

## РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНОПЕЛЬ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ І НАСІННИЦТВА

*Мигаль М.Д., доктор біологічних наук, професор*

*Лайко І.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник*

*Кмець І.Л., кандидат сільськогосподарських наук*

ІНСТИТУТ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР НААН

---

*В оглядовій статті показано важливе значення біологічних досліджень для вирішення наукових програм селекції і насінництва конопель. Завдяки проведенню генетичних, морфологічних, анатомічних та біохімічних експериментів замість дводомних конопель створено одnodомні коноплі, у результаті чого стало можливим одноразове механізоване збирання врожаю, одержано високопродуктивні сорти за волокном і насінням, створено ненаркотичні сорти як важливий внесок в боротьбу з наркоманією. Вказується на актуальність продовження фундаментальних досліджень селекції і насінництва, направлених на удосконалення методичних прийомів щодо подальшого підвищення продуктивності сортів, виявлення нових закономірностей генетики канабіноїдів по стабілізації ознаки ненаркотичності в потомстві на більш високому рівні, по непроведенню бракування плосконі в насінневих посівах одnodомних конопель.*

Організм рослини складається з окремих взаємопов'язаних між собою органів, спільне функціонування яких направлене на забезпечення росту і розвитку рослин задля відтворення нового потомства. У процесі виникнення і розвитку органів відбуваються складні цитологічні, ембріологічні, анатомічні та фізіолого-біохімічні зміни організму, контрольовані генотиповими факторами. Рослини сильно залежать від факторів навколишнього середовища, які можуть змінювати окремі ознаки або цілий комплекс ознак. В окремих випадках зовнішні умови змінюють спадковий механізм рослини, викликають появу мутацій – основу еволюційного розвитку рослинного світу. Експериментатор добирає рослини з корисними показниками для розмноження їх з метою одержання нового селекційно-генетичного матеріалу, використовуючи при цьому особливості зміни і взаємозв'язку між ознаками, що має важливе практичне значення. Результати досліджень біологічних ознак рослин служать теоретичною основою селекції і насінництва.

Коноплі відносяться до древньої сільськогосподарської культури, проте глибокі дослідження їх за історичними мірками розпочато зовсім недавно – з відкриттям в 1931 р. Всесоюзного науково-дослідного інституту конопель в м. Глухові. Відтоді, незважаючи на занадто складний об'єкт вивчення, досягнуто значних успіхів у дослідженні біології конопель у зв'язку із селекцією і насінництвом. Інтенсивний розвиток галузі коноплярства відповідає гострим потребам суспільства в коноплепродукції.

Якщо раніше використовувалось лише волокно для виготовлення тканин і кручених виробів та олії для харчування населення, то в теперішній час коноплепродукція використовується в текстильній, харчовій, фармацевтично-косметичній, будівельній, енергетичній і целюлозно-паперовій промисловості. Коноплі по-справжньому стали універсальною культурою, практичне значення якої зростає у всьому світі [1–4].

Специфічність рослин конопель за біологічними ознаками певною мірою ускладнює дослідження їх. Досить нагадати такі важливі для конопель відмінності порівняно з багатьма іншими сільськогосподарськими культурами, як вітрозапилення, яке потребує значної просторової ізоляції посівів різних сортів та репродукцій, статевий поліморфізм, високорослість, наявність ознаки первинного і вторинного росту стебла в товщину і відповідно двох різноякісних типів волокна – первинного і вторинного, вміст в рослинах канабіноїдів (наркотичних речовин), ефірних олій і жирних кислот, трудомісткість збирання врожаю – на волокно і насіння та ін.

Мета даної оглядової статті показати роль і значення результатів біологічних досліджень конопель для вирішення проблем селекції і насінництва, акцентувати увагу на посиленні проведення фундаментальних досліджень як важливої передумови вирішення практичних завдань. При цьому не ставиться питання щодо деталізації здійснення біологічних експериментів з наведенням цифрового і графічного матеріалу. Про це повідомляється в цитованих літературних джерелах.

