спосіб ройового ящика) і рамку підставляють до клубу бджіл (Sefcik, 1996; Chuda-Mickiewicz & Prabucki, 1999).

На якість неплідних маток та їх майбутню продуктивність впливає цілий комплекс внутрішніх і зовнішніх факторів. Серед них важливе місце приділяють спадковим ознакам як племінного матеріалу, так і сімей, які беруть участь у його вихованні, годівлі, розмірах маточних комірок, масі яєць і личинок, способу виведення неплідних бджолиних маток тощо (Takenaka & Takenaka, 1996).

Обов'язкова умова технології виведення маток – ізоляція маточників, яку рекомендують здійснювати на 9–10-й день після прищеплення личинок. Це пов'язано з тим, що під час підготовки племінного матеріалу спеціаліст може випадково перенести у маточну комірку личинку старшого віку. З такого маточника матка вийде першою і знищить усю партію племінного матеріалу. Залежно від технології маточники можна використовувати і без ізоляції, розміщуючи їх у нуклеусах, відводках або безматкових сім'ях. За ізоляції маточників їх ставлять у сім'ю-інкубатор або інкубатор, який автоматично підтримує температуру повітря в межах 33–35 °C і відносну вологість повітря близько 80 % (Jackson, 1999; Skubida & Pohorecka, 2000; Wilde et al., 2002; Просюк, 2003).

Відомо, що матки проявляють вороже ставлення одна до одної. Встановлено, що робочі бджоли сім'ї по-різному реагують на маток залежно від їхнього віку – агресивніше до старших, помірно агресивно – до молодих або, навпаки, проявляють турботу про них. Ізоляція маточників перешкоджає контакту між матками, які вийдуть, та забезпечує їх безпеку від травмування з боку бджіл. Поведінка бджіл і маток, які розміщені на рамці-інкубаторі, недостатньо вивчена. Помічено, що бджоли доглядають за матками, які перебувають на ізоляції в

осиротілій сім'ї по-різному: одних маток інтенсивно годують, а на інших майже не звертають увагу. Нез'ясованими залишаються питання, пов'язані із впливом феромонів на робочих особин та маток, як бджоли виявляють схильність до тих чи інших маток, чим зумовлена агресивна поведінка бджіл тощо (Sova, 1989; Winston et al., 1998; Scott, 2002).

Для одержання плідних маток на матковивідних пасіках використовують нуклеуси. Розроблені спеціальні одномісні й багатомісні, макро- і мікро- нуклеусні вулики. Найбільшого поширення у матководів набули вулики на $\frac{1}{4}$ стандартної рамки. Встановлено, що для забезпечення нормального догляду за маткою достатньо 30–50 бджіл, але в нуклеусі-малютці існує проблема підтримки мікроклімату, будівництва стільників, кормозабезпечення, охорони тощо. Щодо оптимального розміру вулика єдиної думки немає. Незважаючи на більшу пропускну здатність, вулики на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ стандартної рамки вважаються економічно не вигідними. Тому проводяться роботи, спрямовані як на поліпшення конструкції мікронуклеусних вуликів, так і технології їх використання (Ногг, 1999; Majsec, 2002).

Після природного спарування бджолині матки починають відкладати яйця вже на 3–5 день. Однак враховуючи час, який потрібно затратити на підсадку матки, перевірку її плідності та якості відкладання яєць, період експлуатації нуклеуса збільшується. Експериментально визначено, що для отримання однієї плідної матки в нуклеусному вулику маткомісце в середньому використовують протягом 10–20 днів. Пропускна спроможність нуклеуса коливається від однієї до п'яти маток і залежить від розміру вулика, кількості бджіл, погодних умов, втрат маток при шлюбних вильотах, зльотів бджіл тощо. У мікронуклеусах, за умови використання одномісних вуликів, цей показник дорівнює 1–2,5 матки на маткомісце, а у вуликах на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ стандартної рамки він коливається від 3 до 5 маток (Da Silva et al., 1996).

Отже, бджолина сім'я спроможна існувати та відтворювати потомство лише за наявності матки, робочих особин і трутнів. Втрата матки або порушення умов життєдіяльності призводить до порушення біологічної цілісності сім'ї. Природне

виращування маток у бджолиних сім'ях зумовлене впливом багатьох внутрішніх і зовнішніх факторів. Їх вивчення дає можливість розробляти або удосконалювати штучні способи виведення маток. Відомі на даний час технології штучного виведення маток базуються на використанні природних інстинктів, які виникають у бджолиній сім'ї у випадках роїння, осиротіння чи тихій заміні. Способи штучного виведення маток повністю не адаптовані до біології бджолиної сім'ї, що позначається на якості та відтворювальній здатності отриманих маток. На процес виховання маточного розплоду суттєво впливає період сезону, що зумовлено нестабільністю продуктивності сімей-виховательок, якості бджолиних маток, попиту на них. Удосконалення обладнання та технології з обов'язковим урахуванням особливостей життєдіяльності бджолиної сім'ї допомагає ефективніше використовувати її біологічний потенціал при отриманні плідних маток, поліпшити їх якість і забезпечити репродукцію племінного матеріалу залежно від попиту ринку.

2.3. Біологічні особливості розмноження бджіл

Теоретична основа технології виведення і штучного осіменіння бджолиних маток – це знання будови статевої системи матки та трутня. Статева система матки розміщена в черевці і вона найрозвиненіша порівняно з іншими системами. До статевих органів належать парні яєчники; парні латеральні яйцепроводи; непарний яйцепровід; спермоприймач (сперматека); піхвовий клапан; піхва, камера жала (рис. 2.1). Камера жала – порожнина, розміщена між останніми склеритами черевця та складається з двох частин: анальної і копулятивної. Анальна частина розташовується у верхній ділянці жальної камери, копулятивна – у нижній (Camargo & Mello, 1970; Taber, 1996; Jeanne, 1997). В глибині її – копулятивна сумка, або передпіхва. Отвір піхви прикритий основою жала, тому він порівняно важкодоступний. Можливий доступ до нього тільки при розкритті копулятивної частини камери і відведенні жала у бік тергіта за допомогою спеціальних інструментів (Броварский и Стащенко, 1990). У копулятивній частині камери жала з боку

стерніту міститься поперечна складка, яка ділить копулятивну частину на дві ділянки: задню, покриту хітиновими виростами (від складки до зовнішнього отвору), і передньої, у якій кількість хітинових виростів поступово зменшується (зона передпівхи).

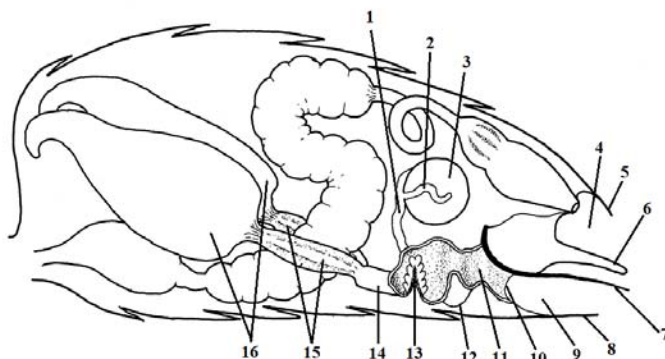


Рис. 2.1. Статеві органи бджолої матки, вигляд з лівого боку від піхви (Mackensen & Tucker, 1970):

1 – протока спермоприймача; 2 – придаткова залоза; 3 – спермоприймач; 4 – анальна частина камери жала; 5 – тергіт черевця; 6 – дорсальна частина жалоносного апарату; 7 – жало; 8 – стерніт черевця; 9 – парувальна частина камери жала; 10 – отвір піхви; 11 – піхва; 12 – права бічна кишеня жальної камери; 13 – піхвовий клапан; 14 – непарний яйцепровід; 15 – парні (латеральні) яйцепроводи; 16 – яєчники

Анатомо-гістологічними дослідженнями встановлено, що з правого та лівого боків від передпівхи знаходяться два чашоподібні вип'ячування, спрямовані в напрямку виходу з камери жала і вбік. Між цими вип'ячуваннями розміщується щілиноподібний отвір піхви, з боків якого розташовані парувальні кишені (Moritz, 1987). Отвір піхви виступає вперед між кишенями, охоплюючи піхву знизу та з боків. Велика кількість складок у нижній стінці піхви і кишенях дають змогу збільшити об'єм передпівхи при розкриванні копулятивної частини камери жала. Отвір піхви зовні оточений шаром потужної кільцевої мускулатури і нагадує підковоподібне,

стиснуте з боків, заглиблення (Wyatt, 1998). Внутрішня поверхня піхви вистелена тонким шаром хітинізованого епітелію. На стінці нижньої частини піхви розміщений піхвовий клапан (зубець), який з часом дегенерує (Camargo & Mello, 1970). Він являє собою виступ із численними складками, а при їх сагітальному розрізі нагадує конусоподібну ступінчасту пірамідку. Клапан укритий багат шаровим хітинізованим епітелієм, тому щільність його більша, ніж на інших шарах піхви. Всередині клапана – потужна поздовжня мускулатура. В зоні верхньої частини піхви (піхвова камера) розміщується отвір спермопроводу. Яйцепроводи статеві системи бджолиної матки мають форму рогатки і поділяються на непарний (середній) і парний (латеральний). Непарний яйцепровід має добре розвинені м'язи, які не дають можливості збільшуватись йому в об'ємі. Можливо, це пов'язано з процесом осіменіння яєць. Внутрішній діаметр непарного яйцепроводу складає 0,33 мм, тому при застосуванні штучного осіменіння кінчик інжектора не повинен бути товстішим від цього розміру. Парні яйцепроводи за формою нагадують мішечки з продовгуватими складками. Їхні стінки покриті одним шаром продовгуватих м'язових волокон. Анатомічні дослідження показали, що при заповненні спермою парні яйцепроводи можуть збільшуватись в об'ємі в кілька разів (Руттнер и др., 1981).

Спермоприймач являє собою резервуар кулеподібної форми діаметром 1,2–1,5 мм (рис. 2.1). Його стінка складається з двох оболонок: капсули і чохла. Капсула і чохлик з'єднуються між собою в зоні протоки спермоприймача. Чохлик має сильно розгалужену сітку трахеол, що відіграє першорядне значення в обмінних процесах, які відбуваються між сперматозоїдами та гемолімфою. На поверхні спермоприймача є також дві гілки придаткової залози, секрет якої сприяє міграції сперматозоїдів, їх тривалому збереженню, а також приведенню їх при взаємодії з повітрям в активний стан у процесі осіменіння яйця. Спермоприймачі у маток можуть мати різну структурно-функціональну гетерозиготність, відрізняючись за будовою стінок епітеліального шару і активністю сукцинаддегідрогеназ. Останні впливають на інтенсивність заповнення спермоприймача і

тривалість репродуктивної діяльності маток. Найякіснішими матками є ті, які мають щільну будову епітеліального шару та високу активність сукцинаддегідрогеназ. Секрет придаткової залози надходить у протоку спермоприймача до місця з'єднання з сім'яним насосом, який нагнітає сперму в спермоприймач після спаровування матки й відсмоктує її при репродуктивній діяльності матки (Wyatt, 1998; Taber, 1999; Lodesani et al., 2004).

Особливістю статевої системи бджолої матки та, що спермоприймач розміщений на значній відстані від непарного яйцепроводу, а протока спермоприймача досить довга порівняно з розмірами статевої системи (рис. 2.1). Насос спермоприймача розташований далеко від зони, де відбувається процес осіменіння яєць, тому виконувати функцію випорскування сперми на мікропілярну зону яйця він не може забезпечити. Функція насоса полягає в поданні сперми у канал спермоприймача.

Репродуктивною частиною статевої системи бджолої матки є яєчники – парні органи, які мають грушоподібну форму і займають значну частину черевця. Кожний із них складається з 110–250 яйцевих трубочок, у яких відбувається процес формування яйцеклітин – оогенез. Довжина яєчників становить 5–6 мм, а ширина 3–4 мм. Максимального розвитку вони досягають на початок відкладання маткою яєць. У неплідних бджолиних маток яєчники невеликих розмірів, а яйцеві трубочки мають вигляд тонких ниток, не поділених на камери. Маса бджолої матки тісно корелює з кількістю яйцевих трубочок. Тому в племінних господарствах визначають масу бджолиних маток, на підставі чого встановлюють їх якість (Krieg, 2002; Войналович, 2004).

Статева система трутнів складається з двох сім'яників, від кожного відходять спермопроводи, які впадають у сім'яні пухирці, двох придаткових залоз, сім'явипорскувального каналу, цибулини ендофалуса, рїжка. На основі морфофункціональних досліджень статевої системи трутнів встановлено, що максимального розвитку вона досягає на 10–14 день, хоча розвиток сперматозоїдів у сім'яниках завершується за чотири дні до виходу трутнів із комірок. Протягом трьох наступних

днів сперматозоїди переміщуються в сім'яні міхурці, де завершується їхнє дозрівання. У сім'яних міхурцях одного трутня накопичується до 1,7 мм³ сперми. Статеві органи трутня через свою значну довжину розміщені в черевці у вигляді букви S. Анатомічні дослідження показали, що ендофалус займає її нижню частину і втягнутий усередину. Передня частина ендофалуса розширена і утворює цибулину. В дорсальній частині з внутрішньої сторони цибулини прикріплені товсті темно-коричневі хітинові пластинки, кожна з яких знизу і зверху має заглиблення. Звуженіша ділянка хітинової пластинки спрямована вниз і має короткі складки. Із вентральної сторони в напрямку стінки хітинової пластинки черевця вигнуті і майже досягають основи цибулини ендофалуса. Нижня сторона цибулини ендофалуса складчаста, зверху від неї відходить бахромчастий виступ, а від основи – верхні стінки ріжків, які виходять в кінцеву камеру, через яку вони вивертаються назовні при спаровуванні. Колір ріжків залежить від наявності в ньому пігментів, у новонароджених трутнів їх немає, а з віком їх кількість збільшується (Taber, 1998; Prabucka et al., 1999; el-Sherif et al., 2001).

При вивченні процесу парування матки з трутнем встановлено, що в першій фазі під час вивертання копулятивного органа трутня спочатку виштовхуються бокові пластинки кінцевої камери (класпери), після появи ендофалуса розсовуються склерити і вивертається цибулина з невеликими конусоподібними виступами (верхівки ріжків), потім виходить середня трубчаста частина (шийка), яка, як і ріжки, вигнута верхівкою до стернітів черевця. Із закінченням вивертання цибулини черевце трутня через напругу м'язів стає твердим і набуває сплющену зверху і знизу трапецієподібну форму. Цю фазу в інструментальному осіменінні називають неповним вивертанням статевого органа трутня, або вивертанням шийки цибулини. Друга фаза починається виштовхуванням в дорсальному напрямку лопатоподібного розширення – ендофалуса. Він розташовується в дорсальній стороні цибулини посередині її довжини. В момент вивертання ендофалуса ріжки своєю основою припіднімаються до верху, а конусоподібна

частина загинається вниз. У цій фазі ендофалус прозорий і наповнений повітрям із гемолімфою, а всередині його добре видно ділянку сім'явипорскувального каналу. Під час вивертання він виштовхується з порожнини черевця і відкривається назовні ендофалуса, з якого випорскуються сперма та мускус. Сім'явипорскувальний канал короткий, тому при копуляції в ендофалус виштовхуються також сім'яні міхурці і додаткові залози (Рутгнер, 1972; Koeniger et al., 1990; Wyatt, 1999).

Розширення і поглиблення знань анатомічної будови статеві системи бджолиних маток і трутнів, біології розмноження бджіл сприяє удосконаленню і розробці технологій з одержання плідних бджолиних маток бажаної якості та походження.

2.4. Особливості природного спаровування бджолиних маток

Вильоти більшості трутнів відбуваються в один і той же час у всіх географічних регіонах, починаються з 11.00–14.00 і продовжуються до 16.00–18.00 з піком активності між 14.00–16.00. Час вильоту і найвищої активності залежить від сезону року, зовнішніх умов, орієнтації льоту. Інтенсивність льоту трутнів пов'язана з температурою навколишнього середовища, відносною вологістю повітря, освітленістю, положенням сонця і тривалістю дня. Вони мало літають в прохолодну, вітряну, хмарну погоду. Температура 18–20 °С мінімальна для активної льотної діяльності. Найбільша швидкість вітру, при якій можливі вильоти трутнів, становить не більше 25 км/год, а спаровування може відбуватись тільки за умов, якщо цей показник не буде більшим ніж 18 км/год. Під час парування виліт молодих трутнів триває від 22 до 33 хв. З віком у трутнів тривалість вильотів зростає. Довше всіх у повітрі перебувають самці 31–40-денного віку (Hellmich & Collins, 1988; Cobey, 2003).

Масовий виліт маток для парування відбувається в період від 13.00 до 15.00 за температури навколишнього середовища вище +20 °С, помірній хмарності і незначному вітрі. Особливо активні вильоти спостерігаються після негоди. Перший виліт маток продовжується від двох до двадцяти хвилин. Майже

половина неплодних маток спаровуються при першому ж вильоті, що має для них захисне значення. Оптимальною для спаровування є температура +25 °С, однак зафіксовані випадки спаровування за 18 °С, а вильоти маток – за 16 °С. Цьому зазвичай передують тривалий теплий період. І навпаки, різке зростання температури після тривалого похолодання може стимулювати маток до здійснення вильотів із вулика (Ruttner H. & Ruttner F., 1972; Ruttner, 1976).

Парувальні вильоти маток і трутнів залежать від відносної вологості повітря. За температури 20 °С і вище вона повинна бути в межах 40–80 %. Метеорологічні умови визначають не тільки можливість виходу бджолиних маток і трутнів на облёт, але і його вдалий результат. Успіх парувального вильоту, який супроводжується зустріччю партнерів, залежить від фізичних та хімічних орієнтирів, на сприйняття яких і впливають вказані фактори навколишнього середовища. Спаровування може відбуватись на відстані до 12–16 км від пасіки. Трутні визначають місцезнаходження матки за допомогою анемотаксиса – руху проти вітру в пошуках відчуття феромону самки й форми тіла самої самки. Феромони матки приваблюють самців на відстані до 60 м. Якщо концентрація феромону знижується до порогового мінімуму, трутень починає літати в різних напрямках, поки знову не нападе на слід матки (Taylor, 1984; Willams, 1987).

Парування відбувається в місцях збору трутнів, де вони чекають на матку. Місця щорічного збирання трутнів відносно пасіки не залежить від присутності маток. Кожне таке місце має центр, де самці є практично завжди, і прикордонну зону, де трапляються лише окремі особини. Місцезнаходження цих парувальних пунктів було експериментально визначено за числом трутнів, які приваблюються до матки-приманки або капсули з феромоном, закріпленої на повітряному зонді. Трутнів у цьому разі виявляли на відстані від 8 до 50 м від землі, а оптимальною вважають висоту 15–25 м. Висота польоту трутнів менша у вітряну та хмарну погоду і більша – в сонячну і спекотну. Ширина смуги збору залежно від кількості трутнів і їх льотної активності коливається від 30 до 200 м. Місця збору

зазвичай розташовані у зонах із нерівномірним рельєфом, на відкритих ділянках у лісі, поряд із деревними й кущовими насадженнями та зрідка на рівнинах. Межею служать вертикальні структури ландшафту, лісу, одинокі дерева, будівлі тощо. На рівнинах місця збору не мають чітких меж (Willams, 1987; Броварський, 2003).

Велика кількість трутнів збирається у зонах конгрегації трутнів на значній відстані від пасік. Територія місця збору може бути віддалена від пасіки на 50 м і до 7 км, при цьому матки і трутні прокладають певні льотні маршрути, але неохоче літають над водоймищами. Трутні літають по території місця збору протягом 10–15 хвилин, після цього повертаються у вулик. В експерименті з неплідними матками-приманками встановлено, що трутні супроводжували їх як на території місця збору, так і на невеликій відстані від нього, за винятком трутнів африканських бджіл *A. m. adansonii*, які переслідували маток на відстань до двох кілометрів від цього місця (Рутнер, 1972).

Географічне розміщення місць збору трутнів не змінюється роками. Трутні регулярно прилітають до них, але можуть відвідувати й інші місця. Зазвичай це трапляється в тих випадках, якщо обидва місця збору розмішені на однаковій відстані від пасіки. Гуртуванню трутнів сприяє феромон мандибулярних залоз. Місця збору не залежать від присутності матки, хоча висока концентрація маточного статевого гормону може стати причиною скупчення великої кількості самців. Трутні, які прилітають за багато кілометрів і незнайомі з територією, знаходять зону спаровування досить швидко. Тут їх приваблюють не тільки матки, трутні, але й будь-які літаючі об'єкти (інші комахи, листя тощо). Переслідуючи об'єкт, самці збираються в групи, розлітаються й знову групуються, створюючи «комети». Одночасно навколо однієї матки можуть зосереджуватись до 300 трутнів. Існування місць збору зменшує вірогідність спаровування маток із трутнями цих же сімей, оскільки тут скупчуються самці із усіх пасік найближчих територій. Тут же відбувається зустріч матки з достатньою кількістю трутнів для повного її осіменіння навіть у ті періоди року, коли їх на пасіці мало (Радченко и Песенко, 1994).

Бджолиній матці достатньо знайти лише одну зону конгрегації трутнів, щоб відбулося повне осіменіння, що зменшує час її перебування поза сім'єю. Це сприяє безпеці матки, адже під час вильотів на неї можуть напасти хижаки, вона може постраждати від зміни погоди. Крім того, тривале перебування матки поза гніздом може спричинити в сім'ї занепокоєння, що позначилося б на ставленні бджіл до неї при поверненні у вулик (Броварський, 2020).

Для дослідження шлюбної поведінки маток і трутнів науковці використовували кінокамеру, закріплену на одному бруску разом із зафіксованою маткою, камеру жала якої штучно тримали відкритою (Ruttner, 1976; Koeniger, 1988); муляжі маток, оброблені маточним феромоном, які підіймали на висоту 5–25 м у зоні конгрегації трутнів (Taber, 1954). Встановлено, що трутні, які приваблюються маткою, переслідують її групою, у формі комети, розміщуючись дещо нижче від матки. Залежно від напрямку вітру вони наближались до неї з боків або спереду. Під час шлюбних вильотів група трутнів не супроводжує матку безперервно, вони можуть миттєво покинути її або кинутись у розсіп, а потім знову сформувати «комету» вслід за нею.

Експериментально встановлено, що процес парування відбувається так. Трутень, який досягає матки, захоплює її за допомогою ніжок зверху і міцно тримає: передні та середні пари ніжок торкаються її спинки, а задні – вентральної частини її тіла. Він миттєво підгинає черевце, і ендофалус вводить у відкриту камеру жала матки. Протягом наступних 0,3 с трутень відкидається назад, його паралізує, але він залишається зчепленим із маткою. Навіть після паралізації, вивертання ендофалуса після короткого ослаблення продовжується, ромбовидне волосяне поле й ріжки без їх клейкого оранжевого шару виступають з камери жала. Негайно настає друге ослаблення у вивертанні ендофалуса, і його дистальна частина (цибулина) закріплюється в статевих шляхах матки. Після повного вивертання ендофалуса трутень відокремлюється від матки, залишаючи свій знак спаровування в камері жала. В цей момент хітинові пластинки знаку спаровування розміщуються в нижній частині камери жала (Ruttner, 1989).

Після парування з трутнем у камері жала матки залишається шлейф. Наявність шлейфу має завадити копуляції, але наступний трутень її здійснює. У процесі вивертання ендофалуса дорсальна частина шлейфа, яка складається з мукусу й клейкого жовтого шару, виявляється зв'язаною із ромбоподібним волосяним полем ендофалуса, що викликає повертання шлейфа. Хітинові пластинки його, які спочатку розміщені внизу камери жала, притискаються до жалоносного апарату. Друга сторона шлейфа притискується ромбоподібним волосяним полем. Повне вивертання ендофалуса відбувається так само, як описано раніше, але в цьому разі трутень витягує шлейф свого попередника, скріплений із волосками його ендофалуса (Ruttner, 1989).

В умовах експерименту з фіксованою маткою встановлено, що відокремлення трутня від матки відбувається тільки після повного вивертання ендофалуса. Після вивертання половини ендофалуса трутень стає паралізованим: його крила не рухаються, черевце сильно скорочене, він відкидається назад. Але все-таки пара продовжує зависати в повітрі разом, і матка несе паралізованого трутня. Зв'язок на цей час настільки сильний, що при спробах відокремити трутня від матки тіло останньої часто розривалося. Паралізація трутня на деяку мить призупиняє процес вивертання ендофалуса і сперма не надходить у статеві шляхи матки. Можливо, на цій стадії копуляції самка сама активно сприяє осіменінню, сильно стискаючи ендофалус (Ruttner, 1976).

Отже, складна структура ендофалуса пристосована не тільки до створення сильного зв'язку між маткою і трутнем під час копуляції, але і для видалення шлейфа попередника.

Поведінка трутнів при паруванні досить своєрідна. У групі, яка складається з кількох сотень індивідів, які переслідують матку, не можна помітити ворожнечі, але все ж таки найбільше фізіологічно розвинений трутень наздоганяє матку перший. Він парується з нею і залишає свій шлейф у камері жала. Шлейф утримує камеру жала відкритою і зменшує небезпеку ураження трутня жалом матки. Отже шлейф полегшує наступну копуляцію. Це своєрідна допомога, яку

надає трутень своїм наступникам. Наявність шлейфа може також прискорити копуляцію та скоротити тривалість перебування матки в повітрі. Така кооперація вигідна для трутнів, тому що сприяє збільшенню ймовірності використання їх сперми в створенні життєздатної сім'ї. Матки, які спарувалися з одним або з невеликою кількістю трутнів, не отримують достатнього запасу сперми і виводять мало бджіл у сім'ях. Матка повертається у вулик зі шлейфом (Броварський, 2020).

На неплідну матку бджоли у гнізді майже не реагують, а після спаровування їх ставлення до неї змінюється. Після спаровування, повернувшись у гніздо, бджолина матка активно переміщується на стільнику. Її супроводжують від 10 до 20 бджіл. Вони обнюхують і обшупують матку за допомогою вусиків, надають корм, облизують її. Окремі особини поводять себе ще активніше, вони вискакують на матку, намагаються ухопити мандибулами шлейф і сегменти черевця. Ці дії не тільки сприяють звільненню матки від шлейфа, але й прискорюють процес міграції сперми. Надалі увага бджіл до матки посилюється. Біля неї постійно перебуває свита бджіл, які забезпечують її кормом, чистять тіло. Фактор годівлі сприяє інтенсивнішому розвитку яєчників і прискоренню початку репродуктивної діяльності матки (Bienefeld, 1996; Taber, 2000).

Феноменом у ряду видів комах, зокрема й бджіл, є те, що самки паруються лише раз у житті. Весь репродуктивний період вони зберігають у життєздатному стані отриману від самців статеву продукцію в спермоприймачі (Verma, 1974). Матка спаровується з багатьма трутнями. Після спаровування сперма потрапляє в яйцепроводи чистою, без домішок мукусу. Процес міграції сперми з камери жала в яйцепроводи починається зразу після того, як матка повертається в гніздо після шлюбного вильоту. На міграцію сперми до спермоприймача впливає цілий комплекс факторів. Паралізація скелетних м'язів черевця матки призводить до припинення руху сперми, а при видаленні додаткових залоз спермоприймача цей процес уповільнюється (Gessner & Ruttner, 1977). Також рух сперми забезпечується різницею рН сперми та рідини, яка міститься в спермоприймачі:

pH сперми дорівнює 7,0, а pH рідини спермоприймача – 9,0 (De Camargo, 1975; Berg, 1988).

Застосування маркерів для мічення окремих порцій сперми, яку штучно вводили в яйцепроводи маток, і виготовлення гістологічних препаратів допомогло вивчити динаміку міграції, розміщення і використання маркованої статеві продукції трутнів. Встановлено, що сперма в яйцепроводах розміщується шарами неправильної чашоподібної форми. При міграції в спермоприймач потрапляють сперматозоїди з верхньої ділянки непарного яйцепроводу. У спермоприймачі різні порції сперми розміщуються С-подібними згустками, рижки яких повернуті до виходу. Незважаючи на уособлене розміщення сперми при її використанні в процесі відкладання маткою яєць відбувається змішування окремих порцій статеві продукції різних трутнів, розміщеної в зоні отвору спермопроводу (Броварский и Полишук, 1991).

Запліднення яєць і використання сперми трутнів із спермоприймача регулюється рефлекторно. Для запліднення яйця використовується від 7 до 12 сперматозоїдів. Встановлено, що для виведення сперматозоїдів зі стану анабіозу матка використовує секрет придаткових залоз спермоприймача (Хмара, 1977).

Отже, природне спаровування бджолої матки з трутнями відбувається поза гніздом сім'ї, що викликає труднощі в організації чистопородного розведення і племінної роботи. Поглиблення знань із питань розмноження сімей, відтворення медоносних бджіл, етології бджолиних маток і трутнів під час парування сприяє збагаченню знань із біології розмноження медоносної бджоли, уможлиблює розробку досконаліших методів репродукції племінного матеріалу відомого походження.

2.5. Функціонування статеві системи плідної матки

У будові статеві системи неплідної і плідної маток є відмінності, пов'язані з розвитком яєчників та піхвового клапана. Для з'ясування, як відбувається потрапляння сперматозоїдів трутнів на мікропілярну зону яйця, В.Д. Броварський (2006) удосконалив методику гістологічного дослідження статеві системи плідних бджолиних маток, оскільки наявні методики

виготовлення гістологічних зрізів не дають змогу миттєво зафіксувати матку. Матки фіксували під час виділення ними яєць із наступним препаруванням статевої системи та одержанням гістологічних зрізів. Для фіксації бджолину матку обробляли рідким азотом, що допомагає миттєво її умертвити, а заморожування тіла полегшувало препарування тканин чи органів, не допускаючи їхнього деформування.

При розгляді гістологічних зрізів статевої системи бджолиних маток встановлено, що піхвовий клапан у плідних самок досить добре розвинений. Якщо порівнювати піхвовий клапан неплідної і плідної маток, то за формою вони відрізняються. Так, у неплідних бджолиних маток (рис. 2.2; 2.3) піхвовий клапан має два досить добре розвинені і видовжені вирости V-подібної форми. Ці вирости за формою нагадують гілку винограду, тобто по всій поверхні їх стінки мають складчасту будову (Броварський, 2006).



Рис. 2.2. Сагітальний зріз камери жала неплідної бджолиної матки. Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – стерніт; 2 – камера жала; 3 – жалоносний апарат; 4 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

У вентральній частині піхвовий клапан має досить добре розвинену м'язову тканину. М'язові волокна також є й у виростах клапана. Із дорсального боку над клапаном розміщений жалоносний апарат. Проміжок між даними

органами невеликий. У зоні розміщення піхви канал теж звужений. Після спаровування сперма вільно переміщуватись у яйцепроводи не може. Сперматозоїди трутнів не здатні до поступального руху. Отже, вирости піхвового клапана сприяють транспортуванню статеві продукції трутнів до яйцепроводів (Броварський, 2006).