У різні історичні періоди розвитку галузі коноплярства, починаючи з 1931 р., біологічні дослідження конопель, пов'язані з селекцією і насінництвом, проводились в різних напрямках.

### **Теоретичні основи створення однодомних конопель як шлях вирішення проблеми одноразового механізованого збирання врожаю**

Із самого початку існування інституту найбільш актуальним питанням виявилось подолання роздільного способу збирання врожаю, пов'язаного з вирощуванням дводомних конопель. Суть проблеми полягала в неодноразовості досягання чоловічих і жіночих рослин

(плосконі і матірки). Століттями селяни спочатку з посіву вручну вибирали ранньостиглу плоскінь, а пізніше (через 30–40 днів) збирали пізньостиглу матірку. Кількість статевих типів у посіві дводомних конопель близька до співвідношення 1 : 1. Отже, вибирати з посіву вручну приблизно половину рослин – дуже трудомістка і затратна фізична праця.

У пошуках полегшення роботи були вжиті спроби зменшити кількість плосконі в посіві конопель шляхом використання різного за розміром і забарвленням насіння, різної норми висіву, насіння, сформованого в різних зонах суцвіття, залучення пилку різного «віку» тощо, але намагання виявились безрезультативними [5–7]. Стало очевидним, що для вирішення проблеми в подальшому слід проводити дослідження статі конопель на цитогенетичному рівні.

Значною подією у вивченні цитогенетики статі конопель ознаменувався факт установлення наявності статевих хромосом. Виходячи з цього, каріотип матірки виглядає як  $18A + XX$ , а плосконі –  $18A + XY$  ( $A$  – аутосоми). Жіночі особини продукують гамети (яйцеклітини) однакового типу ( $9A + X$ ), тоді як чоловічі особини дають спермії двох типів ( $9A + X$  і  $9A + Y$ ). Сполучення при заплідненні двох однакових гамет дає жіночу рослину, а сполучення двох різних гамет – чоловічу рослину. Враховуючи рівну кількість утворених пилкових зерен плосконі з  $X$  і  $Y$  хромосомами, співвідношення рослин протилежної статі в потомстві теоретично повинно бути 1 : 1 [7–10].

Таким чином, співвідношення статевих типів дводомних конопель 1 : 1, основане на функціонуванні хромосомного механізму успадкування, дуже стабільне. Суттєво змінити його можуть лише природні або експериментальні мутації генетичних факторів.

Переломним періодом у проведенні досліджень даної проблеми став факт виявлення в посівах дводомних конопель мутантних однодомних рослин з чоловічими і жіночими квітками в одному суцвітті. Популяція, яка складається з таких рослин, дозріває одночасно. Вивчення потомства вихідних однодомних рослин показало високий ступінь мінливості первинних і вторинних ознак статі. Установлено, так званий, статевий поліморфізм, унаслідок чого виникла потреба в класифікації статевих типів.

У результаті досліджень рослин однодомних конопель за ознакою статі виділено два фенотипи – фемінізований (компактне суцвіття, як у матірки) і маскулінізований (розріджене суцвіття, як у плосконі). Фемінізована група рослин ділиться на такі статеві типи за ознакою співвідношення чоловічих і жіночих квіток у суцвітті: матірка однодомних конопель (МОК) – тільки жіночі квітки, однодомна фемінізована матірка (ОФМ) – переважання жіночих квіток, справжні однодомні фемінізовані рослини (СОФР) – приблизно однакова кількість чоловічих і жіночих квіток, однодомна фемінізована плоскінь (ОФП) – переважання

чоловічих квіток, фемінізована плоскінь (ФП) – тільки чоловічі квітки. МОК у сортів однодомних конопель зустрічається дуже рідко, тому що мутаційна зміна статевих типів при множинному алелізмі генів відбувається в напрямку від МОК до ФП. За таким же принципом за співвідношенням чоловічих і жіночих квіток у суцвітті діляться і рослини маскулінізованого типу. У зв'язку з тим, що маскулінізовані рослини із самого початку досліджень виявилися непридатними для селекції, класифікацію не наводимо. Вони хоча і скоростиглі, проте, насіння дрібне і сильно осипається. Основою подальшого використання в селекції стали статеві типи однодомних конопель фемінізованого типу [7].

Розроблено різні теорії генотипового визначення ознак статі однодомних конопель на основі сполучення генетичних факторів статевих хромосом і аутосом [7], які відіграють важливу роль в свідомому доборі рослин при створенні нового селекційно-генетичного матеріалу. Розщеплення потомства вихідних однодомних рослин в інцухт-потомстві та в потомстві схрещування однодомних конопель з дводомними виявило сильний ступінь розщеплення рослин за габітусом суцвіття, співвідношенням чоловічих і жіночих квіток у ньому та тривалістю періоду вегетації, вказуючи на поступовий перехід ознак статі від матірки до плосконі дводомних конопель, що дало можливість обґрунтувати теорію генотипового визначення статі рослин однодомних конопель і гібридів. Якщо у дводомних конопель гени статі статевих хромосом являють собою одну пару алелів – домінантного і рецесивного алеля, то у рослин однодомних конопель гени статевих хромосом знаходяться в стані множинного алелізму, що проявляються генотипово у вигляді переходу від рецесивних алелей матірки до домінантних алелей плосконі, а фенотипово – у вигляді статевого поліморфізму рослин за морфологічними ознаками. Кожен алель може мутувати в інший алель як в домінантному (переважно), так і рецесивному напрямку [7].

Серед статевих типів однодомних конопель вищеплюється мутантна плоскінь, яка домінує над усіма іншими статевими типами, тому в селекційно-генетичних і насінневих розсадниках її обов'язково бракують до фази початку цвітіння задля збереження ознаки однодомності в потомстві. Виявлено, що основними статевими типами однодомних конопель для добору є ОФМ і СОФР, котрі відносяться до найбільш стійких за ознакою однодомності та найбільш продуктивними за насінням.

Оскільки коноплі – вітрозапильна культура, значних зусиль було докладено в напрямку вивчення біології цвітіння та особливостей росту і розвитку статевих типів з метою розроблення методики визначення й обліку статевих типів, установлення тривалості періоду бракування плосконі та інтервалу між бракуваннями, відстані просторової ізоляції однодомних конопель від дводомних і сортів однодомних конопель різних репродукцій, проведення примусового запилення рослин при

інцухті та схрещуванні їх під ізоляторами [7, 11–14].

У пошуках підвищення ефективності проведення схрещування конопель, зокрема щодо зниження затрат ручної праці на кастрацію чоловічих квіток однодомних рослин материнської форми, в природних умовах виявлено спадкові форми чоловічої стерильності, контрольованої ядерними генами. Одержано чоловічостерильні лінії, котрі не потребують кастрації чоловічих квіток однодомних рослин (залишені жіночі квітки розвиваються нормально). Необхідно лише вибракувати приблизно половину чоловічофертильних рослин материнської форми [7]. Крім того, експериментально розроблено метод хімічної кастрації чоловічих квіток з допомогою етрелу [15–17].

Генетично-селекційна робота зі створення однодомних конопель, розпочата в 30-тих роках минулого сторіччя, продовжувалась тривалий час і поступово витіснила дводомні коноплі, які з огляду на рентабельність виявились менш вигідними. У вирішенні проблеми одночасного механізованого збирання врожаю конопель важливу роль відіграли результати фундаментальних біологічних досліджень статі конопель. Сучасні українські сорти широковідомі за межами нашої країни як стійкі за ознакою однодомності, ненаркотичні, високоврожайні за волокном і насінням.