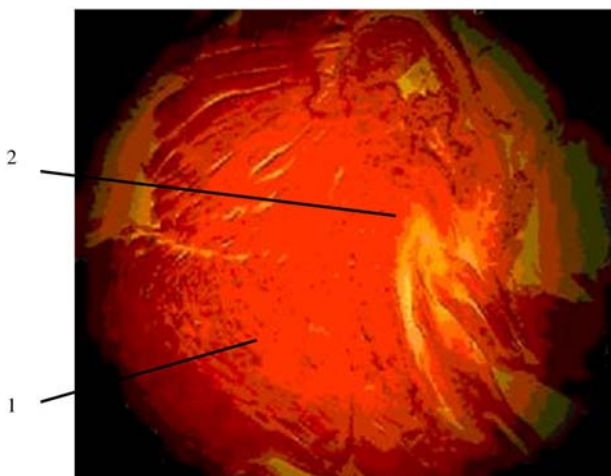


Рис. 2.3. Сагітальний зріз піхвового клапана неплідної бджолої матки. Збільшення: окуляр $\times 10$, об'єктив $\times 16$. 1 – нижня гілка піхвового клапану; 2 – верхня гілка піхвового клапану (Броварський, 2006)

Бджолої матка, яка спарувалася з трутнями, за допомогою почергового скорочення м'язових волокон клапана, активного переміщення на стільниках і рухів черевця може забезпечити міграцію сперми з камери жала в яйцепроводи. Гілки клапана можуть відхилятися до вентральної частини черевця. У цій позиції канал піхви відкритий максимально, що прискорює переміщення сперми до непарного та парних яйцепроводів. Після завершення міграції необхідно уповільнити витікання сперми із статевих шляхів. Щоб уникнути активного переміщення сперми в зворотному

напрямку та забезпечити її міграцію в спермоприймач, гілки клапана можуть підніматись у верхнє положення. Таке розташування передньої та задньої гілок зменшує проміжок у дорсальній частині між стінками піхви і клапаном. Крім того, переміщення задньої гілки клапана у верхнє положення, завдяки скороченню м'язових волокон, спрямовує сперму до спермопроводу, що уповільнює витікання її назовні та сприяє швидшому заповненню спермоприймача статеву продукцією трутнів (Броварський, 2006).

Гістологічні зрізи статеві системи плідних бджолиних маток показують, що піхвовий клапан незначно змінює свою форму (рис. 2.4; 2.5). При основі він також має дві V-подібні гілки м'язових волокон. Усіх інших частин клапана, як це мало місце у неплідних маток, немає. Найвіддаленіша від піхви гілка клапана фактично лежить на стерніті, а інша піднята. Її верхня частина міститься над отвором каналу спермопроводу (Броварський, 2006).

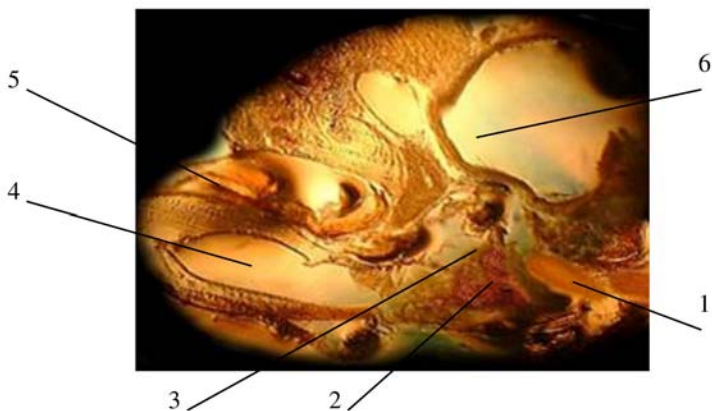


Рис. 2.4. Сагітальний зріз піхвового клапана плідної бджолиної матки. Збільшення: окуляр $\times 8$, об'єктив $\times 10$. 1 – яйце; 2 – нижня гілка піхвового клапана; 3 – верхня гілка піхвового клапана; 4 – камера жала; 5 – жалоносний апарат; 6 – спермоприймач (Броварський, 2006)

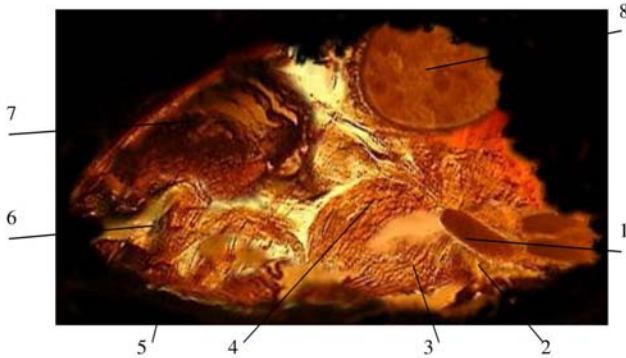


Рис. 2.5. Сагітальний зріз піхвового клапана плідної бджолоїної матки. Збільшення: окуляр $\times 8$, об'єктив $\times 10$. 1 – яйце; 2 – непарний яйцепровід; 3 – нижня гілка піхвового клапана; 4 – верхня гілка піхвового клапана; 5 – стерніт; 6 – камера жала; 7 – жалоносний апарат; 8 – спермоприймач, заповнений спермою (Броварський, 2006)

Отже, після спаровування функціональне призначення клапана змінюється. Такі його функції, як транспортування сперми до яйцепроводів і утримання від можливості інтенсивного виділення статевої продукції трутнів у камеру жала, матці вже не потрібні. Щоб з'ясувати функціональне призначення піхвового клапана у плідних маток, їх фіксували в момент відкладання яєць. Для цього було використано іммобілізатор конструкції П.Я. Хмари (1977). Перед початком досліджень відкривали кришку іммобілізатора і в нього підсаджували близько 50 робочих бджіл. Плідну бджолоїну матку, яку відбирали з гнізда сім'ї чи нуклеуса, головою спрямовували в отвір іммобілізатора. При її переміщенні опускали фіксатор у такий спосіб, щоб він розмістився між грудним і черевним відділом матки. Зафіксована в такому положенні матка має контакт із бджолами, а її черевце виступає назовні і лежить на округлій планці. Через 15–20 хвилин матка розпочинала відкладати яйця з інтервалом 40 с і більше. При виділенні яйця вона спочатку кілька разів злегка розтуляла останні склерити черевця, а потім широко розкривала їх. Далі піднімався жалоносний апарат і з отвору піхви виходило яйце. Цей процес досить добре спостерігати при використанні лупи або біноклярних медичних окулярів, які забезпечують 4-кратне збільшення (Броварський, 2006).

Оскільки процес запліднення відбувається до появи яйця в камері жала, то маток фіксували до моменту виходу його з отвору піхви. Частина маток фіксували в момент перших рухів склеритів, іншу – під час розкриття камери жала. При цьому важливо було чітко вловити певний момент руху черевця матки. Для миттєвого фіксування використали рідкий азот. У потрібний момент фіксації його виливали на черевце бджолиної матки. Після заморожування черевця знімали фіксатор і за допомогою пінцета тіло матки переміщували на препарувальний столик. Вивчення гістологічних зрізів допомогло встановити, що піхвовий клапан бере безпосередню участь у процесі осіменіння яєць (Броварський, 2004). Було простежено в динаміці переміщення яєць у зоні спермопроводу та визначено їх положення в яйцепроводах (рис. 2.6–2.8).

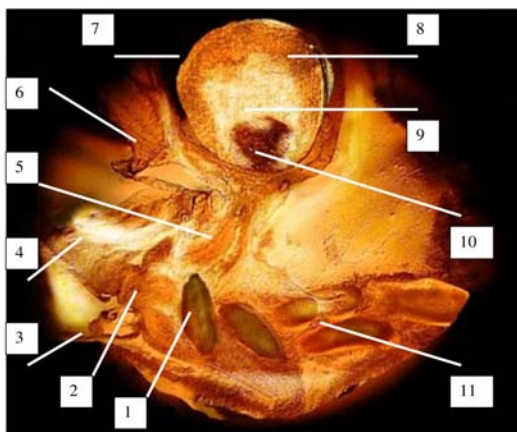


Рис. 2.6. Сагітальний зріз статевої системи плідної бджолиної матки (матка підлягала триразовому штучному осіменінню з уведенням сперми в зону отвору піхви). Проходження яйця в зоні спермопроводу. Збільшення: окуляр $\times 10$, об'єктив $\times 16$. 1 – яйце в непарному яйцепроводі; 2 – піхвовий клапан; 3 – стерніт; 4 – камера жала; 5 – спермопровід; 6 – жалоносний апарат; 7 – спермоприймач; 8 – сперма, зафарбована флуоресцентним зондом А; 9 – сперма, зафарбована флуоресцентним зондом В; 10 – сперма, зафарбована флуоресцентним зондом С; 11 – парний яйцепровід, заповнений яйцями (Броварський, 2006)

У науковій літературі раніше повідомлялось, що яйцеклітини рухаються по яйцепроводах бджолоїної матки поодинокі (Taber, 1987). Відомо, що латеральні яйцепроводи характеризуються складчастою будовою стінок, а отже, можуть збільшуватись за розмірами. Таку будову парних яйцепроводів пов'язували з міграцією сперми. За допомогою виготовлених гістологічних зрізів встановлено, що яйця в парних яйцепроводах розташовані не послідовно одним рядом, а в кілька ярусів (рис. 2.6). Крім того, навколо яєць зафіксована рідина, походження якої залишається невідомим. Можливо біля основи яєчників є залози, які продукують цю рідину, або самі стінки яйцевих трубочок її виділяють (Броварський і Войналович, 2004).

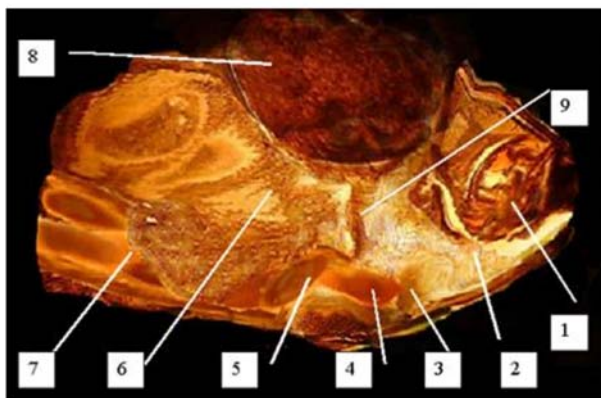


Рис. 2.7. Сагітальний зріз статеві системи плідної бджолоїної матки (матка підлягала одноразовому штучному осіменінню з уведенням сперми в зону отвору піхви). Проходження яйця в зоні спермопроводу. Збільшення: окуляр $\times 10$, об'єктив $\times 16$. 1 – жалоносний апарат; 2 – камера жала; 3 – піхвовий клапан; 4 – яйце, розміщене між гілками піхвового клапана; 5 – яйце в непарному яйцепроводі; 6 – середня кишка; 7 – парний яйцепровід, заповнений яйцями; 8 – спермоприймач; 9 – спермопровід (Броварський, 2006)

Рідина, розміщена навколо яєць у яйцепроводах (рис. 2.6; 2.7), може відігравати кілька функцій: транспортну, живлення і захисту. Вона може зменшувати тертя і тим самим сприяти переміщенню яєць у яйцепроводах і камері жала. Також через рідину, можливо, відбувається газообмін та живлення яйцеклітин при перебуванні в статевих шляхах матки. Нею огортається яйце в момент відкладання у комірку і фіксується до її денця. Можливий також захист оболонки яйця від мікрофлори і втрати вологи (Броварський, 2006).

Знаходження яйця в зоні, де відбувається процес безпосередньої регуляції осіменіння, показує, що в непарному яйцепроводі воно переходить з горизонтального положення у вертикальне. Цей процес регулюється піхвовим клапаном. Якщо простежити за динамікою гістологічних зрізів (рис. 2.6–2.8), то виявляється, що положення як яєць, так і клапана на них різні. На першому етапі піхвовий клапан обома гілками підтримує яйце так, щоб її мікропілярна зона була навпроти виходу спермопроводу у непарний яйцепровід (рис. 2.6) (Броварський, 2006).

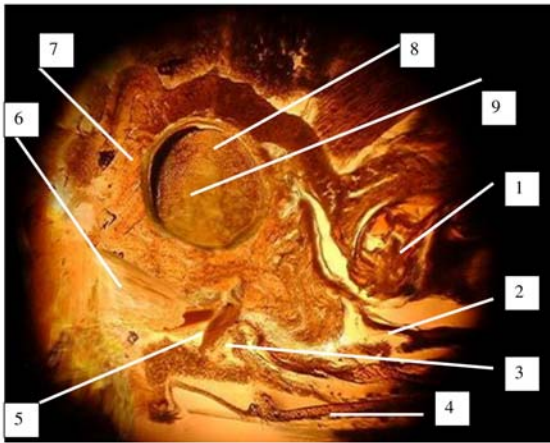


Рис. 2.8. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки підлягала дворазовому штучному осіменінню з уведенням сперми в зону отвору піхви). Проходження яйця в зоні спермопроводу. Збільшення: окуляр $\times 10$, об'єктив $\times 16$. 1 – жалоносний апарат; 2 – камера жала; 3 – піхвовий клапан; 4 – стерніт; 5 – яйце; 6 – парний яйцепровід; 7 – спермоприймач; 8 – сперма, зафарбована флуоресцентним зондом А; 9 – сперма, зафарбована флуоресцентним зондом В (Броварський, 2006)

На гістологічному зрізі, представленому на рис. 2.7, можна побачити, що вентральна частина яйця після опускання нижньої гілки піхвового клапана статеві системи бджололиної матки зміщується у бік жалоносного апарата. При цьому верхня гілка клапана дещо опускається вниз, що сприяє переміщенню нижньої частини яйцеклітини ближче до виходу із отвору піхви. Надалі верхня гілка клапана піднімається у верхнє положення і цим спрямовує яйце у отвір піхви (рис. 2.8). У цій фазі гілки знову зближуються. Те яйце, на яке потрапила сперма, гілками клапана проштовхується у канал піхви, а наступне переходить із вертикального у горизонтальне положення (Броварський, 2006).

На гістологічних зрізах і схемі, які наведено на рис. 2.9, зображено місце перебування яєць у зоні, де відбувається процес потрапляння сперми на їх мікропілярну зону. Піхвовий клапан на схемі А зміщений дещо вниз. Підтримуване ним яйце знаходиться на значній відстані від виходу спермопроводу. У цьому разі сперма не може потрапити на мікропілярну зону яйця, а тому процес осіменіння не відбудеться. Як наслідок матка відкладе незапліднене яйце, з якого розвинеться трутень. На схемі Б верхня частина яйця піхвовим клапаном піднята впритул до зони витоку сперми із спермопроводу. В цей момент мікропілярна зона яйця перебуває в безпосередньому контакті зі спермою. Процес осіменіння тут очевидний (Броварський, 2006).

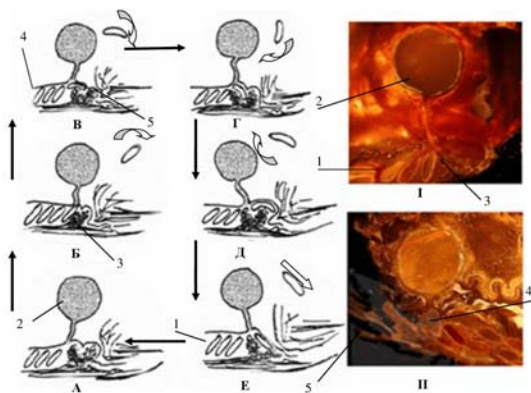


Рис. 2.9. Функція піхвового клапана в процесі осіменіння яєць. I, II – гістологічні зрізи статеві системи матки (I – осіменіння яйця немає; II – осіменіння яйця наявне), збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$; А, Б, В, Г, Д, Е – схема положення яйця на різних стадіях його переміщення в зоні витоку спермоприймача; 1 – яйце; 2 – спермоприймач; 3 – піхвовий клапан; 4 – непарний яйцепровід; 5 – камера жала (Броварський, 2006)

Отже, результати гістологічних досліджень показують, що піхвовий клапан у плідних маток відіграє важливу функцію щодо регуляції осіменіння яєць. Завдяки спрямуванню яйця до зони витоку спермопроводу піхвовий клапан у статевій системі бджолої матки забезпечує процес одержання диплоїдних і гаплоїдних яйцеклітин. Ймовірно, з віком цей орган у матки фізіологічно зношується, а тому процес осіменіння яєць порушується. Це призводить до відкладання маткою більшої кількості незапліднених яєць, що підтверджено практичним досвідом (Броварський, 2006).

У технології штучного осіменіння деформація чи травмування піхвового клапана можуть негативно позначатись як на процесах міграції сперми в статевій системі бджолої матки, так і виході племінної продукції. Цілком ймовірно, що в умовах природного спаровування піхвовий клапан теж може бути деформований статевими органами трутня (Броварський, 2006).

Аналіз гістологічних зрізів (рис. 2.9) допомагає краще з'ясувати функції яйцепроводів. Маючи складчасту будову, вони відіграють важливе значення у міграційних процесах сперми після спаровування чи штучного осіменіння бджолої матки. Водночас цим їхня функція не обмежується. У процесі репродуктивної діяльності матки яйцепроводи забезпечують проходження та регулюють послідовність надходження яєць до зони, де відбувається їхнє осіменіння. У латеральних яйцепроводах яйця рухаються кількома ярусами, а в непарному вони розташовуються в один ряд. Положення яєць у непарному яйцепроводі не горизонтальне, а під невеликим кутом, мікропілярною частиною спрямовані до дорсальної його стінки. Таке положення формує піхвовий клапан, який забезпечує підняття яйця і примушує наступні яйця змінювати траєкторію переміщення з горизонтального положення на похиле. Яйця наче наповзають одне на одного, а їхні стінки забезпечують напрямок переміщення тих яєць, розміщених позади них. М'язові волокна стінок непарного яйцепроводу теж діють на переміщення яєць у зону піхвового клапана. Завдяки послідовному скороченню м'язів вони забезпечують проштовхування яєць (Броварський, 2006).

Сперматозоїди на яйце потрапляють під впливом нервового імпульсу, який виникає в чутливих волосках, розміщених на кінці черевця матки. Опускання черевця у вузьку комірку, в якій мають виводитися робочі бджоли і матки, викликає подразнення чутливих волосків, виникнення нервових імпульсів, що стимулює піхвовий клапан, який, піднявши яйце, спрямовує його мікропілярну зону до виходу каналця спермоприймача назустріч руху сперми. Сім'яна рідина потрапляє на мікропілярну зону яйця, внаслідок чого відбувається його осіменіння. При опусканні маткою черевця в ширшу трутневу комірку чутливі волоски не подразнюються, нервові імпульси не виникають, гілки піхвового клапана не піднімають яйце мікропілярною частиною до необхідного рівня, і тому процес осіменіння не відбувається, яйця відкладаються незаплідненими. У маток старшого віку м'язові волокна не забезпечують надійної роботи клапану і частина яєць залишається гаплоїдними. Такі матки відкладають більше незапліднених яєць, ніж молоді, і в сім'ях з'являється велика кількість трутневого розплоду. Система регуляції процесу запліднення яєць біологічно доцільна для бджолоїної матки і сім'ї взагалі, оскільки є пристосуванням економно витратити сперму із спермоприймача (Броварський, 2006).

Отже, вдосконалення методики виготовлення гістологічних зрізів маток дало змогу встановити, що піхвовий клапан у статевій системі бджолоїної матки відіграє такі важливі функції: переміщення сперми із припіхвової зони камери жала в яйцепроводи; утримання сперми при заповненні спермоприймача; регуляцію процесу осіменіння яєць та їх спрямування до виходу. Вивчення функціонування піхвового клапана допомогло з'ясувати його значення в процесах відтворення, а отже, удосконалити технологічні процеси штучного осіменіння бджолоїних маток. Цей матеріал слугуватиме розробці нових технологій репродукції, правильному використанню маток, створить передумови для поліпшення методів оцінки якості маток, що сприятиме підвищенню продуктивності бджолоїних сімей.

2.6. Міграція сперми трутнів у статевих шляхах маток штучного осіменіння

Сперма трутнів після природного спаровування чи штучного осіменіння мігрує в статевих шляхах матки, а потім надходить у спермоприймач, де зберігається тривалий час і витрачається для запліднення яєць. Питання подальшої індивідуальності його порцій під єдиною живою оболонкою, фізіологія життєздатності сперматозоїдів та ефективності запліднення ними яєць упродовж усього періоду їх відкладання маткою залишається одним із головних у біології розмноження індивідів виду *Apis mellifera* L. Дослідження морфологічних ознак потомства, отриманого від маток за різних способів штучного введення статевої продукції трутнів, можуть встановити певні закономірності розподілу генерацій робочих бджіл за батьківським походженням, однак не дають можливості чітко проаналізувати процеси міграції сперми в статевих шляхах матки. Для з'ясування питань щодо міграції сперми різних трутнів у статевих шляхах бджолиних маток за різних варіантів їх осіменіння В.Д. Броварський (2006) розробив спеціальну методику проведення гістологічних досліджень.

Бджолина сім'я має високий потенціал продуктивності, який забезпечується насамперед впливом поліандрії (спаруванням бджолиної матки у шлюбний період з кількома трутнями). У природних умовах бджолина матка може вилітати на спаровування кілька разів і паруватися з різною кількістю трутнів – від 4 до 17. Незважаючи на це, для заповнення спермоприймача достатньо лише сперми, виділеної одним трутнем. Виникає питання, для чого матці потрібно паруватися з кількома трутнями, як мігрує сперма в статевих шляхах матки при заповненні спермоприймача і яка послідовність її використання. Відомо, що кожен трутень продукує різну за кількістю та густиною сперму (Войке і др, 1975), тому в статеві шляхи матки потрапляють різні за об'ємом і кількістю сперматозоїдів еякуляти трутнів. Мігруючи з яйцепроводів, неоднакова кількість сперматозоїдів різних трутнів буде потрапляти і до спермоприймача. В технології інструментального

осіменіння оператор може вводити дозовані порції сперми кожного трутня незалежно від кратності ін'єкцій. Однак, зважаючи на те, що інтенсивність міграції сперми при заповненні спермоприймача поступово уповільнюється, то до нього потрапляє неоднакова кількість сперматозоїдів різних трутів. За цих умов бджолина матка може відкласти диплоїдні яйця, з яких виходитиме потомство різного батьківського походження. Дослідження впливу послідовності введення сперми, кратності і об'єму ін'єкцій статевої продукції різних трутів на її розміщення в спермоприймачі, витрачання сперми в процесі відкладання маткою яєць розширяють знання щодо впливу та значення поліандрії в біології розмноження бджіл, дадуть можливість удосконалити та розробити технології отримання плідних бджолиних маток, які б забезпечували відтворення потомства бажаного походження.

В.Д. Броварський (2006) вивчив питання впливу кратності, способу й об'ємів уведення сперми на її розміщення в спермоприймачі за різних варіантів штучного осіменіння бджолиних маток. Неплідних маток після статевого дозрівання було поділено на 5 груп. Маткам 1-, 3- і 5-ої груп одноразово здійснили ін'єкцію порцій сперми трутів, маркованої флуоресцентними мембранними зондами, а 2- і 4-ої – триразово. Бджолиним маткам 1- і 2-ої груп марковану сім'яну рідину штучно вводили в яйцепроводи з використанням загальноприйнятого способу осіменіння (Moritz, 1987; Merval, 2001), маткам 3-, 4- і 5-ої груп ін'єкцію маркованої сперми проводили в зону отвору піхви (Броварський, 2002). Кожній матці вводили 9 мкл сперми (об'єм кожної маркованої порції становив 3 мкл). Для бджолиних маток 5-ої групи використовували інші пропорції: 2 мкл сперми, маркованої зондом А; 5 мкл – зондом Б, 2 мкл – зондом В). Щойно бджолині матки розпочинали відкладати яйця, їх відбирали та проводили гістологічні дослідження статевої системи (Броварський і Потоцький, 1999).

При застосуванні одноразового осіменіння з використанням однакових порцій маркованої сперми (дослідна група маток № 1) було одержано гістологічні зрізи, які підтвердили те, що в

спермоприймачі статева продукція різних трутнів розміщується шарами (рис. 2.10–2.15). На представлених фотографіях зображено сагітальні зрізи статевої системи бджолиних маток, яких осіменили одноразово з уведенням однакових порцій зафарбованої сперми в яйцепроводи. Встановлено, що перші порції сперми мігрують до спермоприймача лише через 2 год після її введення. Повне звільнення яйцепроводів від статевої продукції трутнів настає лише через 36 год після ін'єкції.

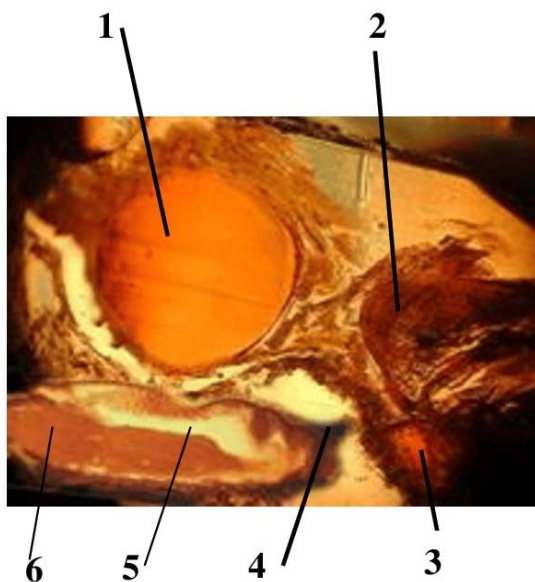


Рис. 2.10. Сагітальний зріз статевої системи бджолиної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 15 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – жалоносний апарат; 3 – камера жала; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В (непарний яйцепровід); 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б (парний яйцепровід); 6 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (парний яйцепровід) (Броварський, 2006)

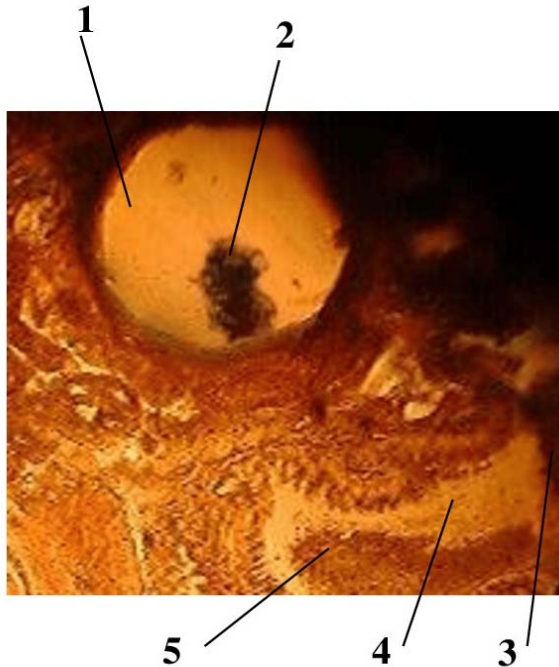


Рис. 2.11. Сагітальний зріз статеві системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 2 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В (непарний яйцепровід); 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б (парний яйцепровід); 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (парний яйцепровід) (Броварський, 2006)

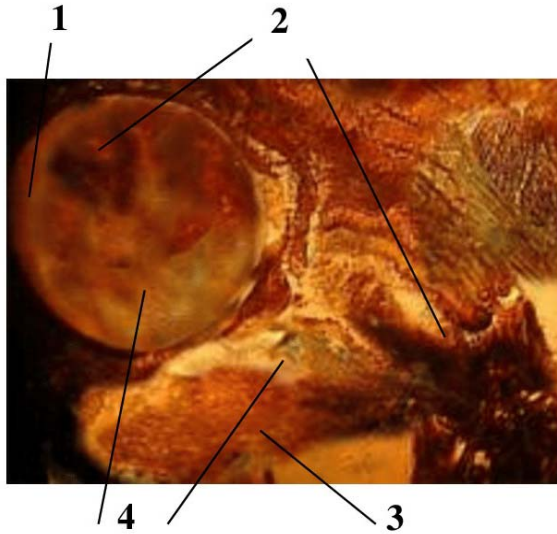


Рис. 2.12. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 4 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В (спермоприймач, непарний яйцепровід); 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б (спермоприймач, парний яйцепровід); 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (парний яйцепровід) (Броварський, 2006)

Розподіл порцій сперми, маркованої різними флуоресцентними зондами, нагадував за формою С-подібні згустки, повернені до виходу зі спермоприймача. Наявність в зоні одного шару згустку іншого кольору свідчила про незначне змішування різнозабарвленої сперми в яйцепроводах, що залежить від особливостей розподілу й надходження сперми трутнів із яйцепроводів у спермоприймач матки.

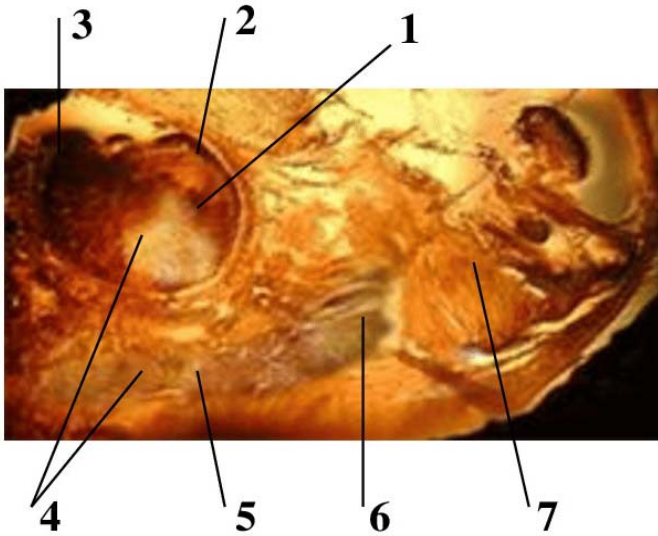


Рис. 2.13. Сагітальний зріз статевої системи бджолиної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 12 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 2 – спермоприймач; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 5 – парний яйцепровід; 6 – непарний яйцепровід; 7 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

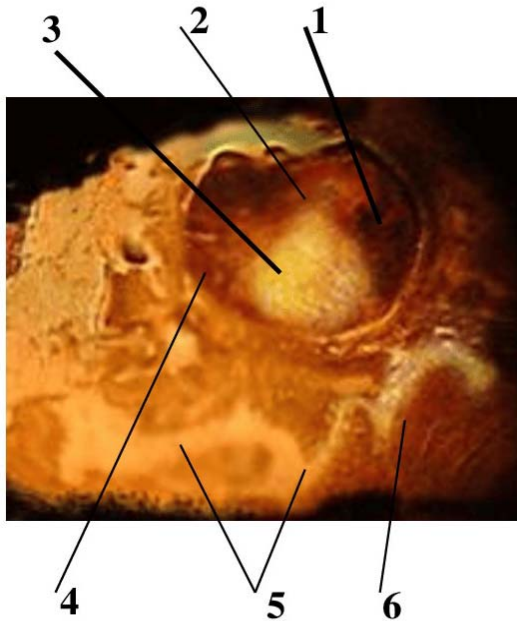


Рис. 2.14. Сагітальний зріз статеві системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 24 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 4 – спермоприймач; 5 – яйцепроводи; 6 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

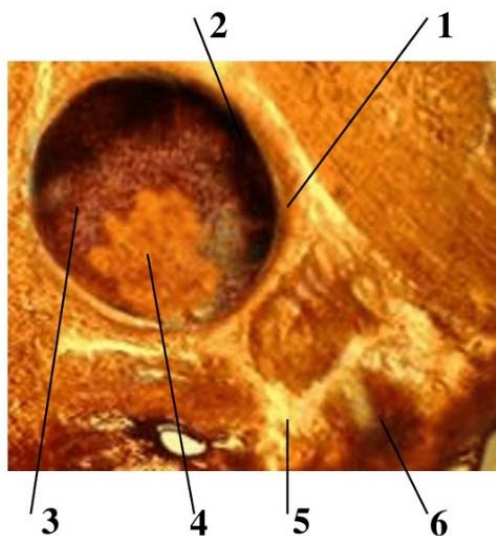


Рис. 2.15. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 36 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 5 – яйцепроводи; 6 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

Раніше було з'ясовано, що статеві продукти різних трутнів потрапляє до спермоприймача з дорсальних ділянок яйцепроводів (10–20%), а вся інша виділяється назовні у вигляді спермієвих хвостиків. Причому найбільша кількість сперми надходить у спермоприймач від того трутня, сперму якого вводили останньою (Броварський і Полищук, 1991).