Таким чином, завдяки проведенню глибоких досліджень статевого поліморфізму рослин конопель за фенотиповими і генотиповими ознаками досягнуто знакових успіхів, що суттєво змінили галузь коноплярства в цілому. Двodomні конопля, які споконвічно вирощували селяни з думкою полегшення ручної праці, пов'язаної з вибіркою плосконі з посіву, були повністю витіснені однодомними коноплями – яскравий приклад тісного зв'язку теоретичних досліджень з практикою.

Що стосується сучасних однодомних конопель, то вони потребують систематичного збереження ознаки однодомності в потомстві. У посівах сортів однодомних конопель хоча вищеплюється мізерна кількість плосконі, проте в силу домінантності вона здатна суттєво знизити ступінь однодомності популяції. Отже, її слід бракувати до цвітіння. Відомо два джерела вищеплення плосконі в посіві однодомних конопель: у результаті чужезапилення плоскінню дводомних конопель і появи «своєї» плосконі, котра виникає внаслідок мутації одного будь-якого алеля однодомності. З огляду на відсутність дводомних конопель в теперішній час чужезапилення не відбувається, однак мутантна плоскінь вищеплюється. Позбавитись її складно. Щоправда, у сучасних сортів однодомних конопель плоскінь фенотипово помітно змінилася. Якщо раніше вищеплювалась типова ранньостигла плоскінь, то через багато років вирощування сортів однодомних конопель тривалість періоду вегетації її значно підвищилась, істотно наблизившись до тривалості періоду вегетації однодомних рослин. У цьому зв'язку важливо установити, чи змінився генотип плосконі і яке розщеплення вона дає в

потомстві схрещування її з однодомними рослинами, щоб виявити, доцільно чи недоцільно бракувати плоскінь у насінницьких посівах, оскільки на бракування витрачається багато людино-днів.

Актуальним залишається систематичне закріплення ознаки однодомності на основі добору двох статевих типів – ОФМ і СОФР, тобто недопущення трансформації статевих типів у напрямку до ФП, що знижує насінневу продуктивність популяції і сприяє появі маскулінізованих рослин, у тому числі й плосконі як результат підвищення частоти мутації алелів однодомності в домінуючий алель плосконі. Спонтанна зміна ознак статі у протилежному напрямку (до матірки) – рідкісне рецесивне явище, причому позитивне з практичної точки зору.

Метод селекції однодомних конопель на основі ОФМ з метою підвищення насінневої продуктивності неприйнятний. Доведено [12], що це шлях до штучного створення нестачі пилку для запилення жіночих квіток.

### **Біологічні дослідження, направлені на підвищення продуктивності конопель**

Основна мета вирощування будь-якої культури – підвищення кількісних і якісних показників одержаної продукції. У виконанні даної проблеми провідну роль відіграє селекція і насінництво. Особливістю конопель є те, що вони культивуються заради одержання двох важливих видів продукції – волокна і насіння. Це ускладнює проведення селекції на одночасне підвищення врожаю і волокна, і насіння, про що свідчить нижчеподаний матеріал.

**Волокнистий напрям.** У зв'язку з тим, що коноплі є луб'яною культурою важливого значення набуває вивчення анатомічної будови стебла з метою наукового обґрунтування селекції сортів на підвищення врожаю волокна і його якості. Даний напрямок досліджень, розпочатий в 30-ті роки минулого сторіччя, не втратив свого значення і дотепер.

Детально досліджено анатомічна будова стебла, насамперед первинного і вторинного волокнистого шару та елементарних волокон [18–24]. Установлено значний ступінь мінливості анатомічних ознак стебла конопель у залежності від фази росту і розвитку рослин [25–27], площі живлення рослин [28, 29], удобрення ґрунту [23, 29, 30], строків посіву та збирання [23, 31, 32], вологості ґрунту [33, 34], вмісту волокна в стеблі [24, 35]. Виявлено тісний зв'язок між станом розвитку елементарних волокон і технологічними показниками волокна, одержаного після первинної обробки стебел [24, 36, 37].