Чіткіший розподіл сперми у сперматеці був отриманий при застосуванні триразового осіменіння бджолоїних маток різнозабарвленими порціями (рис. 2.16–2.21). У даному варіанті усувався фактор можливого купажування маркованих порцій

сперми в яйцепроводах бджолої матки. В спермоприймачах бджолиних маток цієї групи порції маркованої сперми також розміщувались у вигляді С-подібних шарів (Броварський, 1991). В зоні контактування мала місце незначна дифузія сперми з одного шару в інший. Вивчення гістологічних зрізів спермоприймачів бджолиних маток цієї групи показало, що ділянок сперми, зафарбованої іншим зондом, в тому чи іншому шарі не було. Встановлено, що найбільшу площу в спермоприймачі займає та порція сперми, яку вводили маткам при першому осіменінні – близько 60 %, на другу порцію припадало 30 %, третю – лише 10 % (рис. 2.17) (Броварський, 2006).

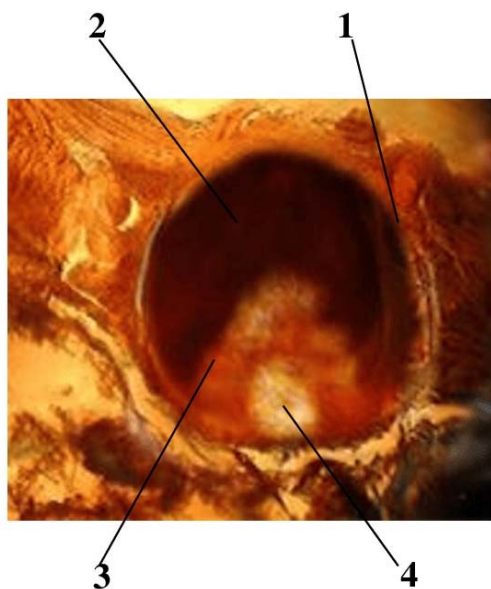


Рис. 2.16. Сагітальний зріз статевої системи бджолої матки, яка підлягала триразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 36 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (Броварський, 2006)

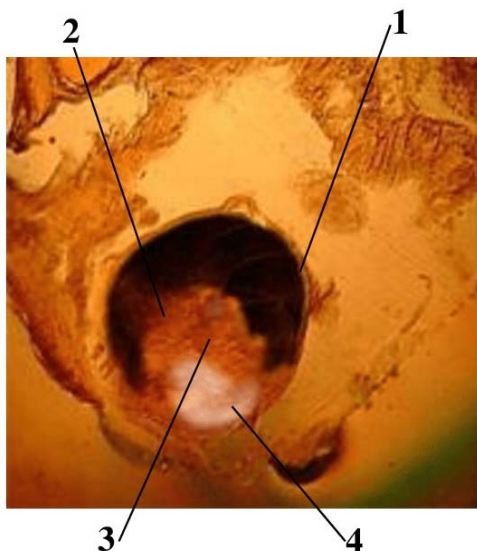


Рис. 2.17. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в яйцепроводи (фіксація через 48 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (Броварський, 2006)

Отже, гістологічні дослідження спермоприймачів бджолиних маток першої та другої дослідних груп, яким марковану сім'яну рідину штучно вводили в яйцепроводи одноразово чи триразово відповідно, встановили, що розміщення сперми різних трутнів у спермоприймачі матки залежить не тільки від розподілу статевої продукції в яйцепроводах, але й від кратності її уведення. При застосуванні триразового осіменіння кожна порція сперми розміщується в спермоприймачі матки С-подібними шарами без наявних включень згустків статевих клітин інших трутнів в кожному з них. Використання одноразового осіменіння сприяє

незначному купажуванню порцій сперми завдяки тому, що при міграції з яйцепроводів у спермоприймач відбувається захоплення окремих згустків іншої сперми (Броварський, 2006).

За умов природного парування процес міграції еякулятів сперми трутнів у статевих шляхах матки повинен відбуватися дещо по-іншому. По-перше, при спаровуванні сперма трутнів надходить не в яйцепроводи, а в зону отвору піхви. По-друге, матка може вилітати на спаровування один або кілька разів. Враховуючи ці особливості, важливо встановити розподіл сперми трутнів у спермоприймачі бджолої матки, якій статево продукцію вводили методом, наближеним до природного парування, чи буде змішуватися сперма різних трутнів у статевих шляхах матки при її ін'єкції в зону отвору піхви (Броварський, 2006).

У третій дослідній групі, в якій бджолиних маток фіксували через 5 хв після одноразової ін'єкції порцій сперми, мічених флуоресцентними мембранними зондами А, Б і В, розподіл статевої продукції різних трутнів на гістологічних зрізах був такий: сперма, зафарбована зондом А, заповнила навколо штучного шлейфа вільні зони нижньої частини камери жала. Її впорскували в камеру жала останньою і вона відтіснила попередні порції до стінок камери жала (рис. 2.18). Наступна порція сперми, яку мітили зондом Б, була частково купажована іншими маркованими порціями та розміщувалася ближче до бокових стінок камери жала. Незначна частина цієї сперми містилася в піхві над клапаном. Нижню ділянку камери жала в зоні піхвового клапана переважно займала сперма, маркована зондом В. Піхвовий клапан був відхилений своєю вершиною у бік виходу з камери жала. На даному етапі осіменіння бджолої матки ще не спостерігається інтенсивне купажування статевої продукції різних трутнів, оскільки на гістологічному зрізі можна чітко розрізнити ділянки зі спермою, яка зафарбована зондами А та Б. Крім того, за цей же період не встановлено активного переміщення сперми з камери жала до яйцепроводів (Броварський, 2006).

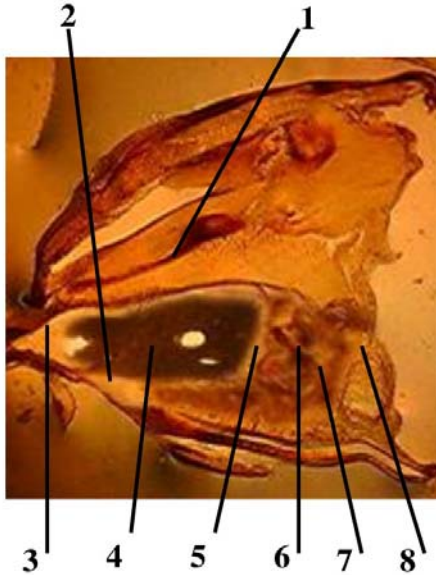


Рис. 2.18. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 5 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – жалоносний апарат; 2 – мукус; 3 – камера жала; 4 – штучний шлейф; 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 6 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 7 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 8 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

Після фіксації маток через 30 хв зафарбовані порції сперми частково перемістились в яйцепроводи матки, але в спермоприймач ще не мігрували (рис. 2.19). Сперма у яйцепроводах була змішана. У порціях сперми, зафарбованої флуоресцентним зондом В, містилася статеву продукція, маркована зондами А і Б. Стінки парних яйцепроводів розширились мало (Броварський, 2006).

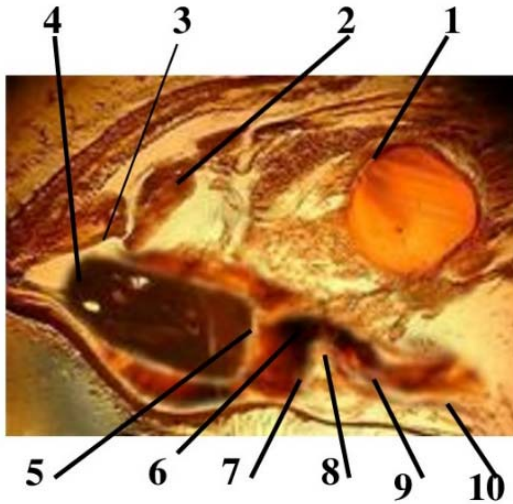


Рис. 2.19. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 30 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – камера жала; 2 – жалоносний апарат; 3 – штучний шлейф; 4 – спермоприймач; 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 6 – парний яйцепровід; 7 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 8 – непарний яйцепровід; 9 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 10 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

Зрізи, одержані при гістологічних дослідженнях статевої системи бджололиних маток, яких було зафіксовано через 60 хв після завершення осіменіння, показали, що в яйцепроводи перемістилося близько 80 % всієї введеної сперми (рис. 2.20). Парні яйцепроводи значно збільшились у діаметрі. В них, ближче до яєчників, розміщувалась сперма в менше змішаному стані. Тут можна було розрізнити ділянки, де знаходилась сперма, зафарбована зондами А, Б і В. Причому найбільшу частку статевої продукції трутнів, від центральної частини парних яйцепроводів і ближче до яєчників, займала сперма із зондом А, тобто та, яку вводили матці останню. Починаючи від середини парних яйцепроводів і далі аж до виходу з піхви порції

були змішані настільки, що виявити які-небудь суцільні ділянки маркованої сперми тим чи іншим зондом не вдалось. У камері жала різнозафарбовані порції сперми були менш купажовані. Тут можна було розрізнити окремі ділянки, де в основній масі статеві продукції трутнів були згустки сперми, зафарбованої зондами А, Б і В. На час фіксації в цих маток шлейф ще тримався. У спермоприймач потрапили перші порції сперми, маркованої флуоресцентними зондами А і Б. З цього можна припустити, що переміщення сперми в спермоприймач починається під впливом певного тиску стінок яйцепроводів на їх масу. Витікання сперми у камеру жала не відбувається, оскільки піхвовий клапан і, можливо, рухи черевця нагнітають її до яйцепроводів (Броварський, 2006).

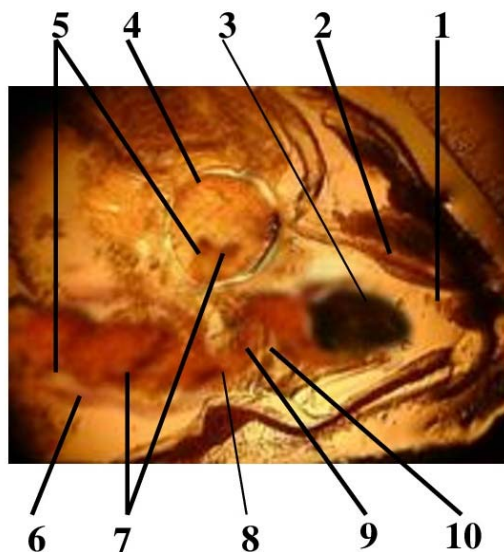


Рис. 2.20. Сагітальний зріз статеві системи бджолиної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 60 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – камера жала; 2 – жалоносний апарат; 3 – штучний шлейф; 4 – спермоприймач; 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 6 – парний яйцепровід; 7 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 8 – непарний яйцепровід; 9 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 10 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

Гістологічні зрізи, одержані від маток, яких фіксували через 80 хв після осіменіння, показали, що сперма в статевих шляхах і спермоприймачі перебуває у змішаному стані (рис. 2.21). Інтенсивність міграції сперми в яйцепроводи зменшується, а до спермоприймача, навпаки, зростає (Броварський, 2006).

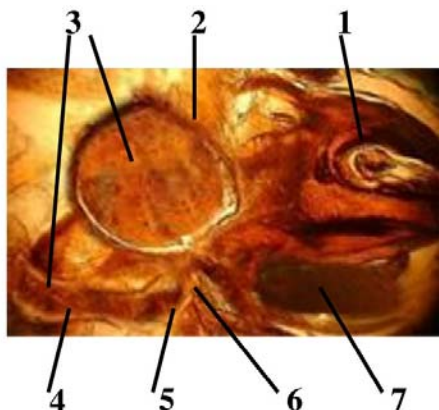


Рис. 2.21. Сагітальний зріз статевої системи бджолиної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 80 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – жалоносний апарат; 2 – спермоприймач; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентними мембранними зондами А, Б, В; 4 – парний яйцепровід; 5 – непарний яйцепровід; 6 – піхвовий клапан; 7 – штучний шлейф (Броварський, 2006)

При розгляді гістологічних зрізів статевої системи бджолиних маток, яких фіксували через 12 год, шлейфа в камері жала вже не було (рис. 2.22). Залишки сперми, які не потрапили у спермоприймач, переважно містилися у камері жала та непарному яйцепроводі біля піхвового клапана. Всі порції сперми, які були у статевих шляхах матки і спермоприймачі, інтенсивно перемішались. Отже, при переміщенні порцій сперми в яйцепроводи відбувається їх купажування в камері жала, цілком ймовірно, що цей процес продовжується і в каналі піхви (Броварський, 2006).

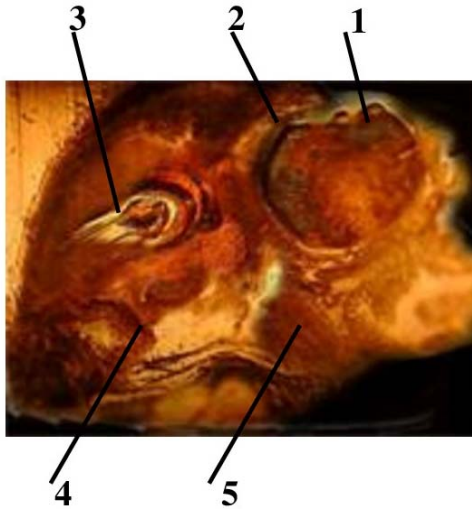


Рис. 2.22. Сагітальний зріз статевої системи бджолиної матки, яка підлягала одноразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 12 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – сперма, зафарбована флуоресцентними мембранними зондами А, Б, В; 2 – спермоприймач; 3 – жалоносний апарат; 4 – згустки сперми в камері жала; 5 – піхвовий клапан (Броварський, 2006)

У такий спосіб було встановлено, що після ін'єкції сперми у зону отвору піхви статеві продукти трутнів вже через 30–60 хв потрапляє до яйцепроводів. Цьому процесу, очевидно, сприяють скорочення сегментів черевця, піхвового клапана та активні рухи сперматозоїдів. Сперма різних трутнів при міграції активно змішується в камері жала, а в яйцепроводах цей процес майже не відбувається. Можливо, що в яйцепроводах сперматозоїди починають втрачати свою активність завдяки дії якихось чинників (секрети, які можуть виділяти стінки яйцепроводів; відсутність доступу повітря; зміна температури тощо), що є корисним фактором у цьому процесі. По-перше, сперма не буде інтенсивно витікати назовні. По-друге, спермопровід через невеликий діаметр неспроможний забезпечити переміщення великих порцій сперми у спермоприймач. Відомо, що міграція

сперми з яйцепроводів у спермоприймач триває 24–36 год (Gessner & Ruttner, 1977; Taber, 1987). Крім того, активна рухливість сперматозоїдів привела б до того, що сперма швидко витекла б назовні. Піхвовий клапан, хоча і уповільнює переміщення сперми із яйцепроводів у камеру жала, але все-таки залишається відкритим (рис. 2.18–2.22). Прохід над піхвовим клапаном, який утворюється при цьому, значно більший, ніж у спермопроводі (Броварський, 2006).

Отже, фіксування бджолиних маток після штучного осіменіння з різними інтервалами і виготовлення гістологічних зрізів статевої системи показало, що міграція сперми трутнів завершується через добу. Основна частина сперми, яка надходить у спермоприймач, потрапляє з тих порцій, які знаходились в зоні непарного та до середини парних яйцепроводів. Сперма, яка розміщувалася у віддаленіших ділянках яйцепроводів, у спермоприймач практично не потрапила, а виділилась назовні. Розподіл сперми в спермоприймачі бджолиних маток, які підлягали одноразовому введенню сперми в зону отвору піхви, відрізнявся від того, де статеву продукцію трутнів вводили в яйцепроводи. Незалежно від співвідношення об'ємів порцій, які вводили, в спермоприймачах маток сперма перебувала у змішаному стані, закономірних перерозподілів, навіть окремих згустків сперми одного й того ж кольору люмінесценції не виявлено. Сперма, зафарбована зондами А, Б та В, практично рівномірно розподілилася у спермоприймачі. На окремих ділянках гістологічних зрізів співвідношення змінювалось на користь однієї із зафарбованих порцій сперми. У разі введення маткам більшого об'єму сперми, маркованої зондом Б, у спермоприймачах домінувала статеву продукція, зафарбована цим барвником. Тобто при міграції еякулятів сперми з камери жала в яйцепроводи, а звідтіля в спермоприймач, відбувається їх змішування.

При одноразовому осіменінні з уведенням сперми в зону отвору піхви чи одноразовому вильоті матки на спаровування статеву продукцію різних трутнів після міграції перебуває у спермоприймачі у змішаному стані. Такі бджолині матки будуть

продукувати потомство, яке матиме різну спадковість за батьківським походженням, але з перевагою того трутня, сперми якого найбільше потрапить у спермоприймач.

Аналіз гістологічних зрізів спермоприймачів бджолиних маток, яких тричі осіменяли в зону отвору піхви, показав, що розміщення маркованих флуоресцентними зондами шарів сперми нагадує розподіл, який мав місце у маток із триразовим уведенням маркованої сім'яної рідини в яйцепроводи (рис. 2.23–2.27). Порції різнозафарбованої сперми розміщувались у спермоприймачі у вигляді С-подібних згустків без наявності в їх зоні ділянок, зафарбованих іншими зондами. На представлених гістологічних зрізах досить чітко видно статеві шляхи і положення шарів маркованої флуоресцентними зондами А, Б і В сперми у спермоприймачах маток (Броварський, 2006).

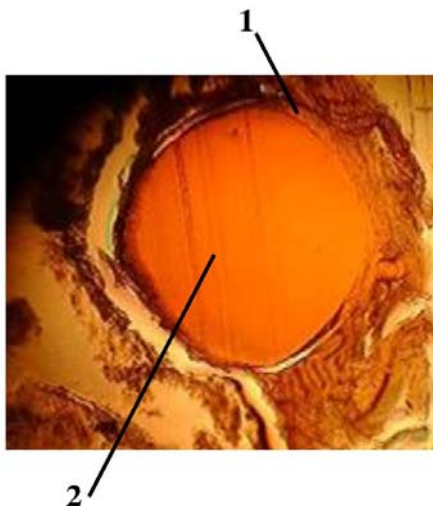


Рис. 2.23. Сагітальний зріз спермоприймача бджолиної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 5 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – рідина, якою заповнений спермоприймач (Броварський, 2006)

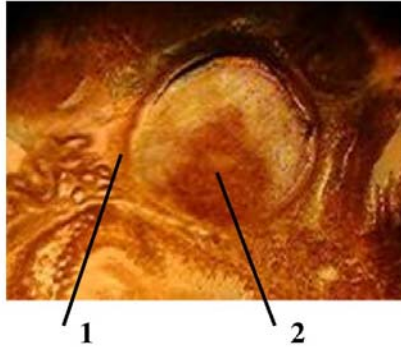


Рис. 2.24. Сагітальний зріз спермоприймача бджололиної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 30 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В (Броварський, 2006)

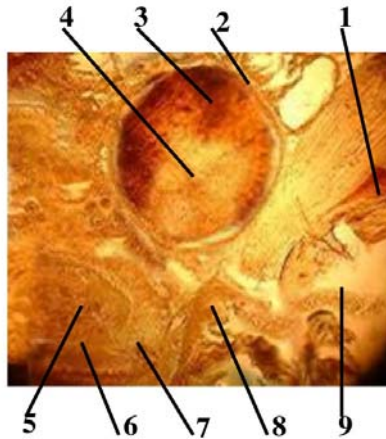


Рис. 2.25. Сагітальний зріз статеві системи бджололиної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції сперми в зону отвору піхви (фіксація через 80 хв після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – жалоносний апарат; 2 – спермоприймач; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 5 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А; 6 – парний яйцепровід; 7 – непарний яйцепровід; 8 – піхвовий клапан; 9 – згустки сперми в камері жала (Броварський, 2006)

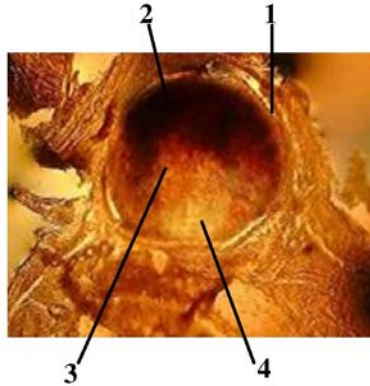


Рис. 2.26. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції однаковими порціями сперми в зону отвору піхви (фіксація через 36 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (Броварський, 2006)

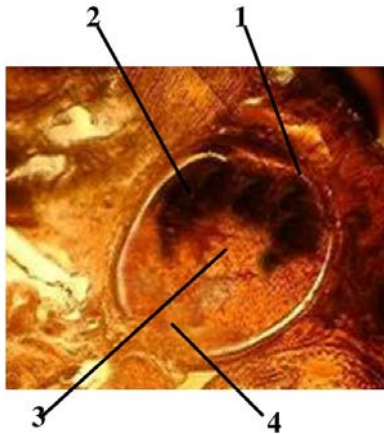


Рис. 2.27. Сагітальний зріз статевої системи бджолоїної матки, яка підлягала триразовій ін'єкції різними порціями сперми в зону отвору піхви (фіксація через 36 год після осіменіння). Збільшення: окуляр $\times 8$; об'єктив $\times 10$. 1 – спермоприймач; 2 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом В; 3 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом Б; 4 – сперма, зафарбована флуоресцентним мембранним зондом А (Броварський, 2006)

Аналізуючи виготовлені гістологічні зрізи, можна передбачити, що за умов використання сперми зі спермоприймача в процесі репродуктивної діяльності матки сперматозоїди в канал спермопроводу виділяються як з центральної, так і бокових зон, розміщених ближче до витоку. При надходженні сперми в канал спермоприймача статеві клітини різних трутнів змішуються. Цим пояснюється наявність у бджолиних сім'ях робочих особин різного походження. Однак співвідношення потомства за батьківським походженням буде залежати від кількості та розподілу сперми різних трутнів у зоні витоку із спермоприймача (Броварський, 2006).

Отже, спосіб, кратність, послідовність введення еякулятів сперми трутнів у статеві шляхи бджолої матки впливають на розміщення статевої продукції в спермоприймачі. Сперма різних трутнів активно змішується в статевих шляхах маток лише в тому разі, якщо її вводити в зону отвору піхви. Враховуючи, що в природних умовах при спаровуванні матки з трутнями сперма потрапляє в зону отвору піхви, то в цьому разі можливі кілька варіантів її міграції в статевих шляхах, розміщення в спермоприймачі та використання, що буде залежати від кратності спаровувань. Наприклад, якщо матка вилетить на спаровування лише один раз, то сперма різних трутнів за час міграції до спермоприймача змішається. Навпаки, при кількох вильотах порції сперми трутнів, які потраплять у зону отвору піхви, будуть розміщені в спермоприймачі С-подібними шарами. Для бджолої сім'ї вигідніше одноразове спаровування матки з трутнями. За умов інтенсивнішого купажування сперми різних трутнів матка протягом усього життя буде продукувати потомство різного батьківського походження. Наявність у сім'ї генерацій робочих особин, які відрізняються за батьківським походженням, допомагає медоносним бджолам уникнути таких негативних наслідків, як поява летальних яєць, інбредна депресія тощо. Крім того, робочі бджоли в таких сім'ях стійкі до впливу негативних факторів (хвороби, погодні умови), що позитивно позначається на їх продуктивності та розвитку. Натомість часткове змішування сперми різних трутнів у спермоприймачі, яке виникає після багаторазових вильотів,

може погіршувати стан сімей, де працюють такі матки, оскільки їхнє потомство через одноманітність буде вразливіше до впливу негативних факторів (Броварський, 2006).

Для спеціалістів, які працюють в розплідницьких господарствах, значно привабливіші сім'ї, які виводять потомство, однорідне за батьківським походженням. Застосування штучного осіменіння забезпечує контроль репродукції потомства відомого походження. Ця технологія, залежно від способу та кратності ін'єкції сперми, дає змогу певним способом контролювати процес використання статевої продукції трутнів. Відсутність інтенсивного змішування сперми трутнів при переміщенні до спермоприймача за умов її уведення в непарний яйцепровід матки допомагає корегувати цей процес. Різде зниження інтенсивності купажування сперми в яйцепроводах, імовірно, пов'язане зі зменшенням активності сперматозоїдів.

Щоб досягнути отримання більш однорідного потомства за батьківським походженням від маток, яким ін'єкцію сперми різних трутнів проводять у зону отвору піхви, необхідно застосовувати лише багаторазове осіменіння. Це зумовлено тим, що уособлене введення сперми одного або кількох трутнів допомагає уникнути змішування окремих порцій статевої продукції самців на період її міграції в статевих шляхах матки. Використання одноразової ін'єкції сперми в зону отвору піхви призведе до її купажування за час міграції до спермоприймача, а тому потомство, яке буде отримано з диплоїдних яєць, відрізнятиметься за батьківським походженням (Броварський, 2006).

2.7. Вплив міграції сперми в статевій системі бджолиної матки на інтенсивність розвитку яєчників

Для маток медоносної бджоли притаманні скороспілість і висока плодючість. На тривалість розвитку матки (16 днів) та період від виходу її до моменту початку відкладання яєць припадає порівняно однаковий проміжок часу. Але відомі випадки на пасіках, коли матки розпочинають відкладати яйця раніше або пізніше, тобто співвідношення розвитку та статевого дозрівання аж до репродукції статевих клітин змінюється.

Тривалість холостого періоду маток пов'язана з погодними умовами та станом сім'ї. Водночас фізіологічні зміни, які відбуваються на відрізку часу від виходу матки, її спаровування та початку відкладання яєць, біологічно врегульовуються певними процесами. Для з'ясування цих змін було проведено дослідження топографії органів статеві системи та анатомічних змін, котрі відбуваються в яєчниках за період від виходу матки до початку відкладання нею яєць (Броварський, 2006).

Препарування черевця маток різного віку показало, що яєчники розташовані симетрично відносно верхньої частини склеритів. Верхівки яєчників розташовані під другим тергітом черевця, але в процесі свого розвитку зміщуються до першого. Тіло яєчників розміщене в зоні другого, третього і частково четвертого тергітів, а у плідних маток займають повністю і четвертий тергіт. Між яєчниками міститься медовий зобик, а біля входження їх у яйцепроводи знаходиться середній відділ системи травлення. В окремих маток деякі органи розмноження «мігрують» у черевці. В основному це пов'язано з величиною та місцем розташування резервуара великої отрутною залози. Цей резервуар у більшості маток знаходиться ближче до дорсальної частини. На трансверзальних зрізах резервуар займає місце в правій половині черевця під четвертим і п'ятим тергітами. Проте у деяких самок він розташований у центрі та в правій частині зі значним зміщенням до центральної осьової лінії черевця, тобто до зони з'єднання стернітів і тергітів. У варіанті, коли резервуар отрутною залози займає центральне положення, яєчники біля основи збільшуються та дещо зміщуються до центральної частини черевця, а спермоприймач опускається ближче до центру. За глибокого правого залягання резервуара правий яєчник не тільки опускається основою нижче від тергітів, але й зміщується вліво. У даному разі спермоприймач хоча і займає центральне положення, але все ж таки зміщений ближче до лівого боку черевця. Будь-яких закономірностей у розміщенні окремих органів розмноження залежно від розмірів тіла матки і форми черевця не встановлено.

Отже, вивчення топографії органів статеві системи виявило, що розміщення яєчників, непарного і парного яйцепроводів, а також спермоприймача у черевці бджолиних маток можуть бути різними. Розміщення яєчників і спермоприймача може впливати на репродуктивну діяльність маток та період від їх статевого дозрівання до моменту відкладання яєць (Броварський, 2006).

Вивчення морфологічних змін яйцевих трубочок маток у стадії імаго до початку відкладання яєць за допомогою гістологічної техніки показали, що яєчники бджолиних маток складаються з великої кількості яйцевих трубочок (рис. 2.28). На кінцях яєчника ці трубочки тонкі, але поступово їх діаметр зростає, внаслідок чого збільшується і товщина всього яєчника. Зовнішні кінці кожних восьми трубочок зібрані в групи і утворюють чашечки, які впадають у загальну порожнину, від якої відходить яйцепровід. Увесь яєчник вкритий зовні тонкою пухкою оболонкою, яку пронизують численні трахеоли та трахейні клітини. Найменші трубочки проникають усередину яєчника, де тягнуться вздовж стінок яйцевих трубочок (Броварський, 2006).

Термін початку відкладання маткою яєць пов'язаний із розвитком яєчників. Доки вони не розвинулися до належного рівня, в яйцевих трубочках не відбуватимуться процеси формування жіночих статевих клітин. Для з'ясування чинників, які забезпечують процес розвитку яйцевих трубочок, проведено гістологічні дослідження анатомічної будови яєчників маток різного віку в період від виходу їх з маточника і до початку репродуктивної діяльності (рис. 2.28).