Результати досліджень особливостей волокноутворення в стеблі конопель позитивно вплинуло на розвиток селекції сортів на науковій основі. Згідно з анатомічними даними, якісне волокно конопель визначають елементарні волокна, що мають ізодіаметричну форму

(округлу або близьку до округлої), невеликий діаметр клітин, оболонку без зигзагів, малий канал, товсту стінку з помірно рідкою шаруватістю, компактне з'єднання волокон в пучках. На неякісне волокно вказують неправильно сформовані елементарні клітини, що формують довгасту форму, зигзагоподібну (зім'яту) оболонку, великий канал, тонку стінку, розріджене розміщення волокон у пучках та посилення здерев'яніння структур волокнистого шару, особливо елементарних волокон.

У результаті анатомічних досліджень виник метод добору стебел на волокнистість, пов'язаний з підрахунком кількості елементарних волокон на поперечному зрізі стебла. Критерієм добору служать рослини з більшою кількістю волокнистих клітин в стеблі. При доборі однакових за діаметром стебел анатомічний метод оцінки стебел однозначно ефективний, але дуже трудомісткий, а при неоднаковій товщині стебла згаданий метод втрачає своє значення. Проте заслуговує на увагу у випадку контролювання селекційного матеріалу на якість волокна.

У стеблі конопель виявлено два різноякісні шари елементарних волокон – первинний і вторинний – як наслідок первинного і вторинного росту стебла в товщину. Чим товще стебло, тим потужніший шар вторинних волокон, тим вищий вміст його. При цьому як вторинне, так і первинне волокно стає грубішим. Позбутися селекційним методом даних негативів з точки зору якості волокна проблематично, оскільки з потовщенням стебла виникає необхідність підвищення стійкості рослин проти полягання і полому.

У зв'язку з тим, що з потовщенням стебла конопель при розрідженому посіві підвищується вміст вторинного волокна, погіршується загальна якість його, питання одержання якісної волоконпродукції вирішується агротехнічним прийомом – вирощуванням конопель загущеним способом, при якому тонкі, рівні, близькі за висотою стебла забезпечують одержання високоякісної волоконпродукції.

У селекції конопель одним з ключових питань є одержання високопродуктивних сортів за волокном. Історично дана проблема вирішувалась різними методами. У період початку селекції у межах вихідного селекційного матеріалу добирали кращі рослини за розміром стебла або більшою масою волокна, що в принципі одне і теж: більше стебло – більше волокна. За умов ідеальної площі живлення рослин у посіві, що досягти практично складно, – це фактично добір на підвищення розміру стебла, а при недотриманні однакової густоти рослин позитивний результат відсутній, бо вирішальну роль у даному випадку відіграє фенотиповий, а не генотиповий фактор.

Значного зрушення в підвищенні волокнистості рослин конопель досягнуто методом добору стебел за вмістом волокна в них, який переважно контролюється генотиповими факторами. Завдяки використанню названого методу створено високоволокнисті, високоврожайні сорти. Разом з тим при застосуванні цього способу

спостерігається таке небажане для селекціонера явище: при доборі рослин з меншими за розміром стеблами вміст волокна дещо вищий, ніж у більших стебел. Щоб позбутися цієї тенденції, при доборі елітних рослин застосовується метод контркореляції, тобто виділяють одночасно і високоволокнисті, і більші за розміром стебла [24, 38, 39].

У високоволокнистих стебел конопель порівняно з низьковолокнистими стеблами (аналогічно тому, як у більших стебел порівняно з меншими стеблами) якісні показники волокна погіршуються, воно стає грубішим. Існує думка, що високоволокнисті сорти у вищому ступені схильні до полягання, оскільки в стеблі зменшується частка деревини – основної механічної тканини. Анатомічні дослідження цієї думки не підтверджують. Вміст деревини якщо і знижується, то натомість потовщується й ущільнюється волокнистий шар, потовщуються стінки елементарних волокон, посилюється ступінь здерев'яніння структур волокнистого шару, що загалом сприяє забезпеченню стійкості рослин проти полягання. При цьому слід зауважити: не варто плутати стеблове полягання з кореневим поляганням та полягання внаслідок надмірного удобрення ґрунту [24].