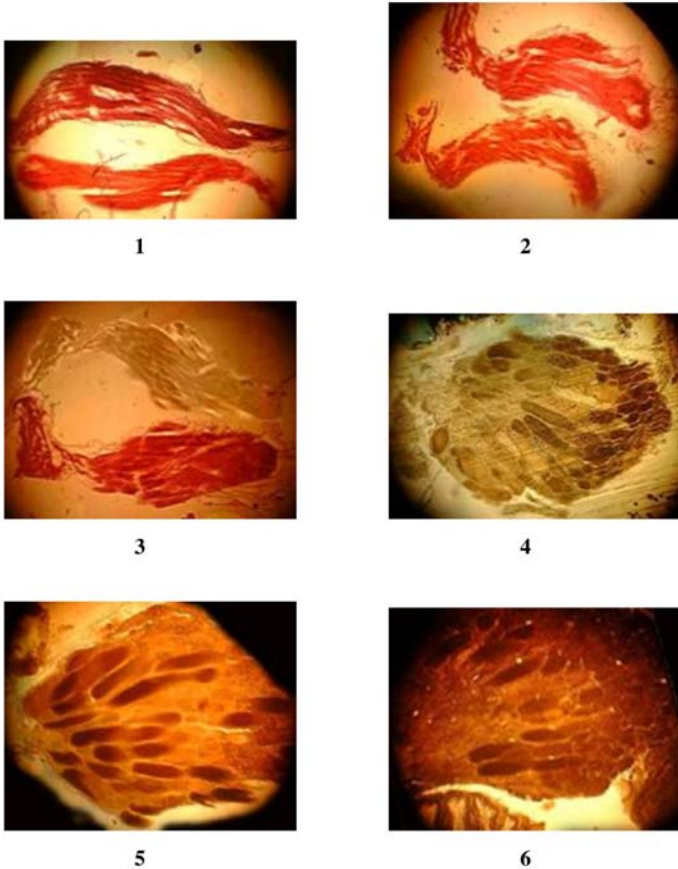


Рис. 2.28. Сагітальні зрізи яєчників бджолиних маток. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 3,2$. 1 – яєчники неплідної матки; 2 – яєчники матки через 48 год після осіменіння; 3 – яєчники матки через 72 год після осіменіння; 4 – яєчник матки через 96 год після осіменіння; 5 – основа яєчника плідної матки; 6 – вершина яєчника плідної матки (Броварський, 2006)

Незважаючи на те, що бджолина матка досягає статевої зрілості вже на 4–5-й день після виходу з маточника, початок відкладання нею яєць може запізнитись до 30–40-го дня, що підтверджується фактами в розплідницьких господарствах. Підсаджені в нуклеуси або відводки матки розпочинають свою

репродуктивну діяльність після шлюбних вильотів на 3–10-й день. Якщо погодні умови чи інші фактори затримують виліт матки з гнізда, то відповідно збільшується і термін початку відкладання нею яєць. Проте, якщо шлюбний виліт затримується на тривалий час (25 днів і більше), то матка стає трутівкою і починає відкладати незапліднені яйця (Полішук, 2001).

При вивченні під мікроскопом гістологічних зрізів статевих органів маток віком від 1 до 5 діб було виявлено, що яйцеві трубочки у них, а також і яєчники загалом перебувають у сталій, незмінній формі (рис. 2.29–2.33).



Рис. 2.29. Сагітальний зріз яєчника неплідної бджололиної матки, перший день після виходу з маточника. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 10$. 1 – основа яєчника; 2 – вершина яєчника; 3 – яйцеві трубочки (Броварський, 2006)



Рис. 2.30. Сагітальний зріз яєчника неплідної бджололиної матки, другий день після виходу з маточника. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 10$. 1 – вершина яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – основа яєчника; 4 – парний яйцепровід (Броварський, 2006)

У неплідних маток на самому початку яйцеві трубочки найменшого діаметру. Кінцеві нитки в 7–12 разів тонші, ніж товщина яйцевих трубочок у середньому проміжку яєчника. Стінки трубочок вкриті епітелієм, який складається з клітин овальної та круглої форм. Їх ядра зміщені до одного з країв (вершин) клітин, а вся клітина заповнена цитоплазмою. З віддаленням від основи яєчника розмір клітин не збільшується, але зростає їхня кількість. Уздовж стінок яєчника на окремих ділянках виявлено трахеоли. В зоні входження яйцевих трубочок у порожнину парного яйцепроводу епітеліальний шар клітин за товщиною приблизно такий самий, як і в центральній частині яєчника. По всій довжині яйцевих трубочок добре виражені перехвати – звужені місця, які зовні виглядають, як складки. В цих зонах концентрується велика кількість трахеол, які пролягають і між кожною зі стінок яйцевих трубочок. Ближче до входження яйцевих трубочок у порожнину трахеоли потовщуються і переходять у трахеї. Прилеглі до клітин стінки трахеол і трахеї мають пори, через які відбувається газообмін (Броварський, 2006).

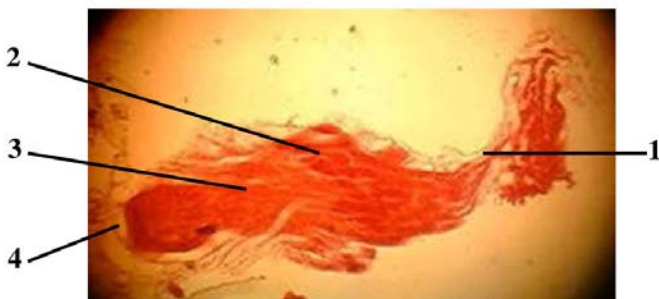


Рис. 2.31. Сагітальний зріз яєчника неплідної бджолоїної матки, третій день після виходу з маточника. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 10$. 1 – вершина яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – основа яєчника; 4 – парний яйцепровід (Броварський, 2006)



Рис. 2.32. Сагітальний зріз яєчника неплідної бджолоїної матки, четвертий день після виходу з маточника. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 10$. 1 – вершина яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – основа яєчника; 4 – парний яйцепровід (Броварський, 2006)



Рис. 2.33. Сагітальний зріз яєчника неплідної бджолоїної матки, п'ятий день після виходу з маточника. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 10$. 1 – вершина яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – основа яєчника; 4 – парний яйцепровід (Броварський, 2006)

У бджолиних маток, яким здійснили ін'єкцію сперми і вона мігрувала в яйцепроводи, що підтверджено гістологічними зрізами, будова яйцевих трубочок не відрізняється порівняно з неплідними матками. У тих маток, в яких було виявлено сперму в спермоприймачі, спостерігалась тенденція до певних змін у будові яєчників: починаючи від переднього краю і до входження яйцевих трубочок у порожнину, яка сполучає їх із парним яйцепроводом, стінки епітелію потовщилися, з наближенням до виходу вони ще більше розширилися у діаметрі (рис. 2.34–2.37).

Крім того, спостерігалось і збільшення розміру клітин у стінках епітелію (Броварський, 2005). Отже, початок міграції сперми із яйцепроводів до спермоприймача – стимулювальний фактор розвитку яйцевих трубочок та яєчників загалом. Можливо, це пов'язано із статевими гормонами трутнів, які потрапляють у спермоприймач разом із спермою. Ці гормони й активізують розвиток яєчників.



Рис. 2.34. Сагітальний зріз яєчника бджолиних маток штучного осіменіння, другий день після осіменіння. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 16$. 1 – основа яєчника; 2 – яйцеві трубочки (Броварський, 2006)



Рис. 2.35. Сагітальний зріз яєчника бджолиних маток штучного осіменіння, третій день після осіменіння. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 16$. 1 – основа яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – стінки епітелію (Броварський, 2006)

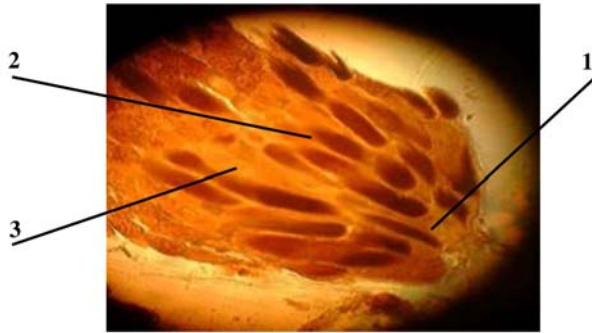


Рис. 2.36. Сагітальний зріз яєчника бджолиних маток штучного осіменіння, четвертий день після осіменіння. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 16$. 1 – основа яєчника; 2 – яйцеві трубочки; 3 – стінки епітелію (Броварський, 2006)

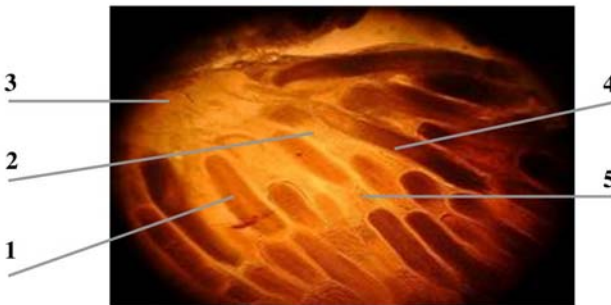


Рис. 2.37. Сагітальний зріз яєчника бджолиних маток штучного осіменіння, шостий день після осіменіння. Збільшення: окуляр $\times 10$; об'єктив $\times 16$. 1 – яйце; 2 – агонії; 3 – основа яєчника; 4 – яйцеві трубочки; 5 – стінки епітелію (Броварський, 2006)

Виявлено взаємозв'язок між інтенсивністю міграції сперми статевими шляхами та розвитком яєчників: у тих бджолиних маток, в яких міграція сперми з парного та непарного яйцепроводів у спермоприймач завершувалась протягом 24 год, яйцеві трубочки мали набагато інтенсивніший

розвиток на відміну від тих самок, де вказаний процес ще не завершився. У тих же бджолиних маток, де затримка міграції досягала 36, 48, 72 год, уповільнювався і розвиток яйцевих трубочок. Свого максимального розвитку яєчники досягали лише на 2, 4, 6-й день після виділення з камери жала спермієвих хвостиків. Вказана особливість підготовки статевої системи до оогенезу, можливо, пов'язана із міграцією сперми, тобто швидкістю проникнення статевих гормонів трутнів у спермоприймач матки. При уповільненні міграції затримується і початок відкладання самкою яєць (Броварський, 2006).

Встановлено, що при завершенні міграції сперми за 24 год яєчники досягають максимального розвитку вже через 2 доби, за 48 год – через 4 доби і за 72 год – за 6 діб. Інтенсивність розвитку яєчників прямо пропорційно залежить від об'єму сперми, яка надходить у спермоприймач. Отже, чим більше статевої продукції трутнів потрапляє у спермоприймач, тим швидше розвиваються яйцеві трубочки. Виявлена закономірність щодо розвитку яєчників у бджолиних маток дає підставу пояснити біологічну зумовленість виникнення поліандрії бджоли медоносної. Раніше вважали, що спаровування маток з багатьма трутнями пов'язане з необхідністю заповнення спермоприймача достатньою (оптимальною) кількістю сперматозоїдів і захисту бджолиної сім'ї від ризику випадків нежиттєздатних яєць, які трапляються через сперму окремих самців. Однак існує й інша роль поліандрії – посилення впливу статевих гормонів самців на інтенсивність розвитку яєчників через поліморфізм і поглиблену диференціацію жіночих індивідів на плідних і неплідних (Броварський, 2006).

Гістологічні зрізи бджолиних маток, які відкладали яйця, показали, що у кінцевих нитках яйцеві трубочки були заповнені недиференційованими клітинами зародкового епітелію – агоніями, які не мали чіткої межі клітин (рис. 2.37). З віддаленням від верхівки яєчників агонії були значно більшими за розміром. Крім того, в окремих клітинах знаходили по два ядра, а в інших, де їх не було навколо ядерної оболонки, мало місце певне потовщення, що свідчило про їх ділення. Отже, серед клітин, які розвиваються, можна знайти три їхні види. Спочатку всі вони розміщуються без певного порядку,

потім з'являється невелика кількість найбільших клітин із світлою протоплазмою навколо ядра, тобто утворюються ооцити. З них надалі розвиваються яйцеклітини. Ближче до середини яйцевих трубочок ці клітини розміщуються в упорядкованішому вигляді, біля них чергуються і групуються жовткові клітини. На межі розміщення ооцитів перетяжки виділяються чіткіше, ніж у неплідних маток. З наближенням до виходу з яйцевих трубочок розмір статевих клітин збільшується. На гістологічних зрізах чітко видно яйця, які наповнені жовтком (Броварський, 2006).

Отже, дозрівання маток для відкладання яєць залежить від інтенсивності міграції сперми з яйцепроводів у спермоприймач. Імовірно, що стимуляційний ефект щодо початку відкладання матками яєць здійснюється під впливом статевих гормонів сперми трутнів. Міра заповнення спермоприймача матки спермою відіграє важливу роль у регулюванні строків розвитку яєчників, тому поліандрія впливає на регуляцію розвитку яєчників матки. Встановлені особливості будови і розвитку статевої системи бджолиних маток можуть мати практичне застосування у матковивідній справі.

2.8. Інструментальне осіменіння бджолиних маток

Техніка інструментального осіменіння – важливий інструмент для поліпшення господарсько-корисних ознак бджолиних колоній. Оскільки бджолині матки, спаровуються у польоті з кількома трутнями, дуже важко здійснювати контроль за цим процесом. Без контролю над спаровуванням, неможливо отримувати результати при селекційній роботі та отримання промислово важливих гібридів. З огляду на поточні виклики, з якими стикаються бджолярі, необхідно зосередити увагу на методах стабільного бджільництва. Завдяки інструментальному осіменінню вдається обирати схеми схрещування та уникати небезпек при неконтрольованих схрещуваннях. Серед таких небезпек небажані комбінації схрещування, які ведуть до зростання чутливості до захворювань бджіл, зниження продуктивності, підвищення агресивності, рійливості тощо. Тому техніки

інструментального осіменіння постійно удосконалюються для забезпечення високої швидкості та ефективності. Нині штучно запліднені матки за якістю не поступаються щодо природно спарених маток. Існує величезний вибір у техниках та дизайні обладнання для осіменіння маток зі своїми переваги або недоліками.

2.8.1. Ветеринарно-санітарні умови

Успішне проведення інструментального осіменіння залежить від використання племінних бджолиних колоній які відповідають санітарним вимогам. Вулики дезінфікують раз на рік, канді або сироп при підгодівлі дають лише з додаванням фумідилу (40 мг/кг).

Лабораторію штучного осіменіння розташовують в ізольованій кімнаті з окремим входом. Бажано, щоб приміщення знаходилося в північній частині будівлі для запобігання його перегріву влітку. Стіни і стеля повинні бути пофарбовані масляною фарбою світлих тонів або облицьовані кахельною плиткою, а підлога вкрита лінолеумом.

Для запобігання бактеріальної забрудненості перед дверима лабораторії влаштовують тамбур для подачі садків із трутнями і матками. До приміщення лабораторії мають право входити тільки співробітники.

Прибирання лабораторії проводиться через кожні 1,5 – 2 год роботи. Зона, в якій проводиться запліднення маток, повинна мати такі параметри мікроклімату: запиленість не більше 10 часток пилу розміром 0,5 мкм в 1 л повітря; температура 25, – 28 °С; відносна вологість повітря не менше 85% (оптимум 85 – 95%); обробка зони ультрафіолетовим випромінюванням протягом 10 – 15 хв через кожен годину роботи.

Встановлено, що в окремих випадках із повітрям у статеві шляхи заплідненої матки можуть потрапляти збудники деяких інфекційних та інвазійних хвороб. Це спричинює загибель матки або зараження усієї бджолиної сім'ї.

Зниження вологості до 20% і нижче призводить до швидкого підсихання тканини жальної камери та отвору піхви.

Вони стають чутливішими до травмування при процесі запліднення. Це збільшує кількість загиблих запліднених маток, а також відсоток невдалих осіменінь. У разі вдалого запліднення тканини не встигають швидко відновитися після підсихання, сперма, яка входить, потрапляючи в жальну камеру, змішується з гемолімфою, яка виходить із мікроранок, та утворює нерозчинні згустки, які закупорюють жальну камеру. У кращому разі це призводить до збільшення періоду між осіменінням матки і початком відкладання яєць.

В окремих випадках отримано позитивні результати і без підтримки обов'язкових умов мікроклімату. Однак на певному етапі роботи виникають труднощі, пов'язані із зараженням маток.

Крім вищезазначених умов, необхідне також виконання таких правил: миття і дезінфекція рук оператором до і після запліднення; проведення осіменіння матки з використанням нового і продезінфікованого капіляра; дезінфекція гачків, пінцета після кожного осіменіння. Для цього рекомендується використовувати 70% -й розчин спирту, 5% -й розчин йоду в 70% -му спирті.

До початку роботи стерилізують у автоклаві 50 мл дистильованої води, 50 мл фізрозчину та 5 скляних невеликих ампул об'ємом близько 10 мл та широким горлечком або пластикові баночки ємністю 40 – 50 мл, які піддаються автоклавуванню.

№ ампули	Розчин
1	дистильована вода
2	дистильована вода
3	етиловий спирт 96%
4	0,9% розчин NaCl, тетрациклін 0,05 мг/мл
5	хлоргексидин

Усі предмети, які не витримують автоклавування стерилізують етиловим спиртом (№3) або дезінфікуючим розчином, котрий містить антибіотик.

Каучукові перехідники, пластикові наконечники на 10 хв занурити у розчин для стерилізації (№5) та прополоскати у воді (№1) і знову прополоскати у воді (№2). Наконечники нестерильними предметами або руками без рукавичок не брати. Для наповнення капіляра використовують фізрозчин з антибіотиком, тобто розчин №4.

Сперму, яка торкнулася тіла трутня, його гемолімфи, фекалій або пальців техніка обов'язково викидають. Іноді, при введенні гачків у камеру жала матка випорожняється. Оскільки патогенні мікроорганізми можуть легко проникнути в яйцеводи, осіменіння припиняють, а матку залишають для осіменіння на наступний день. Гачки ретельно очищають. На ретельне очищення всього інструменту в кінці дня відводиться 30 хв.

При виготовленні сітчастих облітників для трутнів варто враховувати, що через кожні два дні використання їх необхідно знезаражувати. Тому їх роблять із синтетичної сітки, яка легко піддається пранню або чищенню з подальшою стерилізацією.

Дотримання зазначених вимог допоможе попередити виникнення хвороб бджолиних маток, їх поширення на пасіці, а також знизити відсоток загибелі маток після запліднення.

2.8.2. Використання вуглекислого газу

Вуглекислий газ виступає не лише як засіб для анестезії, але і як засіб для стимуляції нервових центрів матки, що призводить до припинення самостійних вильотів матки на обліт та запліднення, при цьому зменшується час до моменту відкладання яєць матками після запліднення.

Для отримання ефекту стимуляції необхідно провести щонайменше дві обробки. Вони можуть бути тривалістю 10 хв з інтервалом один день і можуть не супроводжуватись осіменінням. Для більшої надійності проводять обробку третій раз.

Якщо матка повинна почати відкладати яйця у «нормальному» віці (через 8 – 11 днів після народження), то другу обробку необхідно закінчити до 6 – 7 дня, оскільки матка почне яйцекладіння через 2 – 6 днів після другої обробки. Обробка у ранні строки – ефективна, проте не спонукає до відкладання яєць раніше 8-11 дня від народження. Матки

оброблені після 5 дня починають відкладання яєць, в середньому протягом 6 днів після другої обробки.

При процедурі осіменіння, час обробки вуглекислим газом бажано мінімізувати, оскільки знижується перистальтика гладкої мускулатури, що впливає на зменшення сперми у сім'яприймачі та гірше очищення сім'япроводів від сперми.

2.8.3. Виведення та утримання трутнів і маток

Для проведення селекційної роботи, створення промислово важливих гібридних форм та взагалі стабільного результату необхідні контрольовані схрещування. Для таких контрольованих схрещувань важливо спеціально культивувати трутнів відомого походження та віку. Проведені спостереження показали, що для запліднення, наприклад, 20 бджолиних маток оператору потрібно близько 1000 трутнів. Особлива потреба в трутні виникає раною весни, у період відсутності медозбору та, особливо, наприкінці літа, а за необхідності – і восени.

У кожній бджолині сім'ї підтримується біологічно обґрунтована рівновага між співвідношенням особин.

Відомо, що трутні, вирощені в здорових, сильних сім'ях, при хорошому годуванні в стадії личинки і в перші дні імагінальної стадії життєздатніші, вони великі, мають сперму високої якості.

У нормальних умовах, кількість трутнів у сім'ї регулюється бджолами, а фактором, який впливає на цей показник, є феромон, який виділяється самими трутнями. Тому при виведенні трутнів у батьківських сім'ях протягом усього репродуктивного сезону необхідно створювати якнайсприятливіші умови.

Встановлено, що трутні стають статевозрілими на 10 ... 12-й день після виходу з комірочки. Тобто, від моменту відкладання яйця маткою до статевої зрілості трутня минає приблизно 40 днів.

Бджоляр повинен приступити до отримання необхідної кількості трутнів завчасно, перед початком робіт з отримання маток. Це вимагає суворого обліку виконуваних робіт. Найцінніші в господарському значенні є березневі і квітневі матки.

Виведення трутнів у ранньовесняний період

Існує кілька способів. Два з них зводяться до того, що протягом попереднього бджолярського сезону добираються сильні сім'ї з необхідною спадковістю. Зазвичай відбирають кілька сімей для уникнення випадкової загибелі однієї протягом зимівлі та ретельно готують до зими. У відібраних бджолиних сім'ях проводять інтенсивне нарощування фізіологічно молодих бджіл, обробку проти можливих хвороб, своєчасне формування гнізда.

Необхідно забезпечити обрані сім'ї кормовим медом і пергою в достатній кількості. При формуванні гнізда в його центр ставлять 2 – 3 стільники з трутневими комірками, в яких є запечатаний мед.

Досвід надраннього вирощування племінних трутнів показав, що трутневі комірки повинні розташовуватися тільки з одного боку у верхній третині рамки. за наявності трутневих комірок по обидва боки стільника сусідні рамки повинні бути заповнені бджолиними комірками. Однак матки охоче відкладають незапліднені яйця у рамки першого типу. У вуличці потрібно чергувати трутневі та бджолині стільники.

При першому способі для прискорення вирощування трутневого розплоду відібрані сім'ї повинні мати маток, які відклали яйця один повний сезон. Це пов'язано з тим, що матки, виведені в кінці сезону, вкрай неохоче починають відкладати незапліднені яйця.

При другому способі під час зимівлі плідну матку відбирають у відводок, а на її місце підсаджують неплідну матку або трутівку.

Для прискореного переходу сім'ї в активний стан застосовують штучний підігрів гнізда батьківської сім'ї. Підігрівач доцільно розмішувати на дні вулика восени. За 8 – 10 днів до розрахункового дня початку відкладання яєць маткою його вмикають. При цьому температура всередині вулика повинна бути не нижче 20 °С.

За добу до розрахункового терміну бджоляр переконується в наявності в центрі гнізда вільних трутневих

стілників. У разі їх відсутності ставиться світло-коричневий стільник, оброблений медовою ситою.

Для стимуляції відкладання яєць і вирощування розплоду за тиждень до розрахованого терміну, сім'ї починають підготовувати медовоперговою пастою. Якщо в сім'ї знаходиться матка-трутівка, то таку сім'ю доцільно постійно підсилювати запечатаним розплодом.

За наявності в господарстві теплиць пасічнику потрібно менше зусиль. При цьому відібрані батьківські сім'ї за 45 – 50 днів до передбачуваного запліднення заносять у теплицю, в їх гнізда ставлять трутневі стільники, якщо не поставили восени, і починають інтенсивну підгодівлю сімей медовоперговою пастою.

При настанні теплої погоди сім'ї розмішують на стаціонарних точках і підключають електричний підігрів.

При даному способі можливе отримання трутнів в більш ранні терміни.

Як відомо, після повної заміни зимувалих бджіл бджолині сім'ї при відсутності медозбору, зниженні температури або погіршенні погоди різко знижують або припиняють вирощування трутневого розплоду. Тому пасічник повинен вжити всіх необхідних заходів для виправлення становища.

При зниженні температури підключають штучний підігрів. Протягом усього періоду вирощування трутнів незалежно від рівня медозбору батьківським сім'ям дають вуглеводну і білкову підгодівлі.

За необхідності отримання трутнів від маток, які виведені в поточному сезоні їх підсаджують на трутневий стільник, який ставлять у ізолятор на 2 дні оскільки молоді матки неохоче відкладають незапліднені яйця.

Як відомо, після припинення останнього літнього медозбору бджолині сім'ї виганяють трутнів із гнізда. Тому наприкінці літа дуже важко зберегти племінний матеріал. Для цієї мети користуються двома способами.

Перший спосіб полягає у вилученні матки з сім'ї, а другий – у заміні плідної матки на неплідну. Другий спосіб гарантує лише короткочасне збереження трутнів у сім'ї. Якщо

виникає необхідність залишити трутнів в гнізді на більш триваліший час, то користуються першим способом. Для цього матку забирають у відводок, сім'ю постійно підсилюють печатним розплодом, свищеві маточники знищують.

Оператор і бджоляр повинні пам'ятати, що ефективність їх праці буде високою тільки за наявності необхідної кількості статевозрілих трутнів.

Відбір трутнів із сім'ї

Якщо температура повітря знижена, то трутнів для відбору сперми беруть із крайніх рамок.

При активній льотній діяльності батьківських сімей у період з 10 до 17 год трутнів для відбору сперми беруть із середини гнізда, оскільки в цей час трутні з крайніх рамок переміщуються ближче до льотка, намагаючись вилетіти на спаровування або орієнтувальний обліт.

Якщо льоток не загратований і трутні мають вільний виліт, то краще відловлювати їх безпосередньо на прильотній дощі після повернення з польоту. Для зручності можна передбачити над прилітною дошкою кріплення для решітки Ганемана, яка тимчасово похило перегороджує доступ трутням до прилітної дошки та допомагає відсіювати робочих бджіл від трутнів, які повернулися з обльотів.

2.8.4. Алгоритм роботи оператора

Послідовність роботи при осіменінні однієї матки

	Маніпуляції, які проводяться	Дні
1	Відбір маточників на виході, у нуклеуси з бджолами та кормом. При використанні мікронуклеусів бажано утримувати їх або над гніздом сильних сімей або в термостаті за температури 34°C залежно від можливостей, до моменту виходу матки із маточника.	-10
2	Утримання молодих маток в нуклеусах до віку 5 – 8 днів. Для зручності оператора за день до осіменіння маток відловлюють у пересилочні кліточки та залишають у нуклеусах. *	-5 -8

3	Обробка молодих бджолиних маток вуглекислою.	-1
4	Підготовка інструмента, автоклавування розчинів, обробка приміщення УФ-випромінюванням 15 хв, прибирання робочого місця.	-1-0
5	Забір сперми у змінні наконечники разом зі шприцами.	0
6	Протирання дезінфікуючими розчинами поверхонь. Під час осіменіння температура в лабораторії не повинна бути нижчою ніж 24°C!!	0
7	Постановка матки у маткотримач для осіменіння.	0
8	Анестезія бджолиних маток вуглекислою.	0
9	Осіменіння порцією сперми (від 2 до 8 мкл).	0
10	Мічення матки номерною опалітовою міткою.	0
11	Перенесення матки в нуклеус та постановка їх мінімально на 2 год (бажано 2 доби) у термостат при 34°C. Замість термостата можна встановлювати над гніздом сильної сім'ї. Для цього над сім'єю встановлюють додатковий порожній корпус, відгороджений дрібною металевою сіткою.	0
12	У випадку осіменіння порцією до 8 мкл – повторення пунктів 4...9, 11 ще 1 раз.	+2
13	Утримання нуклеусів до моменту появи запечатаного розплоду.**	

* При нестачі вільних нуклеусів або можливостей підтримання оптимальних температурних умов для нуклеусів, бджолиних маток до осіменіння утримують у сім'ях-вихователках чи сім'ях-інкубаторах, з обов'язковою щоденною підгодівлею цих сімей. Матки при цьому утримуються у пересилочних або кліточках Титова. Під час такого утримання від молодих маток, після їх виходу з маточників у кліточках, відбирають порожні маточники і підсаджують від 3 до 12 робочих бджіл.

** Якщо не планується реалізація перевірених на яйцекладку маток то замість садків використовують пересилочні клітки, пункт 13 не виконується. При використанні спеціальних селекційних методів, які передбачають зберігання сперми, забір сперми й осіменіння маток відбуваються в різні дні.

Зазвичай технологія пов'язана з участю трьох людей, всі дії відбуваються паралельно:

- 1) Пасічник, до обов'язків якого входить постачання трутнів, неплодних маток та влаштування пізніше запліднених маток.
- 2) Оператор, який проводить забір сперми трутнів у змінні блоки капіляр-шприц.
- 3) Оператор з інструментального осіменіння, який, використовуючи вже набрані порції сперми, інсемінує маток, їх мітить.

Техніка осіменіння бджолої матки

Для штучного осіменіння використовують тільки великих маток масою не менше 185 мг в 5-денному віці, а також великих статевозрілих трутнів в 10-, 15- денному віці. Виводять маток і трутнів тільки від високопродуктивних сімей, із добрими господарсько-корисними ознаками.

Трутнів утримують у батьківських сім'ях у трирамочних ізоляторах з Ганеманівською решіткою, а з наближенням осені їх утримують у безматкових сім'ях.

Після підготовки лабораторії до роботи туди доставляють маток і трутнів. Партія трутнів та матка поміщаються в сітчасті облітники. Запліднення бджолиних маток можна умовно поділити на три етапи: відбір сперми у трутнів; підготовка матки до запліднення; запліднення.

Відбір сперми

Трутнів набирають не багато, оскільки поза сім'єю вони вже через 30 – 40 хв втрачають активність. Різко зменшується кількість трутнів, які дають сперму, деякі з них гинуть. Тому в батьківських сім'ях зазвичай відбирають 30 – 60 трутнів. Цієї кількості цілком достатньо для одноразового запліднення двох маток з урахуванням того, що частина трутнів не досягнула віку, при якому вони віддають сперму.

Помічник оператора приступає до набору сперми. При цьому черевце трутня поміщають між середнім, вказівним і великим пальцями руки і, повертаючи його навколо

поздовжньої осі, злегка здавлюють черевце. Потім проводять подовжній масаж черевця. Після закінчення масажу черевце трутня беруть з боків, поміщають між великим і вказівним пальцями і, стискаючи, подають його вперед, притримуючи при цьому кінчик черевця пальцями лівої руки. Цими маніпуляціями домагаються неповного вивертання статевого органа. Для прискорення процесу після масажу трутнів можна розчавити груди або відірвати голову; при цьому він також в більшості випадків викидає цибулину ендофалуса.

Світлі ріжки трутня свідчать про його статеву незрілість, і такі особини бракуються. У статевозрілих трутнів ріжки мають оранжеве забарвлення. Цибулина у трутня, який повинен дати сперму, заповнена мукусом. Якщо цибулина прозора, отримати сперму не вдається.

Після неповного вивертання статевого органа трутня беруть у праву руку, затискаючи черевце між великим і вказівним пальцями. Перекочуючи рухом від грудей до останніх склеритів черевця, здавлюють його з боків до повного вивертання статевого органа. На кінці ендофалуса виступає крапелька сперми кремового кольору, яка покриває мукус. У капіляр затягують невелику кількість повітря (1 – 2 мм) для створення повітряної подушки, яка запобігає змішуванню сперми з фізіологічним розчином. Потім підносять трутня до капіляра, тримаючи його в лівій руці так, щоб сперма злегка зіткнулася з ним.

Для відбирання сперми необхідно створити між капіляром і спермою місток, для чого трутня злегка віддаляють від капіляра, який повинен знаходитися під невеликим кутом до поверхні сперми, яку відбирають. Правою рукою повільно обертають мікрогвинт нагнітального пристрою. При цьому сперма поступово заходить у капіляр.

Після закінчення відбору сперми починають підготовку наступного трутня.

При одноразовому осіменінні набирають сперму 10 – 15 трутнів (12 – 17 мм³=мкл); при дворазовому – від 6 – 8 (7 – 10 мм³); трикратному – 4 – 5 трутнів (4 – 6 мм³).

Кожне наступне осіменіння проводять через 36 – 48 год. Цей час необхідний для звільнення яйцеводів і камери жала матки від уведеної сперми.

Краще кожне наступне осіменіння проводити через 4 – 5 днів. При цьому сперма використовується економніше і відбувається краще наповнення сім'яприймача.

Відбір сперми триває 2 – 15 хв і залежить від багатьох факторів: фізіологічного стану трутнів, умов, часу осіменіння, кваліфікації оператора тощо.

Після закінчення відбору сперми в потрібному обсязі помічник передає капіляр із блоком нагнітання оператору, який встановлює його на апараті ІО.

Підготовка матки

Під час відбору сперми помічник оператора готує апарат і мікроскоп до роботи. За 1 – 2 хв до закінчення відбору сперми оператор відловлює в облітнику матку і поміщує її в перехідник маткотримача. Коли матка досягає кінця перехідника, під'єднують маткотримач. Після того як матка переконається у відсутності виходу з перехідника маткотримача, вона починає задкувати і переходить у маткотримач. Після цього перехідник від'єднують і знімають, а маткотримач із маткою встановлюють в блоці маткотримача.

За допомогою редуктора малого тиску і ротаметра (прилад для вимірювання швидкості і витрати газу) встановлюють оптимальний рівень витрачання вуглекислого газу (4 – 5 м³ / год). Якщо немає ротаметра, то користуються посудиною Боброва (банка Тищенко), пропускаючи газ через дистильовану воду.

Матка зазвичай засинає протягом 20 – 120 с. Однак трапляються матки, яким потрібно значно більше часу (до 360 с). Ці показники, найімовірніше, пов'язані з масою маток. Встановлено, що чим більша маса матки, тим менше часу потрібно для її наркозу. Однак даний показник залежить не тільки від маси матки. Існує ще чимало факторів, які уповільнюють або прискорюють процес анестезії.

Потім оператор встановлює матку в робочому положенні. При цьому три останні сегменти черевця повинні виступати назовні, а третя пара ніжок – перебувати всередині маткотримача. Спинною частиною матка повертається вправо, тобто до стійки блоків мікроманіпуляторів жального гачка і мікрокапіляра. Маткотримач нахилиють управо під кутом 55 °. Під час проведення анестезії матки оператор встановлює гачки в робочому положенні, для чого відпускає стопорні гвинти, а блоки встановлює так, щоб гачки проходили через центральну вісь черевця. При цьому вентральний гачок має нахил 10 °, а жальний – 15 – 20 °.

Осіменіння матки

Процедура запліднення. Як тільки у матки дихальні рухи черевця будуть погано помітні, а при дотику до нього рухової реакції не буде, оператор приступає до процедури запліднення. У праву руку він бере зонд і, маніпулюючи лівою рукою, до черевця матки підводить вентральний гачок.

За допомогою зонда оператор розсовує склерити так, щоб жало розміщувалось праворуч. За допомогою гвинта нахилу в порожнину жальної камери вводиться вентральний гачок. Потім він відтягує стерніт уліво на 2 – 3 мм. За необхідності положення гачка в жальній камері можна коригувати, використовуючи при цьому гвинт горизонтальної подачі (рис. 9, а). Операція із відведення стерніта триває в середньому 5 – 20 с.

Потім оператор за допомогою жальної петлі або пінцета вловлює жало і піднімає трохи вгору і вправо доти, доки не буде чітко видно отвори піхви. Візуально визначають можливість введення капіляра так, щоб капіляру не заважала основа жального гачка. На цю операцію оператор витрачає 25 – 90 с.

Після проведення підготовчих операцій зі звільнення отвору піхви матки встановлюють блок мікроманіпулятора з капіляром (рис. 9, б). Обертаючи гвинт подачі, капіляр опускають в камеру жала і виставляють навпроти отвору піхви. Капіляр вводять у піхву на глибину приблизно 0,5 мм (рис. 9, г). Потім за допомогою похилих гвинтів його піднімають на 1 – 1,5 мм для відведення вагінального клапана. При цьому капіляр

встановлюють безпосередньо навпроти входу в непарний яйцепровід. Після цього капіляр опускають в яйцепровід на глибину 1 – 1,5 мм.

Капіляр повинен входити в отвір піхви і непарний яйцепровід вільно, без натягу тканин. Якщо навколо входу в піхві буде спостерігатися натяг тканин, операцію починають спочатку. У разі повторної невдачі проводять повторне розкриття камери жала. Для цього знімають пінцет, знову захоплюють і відводять підставу жала. За необхідності виправляють положення матки відповідно до осей гачків. Процедура введення капіляра триває 25 – 80 с.

Після введення капіляра починають введення сперми. Правою рукою оператор обертає мікрогвинт нагнітального пристрою і за допомогою мікроскопа спостерігає за виходом сперми з капіляра. Вона повинна входити у яйцеводи вільно, минаючи порожнину жальної камери. Якщо стовпчик сперми в капілярі не рухається, а повітряний прошарок між фізіологічним розчином і спермою починає стискатися, введення сперми припиняють. Це може відбуватися при неправильному введенні капіляра або його закупорці.

При надходженні сперми в порожнину жальної камери необхідно призупинити її введення. Капіляр виводять з піхви, розливу сперму засмоктують капіляром і спробу введення повторюють. При цьому можливе використання зонда. Його беруть у ліву руку, вводять в камеру жала, а капіляр підводять ближче до отвору піхви.

Зонд вводять на 0,5 мм в отвір піхви і підтягують його вліво, а в щілину опускають капіляр. Потім зонд прибирають, а введення капіляра продовжують за допомогою мікроманіпуляторів за вищеописаною методикою.

Причинами рідкісних ускладнень при введенні капіляра і сперми є маленькі матки, матки віком до 5 днів, низька кваліфікація оператора. Крім того, зустрічаються матки, що важко піддаються заплідненню. У таких випадках їх передають матководу для підсадки в нуклеуси для природного осіменіння. Введення сперми триває протягом 15 – 50 с.

Після закінчення запліднення приступають до звільнення матки. Спочатку капіляр підводять до жального гачка, а потім піднімають вгору. Після цього звільняють жало і піднімають вгору та відводять убік так, щоб вони не заважали вилученню маткотримача з кріплення. Щоб звільнити вентральний гачок, його пересувають у поздовжньому напрямку, а потім піднімають угору. Маткотримач виймають із гнізда та витягують матку. Матку мітять опалітовою наклейкою з відповідними номером та кольором.

2.8.5. Утримання маток після осіменіння

Провівши запліднення, матці дають можливість відновити після наркозу рухові функції. Тривалість цього періоду залежить від фізіологічного стану матки і може тривати від 80 с до 7 хв. Потім матку на 10 – 15 хв бажано помістити у невеликий сітчастий облітник, можливо, прямо в лабораторії, після чого ставлять у пересилочну кліточку або кліточку Титова і передають у спеціальний садок, нуклеус або сім'ю – інкубатор. Як нуклеус зручно користуватися стандартним однорамковим ЕWK– нуклеусом, де є запас корму і який можна кілька годин утримувати в термостаті. Якщо габарити термостату не дозволяють, можна користуватися сітчастими садками, проте вони мають чимало недоліків. Конструкції нуклеусів та садків наведені у розділі 2.9. «Організація ізольованого злучного пункту бджолиних маток».

При єдиній процедурі осіменіння великою порцією сперми, обробки вуглекислим газом все одно здійснюють ще двічі по 15 хв. Додаткова обробка запліднених маток вуглекислим газом прискорює початок яйцекладки на 15 – 20 днів. Після обробки матки поміщають у нуклеуси або садки, в яких повинно бути не менше 50 робочих бджіл і запас корму. У них матки утримуються до початку яйцекладки.

Для швидкої і надійної підсадки маток у нуклеуси застосовують такий спосіб: садок поміщають у повітронепроникний мішок або пластиковий бокс і заповнюють його вуглекислим газом. Після того, як бджоли припиняють рухатися, до них поміщають штучно запліднену матку. Такий спосіб гарантує

прийом маток. Якщо використовувати заселені бджолами садки з матками, то їх краще зберігати над гніздом сильної сім'ї.

Зручніше ж заселення маток у нуклеуси ще до осіменіння та повернення їх туди після осіменіння з перекритим виходом для маток аж до моменту появи яєць.

Після початку яйцекладки маток відсилають замовникам або підсаджують у сім'ї. Можна підсаджувати маток у бджолині сім'ї і без перевірки на яйцевідкладення. Однак при цьому необхідно дотримуватися додаткових заходів безпеки, оскільки бджоли до таких маток ставляться як до неплідних та деякий час (1 – 4 дні) намагаються ужалити.

Особливості підсадки штучно запліднених маток

Існує безліч різних прийомів підсадки матки в сім'ю. При підсадженні штучно запліднених маток пасічнику краще застосовувати відпрацьовані особисто ним способи.

Перед підсадкою маток у пересилочних або кліточках Титова їх необхідно утримувати у сім'ї щонайменше протягом 3 діб і лише на 4-ту добу дати можливість бджолам їх випускати.

Після підсадки штучно заплідненої матки в гніздо, сім'ю щодня підгодовують рідким сиропом (1:1) в дозі 100 – 150 мл. Під час хорошого медозбору відпадає необхідність у підгодівлі.

Особливо цінних маток підсаджують у гніздо, утворене стільниками з розплодом на виході. При цьому зібраний корпус через сітку вміщують над гніздом сильної сім'ї та випускають на рамки матку. Через кілька днів, коли вийде достатня кількість бджіл, цей корпус можна помістити на заздалегідь підготовлене місце або провести об'єднання з основним гніздом.

При підсадженні маток у сформований нуклеус їх можна класти на верхні бруски рамок, коли бджоли перебувають під наркомом. Зазвичай у таких випадках бджоли охоче приймають маток.

2.8.6. Фактори, які впливають на характер результатів інструментального осіменіння

1. Оптимальний вік для осіменіння маток становить 5–14 днів після народження. Матки, яким при заплідненні більше ніж 2 тижні, зберігають менше сперматозоїдів у сперматеці. Якщо

запліднюються матки віком до 4-х днів, то підвищується їхня смертність (Woyke & Jasinski, 1978, Cobey et al., 2013).

2. Стандартна доза сперми, яка вводиться кожній матці, становить 8–12 мкл. Недостатня доза сперми може призвести до передчасного припинення матками відкладання яєць та як наслідок заміна матки.

3. Догляд за матками після осіменіння впливає на «засвоєння» сперми (Woyke 1979). Активні рухи матки, оптимальна температура яка підтримується бджолами в гнізді сприяють міграції сперми в сперматеку матки. Матки, які утримуються в кліточках після осіменіння зазвичай зберігають менше сперми, крім того, частина сперми залишається у яйцепроводах.

2.8.7. Спеціальні техніки

Розчини для розведення сперми

Розведення сперми застосовується для поліпшення наповненості сім'яприймача матки та ефективнішого очищення яйцепровідних шляхів від сперми. Нині рекомендується використання двох типів розчинів для розведення сперми (Cobey, 2003; Cobey et al., 2013).

Розчин **першого** виду використовується для розведення сперми та осіменіння маток без зберігання, тобто в той же день. Другий вид використовується для змішування та зберігання сперми. Для приготування цих розчинів використовують бідистильовану воду. Для стерилізації кінцевого продукту використовують бактеріологічні фільтри із розміром пор 0,2 мкм.

Компоненти можна стерилізувати за температури 177°C протягом 30 хвилин. Амінокислоти й антибіотик додають, якщо температура розчину не перевищує 40°C. Кислотність доводять до показника 8,6 рН (при доведенні кислотності використовувати NaOH та HCl).

Розчин **другого** виду використовується для розведення сперми та тривалого зберігання як при температурах вище нуля, так і в рідкому азоті. Як необхідні компоненти ЕДТА, гліцин, тилозин. Методика приготування:

1. Додайте реагенти в мірну колбу та доведіть об'єм до 100 мл дистильованою водою для базового розчину.

2. Такі компоненти як ЕДТА, гліцин, тилозин необхідні в дуже низьких концентраціях, тому використовують розчини цих сполук, розведені в 100 разів.

3. Додати всі компоненти (окрім ЕДТА, гліцину, тилозину) в мірну колбу і довести до 100 мл дистильованою водою. Використайте 10 мл цього розчину для приготування розчину таблиці 3. Потім додайте 0,9 мл отриманого розчину до 90 мл базового розчину, котрий залишився.

4. Стерилізувати за допомогою бактеріологічного фільтра (діаметр пор 0,2 мкм)

Таблиця 2.1

Розчин **першого** виду (Williams and Harbo, 1982). Додайте всі інгредієнти в мірну колбу об'ємом 100 мл, доведіть об'єм до мітки дистильованою водою

Компоненти	Наважка, г /100 мл кінцевого розчину
Дигідрострептоміцин	0,25
Глюкоза	0,10
L-лізин	0,01
L-аргінін	0,01
L-Глутамат	0,01
трис-НCl	0,35
трис основний	0,35
NaCl	1,11

Таблиця 2.2

Склад **базового** розчину, який входить у розчин ННВSE для змішування та зберігання сперми

Компоненти	Наважка, г /100 мл кінцевого розчину
Пеніцилін	0,05
Стрептоміцин	0,044
Каноміцин	0,06
Тилозин	0,0032

ЕДТА	0,0002923
TES (кислий)	0,6879
Трис (основний)	0,3635
Гідрофосфат натрію	0,0142
Цитрат натрію	0,02942
Аргінін	0,01
Гліцин	0,00075
Пролін	0,05
Каталаза	0,002
BSA	0,002
KCl	0,61131
NaCl	0,4847
NaHCO ₃	0,042

Таблиця 2.3

Компоненти	Наважка, г /10 мл кінцевого розчину
Тилозин	0,032
Гліцин	0,0075
ЕДТА	0,003

Гомогенізація сперми трутнів

Для гомогенізації або змішування сперми численних трутнів потрібне розведення, механічне переміщення та концентрування сперми. Звичайні методи з використанням центрифугування призводять до високого відсотка пошкоджень сперматозоїдів, хоча 50% життєздатних сперматозоїдів достатньо для сперми якою запліднюють матку та для утворення колонії бджіл (Collins, 2000). Сперма трутнів дуже густа, має тенденцію до утворення згустків, при цьому крихкі хвости сперматозоїдів пошкоджуються під час різних маніпуляцій. Міграція сперми із яйцеводів у сперматеку – складний процес, який передбачає скорочення м'язів, опосередковане кишечником. (Koeniger, 1986). Тому матки дуже активні після природного спаровування, що сприяє міграції сперми; тому використовують метод випускання матки у сітчастий облітник після осіменіння (Büchler et al., 2013).

Процедура центрифугування:

1. Зберіть сперму в скляні капіляри.
 - а. Необхідно відібрати об'єм сперми 10 мкл для осіменіння кожної матки.
2. Додайте розчинник у мікропробірку «Еппендорф».
 - а. Співвідношення має становити 10 частин розчинника до 1 частини сперми за об'ємом.
 - б. У звичайну мікропробірку об'ємом 1,5 мл можна додати до 700 мкл сперми.
3. Додайте сперму в мікропробірку.
4. Перемішайте сперму, акуратно струшуючи або перехилиючи пробірку до отримання однорідної суспензії.
 - а. Сильне струшування або активне перемішування за допомогою піпетки може пошкодити сперматозоїди.
5. Центрифугуйте у кутовому роторі центрифуги, доки не утвориться шар сперми в нижній частині пробірки.
 - а. Використовуйте відцентрові сили 82 g або 250 g та центрифугуйте 20–30 хв або 10–20 хв залежно від швидкості відповідно.
 - б. Більша швидкість може спричиняти пошкодження хвостів сперматозоїдів (Collins, 2003).
6. Обережно піпеткою видаліть супернатант.
7. Наберіть сперму в капіляр та без затримки використовуйте для запліднення маток.

Компоненти	Необхідний об'єм			
	2 мл	5 мл	10 мл	20 мл
IMHERES	20 мкл	50 мкл	100 мкл	200 мкл
NaCl	0,017 г	0,0425 г	0,085 г	0,17 г
BSA	0,20 г	0,50 г	1,0 г	2,0 г
Доводиться водою до об'єму:	2 мл	5 мл	10 мл	20 л

2.8.8. Матеріальна база лабораторії інструментального осіменіння

У таблиці наведений перелік необхідного обладнання та матеріалів для функціонування лабораторії інструментального осіменіння

Найменування	Кількість	Коротка характеристика коментар
Основний інвентар		
Прилад для інструментального осіменіння (ІО)	1	Повний комплект. Щупи, зонди та ін.
Бінокулярний мікроскоп	1	Стереоскопічний мікроскоп зі збільшенням 10 – 20 разів та робочою відстанню 5 – 10 см по типу МБС, ST60-24B1
Джерело світла (світлодіодна лампа) для роботи з приладом ІО	1	Важливо, щоб лампа не нагрівалась. Зручно, щоб невелика лампа була на гнучкій ніжці.
Балон для вуглекислого газу 10 – 20 л (орієнтовно 10л/1000 маток)	1	Вуглекислий газ, який використовується для приготування газованої води.
Підставка для балона	1	
Вуглекислотний редуктор низького тиску (Редуктор грубої подачі)	1	Редуктор для роботи з вуглекислим газом із двома манометрами. Може бути простий варіант по типу УР-6-6
Редуктор точної подачі	1	Використовується для подачі вуглекислоти в акваріумах. По типу Wuin W01-03 тощо, але потрібно придбати перехідник для з'єднання редукторів між собою. Про перехідник подбати перед покупкою редуктора

Перехідник між редуکتорами	1	
З'єднувальні гумові шланги	4 м	Підходять шланги від систем внутрішньовенних інфузій (продається в аптеках) або від систем зворотного осмосу
Бактерицидна УФ-лампа	1	Настільна, настінна або колонна для знезараження лабораторії
Промивна посудина (колба, банка) з кришкою, яка має два патрубки та отвір для проводу нагрівача	1	Колба для нагріву та зволоження вуглекислого газу
Електронагрівач акваріумний 40w	1	Для нагрівання води у промивній посудині
Термостат із можливістю регулювати температуру (обов'язковий діапазон температур 20 – 35°C) В кращому разі термостат із регуляцією температури та вологості	1	Для утримання кілька годин маток після осіменіння
Ваги електронні лабораторні	1	Для наважування компонентів для приготування розчинів
Автоклав	1	Це може бути сучасний автоклав з можливістю програмування. Або найбюджетніший – варіант скороварка об'ємом не менше 12 л
Холодильник із морозильником для зберігання реактивів	1	
Нагрівач для лабораторії (камін, тепловентилятор, тощо)		Для підігріву повітря у лабораторії до 25 °C

Терморегулятор (бажано цифровий)		Для підтримки сталої температури у лабораторії. Працює у парі з нагрівачем для лабораторії
Термометр	1	Діапазон температур 10 – 50 °С.
Вологомір	1	Термометр + вологомір можуть бути цифровими
Додатковий інвентар		
Мітки для маток		К-ть залежить від інтенсивності роботи
Шпатель для нанесення мітки	2	
Пінцети		К-ть залежить від інтенсивності роботи
Медичний клей БФ-6 або суперклей-гель.		БФ-6 зручніше розфасувати з банки у мікропробірки по 1500 мкл. Якщо обраний суперклей-гель, то зручніше користуватись найменшим уфасуванням (маленьким тюбиком).
Садки для трутнів	3–4	У розрахунку на одного пасічника, який обслуговує лабораторію
Садки для утримання маток після осіменіння		Залежно від розмірів термостату та швидкості роботи операторів можна користуватись і ЕWK-нуклеусами. При роботі, яка не передбачає перевірку маток на «засів», потреби в них немає
Кліточки «Титова»		
Центрифуга	1	Ротор для мікропробірок 1,5 мл. З можливістю підтримувати відцентрову силу 82–250g

Мікропробірки одноразові 1,5 мл (Eppendorf)		Фасовка 500 шт
Фільтр бактерицидний для шприца (діаметр пори 0,2 мкм)		К-ть залежить від інтенсивності роботи
Шприци		К-ть залежить від інтенсивності роботи
Набір автоматичних піпеток	3	1–10 мкл, 10–100 мкл, 100–1000 мкл
Наконечники для автоматичних піпеток одноразові		До 100 мкл (фасування 1000 шт), до 1000 мкл (фасування 500 або 1000 шт)
Холодильник для зберігання сперми трутнів		Можливість підтримки +16 улітку (невеликий холодильник для вина)
pH-метр	1	Може бути необхідним при самостійному приготуванні розчинів для розведення сперми
Посуд		
Мірні циліндри		50, 100, 200 мл
Бутель для зберігання дистильованої води		5-10 л
Хімічні мірні стакани		Для наважки та приготування розчинів; 50 мл, 100 мл, 200 мл
Мірні колби 50 мл	2	Для приготування розчинів об'ємом 50 мл
Мірні колби 100 мл	2	Для приготування розчинів об'ємом 100 мл
Меблі		
Шафа для зберігання лабораторного посуду	1	Медична шафа
Витратні матеріали, основні реактиви та розчини		Реактиви та розчини часто мають обмежений строк придатності, тому якщо в сезоні не планується проводити маніпуляції з конкретними реактивами, то завчасно купувати їх нема потреби

Паперові рушники або серветки		
Ватні палички		
Спирт етиловий 96 %-й		
Фізрозчин (0.9 % NaCl)		
Дистильована вода		
Гіпохлорит натрію		У сухому вигляді, ХЧ
Глюкоза		У сухому вигляді
HEPES		У сухому вигляді
NaCl		У сухому вигляді, ХЧ
BSA		У сухому вигляді
Тилозин		
Гліцин		У сухому вигляді
ЕДТА-Na, (етилендіамінтетраацетат Na)		У сухому вигляді
Пеніцилін		У сухому вигляді
Стрептоміцин		У сухому вигляді
Дигідрострептоміцину сульфат		У сухому вигляді
Каноміцин		У сухому вигляді
TES (кислий) (2-[(2-Hydroxy-1,1-bis(hydroxymethyl)ethyl)amino]ethanesulfonic acid)		У сухому вигляді
Трис (основний)		У сухому вигляді
трис-HCl (солянокислий)		У сухому вигляді
Гідрофосфат натрію		У сухому вигляді
Цитрат натрію		У сухому вигляді

Аргінін		У сухому вигляді
Пролін		У сухому вигляді
Каталаза		У сухому вигляді
KCl		У сухому вигляді
NaHCO ₃		У сухому вигляді
L-лізин		У сухому вигляді
L-аргінін		У сухому вигляді
L-глутамат		У сухому вигляді

2.8.9. Вимоги до персоналу

(відповідно до Технологічних вимог до проведення селекційно-племінної роботи в галузі бджільництва)

Персонал, який займається племінною справою з бджільництва, повинен мати відповідну освіту.

Персонал із племінної справи з бджільництва повинен:

- забезпечувати дотримання Плану породного районування бджіл (додаток до наказу Міністерства аграрної політики України, Української академії аграрних наук від 20 вересня 2000 року № 184/82 «Про затвердження нормативно-правових актів з питань розвитку бджільництва», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 жовтня 2000 року за № 736/4957) при виробництві та реалізації племінних (генетичних) ресурсів із бджільництва;
- організовувати селекційну роботу з поліпшення породних продуктивних якостей бджолиних сімей районованої породи згідно з місцевими умовами клімату й медозбору, а також застосовувати інтенсивні технології виробництва продукції бджільництва;
- у роботі щодо поліпшення районованої породи бджіл через їх чистопородне розведення застосовувати методи селекції, які забезпечують виявлення внутрішньопородного гетерозису (лінійне розведення й міжлінійні кроси, розведення «в собі»)

закритої популяції, здійснювати періодичний обмін сім'ями-рекордистками або племінними матками між віддаленими одна від одної пасіками, які розводять одну й ту саму породу бджіл);

- брати участь у розробці програм селекції бджіл, виведення маток й відтворення бджолиних сімей у масштабах регіону;
- брати участь у комісіях із визначення породної належності бджолиних сімей на території, яка обслуговується, а також з проведення їх бонітування в кінці кожного сезону;
- брати участь у роботі з атестації пасік, а також з апробації селекційних досягнень у бджільництві;
- надавати методичну допомогу пасічникам щодо впровадження зоотехнічного обліку на товарних пасіках, а також проводити курси, семінари та консультації для пасічників з удосконалення методів селекції бджіл і технологій виведення бджолиних маток, відводків і пакетів бджіл, ознайомлення їх з відповідними програмами, котрі діють у регіоні, а також надавати їм практичну допомогу в освоєнні нових методів роботи з бонітування бджолиних сімей, перевірки сімей-рекордисток щодо якості потомків, племінного відбору, контролю за спаровуванням маток із трутнями районованих порід;
- вивчати та впроваджувати передовий досвід пасічників у селекції бджіл і виведенні маток;
- брати активну участь у заходах із профілактики та боротьби з хворобами бджіл, а також з освоєння прогресивних технологій утримання бджолиних сімей і виробництва високоякісної бджолиної продукції.

2.8.10. Документальний супровід лабораторії

Документи, які необхідні для акредитації та функціонування лабораторії в правовому полі, визначаються Національним агентством з акредитації України (НААУ). Така акредитація необхідна при реалізації продукції за кордон, оскільки діяльність НААУ має широке визнання в Європейському Союзі та у всьому світі. НААУ є членом багатьох міжнародних і регіональних організацій з акредитації. Весь перелік необхідних документів, які оформляються організацією, представлений на сайті Міністерства економічного розвитку і торгівлі. Проте нині

проходження акредитації лабораторії не обов'язкове. Але для функціонування лабораторії, безпосередньо бажано мати паспорт лабораторії (додаток), який відповідає паспорту з переліку документів ДСТУ ISO/IEC 17025:2017. Крім того, лабораторія працює лише як частина племінного господарства і самостійно не підпадає під визначення випробувальної або сертифікаційної лабораторії.

2.9. Організація ізольованого злучного пункту бджолиних маток

Програми розведення медоносних бджіл і специфічні дослідницькі проекти залежать від контролю процесу спарювання бджолиних маток. На додаток до добре розробленої методики інструментального осіменіння – ізольовані злучні станції можуть слугувати ефективним методом для контролю спарювання медоносних бджіл із комерційною та науковою метою.

Оскільки трутні повністю уникають польотів над великими ділянками води, острови дають добру можливість встановити повністю контрольований генетичний склад трупнів. На материк контроль спарювання залежить від ізоляції за географічною відстанню (обмеженою дальністю польотів маток) або перешкодами (високі гори тощо).

2.9.1. Вимоги до розташування злучного пункту

Існує два типи злучних пунктів – *ізольовані* й *напівізольовані*. *Ізольовані злучні пункти* – ізольовані місця, які служать місцем обльоту неплідних маток із вибраними трутнями.

Попередні дослідження показали, що коли йдеться про селекцію в бджільництві, значення злучної станції складається з її розташування, частоти зустрітваності небажаних і диких колоній бджіл у радіусі 10 км і кількості бажаних трупнів у межах одного локалітету.

Передбачаються такі категорії затверджених злучних станцій: (Sammataro & Avitabile, 1998).

Офіційно затверджений острівний облітник – це облітники на островах, віддалених від материка протокою не менш ніж на 3 км. На них не допускаються колонії бджіл іншої породи, окрім обраної. Багато таких острівних станцій є на прибережних островах, розкиданих уздовж берегової лінії. Такі острови дійсно ізольовані та можуть мати затверджений статус облітника.

Як правило, всі острівні облітники використовуються як «лінійні» парувальні станції. Це означає, що всі матері трутнів батьківських колоній належать до спеціально відібраних, закритих і оцінених штамів бджіл у межах свого підвиду та/або екотипу.

Затверджені наземні облітники. Ці материкові облітні станції повинні гарантувати, що жодних небажаних трутнів немає в радіусі 6 км (краще 7 – 10 км). Область навколо облітної станції називається захищеною зоною або поясом ізоляції злучної станції, а зазначені вище відстані мінімально допустимі. Кількість небажаних спаровувань збільшується, якщо зменшується радіус до 6 км. Натомість кожен додатковий кілометр за межами цієї межі підвищує безпеку і значення облітної станції.

Материкові ізольовані облітники можуть бути як лінійними (де облітується певна лінія бджіл), так і чистопородними (де облітується певна порода бджіл).

А) Затверджені материкові лінійні облітники. Материковий лінійний облітник повинен давати гарантію, що в усіх колоніях, які знаходяться в зоні ізоляції, присутні матки, які походять від чистопородних ліній необхідних для обльоту. Для того, щоб виконати вимогу, необхідно перевіряти щорічно всі колонії в зоні радіусом не менше 6 км.

На рівнинних територіях існує дуже мало придатних місць для ізольованих злучних станцій. Тільки в гірській місцевості можна організувати придатний облітник для повної і якісної ізоляції. Тільки там можна перевірити колонії в межах необхідного радіуса і потрібної лінії.

Б) Затверджені чистопородні облітники. Високі стандарти чистоти штаму можуть бути пом'якшені для чистопородних

облітників, коли встановлено, що в радіусі ізоляції всіх сімей бджіл забезпечена породна належність. Не обов'язково організувати повну і щорічну перевірку всіх колоній у поясі ізоляції на маток однієї лінії, але велике значення має чистопородність усіх колоній в межах зони ізоляції, незалежно від лінії.

Напівізольовані злучні пункти можуть бути створені лише в області чистопородного розведення. Для чистопородного розведення створюють масив або область із чистопородними бджолами. У багатьох районах, де щільно розташовуються пасіки, створення такого масиву – єдина можливість забезпечити спаровування маток із трутнями того ж походження. Крім того, це найшвидший спосіб тривалого заселення певної зони бджолами бажаної породи.

Для створення області чистопородного розведення немає детальних інструкцій. Дуже багато залежить від розташування пасік, кількості сімей тощо. Мінімальні вимоги такі:

- масив повинен мати в діаметрі 8–10 км (краще 15 км) і не менше 300 сімей;
- протягом кількох років на територію повинні постійно надходити матки чистого походження;
- спочатку отримувати потомство потрібно не від запліднених у цих теренах маток, а від селекційних.

У зоні чистопородного розведення селекційний добір проводиться спочатку тільки по материнській лінії. У наступному поколінні це впливає на батьківську лінію. Коли йдеться про виведення трутнів від підібраних маток, необхідно послідовно використовувати для цього найкращі уніфіковані сім'ї. Трутнів із малопродуктивних помісних сімей можна виключити, поставивши на льотки вуликів загороджувальні трутневі решітки під час шлюбних польотів. При ширині в решітці 5,2 мм робочі бджоли можуть без перешкод входити і виходити. Решітка вставляється з нахилом назад, тоді трутні не так сильно тісняться в прагненні вийти назовні, і в ніші не скупчуються. В місця чистопородного розведення потрібно постійно постачати перевірених чистопородних маток.