У пошуках способів селекції конопель на підвищення волокнистості стебла, на наш погляд, викликає інтерес добір рослин за ваговою щільністю волокнистого шару [24, 40, 41]. Метод заслуговує на практичну перевірку в потомстві, оскільки він спрощений: не потребує визначення вмісту волокна в стеблі, проведення трудомісткого підрахунку кількості елементарних волокон на поперечному зрізі стебла, а базується лише на використанні даних по масі волокна зі стебла і його довжині та діаметру. Вагова щільність волокнистого шару стебла (цілого або відрізка) визначається за формулою:

$$ВЩ = \frac{M}{0,5 \times (D_1 + D_2) \pi \times L},$$

де *ВЩ* – вагова щільність волокнистого шару в мг/см<sup>2</sup>;

*M* – маса волокна стебла в мг;

*L* – довжина стебла в см;

*D*<sub>1</sub> і *D*<sub>2</sub> – діаметр нижньої і верхньої частини стебла в см;

$\pi \approx 3,14$ .

На основі мінливості кількісних і якісних ознак волокна уздовж стебла конопель розроблена методика оцінки елітних рослин селекційного матеріалу за волокном не цілого стебла, а певної частини його, що значно знижує обсяг роботи, пов'язаний з проведенням мочиння і виділення волокна [24, 42]. Проте слід зауважити: відрізки одного стебла неоднакові за вмістом волокна порівняно з цілим стеблом. Загалом вміст волокна відрізків суттєво змінюється уздовж стебла таким чином: вищі показники цієї ознаки відмічаються у відрізків середньої частини стебла, нижчі – у верхній частині, проміжні – у нижній частині



(площа живлення рослин 10 x 5 і 50 x 5 см). Найбільш близькими до середнього показника вмісту волокна цілих стебел є відрізки нижньої частини стебла загальною довжиною 80 см, починаючи від комля. Разом з тим необхідно визнати, що оцінка цілих стебел більш об'єктивна, ніж аналіз відрізків. Порівняння експериментального матеріалу за вмістом волокна можна проводити лише за результатами одного з двох методів – або відрізків, або цілих стебел. Це особливо стосується елітних рослин селекційного розсадника, які значно крупніші й невіривняні за розміром, ніж стебла, вирощені при густоті посіву 50 x 5 см. Зі збільшенням довжини і товщини стебла в нижній частині їх підвищується вміст вторинного волокна. Тому можна припустити, що в цьому випадку найвищий вміст загального волокна проявляється не в середній, а в нижній частині стебла.

Даними, одержаними в результаті анатомічного вивчення стебла і технологічного аналізу його, підтверджено, що якість волокна плосконі дводомних конопель вища, ніж матірки, а волокно однодомних рослин займає проміжне положення [24, 43, 44].

Враховуючи те, що коноплі – яскраво виражена вітрозапильна культура, ступінь мінливості ознаки волокнистості стебла в популяції дуже високий, що знижує ефективність закріплення досліджуваної ознаки в потомстві. Установлено: підвищення ефективності добору можна досягти шляхом застосування методу половини насіння таким чином. У перший рік одну половину насіння індивідуальних елітних рослин, вирощених в селекційному розсаднику, висівають в оціночному розсаднику, у якому виділяють кращі сім'ї за вмістом волокна в стеблі для розмноження їх в наступному році в селекційному розсаднику і т.д. [12, 24, 45].

Досягнутий рівень вмісту волокна в сортах конопель до 35% (за оцінкою цілих стебел) не межа. У селекційному матеріалі зустрічаються індивідуальні рослини, у яких цей показник сягає 40% і більше. Ефективне прискорення підвищення волокнистості стебла можливе завдяки добору елітних рослин у відповідності з використанням вищезгаданого методу половини насіння. Це дозволяє серед рослин з високим ступенем популяційної мінливості досліджуваної ознаки реально виділяти кращі генотипи.