У чистопородному масиві створені всі умови для виведення маток, які підходять для промислових пасік. Такі матки становлять основу успішного виробництва меду і їх можна охарактеризувати так:

1. Походження від чистопородних маток перевірених ліній. Звідси – гарантованість продуктивності і незлостивості бджіл.

2. Парування переважно з трутнями тієї ж породи, звідси – уніфіковане потомство.

3. Парування в кліматично сприятливих місцях, звідси – кількісно і якісно хороші результати.

4. Невеликі витрати коштів.

5. Немає небезпеки несподіваного зниження продуктивності через інбредну депресію.

Як альтернативу, коли неможливо організувати ізольований чи напівізольований злучний пункт, застосовують *систему обльоту, обмежену в часі*. Дана система контролю природного спарювання *A. mellifera* розроблена Джо Хорнером, австралійським матководом в Rylstone, Новий Південний Уельс. Система дозволяє контролювати до 240 маток за один раз, що набагато більше, ніж можна досягнути за допомогою інструментального осіменіння. Крім того, система не вимагає географічної ізоляції. Замість цього, система Хорнера контролює природне спарювання маток та трутнів, маніпулюючи тим часом, коли вони облітуються.

Відправною точкою методу стало навчити бджіл, що день складається з 22 годин темряви «ночі» і тільки 2 годин денного світла. Як наслідок, це денне світло в ці дві години також повинне бути використане на парувальний політ маток. Нуклеуси з неплідними матками ставляться в темну охолоджену кімнату до кінця дня, доки всі трутні диких сімей не повернуться до своїх вуликів. Як тільки це сталося, звільняються матки і потрібні трутні.

Батьківські сім'ї мають спеціальний лабіринт ходів у днищі, який дає змогу вільному виходу робочих бджіл, та окремих закритий льоток для трутнів. Для спарювання використовуються 10 батьківських трутневих сімей для кожного контрольованого спарювання.

Приготування та догляд батьківських сімей по суті, таке ж, як на звичайних матковивідних пасіках. Трутні випускаються

тільки ввечері з самого початку і протягом усього часу, коли повинні відбуватися спаровування. У такий спосіб запобігається прониканню чужих трутнів.

За день до запланованого спаровування, нуклеуси вивозяться з приміщення перед заходом сонця. Це дає змогу маткам зробити орієнтувальний обліт і вивчити географію місцевості. Після цього орієнтувального обльоту нуклеуси повертаються в приміщення. Наступного дня знову пізно ввечері, нуклеуси вивозяться на ту ж позицію, де вони були в попередній день. Після чого маток і трутнів випускають і вони мають змогу полетіти до зони конгрегації трутнів для спаровування.

Обмежений у часі облітник розташовується на північному схилі долини для того, щоб він освітлювався останніми сонячними променями перед заходом світла. Удень нуклеуси знаходяться в охолодженому приміщенні. Дах і стіни ізолюються полістироловими пластинами товщиною 100 мм. Усі внутрішні стіни, стеля та підлога пофарбовані в чорний колір. Два охолоджувальні елементи забезпечують підтримку типової нічної температури 15 – 17 °С.

Як тільки сім'ї-виховательки отримали маточні личинки, нуклеуси для них поміщають у прохолодне приміщення, і працівник станції дає їм можливість звикнути до короткого часу льоту. На це дається 23 дні, щоб звикнути до нього. Маточники на виході мають бути поміщені в нуклеуси через десять днів.

Групи запліднення після вечірнього парувального обльоту відвозять в інше місце, де вони знову мають нормальний денний і нічний ритм. І розпочинається нова серія підготовки до запліднення. Працівник станції не забирає запліднені бджолині матки зі своїх груп запліднення, доки не закінчиться попереднє запліднення. Отже, групи запліднення мають два тижні, щоб звикнути до умов вечірнього обльоту, і три тижні з природними умовами для відновлення запасів пилку та повноцінного розвитку.

Щоб оцінити ефективність цієї системи, проводився ДНК-аналіз, трутні та їхні робочі бджоли генотипувалися за допомогою мікросателітних локусів для перевірки якості спаровування. Показано, що така система забезпечує щонайменше 85 % ефективності запліднення маток потрібними трутнями.

Ключовими перевагами цієї системи над інструментальним заплідненням є те, що це технічно простіше, а якість маток може бути кращою через природне спаровування.

Оскільки описана система не вимагає використання ізольованих злучних станцій, інструментального запліднення або великої кількості бджолосімей для насичення трутнями територій, система придатна для комерційного розведення бджіл, забезпечуючи відмінний контроль спаровування з достатньою кількістю вибраного трутня.

2.9.2. Критерії створення облітників

- Відсутність або мінімальна присутність «чужих» бджолиних сімей в радіусі не менше 6 км.
- Оптимальні ресурси пилку та нектару.
- Погодні умови з довгими періодами, які перевищують температуру навколишнього середовища 20 °С, а швидкість вітру не більше 24 км / год.
- При утриманні нуклеусів ЕWK повинен бути підібраний період в сезоні, коли мінімальні добові температури не опускаються нижче 14 °С.
- Хвилеподібний ландшафт і захищені місця для розташування нуклеусів. Очевидні маркери для орієнтування на місцевості, такі як камені, дерева, чагарники або спеціально встановлені об'єкти – допомагають мінімізувати втрати бджоломаток.
- Достатня кількість батьківських сімей для забезпечення потужного трутневого фону для спаровування. Необхідно мінімум 8–10 сильних батьківських сімей, або 1 сім'я на 25 нуклеусів.
- Мінімальна наявність хижаків медоносних бджіл.

Оцінка злучної станції:

умови навколишнього середовища

Для кращого розуміння та оцінки вимог і факторів ризику, пов'язаних із біологією бджіл, розроблені різні методи дослідження. Отже, корисно охарактеризувати злучні станції, зазначивши метеорологічні явища і параметри, наведені в таблиці.

Таблиця 2.4

Метеорологічні параметри, інструменти, які використовуються для вимірювання параметрів, і одиниці виміру, які можуть бути використані для характеристики узгоджених станцій

Параметр	Інструмент	Одиниця
Температура	Термометр	Цельсій (°C)
Відносна вологість	Гігрометр	Відсоток(RH)
Швидкість вітру	Анемометр	Метрів в секунду (м / с)
Напрямок вітру	Анемометр	Роза вітрів (NESW)
Опади	Манометр дощу	Міліметрів на годину (мм / год)
Висота над рівнем моря	GPS	Метрів над рівнем моря
Рослинність	Аерофотозйомка	Частка різних видів землекористування, представлених у відсотках

Оцінка злучної станції: біологічні умови

Спаровування маток і трутнів відбувається в повітрі, на певній відстані від вуликів, на місцях зустрічей, які називаються «Конгрегаційні зони трутнів» (DCAs) (Koeniger and Koeniger, 2007). Розташування DCAs має тенденцію залишатися постійними. При створенні облітників може бути корисним пошук та оцінка таких зон. Цього можна досягнути кількома способами, описаними в наступному розділі.

Пастки для оцінки присутності робочих бджіл

Медові-пастки, які складаються щонайменше з 50 мл рідкого меду на маленькій тарілці, розташовані в зоні навколо станції сполучення використовують для отримання додаткової інформації про присутність робочих бджіл та щільності колоній.

Як альтернативу використовують темні рамки, які кип'ятять у воді, щоб заманити бджіл інтенсивним і специфічним запахом.

Пастки регулярно перевіряються на наявність робочих бджіл. Загальний час випробування має бути не менше 3 год. Щодо загальної дистанції польоту і швидкості роботи медоносних бджіл, тривалість безперервного контролю на одній пастці не повинна бути менше 15 хв.

Феромонові пастки для оцінки щільності трутнів

Феромонові пастки, зроблені з синтезованого феромона матки (9-оксо-2-деценева кислота,) або екстраговані в ацетоні ((CH_3)₂CO) бджоломатки, можуть бути використані для заманювання трутнів. Крім того, живі, зафіксовані за грудну клітку неплідні бджоломатки, можуть служити як приманка трутнів. Деталі техніки та необхідне обладнання наведені в роботі з поведінкових досліджень (Scheiner et al., 2013).

Вивчення поведінкових звичок бджіл на облітниках

Вивчення поведінки, пов'язаної з бджільництвом медоносних бджіл у місцевих умовах та оцінювання надійності злучної станції, є складними завданнями і повинні бути організовані в спеціально контрольованих умовах.

Для чіткого спостереження за діяльністю маток можна застосовувати прозорі навісні подовжувальні льотки, щоб точно спостерігати активність маток (Koeniger і Koeniger, 2007). Завдяки цьому можна фіксувати час і тривалість кожної спроби польоту, а також наявність будь-якого прояву спарювання бджоломатки. Досвідчена людина здатна одночасно спостерігати за активністю до 10 нуклеусів.

Як показники успішного спарювання можна використовувати час початку яйцекладки, стать личинок і швидкість смертності розплоду.

Можна видалити сперматеку у плідних маток для оцінки кількості збережених сперматозоїдів.

Для спостереження польотної активності трутнів батьківські колонії повинні бути обладнані прозорими передніми навісами і вхідними решітками для індивідуального відслідковування та підрахунку кількості виходу і повернення трутнів у певні

проміжки часу, а також для уловлювання та позначення окремих трутнів для подальших спостережень.

Окремі трутні можуть бути позначені кольоровими або нумерованими опалітками, щоб ідентифікувати їх, коли вони повертаються до своїх колоній або якщо вони знову вилітають.

Мікросателітний аналіз та інші молекулярні методи можуть бути використані для ідентифікації індивідуального походження. Це дуже потужна методика для оцінки кількості збігів на одну королеву, реалізованої відстані спарювання маток і трутнів, кількісного внеску деяких трутнів у жіноче потомство бджоломатки тощо.

2.9.3. Організація роботи на злучному пункті

Обов'язки працівника злучного пункту

Поки злучний пункт функціонує, він повинен повною мірою відповідати своєму призначенню. Це досягається такими заходами:

1. Постійне підживлення батьківських сімей. Ємність для корму, наявна в кожній сім'ї, постійно поповнюється молочно-цукровим тістом (1 частина сухого знежиреного молока, 6 частин цукрової пудри, 3 частини меду). Це забезпечує краще виховання трутнів навіть у погану погоду.

2. Турбота про підтримку максимальної сили сім'ї. Як сім'ї-виховательці трутнів її продуктивність не так сильно залежить від абсолютної чисельності бджіл, як від обсиженості вуличок. Якщо сила сім'ї починає знижуватися (наприклад, після тимчасового відбору матки), у вулик зразу поміщають рамку зі зрілим запечатаним розплодом.

3. Турбота про підтримку кількості трутнів. Працюючи з відводками протягом усього періоду роботи злучного пункту, потрібно в кожний трутневий відводок через кожні 3 тижні ставити нову рамку з печатним трутневим розплодом від племінної матки. Для цієї мети можна від племінної матки, що залишилася на рідній пасіці, регулярно отримувати трутневі стільники із засівом і ставити їх на виховання в надставки сильних сімей, кожен раз між двома розплідними рамками, до виведення трутнів. Цей метод дозволяє економніше

використовувати племінні сім'ї і отримувати необмежену кількість трутнів. У сім'ях, які формуються за цими принципами, трутні є до вересня, навіть якщо у них є молода плідна матка; у безматочних сім'ях за трутнями доглядають і поза шлюбним сезоном, тому іноді необхідний відбір матки в сім'ях на парувальну у пунктах наприкінці літа.

Якщо влітку на злучний пункт надсилають трутнів іншої лінії, попередньо потрібно всі трутневі сім'ї та коробки для нуклеусів прибрати і поставити на віддаленій пасіці. Нові трутневі сім'ї повинні ще до перевезення на злучний пункт бути ізольовані в особливому місці, щоб до них не залетіли трутні іншої породи.

Підтримка нуклеусів на сполучних станціях

- Для запобігання присутності чужорідних трутнів варто використовувати лише вільні від трутнів нуклеуси.

- Під час обльоту (з 11:00 до 16:00) не можна рухати нуклеуси та переміщуватися на території облітника.

- Залежно від погодних умов, перший огляд успішності спарювання маток має відбутися приблизно через 2 тижні після встановлення нуклеусів. Успішне спарювання має відбуватися протягом 3 тижнів після народження бджоломатки. Пізніше спарювання призведе до зниженої плодючості та тривалості їх життя.

- Остаточна оцінка успішного спарювання повинна відбуватися після появи запечатаного розплоду.

- Необхідно проводити регулярні перевірки збереження та додаткового підгодовування нуклеусів, якщо вони використовуються протягом тривалого періоду.

Підготовка нуклеусів для запліднення маток

Всі роботи, пов'язані з виведенням маток, сприяють поширенню нозематозу. Тому необхідно щороку ґрунтовно чистити порожні нуклеуси. Після очистки їх мийуть або обробляють 20 %-им лужним розчином, чи одним із дезинфікуючих засобів. Старі стільники вирізують, та поробляють у воскотопці, якщо на них присутній корм то стільники розкривають та згодовують

бджолам на пасіці. Порожні рамки для нуклеусів не в повному обсязі заповнюються вощиною, а навощується тільки її смужками шириною до 2 см.

Забезпечення нуклеусів кормом

Під час роботи облітної станції нуклеуси та сім'ї-виховательки мають бути забезпечені кормом. Оскільки тільки при дуже хорошому взятковій нуклеусні колонії можуть самі забезпечувати себе кормом. Їм дають запаси корму, яких має вистачити до наступного огляду.

Рідка підгодівля

Підживлення цукровим сиропом зазвичай застосовують у всіх нуклеусах з кількома рамками. Потрібно давати 50–60 %-й цукровий сироп, тоді бджоли добре відбудовують стільники. За допомогою відповідних заходів необхідно усунути такі недоліки:

а) Вночі утворюється роса на гладких поверхнях (металі, пластику), з яких бджоли зісковзують у годівницю і тонуть: внутрішні стінки годівниці повинні бути шорсткими і забезпечені плотином.

б) Залишки корму можуть вилитися при перевезенні: підгодівлю треба точно дозувати.

в) Занадто рідкий корм може закиснути: застосовувати 2 частини цукру на 1 частину води.

г) Велика небезпека крадіжки корму іншими колоніями, ніж при всіх інших видах годування: необхідно спершу дати одну рамку з медом і догодовувати при першому огляді рідким кормом. До цього часу стільники будуть відбудовані і бджоли швидко переносять у них корм.

Медово-цукрове тісто

Для нуклеусів на момент перевезення найкраще годиться медова суміш із цукровою пудрою (яка легко твердне і не проливається при перевезенні чи перенесенні, бджоли в ній не тонуть).

Приготування: три частини свіжої цукрової пудри, яка задалегідь була підігріта, замішують з однією частиною

теплого рідкого меду. Густи́й мед необхідно розбавити водою, але не більше ніж на 10 %, інакше тісто буде занадто швидко покриватися скоринкою. Для приготування тіста годиться кормовий мед з минулорічних сімей-виховательок (який унаслідок згодовування бджолам цукру все одно не можна використовувати як харчовий). У жодному разі неприпустимо застосовувати мед із чужих пасік, з ним дуже легко занести збудники хвороб. Після додавання всіх необхідних інгредієнтів суміш потрібно замісити, доки вона не стане однорідною та м'якою. Консистенція буде нагадувати пластилін та не є занадто тягучою і липкою. Запаси суміші потрібно зберігати в ємностях, викладених пергаментним папером.

Заселення нуклеусів бджолами

Заселення нуклеусів найкраще проводити опівдні, оскільки їх необхідно заселити молодими бджолами. Бджіл змітають або струшують зі стільників через велику воронку в добре вентиляований ройовий ящик. При цьому повинно злетіти якомога більше льотних бджіл. Штучний рій не повинен заповнювати більш ніж 1/3 ящика. Тепер, що дуже важливо, його підгодовують рідким цукровим сиропом і ставлять в темне приміщення за температури близько 18 °С, щоб бджоли заспокоїлися.

До вечора, коли спадає спека, якщо бджоли наситилися і спокійно висять гронами, в тінистому місці виставляють відкритими необхідну кількість нуклеусів. З кожного нуклеуса видаляють одну рамку, а у однорамочного нуклеуса відкривають і закріплюють в похилому положенні скляну стінку. Якщо треба дати не молоду матку, а зрілий маточник, то його закріплюють усередині стільничка. Бджіл у ройовому ящику обприскують водою для того, щоб вони не злітали. Після чого бджіл насипають в черпак, що вміщує приблизно 200 см³. У заповненого однорамочного нуклеуса негайно ж закривають скляну бічну стінку. Заселення ряду нуклеусів із кількома рамками практичніше тому, що їх можна тримати відкритими доти, доки всі бджоли не будуть розподілені. Після цього підставляють відібрані рамки, стільники накривають плівкою і нуклеуси закривають.

2.9.4. Організація роботи на злучному пункті при надходженні маток від інших селекційних господарств на обліт

1. При отриманні партії нуклеусів перевірити наявність потрібних документів, включно із ветеринарним паспортом, який засвідчує відсутність хвороб.
2. Несправності вуликів та інші недоліки повинні зразу заноситися в журнал злучного пункту.
3. Кожен привезений нуклеус потрібно внести в журнал злучного пункту з номером її захисного ящика. Журнал злучного пункту ведеться ретельно і детально, щоб він міг служити документом при можливих рекламаціях.
4. Привезені бджолярем селекційні картки та паспорти для запліднення маток заповнюються та підписуються. Для незапліднених або втрачених маток племінна карта погашається штампом злучного пункту. Якщо племінні картки не привозяться, то для кожної плідної матки заповнюється і підписується керівником злучного пункту свідоцтво злучного пункту.
5. Якщо нуклеуси доставили удень, потрібно до вечора покласти їх у темне, прохолодне або добре провітрюване місце. Якщо температура навколишнього середовища підвищується, можна витягнути один нуклеус з ящика для збільшення простору між іншими нуклеусами.
6. Створюється доступ до води для кожного окремого нуклеуса.
7. Ближче до вечора перевірити кожен нуклеус на наявність трутнів. Жодного трутня не повинно бути. Партії, у яких знайдений навіть один трутень, повинні бути відправлені назад пасічнику з обов'язковим покриттям виниклих затрат.
8. При зворотному відправленні нуклеусів пасічника попередньо повідомляють.
9. Перевірити, чи вентиляційні канали не забиті мертвими бджолами. Якщо так – акуратно їх витрусити.

10. Перевірити канді – воно повинно бути не надто м'яким (інакше бджоли залипнуть у ньому) і не затвердим (інакше бджоли не зможуть ним харчуватися). Якщо канді зам'яке та водянисте, його можна висушити цукром. Якщо канді затверде, його можна розбити ножом і додавши трішки води, замісити знову.
11. Якщо сім'я слабка або в нуклеусі немає бджіл – це обов'язково потрібно записати в журнал, а відповідні нуклеуси позначити етикетками.
12. Розташування нуклеусних сімей може проводитися тільки ввечері або рано-вранці (виняток: холодна погода або дощ).
13. Нуклеуси потрібно регулярно контролювати. При цьому особливо потрібно звертати увагу на запаси корму.
14. Матки, у яких яйцекладку можна з упевненістю визначити (Увага! Не поодинокі яйця!) можна достроково відправити назад власнику. Матки, особливо у слабких сім'ях, інколи можуть проникати у кормове відділення нуклеуса, тому якщо матка не знайшлася, потрібно оглянути і його. Всі інші нуклеуси після трьох тижнів перебування на облітнику відправляються назад (виняток: довгий період несприятливої погоди).
15. Витягнення нуклеусів із захисних ящиків повинне проводитися у поза-льотний час бджіл.
16. Відзначати в журналі злучного пункту успіх запліднення матки, причину в разі її втрати і дату відправки кожного нуклеуса.
17. Всі роботи та відвідування на злучному пункті між розставленими для обльоту маток нуклеусами заборонити (температури > 20 °C, час між 10:00–16:00).
18. Протягом сезону щонайменше від 20 запліднених на злучному пункті маток повинні бути відібрані проби по 5 запечатаних комірок із розплодом робочих бджіл для можливого дослідження їхніх ДНК (заморозити при 18 °C).

2.9.5. Організація нуклеусного парку та догляд за ним

Розташування нуклеусного парку

Вибирати місце для злучного пункту потрібно так, щоб можна було під'їхати до вуликів. Для розташування нуклеусів добре годиться місцевість з окремими деревами та чагарниками, проте не дуже густими (на відстані принаймні 3 м один від одного та не вище 5 м), які не утворюють правильні ряди. **Багато маток гинуть тому, що не впізнають свій нуклеус!** Випробуванним методом для полегшення орієнтації бджіл є варіювання нуклеусів за висотою над землею і у напрямку льотка.

Для кріплення нуклеусних вуликів у ґрунт використовуються палі з профільного таврового заліза, які довговічні та забиваються в один момент (навіть у твердий кам'янистий ґрунт), а потім легко витягуються. У пухкому піску вони малостійкі. Якщо на цьому місці є мурахи, рекомендується внесення в ґрунт засобу для боротьби з комахами або можна обробляти палі нафтопродуктами. Дахи нуклеусів фарбують яскравою масляною фарбою; корпуси, пофарбовані в однаковий колір, не можна ставити поруч. Над льотковими отворами теж ставлять барвисті мітки. Нуклеуси з пластику можна ставити на землю, якщо в цьому місці немає мурах.

За непостійної погоди, іноді навіть у червні, рекомендується розташовувати вулики для нуклеусів на добре освітленому місці, за винятком ізольованих жарких куточків. Однак не варто допускати перегріву нуклеусів, тому за необхідності їх потрібно накрити тканиною або не розміщувати у місцях постійного потрапляння сонячних променів протягом дня.

Типи нуклеусів

Для спарювання маток можна використовувати вулики будь яких розмірів. Однак чим менший вулик, тим дешевше його купити і тим менше потрібно бджіл, щоб його наповнити, а також легше транспортувати. Тому для функціонування облітників використовують нуклеуси. Нині є час існує велика кількість типів нуклеусів. Але для доброго функціонування

станції необхідно використовувати щонайбільше два типи нуклеусів. Найчастіше застосовують такі два типи нуклеусів для організації злучних пунктів:

1) Полістиролові нуклеуси. Перевага цього типу нуклеусів те, що матеріал, з якого вони зроблені, легкий та добре зберігає тепло. Тому для його заповнення потрібна менша кількість бджіл, ніж для дерев'яного нуклеуса такого ж розміру, а саме не більше 110 г бджіл. Є багато варіантів такого типу, які відрізняються своєю конструкцією. Але основною характеристикою при виборі нуклеуса, є можливість знімання годівнички. Це необхідно для того, щоб мати можливість дезінфікувати чи просто помити її в час роботи облітника. На рисунку 2.38 представлені варіанти вигляду полістиролових нуклеусів.



Рис. 2.38. Полістиролові нуклеуси

2) Однорамочний нуклеус (EWK). Цей тип нуклеусів характерний тим, що придатний для роботи злучного пункту у разі привезення маток від інших селекціонерів для обльоту. А також для роботи зі штучно заплідненими матками.

З обох сторін він має скляні стінки, через які зручно спостерігати за станом трутнів і яйцекладки матки, не торкаючись до бджіл. Для його заселення досить близько 110 г бджіл. Невелика кормова камера, яка вміщує 550 г цукрового тіста, розташована зверху рамки. Якщо запліднення матки затягується, корму не вистачає. Стандартизований однорамковий нуклеус (EWK) (рис. 2.39) має такі розміри: довжина 240 мм ширина 55 мм, висота 230 мм. Круглий льоток закривається

поворотним льотковим загороджувачем. Льоток має два отвори: менший пропускає через себе тільки робочих бджіл, а більший дає змогу вільно вилітати і матці. Вентиляція здійснюється через нижній закритий сіткою отвір.



Рис. 2.39. Однорамковий нуклеус (ЕWK)
(<https://parkplus.com.ua/ua/ewk-dlya-obletnikov/>)

Як в холод, так і в спеку однорамковий нуклеус щодо терморегуляції недосконалий. За екстремальних температур бджоли прагнуть покинути такий нуклеус. У холод вони перебираються в кормову камеру, а в спеку збираються зовні навколо льотка. Тому однорамочний нуклеус уміщують в інший захисний вулик, який по можливості добре ізолюваний (рис. 2.40), та має стандартні внутрішні розміри 244X144X260 мм.



Рис. 2.40. Облітний 2-х рамочний ящик для нуклеусів (ЕWK)

2.9.6. Вимоги до трутневих сімей

Батьківські сім'ї

Головна мета утримання батьківських сімей – забезпечення достатньої кількості зрілих трутнів певного походження в потрібний період. Для спарювання 100 маток необхідно близько 1000 трутнів. Під час обльоту в місці конгрегації трутнів їх повинно бути більш, ніж у 6–10 разів як маток, щоб спарювання відбувалося швидко і бажано поблизу від розташування нуклеусів. Але оскільки одна родина бджіл не може виростити одночасно більше 2000 трутнів, виникає необхідність спеціального утримання батьківських сімей. Число батьківських сімей, необхідних для злучного пункту, потрібно кожного разу визначати залежно від умов, які склалися (географічне положення, кількість бджолиних сімей на кордоні захисної зони, число маток). Нижче наводиться орієнтовний розрахунок мінімальної кількості батьківських сімей для створення особливо сприятливих умов, при відстані до найближчої пасіки понад 6 км та малій кількості колоній на околицях.

- Для 50 одночасно доставлених маток (25 зайнятих захисних кожухів): 4–6 батьківських сімей.
- Для 100 одночасно доставлених маток (50 зайнятих захисних кожухів): 6–8 батьківських сімей.
- Для 250 одночасно доставлених маток (125 зайнятих захисних кожухів): щонайменше 8 батьківських сімей.
- Для 500 одночасно доставлених маток (250 зайнятих захисних кожухів): як мінімум 12 батьківських сімей.

Залежно від програми розведення може бути використана одна або кілька груп сестринських сімей для вирощування трутнів у межах однієї станції спарювання.

Алгоритм роботи з батьківськими сім'ями

- Створення батьківських сімей необхідно розпочати до початку обльоту.
- Батьківські сім'ї утримують у стандартних вуликах і з достатнім простором для підтримання оптимального розвитку колонії.

- Особливу увагу приділяють забезпеченню постійно багатих запасів меду та пилку для батьківських сімей. Для досягнення високого рівня контролю якості рекомендується проводити регулярні перевірки стану здоров'я та загального розвитку бджіл.

- Особливу увагу варто приділяти лікуванню хвороб. Паразити бджіл та різні збудники хвороб сильно впливають на придатність трутнів до спаровування. Необхідно застосовувати певні заходи для протидії хворобам.

- В кожній батьківській сім'ї розміщують до 2 трутневих рамок, що забезпечує вирощування трутнів колонією бджіл у значній кількості. Оскільки розвиток трутня від яйця до зрілості триває 40 днів, а життя дорослих особин кілька тижнів, їх вирощування повинно починатися не пізніше ніж за 2 місяці до періоду спаровування. Рамки з запечатаним трутневим розплодом можуть бути розміщені в інші батьківські сім'ї для забезпечення добрих умов вирощування трутнів від відібраних маток.

- Якщо батьківські сім'ї перевозяться на облітну станцію, для недопущення потрапляння будь-яких інших трутнів використовують розмежувальні решітки з отвором 5,2 мм. Ці решітки потрібно регулярно перевіряти і видаляти мертвих трутнів, які можуть блокувати вхід і вентиляцію. Решітки необхідно видалити безпосередньо перед переміщенням батьківських сімей до облітника.

Трутни з цих сімей повинні пройти відбір, а перед початком сезону розведення потрібно щорічно підтверджувати наявність матки-родоначальниці. Якщо зацікавлені пасічники готові співпрацювати, це буде раціональним способом збільшення кількості трутнів. Крім того, у такий спосіб можна розширити зону злучного пункту.

Доки батьківські сім'ї перебувають на пасіці, треба пильно стежити за появою чужих трутнів і за тим, щоб «свої» трутни влітали лише у свої вулики. Цього можна домогтися ізольованим розміщенням вуликів (100 м від найближчої родини) або – ще краще – установкою загороджувальної трутневої решітки з шириною отвору 5,2 мм. Її ставлять або між

дном надставки (магазину) і першим корпусом, або на приставку з похилою передньою стінкою. Ці загороджувачі анітрохи не заважають робочим бджолам, а трутні борсаються біля нього, накопичуючись, оскільки відкритого неба їм не видно (такі загородження найкраще годяться для сімей, в які є загроза потрапляння сторонніх трутнів).

Такі приставки для трутнів мають ту перевагу, що в них можна спостерігати за льотною активністю і що вони підходять для отримання трутнів для штучного осіменіння. Але як тільки трутні зможуть літати, то будуть тіснитися біля загороджувача. В теплі дні вони влаштовують тисняву і можуть завдати шкоди один одному. До цього часу потрібно швидко доправити їх на злучний пункт, а загороджувач прибрати.

Контроль за парувальним пунктом

Якщо трутневі сім'ї в зимовий період зберігаються не на облітнику, то облітник кожного року перед сезоном повинен перевірятися на відсутність бджіл невідомого походження. Для цього є такі заходи:

- обстеження медоносних і пилюконосних рослин при гарній погоді по всій ізольованій зоні на наявність на них бджіл;
- розкладання підгодівлі і нагрівання воску (стільники з розпльомом із рамками для меду і пилюку нагріти за допомогою невеликої спиртівки) для приманювання бджіл;
- в особливих випадках, перед сезоном на парувальному пункті розташовують нуклеуси з неплідними матками без трутнів. Матки повинні контролюватися принаймні 6 тижнів на яйцекладку. До привезення трутневих сімей, нуклеуси вивозять із облітника.

Матки для трутневих сімей

1. Матки для трутневих сімей повинні відбиратися з оцінених за племінною цінністю сімей.

2. При відборі племінного матеріалу необхідно впевнитися, що він гарантовано походить від племінної матки. Наявність родоначальниці повинна бути перевірена однозначно. Матка-

родоначалница повинна бути гарантовано одна у сім'ї, іншої (наприклад, молодой) матки не повинно бути.

3. Материнська сім'я, з якої виводитимуть маток для батьківських сімей повинна контролюватися не тільки самим бджолярем, а й іншою особою (наприклад, старостою бджоларів, керівником (представником) об'єднання матководів).

4. Для трутневих сімей повинно виводитися досить багато запліднених маток (щонайменше 20). Крім того, на племінній пасіці в резерві повинні бути інші матки-сестри, щоб у разі необхідності використовувати їх.

5. Всі матки для трутневих сімей повинні позначатися індивідуально (мітки-наліпки з кольором року і номером).

6. Перед підсадкою кожній матці потрібно підрізати одне переднє крило приблизно на 1/3 його довжини, щоб при втраті мітки стару матку можна було ідентифікувати від нової.

7. Всі матки, які використовуються у трутневих сім'ях, повинні спаровуватися під контролем (штучне осіменіння або лінійний облітник), щоб гарантувалося, що в сім'ях народяться трутні тільки відповідного походження.

Формування та утримання трутневих сімей

1. Трутневі сім'ї необхідно формувати не пізніше кінця серпня. Якщо протягом злучного сезону на облітнику формуються виводки, то їх можна формувати бджолами і розплодом із трутневих сімей.

Підсадку молодих маток у створені на облітнику відводки потрібно зробити не раніше 15 липня, щоб не з'явилися трутні від нової матки. При більш ранніх термінах весь трутневий розплід у відводках потрібно знищити.

2. Навесні трутневі сім'ї, які буде використано на парувальних пунктах, повинні підлягати експертизі постачальників трутневих сімей і бджоляра, який постачає маток на парування, або іншого фахівця. При цьому насамперед потрібно перевірити, чи в усіх сім'ях є оригінальна матка (перевірка міток та порівняння із записами у селекційній картці). Далі потрібно оцінити силу сім'ї, властивості поведінки і стан її здоров'я. На основі отриманих результатів огляду складається звіт. Поганий

стан сім'ї, погані якості або симптоми хвороби – причини бракування трутневих сімей.

3. Перед відкриттям злучного пункту, від усіх трутневих сімей необхідно взяти проби на дослідження екстер'єрних ознак (50 робочих бджіл) і віддати на перевірку до лабораторії. Одночасно потрібно відібрати шматочки запечатаного трутневого розплоду приблизно 5 комірок, для можливих досліджень ДНК (заморозити при -18°C).

Сім'ї, які не відповідають стандартним напрямкам селекції, не можна використовувати, або вони повинні бути видалені з облітника.

4. Ранняї весни при першій перевірці у трутневих сімей необхідно брати проби з медових стільників (збірні проби для всього злучного пункту, причому одна проба не повинна охоплювати більше ніж 12 сімей) для дослідження їх у ветеринарній лабораторії на наявність збудників гнильцевих хвороб.

5. Не пізніше ніж за 6 тижнів перед відкриттям злучного пункту до кожної трутневої сім'ї потрібно ставити мінімум один трутневий стільник (для цієї мети повинні бути підготовлені трутневі стільники, рамки з трутневою вощиною або будівельна рамка). Протягом подальшого розвитку число трутневих стільників має збільшуватися до 3–4, залежно від сили сім'ї.

При пізньому розвитку узимку, або ранньому відкритті злучного пункту доцільно з осені в гніздо бджіл, на зимівлю, підставляти стільник із розташованою по центру, раніше відбудованою секцією (15×20 см) трутневих комірок. У таких стільниках, які містять як бджолині, так і трутневі комірки, матки швидко відкладають яйця і вже ранньої весни в них з'являється перший трутневий розплід.

6. Трутневі сім'ї потрібно тримати якомога щільніше. Принесення корму ніколи не повинно припинятися, в разі потреби, сім'ї необхідно підгодовувати (Основне правило: сім'я постійно повинна мати 8–10 кг корму у крайніх стільниках). Відбір меду призводить до погіршення догляду за трутнями і до їх передчасного вигнання іншими бджолами з вулика. Через це рекомендується не відбирати мед під час парувального сезону.

Якщо ж виникла така необхідність, спершу потрібно переконатися, що взяток не припиняється. За перших ознак вигнання трутнів під час сезону, забезпечити сім'ї кормом. До середини або до кінця злучного сезону може виявитися доцільним видалення старої матки з трутневої сім'ї. Безматочні сім'ї краще доглядають за трутнями. При появі ройового стану рекомендується створення проміжних відводків.

7. Трутневі сім'ї повинні піддаватися ретельному контролю на закліщеність Варроа і боротьбі з ним. Для цього має контролюватися спонтанне падіння кліща на початку сезону і в середині червня приблизно 1 тиждень, з допомогою піддонів. Якщо при цьому падає більше 5 кліщів на день або 35 кліщів на тиждень, то стан закліщеності став критичним і потрібне лікування.

8. Якщо трутневі сім'ї зимують не на злучному пункті, то їх розміщують на облітнику окремою групою щодо до інших сімей пасіки (відстань до інших сімей принаймні 500 метрів). Приблизно за три тижні до відкриття облітника необхідно запобігти прильоту у вулики чужих трутнів через встановлення загороджувальної решітки на льотки. (До того як з'являться перші дорослі трутні, сім'ї бажано перевезти на облітник, де видалити решітки. Безпосередньо перед перевезенням сімей потрібно переконатися, що на стінках вуликів і на прильотних дошках не зібралися чужі трутні).

2.9.7. Матеріальна база злучного пункту

Найменування	Кількість на 100 матко-місць	Коротка характеристика-коментар
Нуклеуси	110	10 нуклеусів на заміну пошкоджених чи забруднених
Підставки для нуклеусів	100	
Льоткові загороджувачі	120	Якщо відсутні на нуклеусах та вуликах батьківські сім'ї

Батьківські сім'ї	6–8	
Рамки для нуклеусів	600	Мінімально подвійна кількість на 1 нуклеус
Ручний оприскувач	2–3	.
Черпак для бджіл	2–3	.
Візок для транспортування нуклеусів	1	.
Кліточка для матки Титова або пересильна	1000	.
Поїлки для бджіл	20	3 розрахунку 1 поїлка на 10 нуклеусів
Димар	2–4	Бажано з неіржавної сталі та з міхом, який можна змінювати
Пасічна стамеска	1–2	.
Костюм пасічний із лицевою сіткою	2–4	.
Щітка для змітання бджіл	2–3	.
Трутневі загороджувальні решітки або загороджувачі на льотки вулика	20	Отвір розміром 5,2мм
Транспорт (вантажний автомобіль)	1	Необхідний при переміщенні нуклеусів та батьківських сімей на територію злучного пункту
Термометр мінімальний та максимальний	2-3	Необхідний для реєстрації мінімальної та максимальної температури протягом доби (може бути замінений покупкою метеостанції)

Гігрометр	1	Може бути замінений покупкою метеостанції
Манометр дощу	1	Може бути замінений покупкою метеостанції
Анемометр	1	Може бути замінений покупкою метеостанції
Метеостанція	1	.

2.9.8. Контроль та документальний супровід злучного пункту

Контроль за парувальним пунктом, тест «Кордован»

При природному спарюванні результат в будь-якому разі повинен перевірятися оцінкою екстер'єру (морфометрією), а за потреби ДНК-тестом. Тільки так можна контролювати, що насправді відбулося на злучному пункті і чи забезпечує він те, чого від нього очікують.

Для напівізолюваного злучного пункту мінімальна кількість запліднених трутнями батьківських сімей та яйцекладних маток повинна становити не менше 75 %. Такого результату важко досягнути на звичайних неізолюваних парувальних пунктах, оскільки завжди існує небезпека випадкового схрещування з трутнем, котрий потрапив у зону обльоту випадково. Якщо відсоток чистопородних спарювань нижче даного показника, то такі матки не варто використовувати для подальшої роботи в селекції. Також на такому злучному пункті лінії втрачають чистоту при схрещуванні з невідомими трутнями. Підтримувати чистоту можна в такому разі лише за допомогою штучного осіменіння маток.

Надійні злучні пункти бувають тільки на островах або в областях, в яких немає трутнів невідомого походження в радіусі принаймні 8 км. Тільки тут можна здійснювати лінійне розведення. Для контролю за спарюванням на такому злучному пункті хоча б один раз потрібно провести «кордован-тест». Ознака «кордован» («очі та тіло кольору дубленої шкіри») – це наслідок мутації; тому вона передається спадково.

Матка-кордован (cd) тільки при спарюванні з cd-трутнями дає потомство коричневого забарвлення; при спарюванні з темними (дикими) трутнями потомство темне. За допомогою цих мутантів, які є дуже життєздатними, можна дуже точно в природних умовах провести перевірку злучного пункту. Молоді cd-матки доставляються на злучний пункт разом із кількома сім'ями cd-трутнів. Попередньо на пункті необхідно прибрати вулики з трутневими сім'ями чи унеможливити їх політ. За кількістю маток чистопородного спарювання можна дуже точно визначити частку спарювання з іншою породою.

Документальний супровід злучного пункту– журнал злучного пункту і нуклеусні картки.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЛЕМІННОГО ГОСПОДАРСТВА В ГАЛУЗІ БДЖІЛЬНИЦТВА

3.1. Загальні положення

(планування дій і кроків, які сприяють до створенню племгосподарства)

3.1.1. Характеристика місцезоташування пасіки (відповідно до наказу Головного державного інспектора ветеринарної медицини № 9 від 30.01.2001).

Пасіки розміщують:

1. у благополучній щодо заразних хвороб бджіл місцевості;
2. у сухих, захищених від вітрів місцях;
3. на відстані не ближче 500 м від шосейних доріг і залізниць, пилюрам, високовольтних ліній електропередач;
4. не ближче 1 км від тваринницьких і птахівницьких будівель;
5. не ближче 5 км від воскопереробних заводів, підприємств кондитерської і хімічної промисловості, аеродромів, військових полігонів, радіолокаційних, радіо- і телетрансляційних станцій та інших джерел мікрохвильового випромінювання;
6. відстань від товарної пасіки до репродуктивної і карантинної повинна бути не менше 7 км;
7. при розміщенні пасіки у густонаселеному пункті, зокрема на присадибній ділянці (подвір'ї), огорожа повинна бути заввишки не менше 2,5 м для підвищення рівня льоту бджіл.

Вулики

Бджіл утримують у типових, справних, пронумерованих, пофарбованих вуликах. Для утримання бджолиних сімей можна використовувати вулики різних типів і конструкцій. Оскільки промислові пасіки, а відповідно і основна маса бджолосімей, утримуються в корпусній системі, тому бажано щоб і селекційні господарства використовували аналогічну систему.

Для фарбування вуликів використовують білу, блакитну і жовту фарби. Вулики встановлюють на підставках не нижче 30 см від землі, на відстані не більш як 3 м один від одного і 6 – 10 м між рядами.

Пасіку забезпечують предметами і засобами особистої гігієни і дезінфекції (перекис водню, 1%-й розчин хлораміну тощо), обладнують дезінфекційний майданчик, закриту яму (для стічних вод), туалетне приміщення для бджоляра.

На території пасіки відводять ділянки для розміщення контрольного вулика, поїлок для бджіл.

Приміщення

На території стаціонарної пасіки необхідно мати приміщення для зберігання порожніх стільникових рамок, а також стільників із медом і пергою, тари, бджолярського інвентарю, дезінфекційних засобів. У місцях із холодною тривалою зимою на пасіці будують зимівник.

Навіс для контрольного вулика (бетонований майданчик 1,5 x 2 м, з 4-а підпорами, виконаними із металевих труб і дахом).

Зимівник

Приміщення, яке виконує функцію зимівника, повинно бути сухим, таким, котре не промерзає, обладнане припливно-втяжною вентиляцією, що забезпечує підтримку заданих параметрів мікроклімату: температури 0–4 °С, відносної вологості не вище 75–85 %. *Вентиляція.* Повітрообмін на 1 родину бджіл повинен складати 0,4 куб. м/год. При визначенні поперечного перерізу приточної та втяжних труб враховують, що для однієї бджолосім'ї необхідно 6–8 см² площі поперечного перерізу труб. Тобто для 70 сімей 420–560 см². Можна використовувати кілька труб меншого перерізу, проте загальна площа повинна відповідати розрахованій. *Розміри.* Ширину зимівника встановлюють залежно від кількості рядів та проходів між стелажми. Для чотирирядного приміщення прийнято: ширина стелажа 55 см, ширина проходу між стелажми 90 см. Відстані між стінами зимівника та крайніми стелажми 10 см та між центральними стелажми – 20 см. Ширина такого зимівника становить 4,4 м. Висота зимівника від підлоги до стелі 2,5–3 м. Стелажі зазвичай встановлюють у 3 яруси.

Сховище для стільників

Типовий проєкт передбачає варіант сховища з приміщеннями для зберігання воскової сировини та дезінфекції рамок. Приміщення, де зберігають стільники, має двері, які зв'язують його з приміщенням для дезінфекції стільників і тамбуром. Пасічна майстерня і приміщення для зберігання воскового матеріалу мають самостійні входи. На другому поверсі приміщення можна зберігати пасічний інвентар і рамки.

Сховище розраховане на зберігання 1500–3000 стільників, для розміщення яких споруджують 5–10 стелажів. Довжина кожного стелажа 221 см, ширина 58 см і висота 250 см. На кожному стелажі стільники розміщують у 4 яруси.

Стільники і корпуси вуликів перед зберіганням дезінфікують, попередньо рамки очищають від воску. Для дезінфекції застосовують 4 % -й водний розчин формаліну або 4 %-й розчин хлораміну. У приміщенні для вентиляції влаштовують механічну вентиляцію. Сховище не опалюється. У пасічній майстерні повинно бути передбачене опалення.

На сьогодні, для ефективної роботи перспективним є використання інструментального осіменіння (ІО) бджолиних маток. Для виконання робіт, пов'язаних з ІО, необхідна наявність ще приміщення **лабораторії для ІО**.

3.1.2. Характеристика власне племінної пасіки

(згідно з «Порядком присвоєння відповідного статусу суб'єктам племінної справи у тваринництві»; наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 234 від 19.06.2015)

Племінна пасіка – це суб'єкт племінної справи у тваринництві, який забезпечує розмноження, поліпшення та збереження існуючого генофонду бджіл певної породи.

У результаті діяльності суб'єкт племінної справи у тваринництві зі статусом племінної пасіки забезпечує:

- участь у розведенні зональних і заводських типів, а також ліній, яким притаманні господарсько-корисні ознаки і властивості;
- участь у виведенні нових породних груп, зональних і заводських типів, а також ліній, які виділяються

комплексом господарсько-корисних ознак і властивостей;

- збереження та удосконалення наявних генотипів бджіл районованої породи;
- бонітування бджолиних сімей, облік їх продуктивності та походження й інших господарських ознак бджолиних сімей;
- стійку медоносну базу та оптимальні умови утримання та годівлі бджолиних сімей;
- наявність не менше 50 бджолиних сімей;
- розведення бджолиних сімей, продуктивність яких перевищує середні, районні показники не менше ніж на 10–15 %;
- сертифікацію племінних (генетичних) ресурсів відповідно до Положення про племінний сертифікат;
- подання інформації в обязі та строки, встановлені Міністерством аграрної політики та продовольства України;
- подання інформації для формування Держплемреєстру відповідно до Положення про Держплемреєстр;
- благополуччя щодо карантинних хвороб;
- наявність ветеринарно-санітарного паспорта пасіки.

Відповідно до додатка 44 вищенаведеного «Порядку . . .» пасіка має нараховувати не менше 50 основних бджолосімей + 20 допоміжних сімей, де утримуються запасні матки, що складає пасіку із **70 сімей**. На пасіці повинно бути створено щонайменше **100 маткоміць** (нуклеусів) для одержання племінних маток (3 – 3,5 маток/нуклеус за сезон). Тобто за сезон повинно бути виведено 300 – 350 маток.

3.1.3. Реєстрація пасіки

Пасіка підлягає реєстрації за місцезнаходженням юридичної особи або місцем проживання фізичної особи у місцевих держадміністраціях або сільських, селищних, міських радах один раз в рік. На кожну пасіку видається ветеринарно-санітарний паспорт місцевими ветеринарними службами (який продовжується щороку).

3.1.4. Облік кількісних і якісних показників пасіки (яка претендує на отримання статусу племінної) за останні 4 роки*

Проводять облік показників згідно з додатками 44–45 до «Порядку присвоєння відповідного статусу суб'єктам племінної справи у тваринництві» (пункт 6.15), також облік показників згідно з додатком 11 до «Положення про Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві» (див. п. V).

Проводять облік результатів лабораторних досліджень (проводять відповідні наукові заклади) показників екстер'єру бджіл щодо підтвердження їх чистопородності (за останні 4 роки) – згідно з додатком 2 до «Технічних вимог до проведення селекційно-племінної роботи в галузі бджільництва (пункт 2.10) (див. п. V).

* Примітка: у разі організації племінної пасіки на основі іншого племінного господарства подаються документи, які підтверджують чистопородність наданого матеріалу.

3.1.5. Реєстрація племінної пасіки

Документи, які подаються до регіонального відділення Міністерства аграрної політики та продовольства, котре здійснює повноваження з присвоєння статусу суб'єктів племінної справи у тваринництві:

- **Заява суб'єкта племінної справи у тваринництві на присвоєння статусу (проведення експертної оцінки суб'єкта племінної справи у тваринництві).**
Додаток до «Порядку присвоєння відповідного статусу суб'єктам племінної справи у тваринництві» (*пункт 3.3*).
- **Кількісні та якісні показники продуктивності стада й виробничо-господарської діяльності суб'єктів племінної справи з бджільництва.**
Додаток 45 до «Порядку присвоєння відповідного статусу суб'єктам племінної справи у тваринництві» (*пункт 6.15*)

- **Результати лабораторних досліджень показників екстер'єру бджіл щодо підтвердження їх чистопородності.** Додаток 2 до «Технологічних вимог до проведення селекційно-племінної роботи в галузі бджільництва» (*пункт 2.10*).

До відповідних документів необхідно надати **Акт епізоотичного обстеження території (пасіки) та ветеринарну довідку про епізоотичне благополуччя** (видається управлінням держпродспоживслужби за місцем реєстрації або розташування пасіки) (див. п. V).

3.2. Матеріальна база селекційної пасіки (мінімальна кількість інвентарю для пасіки розміром 70 вуликів)

Інвентар	Кількість одиниць	Коментарі
Вулик стандартний (гніздова рамка 435 x 300)	70	Система вуликів обирається залежно від можливостей, звичок, кормової бази. Але основна умова – стандартна гніздова рамка. Для промислового бджільництва зручно використовувати корпусну систему вуликів
Рамки Дадана-Блатта (стандартні 435 x 300)	1400	З розрахунку 20 рамок на сім'ю
Заставні дошки (діафрагми)	70	Дерев'яні. Можуть бути з фарбованого чи ізольованого ППУ для одночасного бокового утеплення сімей взимку

Льоткові загороджувачі	70 (залежно від обраного типу вулика їх кількість може бути більша)	Деякі варіанти конструкцій вуликів можуть мати кілька виходів
Утеплення для вулика (матрасики)	70	Для стельового утеплення. Можуть бути синтепонові
Для роботи з бджолами		
Димар	2–4	Бажано з неіржавійної сталі та з міхом, який можна змінювати
Пасічні стамески (різні за конструкцією)	2–4	Підбирається пасічником для себе (Довжина, ширина, з підхватом)
Костюм пасічний із лицевою сіткою	2–4	
Ніж пасічний	4	
Лопатка пасічна	2–4	
Годівниці	70	Можуть бути стельові, або внутрішні (встановлюються на місце рамки)
Скринька-табурет (для інвентарю)	1	Бажано для кожного точка мати по одному
Ящик переносний (для перенесення рамок)	4	
Щітка для змідання бджіл	2–4	
Кліточка для ізоляції матки	35	
Роївня	4 та більше	
Трутневі загороджувачі	50	

Для виведення маток		
Шаблон для виготовлення воскових мисочок	2–4	
Шпатель для щеплення	6–10	Початківці ефективно працюють зі шпателями китайського виробництва з китового вуса
Ізолятор рамковий із ганеманівськими решітками для отримання одновікових личинок	5–10	
Прищеплювальна рамка	4–6	
Рамка для кліточок Тітова	5–7	
Кліточка Тітова	50	
Водяна баня електрична для розплавленого воску	1	
Для навощування рамок		
Дріт пасічний (для натягування на рамку; стандартні катушки)	5–6	
Каток (для прикріплення вощини)	2	
Лекало (для навощування рамок)	1	
Катушкотримач	2	
Електронавощувач	1	
Дирокол (для проколювання / просверлювання отворів у бокових планках рамок)	1	
Для відкачування меду		
Медогонка (хордіальна на 4 рамки)	1	
Стіл для розпечатування стільників	1	
Ніж пасічний	4	
Фільтр або сито з неіржавійного металу для проціджування меду	2–3	

Ємність для зберігання меду		Залежно від кількості меду. Можуть бути ємності з харчової пластмаси (для нетривалого зберігання), неіржавійна ємність.
Для перетоплювання воску		
Парова воскотопка	1	
Воскопрес	1	
Сонячна воскотопка	1–2	
Загального призначення		
Термометр	1	Термометр та гігрометр, зручно використовувати цифрові комбіновані
Вологомір	1	
Поїлка для бджіл	1 на точок	Різного роду автоматичні поїлки
Ваги для контрольного вулика	1 на точок	Зручно використовувати цифрові ваги з передавачами інформації на мобільний та «особистим кабінетом»
Апіліфт (пристрій для переміщення вуликів або їх корпусів на пасіці)	1	
Паяльна лампа або газовий пальник	1	Використовують для дезінфекції дерев'яних рамок і вуликів
Вулики запасні	20	
Стяжні ремені для перевезення вуликів із бджолами	70	Синтетичні стрічки зі скобами для перевезення багатокорпусних вуликів. Для вуликів-«лежаків» стяжні ремені не потрібні.

3.3. Селекційна робота

Програма лінійного розведення (Ruttner F., 1989).

Для збереження та розмноження високопродуктивних ліній медоносних бджіл, використовуючи власні злучні пункти або інструментальне осіменіння маток, необхідна продумана організація розведення. Базою такої роботи повинна бути пасіка, на якій не менше 60–70 сімей; в іншому разі рано чи пізно з'явиться інбредна депресія з її наслідками. Запропонований план розведення може бути зразком або відправною пунктом різних програм розведення і є мінімальним для селекційного господарства.

Вихідним матеріалом є група маток від надійного селекціонера, товар якого виправдав себе в умовах місцевості, де розводяться бджоли, або місцевості куди планується їх постачання. Не можна починати з однієї-єдиної матки: тільки працюючи з 5 або краще з 10 матками створюються належні умови для добору та оминається хоча б у середньостроковій перспективі проблема інбридингу. Основна ідея плану селекції полягає в тому, щоб із вихідної групи маток отримати три більш-менш незалежні лінії (це мінімальний набір ліній). Змінюючись рік за роком, трутні цих ліній надходять на злучний пункт (Ruttner F., 1989).

Парування з матками цієї ж лінії зберігає її чистоту (чистолінійність).

Парування з матками інших ліній (чистопородність) виявляє інші комбінації ознак і загалом дає можливість проявлятися комбінаційній мінливості.

Наведений план утримання ліній створений так: у перший рік після придбання маток (бажано, щоб вони не всі були сестрами) цих родоначальниць бонітують звичайними методами і використовують для отримання маленьких пробних серій маток-сестер від кількох матерів з наступним їх випробуванням (бонітуванням).

На підставі цього випробування продуктивності відбирають трьох маток для продовження материнської лінії, а також інших маток (або їх дочок) для розведення трутнів.

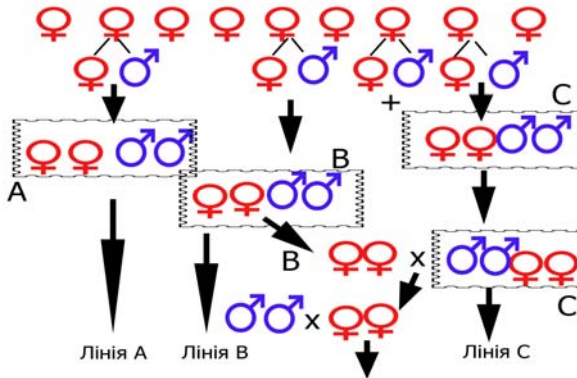


Рис. 3.1. План лінійного утримання при мінімальному інбридингу ((B×C)×B)

Випробувальний рік: виведення великих серій від кожної з обраних маток – А, В, С; спаровування з трутнями від кількох із 10 вихідних маток або від їхніх дочок. Ці 3 серії сестер є 1-м поколінням ліній А, В та С.

1-й рік розведення: Трутні від лінії С

Матки

1. Від лінії С (Чистолінійне утримання)
2. Від ліній А та В (Чистопородне утримання)

2-й рік розведення: Трутні від лінії А

Матки

1. Від лінії А (Чистолінійне утримання)
2. Від ліній В та С (Чистопородне утримання)

3-й рік розведення: Трутні від лінії В

Матки

1. Від лінії В (Чистолінійне утримання)
2. Від ліній А та С (Чистопородне утримання)

4-й рік розведення: Трутні від лінії С

Матки

1. Від лінії С (Чистолінійне утримання)
2. Від ліній А та В (Чистопородне утримання)

Щоб скоротити інтервали чистолінійного розведення, можна іноді використовувати маленькі серії при інструментальному осіменінні або комплектування другого злучного пункту. За такою схемою при продовженні добору за продуктивністю, силою та активністю, якістю розплоду, можна тривалий час проводити розведення, незважаючи на збільшення ступеня інбридингу (зниження життєздатності, водночас може з'являтися «строкатий» розплід, хоча причини його виникнення дещо інші). Важливе послідовне використання достатньої кількості племінних материнських сімей, як показано на рисунку 3.1: принаймні 3 матері для маток на кожну лінію і 6 матерів – для трутнів. Така програма потребує додаткових витрат, зокрема на батьківські (трутневі) бджолосім'ї. При використанні інструментального осіменіння (ІО), яке дозволяє використовувати різні невеликі групи трутнів, запропоновані можливості значно розширюються. Розведення за даним планом, при якому відбувається спарювання між партнерами, які є близькими родичами між собою, називається «чистолінійним розведенням». Оскільки бонітують групи одновікових сестер, такий вид утримання дуже поширений. У такий спосіб можна швидко отримати уніфікований племінний матеріал (Ruttner F., 1989).

Мета чистолінійного утримання бджіл двояка: забезпечення суворого добору всередині групи відомого походження (всередині ізольованої популяції) при одночасній підтримці максимально низького ступеня інбридингу. Цим лінійне розведення відрізняється принципово від інших методів. При цьому в бджільництві потрібно насамперед уникати стрибків від одного племінного матеріалу до іншого, постійного схрещування чужих ліній і порід. І те, й інше може принести короткострокове підвищення продуктивності, але в довгостроковій перспективі призводить до погіршення господарсько-корисних ознак.

Підтримання низького рівня інбридингу можливе найперше завдяки розщепленню племінної вихідної групи на кілька ліній. Така система створена для практичного застосування: селекціонер або група селекціонерів, які, наприклад, тримають 3 лінії одного штаму, тільки через це вже змушені регулярно

використовувати багато племінного матеріалу. Проте показано, що в ізольованій системі можна дуже довго працювати без зниження кількості вирошування розплоду. На протигагу цьому у випадках, коли заради зручності, лінії через деякий час з'єднували в одну групу, рано чи пізно виявлялися ознаки інбридингу, і тому потрібно було завозити на пасіку новий племінний матеріал. Якщо ж задіяно кілька ліній, то можна через схрещування між лініями швидко ліквідувати випадкову дію інбридингу – і за допомогою подальшого реципрного (зворотного) схрещування відновити первинну лінію. На практиці варто продовжувати розвиток такої лінії, якщо у маток частка цієї лінії становить не менше 50 %. Наприклад, лінії *A. m. carnica* штаму тройзек, які розводяться з Лунца ам Зее з 1948 р., тобто вже понад 71 рік за цією системою, при цьому постійно підвищується життєздатність і продуктивність сімей. Ці лінії настільки поширилися, що вже є численні дочірні лінії з можливістю комбінацій всередині самих ліній. Із жодним іншим методом досі не були досягнуті такі результати.

При штучному доборі на перше місце висуваються, крім продуктивності, ще такі фактори, як плодючість матки і кількість запечатаного розплоду. Тож при селекції весь час ведеться робота проти інбридингу. Дієвим засобом залишається спаровування з трутнями іншої лінії (або лінії 2-го покоління цього ж штаму). Але відчутний успіх настає тільки у другому поколінні.

Завдяки вдалій лінійній комбінації часто можна домогтися дуже хороших показників господарсько-корисних ознак та прекрасного розвитку бджолосімей.

Для з'ясування значення термінів наводимо деякі визначення, які часто трапляються та пов'язані із селекцією.

Племінна лінія

Група маток однакового географічного походження, які пов'язані між собою родинними зв'язками. Можна назвати її великою родиною, кланом або популяцією. Відомими лініями були і є, наприклад, Скленар №47 і №1075 Тройзек-Лунц.

Штам (вихідна лінія)

Матки певного походження, не близько споріднені між собою. Серед карнік значно поширені штам Тройсек з Штайенмарка, штам Скленаар з Нижньої Австрії, штам Буковсек зі Словенії.

Раса (порода)

Бджоли певного географічного походження, які характеризуються однаковими ознаками за екстер'єром і поведінкою. Породи можна відрізнити одну від одної за їх морфологічними ознаками, натомість як штамми і лінії часто проблематично. Існують сучасні методи ідентифікації штамів. Всі ці методи передбачають використання молекулярних маркерів.

Лінійне утримання – це спарювання тварин, які належать переважно до однієї і тієї ж лінії, відповідно до схеми на рисунку 3.1. Оскільки практично не можливо протягом тривалого часу утримувати одну лінію закритою (відносно інших ліній), роблять час від часу комбінування з іншими лініями того ж штаму.

Доцільно використовувати поняття «лінійного утримання» щодо схрещувань, при яких частка даної лінії становить щонайменше 65 %. Якщо після поєднання ліній (наприклад, В×С на рис. 3.1) в найближчому поколінні знову провести ще одне схрещування з чистопородними трутнями, принцип лінійного розведення збережеться. Про міжпородне схрещування говорять тоді, коли спаровуються представники різних порід. Метод схрещування рекомендується як особливо перспективний різними авторами. Однак до таких порад потрібно поставитись з обережністю, оскільки умови в окремих країнах геть різні, особливо для заняття бджільництвом.

Розведення через схрещування, або гібридизацію, у багатьох областях, безсумнівно, може мати велике значення. Проте передбачає цілу низку додаткових труднощів при успадкуванні ознак у наступних поколіннях.

Для отримання гібридів спочатку треба вибрати дві лінії або штамми, які дали б хорошу, відповідну для конкретного спрямування пасіки комбінацію, бо не всі гібриди є

домінантними або принаймні рівноцінними (рис. 3.2). Потім ці лінії через селекційний добір треба «вирівняти», щоб бажаний гібрид завжди був однаковим (тобто відтворювались показники). Отже, потрібна підготовча робота, яку можуть проводити тільки досвідчені селекціонери.

Гібридизація порід без попереднього продуманого добору партнерів для спаровування часто призводить, як показав досвід, до розчарувань. Створенням гібридів можуть займатися у кращому разі тільки великі племінні підприємства, оскільки для цього потрібні 2 вихідні лінії і одна надійна злучна станція.

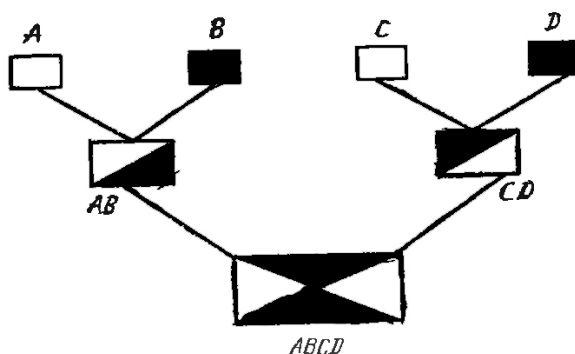


Рис. 3.2. Схема отримання чотирилінійного гібрида («Старлайн»)

3.4. Вимоги до персоналу (відповідно до «Технологічних вимог до проведення селекційно-племінної роботи в галузі бджільництва», розділ 5)

Персонал, який займається племінною справою з бджільництва, повинен мати відповідну освіту.

Персонал із племінної справи з бджільництва повинен:

- забезпечувати дотримання Плану породного районування бджіл (додаток до наказу Міністерства аграрної політики України, Української академії аграрних наук від 20 вересня 2000 року № 184/82 «Про затвердження нормативно-правових актів з питань розвитку бджільництва», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 жовтня 2000 року за № 736/4957) при виробництві та реалізації племінних (генетичних) ресурсів із бджільництва;
- організовувати селекційну роботу з поліпшення породних продуктивних якостей бджолиних сімей районованої породи згідно з місцевими умовами клімату й медозбору, а також застосовувати інтенсивні технології виробництва продукції бджільництва;
- у роботі щодо поліпшення районованої породи бджіл через їхнє чистопородне розведення застосовувати методи селекції, які забезпечують виявлення внутрішньопородного гетерозису (лінійне розведення й міжлінійні кроси, розведення «в собі» закритої популяції, здійснювати періодичний обмін сім'ями-рекордистками або племінними матками між віддаленими одна від одної пасіками, котрі розводять одну й ту саму породу бджіл);
- брати участь у розробці програм селекції бджіл, виведення маток і відтворення бджолиних сімей у масштабах регіону;
- брати участь у комісіях з визначення породної належності бджолиних сімей на території, яка обслуговується, а також з проведення їх бонітування в кінці кожного сезону;

- брати участь у роботі з атестації пасік, а також з апробації селекційних досягнень у бджільництві;
- надавати методичну допомогу пасічникам щодо впровадження зоотехнічного обліку на товарних пасіках, а також проводити курси, семінари та консультації для пасічників з удосконалення методів селекції бджіл і технологій виведення бджолиних маток, відводків і пакетів бджіл, ознайомлення їх з відповідними програмами, які діють у регіоні, а також надавати їм практичну допомогу в освоєнні нових методів роботи з бонітування бджолиних сімей, перевірки сімей-рекордисток щодо якості потомків, племінного добору, контролю за спаровуванням маток із трутнями районуваних порід;
- вивчати та впроваджувати передовий досвід пасічників у селекції бджіл і виведенні маток;
- брати активну участь у заходах з профілактики та боротьби з хворобами бджіл, а також з освоєння прогресивних технологій утримання бджолиних сімей і виробництва високоякісної бджолиної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегека, А. Д., Злотін, О. З., Бойчук, Ю. Д., Чепурна, Н. П., & Кириленко, В. О. (1996). Лабораторні культури комах. Харків: ХДПУ, 344.
2. Броварский, В. Д. (2005). Миграция спермы и развитие яичников пчелиной матки. *Пчеловодство*, 6, 22–25.
3. Броварский, В. Д., & Полищук, В. П. (1991). Миграция спермы трутней. *Пчеловодство*, 2, 5–6.
4. Броварский, В. Д., & Шашенко, В. И. (1990). Искусственное осеменение пчелиных маток. Київ: УСХА, 48.
5. Броварський, В. (2003). Парування бджолиних маток. *Український пасічник*, 3, 7–12.
6. Броварський, В. Д. (1991). Розміщення та міграція сперми різних трутнів в яйцеходах бджолої матки. *Український пасічник*, 6, 10–11.
7. Броварський, В. Д. (2002). Спосіб штучного осіменіння бджолиних маток: Пат. 50846 Україна, МКИ А 01 К 47/00. №50846; Заявлено 02.03.2000; Опубл. 15.11.2002, *Бюлетень*, 11, 2.
8. Броварський, В. Д. (2004). Регулювання процесу обмінення яєць у статевій системі бджолої матки. *Науковий вісник Національного аграрного університету*, 78, 43–48.
9. Броварський, В. Д. (2006). Обґрунтування технології репродукції бджолиних маток: дис... докт. с.-г. наук: спец. 06.02.04 «Технологія виробництва продуктів тваринництва». Київ, 345.
10. Броварський, В. Д. (2020). Розведення та утримання бджіл. Київ: Видавництво НУБіП України, 344.
11. Броварський, В. Д., & Войналович, М. В. (2004). Розвиток яєчників при різних умовах виховання бджолиних маток. *Науково-технічний бюлетень УААН*, (5, 3), 161–166.

12. Броварський, В. Д., & Потоцький, М. К. (1999). Методика гістологічних досліджень статевої системи бджолиних маток. *Наук. вісн. Львівської академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького*, 3(1), 4–6.
13. Войке, Е., Дрешер, В., Маккензен, О., Руттнер, Ф., Тряско, В. В., Френэ, Ж., & Шнайдер, Х. (1975). Инструментальное осеменение пчелиных маток / под ред. Ф. Руттнера. Бухарест: Апимондия, 127.
14. Войналович, М. В. (2004). Оцінка відтворної здатності сімей-виховательок. *Науковий вісник Національного аграрного університету*, 79, 166–169.
15. Давиденко, І. К., Микитенко, Г. Д., & Челак, С. О. (1992). Племінна робота у бджільництві. Київ: Урожай, 121.
16. Данаилов, Б. (1995). Бързо и ефективно придаване на пчелни майки. *Пчеларство*, 93(4), 20–21.
17. Зуй, В. (1995). Про спадковість і поліпшення спадкових якостей бджіл зокрема. *Пасіка*, 10, 4–6.
18. Ілленко, О. (2002). Спосіб виведення маток за допомогою джентерського щільника. *Український пасічник*, 4, 14–16.
19. Левченко, І. О., & Луценко, Ю. В. (2003). Ранній вивід плідних маток. Формування нуклеусів із різновікових бджіл. *Український пасічник*, 7, 2–5.
20. Маркіна, Т. Ю. (2014). Особливості розведення рідкісних та зникаючих видів комах у лабораторних умовах. *Біологія та валеологія*, (16), 37–46.
21. Нестерводський, В. А. (1971). Організація пасік та догляд за бджолами. Київ: Урожай, 113–142.
22. Поліщук, В. П., & Гайдар, В. А. (1993). Пасіка. Київ: Ділова Україна, 96–110.
23. Поліщук, В. П. (2001). Бджільництво. Львів: Редакція журналу «Український пасічник», 296.
24. Просюк, В. (2003). Нуклеусні вулики: переваги та недоліки, технологія утримання бджіл. *Український пасічник*, 5, 10–12.

25. Радченко, В. Г., & Песенко, Ю. А. (1994). Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea). Санкт-Петербург: ВО Наука, 342.
26. Руттнер, Ф., Рембольд, Г., Вайсс, К., Ханзер, Г., Руттнер, Г., & Фиг, У. (1981). Матководство / под ред. В. Харнажа. Бухарест: Апимондия, 352.
27. Руттнер, Ф. (1972). Биология и контроль спаривания. Контроль спаривания и селекция медоносной пчелы. Бухарест: Апимондия, 73–76.
28. Руттнер, Ф. (2006). Техника разведения и селекционный отбор пчел: 7-е изд. Москва: АСТ Астрель, 166.
29. Сиволап, В. (2000). Про якість маток. *Український пасічник*, 3, 22.
30. Хмара, П. Я. (1977). Искусственное осеменение гаплоидных яиц пчелиной матки: дис... канд. биол. наук: 06.02.04. Киев, 118.
31. Akam, M. (1995). Hox genes and the evolution of diverse body plans. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 349(1329), 313–319.
32. Bay, A., André, N., Sarrazin, M., Belarouci, A., Aimez, V., Francis, L. A., & Vigneron, J. P. (2013). Optimal overlayer inspired by Photuris firefly improves light-extraction efficiency of existing light-emitting diodes. *Optics Express*, 21(101), 179–189.
33. Beenackers, A. M. (1985). Biochemical process directed to flight muscle metabolism. *Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology*, 415–486.
34. Berg, S. (1988). Grössenabhängige Flugdauer beim Paarungsflug der Drohne (*Apis mellifera* L.). In *The flying honeybee; aspects of energetics*, 43–50.
35. Bienefeld, K. (1996). Factors affecting duration of the postcapping period in brood of the honey bee (*Apis mellifera carnica*). *Journal of Apicultural Research*, 35(1), 11–17.
36. Boháček, F. (1990). ABC odchovu včelích matek. *Státní zemědělské nakladatelství*, 56.

37. B uchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., ... & Wilde, J. (2013). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1–30.
38. Camargo, J. M., & Goncalves, L. S. (1971). Manipulation procedures in the technique of instrumental insemination of the queen honeybee *Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 2(3), 239–246.
39. Camargo, J. M., & Mello, M. L. S. (1970). Anatomy and histology of the genital tract, spermatheca, spermathecal duct and glands of *Apis mellifica* queens (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 1(4), 351–373.
40. Carreck, N. L., Andree, M., Brent, C. S., Cox-Foster, D., Dade, H. A., Ellis, J. D., ... & Van Englesdorp, D. (2013). Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1–40.
41. Choudary, P. V., Kamita, S. G., & Maeda, S. (1995). Expression of foreign genes in *Bombyx mori* larvae using baculovirus vectors. *Baculovirus Expression Protocols*, 243–264.
42. Chuda-Mickiewicz, B., & Prabucki, J. (1999). Quality of honeybee queens rearing from eggs and larvae. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Zootechnica*, 37, 17–22.
43. Cobey, S. (2003). The Extraordinary Honey Bee Mating Strategy and A Simple Field Dissection of the Spermatheca-Part 1. *American Bee Journal*, 143(1), 67–69.
44. Cobey, S. W., Tarry, D. R., & Woyke, J. (2013). Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1–18.
45. Cock, M. J., Biesmeijer, J. C., Cannon, R. J., Gerard, P. J., Gillespie, D., Jimenez, J. J., & Raina, S. K. (2012). The positive contribution of invertebrates to sustainable agriculture and food security. *CABI Reviews*, 1–27.

46. Collins, A. M. (2003). A scientific note on the effect of centrifugation on pooled honey bee semen. *Apidologie*, 34(5), 469–470.
47. Collins, A. M. (2000). Relationship between semen quality and performance of instrumentally inseminated honey bee queens. *Apidologie*, 31(3), 421–429.
48. Coyne, J. A., & Orr, H. A. (1989). Patterns of speciation in *Drosophila*. *Evolution*, 43(2), 362–381.
49. da Silva, E. C. A., Netto, J. C., Moreti, A. C. D. C. C., & da Silva, R. M. B. (1996). Tipos de núcleos utilizados na produção de abelhas-rainhas fecundadas. *Boletim de Indústria Animal*, 53, 131–136.
50. de Camargo, C. A. (1975). Biology of the spermatozoon of *Apis mellifera* L. Influence of diluents and pH. *Journal of apicultural research*, 14(3–4), 113–118.
51. Edman, J. D., & Simmons, K. R. (1985). Rearing and colonization of black flies (Diptera: Simuliidae). *Journal of medical entomology*, 22(1), 1–17.
52. Ellington, C. P. (1999). The novel aerodynamics of insect flight: applications to micro-air vehicles. *Journal of Experimental Biology*, 202(23), 3439–3448.
53. el-Sherif, M. E., el-Banby, M. A., & el-Bassiouny, A. M. (2001). Biological route of sperms during sexual maturation of carniolan honey bee drones. *Ann. agr. Sc.*, 46(1), 347–354.
54. Gessner, B., & Ruttner, F. (1977). Transfer der Spermatozoen in die Spermatheka der Bienenkönigin. *Apidologie*, 8(1), 1–18.
55. Grimaldi, D., & Engel, M. S. (2005). *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, 755.
56. Henneberry, T. J., Vreysen, M. J. B., Robinson, A. S., & Hendrichs, J. (2007). AreaWide Control of Insect Pests: From Research to Field Implementation. 567–579.
57. Horr, B. Z. (1999). Do-It-Yourself--Mini-mating Nucs. *American Bee Journal*, 139(4), 297–299.

58. Huettel, M. D., & Bush, G. L. (1972). The genetics of host selection and its bearing on sympatric speciation in Procecidochares (Diptera: Tephritidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 15(4), 465–480.
59. Hussein, M., Pillai, V. V., Goddard, J. M., Park, H. G., Kothapalli, K. S., Ross, D. A., ... & Selvaraj, V. (2017). Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS One*, 12(2), e0171708.
60. Jabir, M. A. R., Jabir, S. A. R., & Vikineswary, S. (2012). Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African Journal of Biotechnology*, 11(24), 6592–6598.
61. Jackson, D. (1999). Screening for hygienic behavior in the summer of 1998. *American Bee Journal*, 139(2), 131–133.
62. Jeanne F. (1997) Anatomie de l'abeille. 8. L'appareil reproducteur de la reine. *Bull. techn. apic*, 24(4), 71–74.
63. Jensen, K., Kristensen, T. N., Heckmann, L. H., & Sørensen, J. G. (2017). Breeding and maintaining high-quality insects. Insects as food and feed: from production to consumption. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 175–198.
64. Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303–313.
65. Koeniger, G. (1988). Mating flights of honey bee drones (*Apis mellifera* L.). A film documentation. In *The flying honeybee; aspects of energetics*, 29–34.
66. Koeniger, G. (1986). Reproduction and mating behaviour. *Bee genetics and breeding*. 255–280.
67. Koeniger, G., Wissel, M., & Herth, W. (1990). Cornual secretion on the endophallus of the honeybee drone (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 21(3), 185–191.

68. Koeniger, N., & Koeniger, G. (2007). Mating flight duration of *Apis mellifera* queens: As short as possible, as long as necessary. *Apidologie*, 38(6), 606-611.
69. Koul, O., & Dhaliwal, G. S. (2003). Predators and parasitoids: an introduction. *Predators and Parasitoids*. New York: Taylor, Francis, 1-15.
70. Krieg, P. (2002). Variation du poids chez les reines fecondees et non fecondees. *Abeille Fr. Apiculteur*, 882, 294.
71. Lee, R. E., & Denlinger, D. L. (1991). *Insects at Low Temperature*. New York: Chapman and Hall, 513.
72. Lodesani, M., Balduzzi, D., & Galli, A. (2004). A study on spermatozoa viability over time in honey bee (*Apis mellifera* ligustica) queen spermathecae. *Journal of apicultural research*, 43(1), 27-28.
73. Mackauer, M. (1976). Genetic problems in the production of biological control agents. *Annual review of Entomology*, 21(1), 369-385.
74. Mackensen, O., & Tucker, K. W. (1970). Instrumental insemination of queen bees (No. 390). *US Agricultural Research Service*; Washington, USA, 28.
75. Majer, J. (1987). The conservation and study of invertebrates in remnants of native vegetation, 333-335.
76. Majsec, S. (2002). Prva je orijentacija odlucujuca. *Hrvatska Pcela*, 121(3), 52-55.
77. Mallet, J. (2006). What does Drosophila genetics tell us about speciation? *Trends in ecology & evolution*, 21(7), 386-393.
78. Mangum, W. A. (2000). Honey bee biology. *American Bee Journal*, 140(2), 120-122.
79. Mangum, W. A. (2003). Honey bee biology. *American Bee Journal*, 143(5), 377-379.
80. Mayer, K. M., McNally, L. C., & Schneider, S. S. (1998). Ovarian development and trophallaxis in queenless colonies of the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of apicultural research*, 37(4), 295-297.

81. Merval, C.E.T.A. (2001). L'insemination instrumentale. *Abeille Fr. Apiculteur*, 876, 556–563.
82. Moritz, R. F. (Ed.). (1987). Die Instrumentelle Besamung der Bienenkönigin, Apimondia, 191.
83. Nault, L. R. (1994). Transmission biology, vector specificity and evolution of planthopper-transmitted plant viruses. In *Planthoppers: Their ecology and management*. Boston, MA: Springer US, 429–448.
84. Oonincx, D. G., Van Broekhoven, S., Van Huis, A., & van OLoon, J. J. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS one*, 10(12), e0144601.
85. Polis, G. A., Power, M. E., & Huxel, G. R. (Eds.). (2004). *Food webs at the landscape level*. University of Chicago Press, 548.
86. Prabucka, A., Udala, J., & Prabucki, J. (1999). Effect of drone age on semen quality. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe (Poland)*, 43(1), 41–52.
87. Prabucki, J., & Chuda-Mickiewicz, B. (1992). Modyfikacja wychowu matek pszczelich w pasiece reprodukcyjnej. *Pszczelarstwo*, 43(08), 16–17.
88. Rice, W. R., & Salt, G. W. (1988). Speciation via disruptive selection on habitat preference: experimental evidence. *The American Naturalist*, 131(6), 911–917.
89. Roberts, D. B. (2006). *Drosophila melanogaster*: the model organism. *Entomologia experimentalis et applicata*, 121(2), 93–103.
90. Ruttner, F. (1989). Hochzeitsflug der Königinnen und Drohnen. *Bienenvater*, 110(5), 178–184.
91. Ruttner, H., & Ruttner, F. (1972). Untersuchungen über die Flugaktivität und das Paarungsverhalten der Drohnen. V.-Drohnensammelpplätze und Paarungsdistanz. *Apidologie*, 3(3), 203–232.
92. Ruttner, H. (1976). Untersuchungen über die Flugaktivität und das Paarungsverhalten der Drohnen. VI. Flug auf und über Höhenrücken. *Apidologie*, 7(4), 331–341.

93. Sammataro, D., & Avitabile, A. (1998). The beekeeper's handbook. *Cornell University Press*. 195.
94. Sánchez-Muros, M. J., Barroso, F. G., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16–27.
95. Scheiner, R., Abramson, C. I., Brodschneider, R., Crailsheim, K., Farina, W. M., Fuchs, S., & Thenius, R. (2013). Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-58.
96. Scott, H. (2002). Killing the queen. *American Bee Journal*, 142(12). 861–862.
97. Scudder, G. G. (2017). The importance of insects. *Insect biodiversity: science and society*, 9–43.
98. Sefcik, J. (1996). Chov matek pri matce. *Včelařství*, 5, 102–103.
99. Singh, P. (1982). The rearing of beneficial insects. *New Zealand Entomologist*, 7(3), 304–310.
100. Skubida, P., & Pohorecka, K. (2000). Wplyw stosowania mateczników i klaticzek różnych typów na przyjęcie matek w rodzinach pszczelich podczas wymiany. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 44(1), 231–237.
101. Sova, F. (1989). Vyimena matek. *Včelařství*, 42(5), 111–112.
102. Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G., & Packer, L. (2005). Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in ecology & evolution*, 20(12), 651–652.
103. Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., & Khanal, S. K. (2016). Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable energy*, 98, 197–202.
104. Szabo, T. I. (1987). Queen rearing in northern California. *American Bee Journal (USA)*, 127(6), 444–447.
105. Taber, S. (1987). Breeding Super Bees. Medina: THEA.I. R©T©CO, 174.
106. Taber, S. (1999). Comments on queen introduction. *American Bee Journal*, 139(10), 760–761.

107. Taber, S. (1954). III. The frequency of multiple mating of queen honey bees. *Journal of Economic Entomology*, 47(6), 995–998.
108. Taber, S. (2000). Questions about raising queen bees. Part II. *American Bee Journal*, 140(4), 309–310.
109. Taber, S. (2002). Requeen your bees without first removing the old queen. *American Bee Journal*, 142(4), 275–276.
110. Taber S. (1996). Sex determination in honey bees. *American Bee Journal*, 36(5), 353–354.
111. Taber, S. (2001). The importance of raising your own queens. *American Bee Journal*, 141(4), 253–254.
112. Taber, S. (1998). Drones. *American Bee Journal*, 138(12), 891–892.
113. Takenaka, T., & Takenaka, Y. (1996). Royal jelly from *Apis cerana japonica* and *Apis mellifera*. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 60(3), 518–520.
114. Targovnik, A. M., Arregui, M. B., Bracco, L. F., Urtasun, N., Baieli, M. F., Segura, M. M., ... & Miranda, M. V. (2016). Insect larvae: a new platform to produce commercial recombinant proteins. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 17(5), 431–438.
115. Tauber, C. A., & Tauber, M. J. (1981). Insect seasonal cycles: genetics and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12(1), 281–308.
116. Taylor Jr, O. R. (1984). A mating tube for studying attractiveness of queen honeybees and mating behaviour of drones. *Journal of Apicultural Research*, 23(1), 21–24.
117. Valladares, G., Salvo, A., & Cagnolo, L. (2006). Habitat fragmentation effects on trophic processes of insect - plant food webs. *Conservation Biology*, 20(1), 212–217.
118. Van Broekhoven, S., Oonincx, D. G., Van Huis, A., & Van Loon, J. J. (2015). Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets composed of organic by-products. *Journal of insect physiology*, 73, 1–10.

119. Van Eaton, C. (1987). Commercial queen production in New Zealand. *American Bee Journal*, 127(11), 773–774.
120. Van Huis, A. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual review of entomology*, 58, 563–583.
121. Van Huis, A., & Tomberlin, J. K. (Eds.). (2017). Insects as food and feed: from production to consumption. Wageningen Academic Publishers, 448.
122. Verma, L. R. (1974). Honeybee spermatozoa and their survival in the queen's spermatheca. *Bee World*, 55(2), 53–61.
123. White, K., Grether, M. E., Abrams, J. M., Young, L., Farrell, K., & Steller, H. (1994). Genetic control of programmed cell death in *Drosophila*. *Science*, 264(5159), 677–683.
124. Wigglesworth, V. B. (2012). Insects and the Life of Man: Collected Essays on Pure Science and Applied Biology. Springer Science & Business Media, 217.
125. Wilde, J., Wilde, M., & Gogolewska, E. (2002). Łatwe i skuteczne sposoby wymiany matek pszczelich. *Biul. Nauk*, 18(5), 77–84.
126. Wilkinson, D., & Brown, M. A. (2002). Rearing queen honey bees in a queenright colony. *American Bee Journal*, 142(4), 270–274.
127. Williams, J. L., & Harbo, J. R. (1982). Bioassay for diluents of honey bee semen. *Annals of the Entomological Society of America*, 75(4), 457–459.
128. Williams, J. L. (1987). Wind-directed pheromone trap for drone honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of economic entomology*, 80(2), 532–536.
129. Winston, M. L., Marceau, J., Higo, H., & Cobey, S. (1998). Honey bee pheromones do not improve requeening success. *American bee journal*, 138(12), 900–903.
130. Woyke, J. (1979). Effect of the access of worker honeybees to the queen on the results of instrumental insemination. *Journal of Apicultural Research*, 18(2), 136–143.

131. Woyke, J., & Jasinski, Z. (1978). Influence of age of drones on the results of instrumental insemination of honeybee queens. *Apidologie*, 9(3), 203–212.
132. Wyatt, A. M. (1998). Honey Bee Biology. *American Bee Journal*, 138(2), 101–105.
133. Wyatt, A. M. (1999). Honey Bee Biology. The Drone: A Misunderstood Male. Part I. *American Bee Journal*, 139(12), 917–919.
134. Lee, P. C., & Winston, M. L. (1987). Effects of reproductive timing and colony size on the survival, offspring colony size and drone production in the honey bee (*Apis mellifera*). *Ecological entomology*, 12(2), 187–195.
135. Zielińska, E., Baraniak, B., Karaś, M., Rybczyńska, K., & Jakubczyk, A. (2015). Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Research International*, 77, 460–466.
136. Hellmich, R. L., & Collins, A. M. (1988). Factors that influence drone flight times in Africanized and European colonies. *American bee journal*, 128(12), 804.
137. Insects as food and feed. <https://ipiff.org/general-information>.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. ЗНАЧЕННЯ КОМАХ.....	5
1.1. Екологічна роль комах.....	5
1.2. Роль комах у наукових дослідженнях.....	6
1.3. Комахи як їжа та корм.....	10
1.4. Вирощування комах для біологічного захисту рослин.....	15
1.5. Лабораторні культури комах для біологічних і медичних експериментів.....	24
2. РЕПРОДУКЦІЯ БДЖОЛИНИХ МАТОК.....	28
2.1. Значення матки для бджолої сім'ї.....	29
2.2. Штучне виведення бджолої маток.....	32
2.3. Біологічні особливості розмноження бджіл.....	39
2.4. Особливості природного спаровування бджолої маток.....	44
2.5. Функціонування статеві системи плідної матки.....	50
2.6. Міграція сперми трутнів у статевих шляхах маток штучного осіменіння.....	61
2.7. Вплив міграції сперми в статевій системі бджолої матки на інтенсивність розвитку яєчників.....	82
2.8. Інструментальне осіменіння бджолої маток.....	92
2.8.1. Ветеринарно-санітарні умови.....	93
2.8.2. Використання вуглекислого газу.....	95
2.8.3. Виведення та утримання трутнів і маток.....	96
2.8.4. Алгоритм роботи оператора.....	99
2.8.5. Утримання маток після осіменіння.....	106
2.8.6. Фактори, які впливають на характер результатів інструментального осіменіння.....	107
2.8.7. Спеціальні техніки.....	108
2.8.8. Матеріальна база лабораторії інструментального осіменіння.....	112
2.8.9. Вимоги до персоналу.....	117
2.8.10. Документальний супровід лабораторії.....	118
2.9. Організація ізольованого злучного пункту бджолої маток.....	119
2.9.1. Вимоги до розташування злучного пункту.....	119
2.9.2. Критерії створення облітників.....	124

2.9.3. Організація роботи на злучному пункті.....	127
2.9.4. Організація роботи на злучному пункті при надходженні маток від інших селекційних господарств на обліт	131
2.9.5. Організація нуклеусного парку та догляд за ним.	133
2.9.6. Вимоги до трутневих сімей	136
2.9.7. Матеріальна база злучного пункту	141
2.9.8. Контроль та документальний супровід злучного пункту	143
3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЛЕМІННОГО ГОСПОДАРСТВА В ГАЛУЗІ БДЖІЛЬНИЦТВА	145
3.1. Загальні положення.....	145
3.1.1. Характеристика місцерозташування пасіки.....	145
3.1.2. Характеристика власне племінної пасіки.....	147
3.1.3. Реєстрація пасіки	148
3.1.4. Облік кількісних та якісних показників пасіки (яка претендує на отримання статусу племінної).....	149
3.1.5. Реєстрація племінної пасіки	149
3.2. Матеріальна база селекційної пасіки	150
3.3. Селекційна робота.....	154
3.4. Вимоги до персоналу.....	160
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	162

Навчальне видання

Валерій Дмитрович Броварський
Володимир Федорович Череватов
Галина Георгіївна Савчук
Олександр Володимирович Череватов

РЕПРОДУКЦІЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ КОМАХ
Навчальний посібник

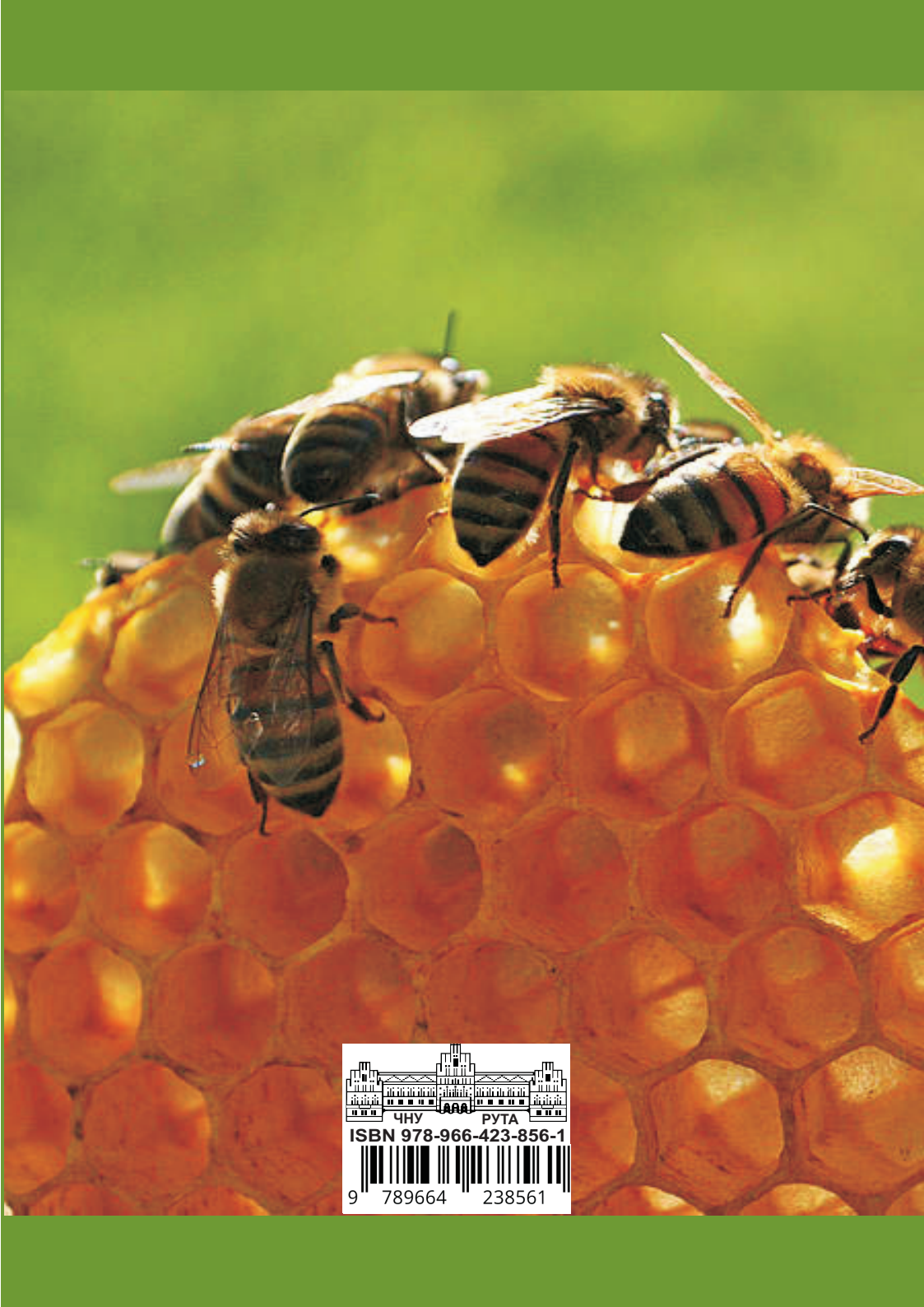
Відповідальний за випуск **Волков Р.А.**
Літературний редактор **Ряднова В.П.**
Технічний редактор **Чораєва Г.К.**

Електронне видання


Підписано до друку 27.05.2024.
Умов.-друк. арк. 10,4. Обл.-вид. арк. 9,6.
Зам. Н-042.

Видавництво Чернівецького національного університету.
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.
e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 891 від 08.04.2002.



ЧНУ РУТА
ISBN 978-966-423-856-1



9 789664 238561