**Насіннєвий напрям.** Крім волокна, коноплі дають насіння, яке потрібне не тільки як посівний матеріал, але і для широкого промислового використання [12].

Установлено, що серед статевих типів однодомних конопель найбільш продуктивними за насінням виділяються ОФМ і СОФР. Вони також є основними щодо закріплення ознаки однодомності в потомстві. Таке співпадання вигідне для селекціонера. Обмеження популяції одним найбільш продуктивним за насінням статевим типом (ОФМ) може призвести до зниження маси насіння з рослини внаслідок того, що на цих

рослинах формується невелика кількість чоловічих квіток, які дають недостатню кількість пилку для запилення жіночих квіток. Спостерігається чітка закономірність: чим більше жіночих квіток у суцвітті, тим вища насіннева продуктивність. Матірка дводомних конопель продуктивніша за насінням, ніж статеві типи однодомних конопель. Серед останніх найбільш продуктивною є ОФМ, а найменш продуктивною ОФП. У такому ж напрямку зменшується і маса 1000 насінин. Однак у цілому популяція однодомних конопель за насінневою продуктивністю в перерахунку на посівну площу не поступається популяції дводомних конопель, у якої плодоносять не всі рослини, а приблизно половина. Статеві типи однодомних конопель більш схильні до осипання насіння порівняно з матіркою дводомних конопель. Установлено причини цього явища [7, 12, 46]. Як виявлено, зі збільшенням крупності насіння у суцвітті індивідуальних рослин конопель підвищується насіннева продуктивність, але знижується показник кількості плодів. Дрібне насіння, навпаки, дає меншу загальну масу з рослини, але більшу кількість їх. Крупне насіння вигідне для підвищення урожайності, однак, не вигідне для посівного матеріалу, бо при цьому треба висівати більшу кількість насіння. Селекція сортів на крупність насіння повинна проводитись шляхом добору рослин з більшою масою 1000 насінин з числа тих особин, які також відзначаються більшою кількістю насінин [12].

На основі дослідження сортів дводомних і однодомних конопель установлено, що на насінневу продуктивність рослин впливає цілий комплекс елементів структури стебла й особливо суцвіття. За зовнішнім обрисом виділено дві форми суцвіття рослин – прямокутноподібну і ромбоподібну. Остання більш продуктивна за насінням. Форма суцвіття залежить від різних фенотипових і генотипових факторів. Зокрема кількість рослин з ромбоподібною формою суцвіття збільшується: у плосконі дводомних конопель порівняно з матіркою, у рослин однодомних конопель фемінізованого типу порівняно з матіркою дводомних конопель, у рослин однодомних конопель маскулінізованого типу порівняно з рослинами однодомних конопель фемінізованого типу, у рослин південних сортів порівняно з рослинами середньоросійських сортів, у рослин розрідженого посіву порівняно з рослинами загущеного посіву [12, 24].

На рівень насінневої продуктивності сильно впливає не лише форма суцвіття, але й елементи внутрішньої структури суцвіття, до яких відносяться: довжина і ширина суцвіття, кількість бокових гілок першого і другого порядку, довжина найбільшої бокової гілки першого порядку і кут відхилення її від основної осі суцвіття, відстань між боковими гілками першого і другого порядку. Кількість бокових гілок першого та другого порядку та відстань між ними визначають ступінь компактності, або щільності суцвіття. Основними з елементів структури, які визначають

вищий рівень насінневої продуктивності рослини є довжина і ширина суцвіття та його компактність [12, 47].

Чеканка стебла конопель з метою підвищення насінневої продуктивності цікавила багатьох насінневодів. Передбачалось: посилення ступеня гіллястості чеканених стебел, можливо, впливає на збільшення маси насіння з рослин. Однак проведення чеканки стебел в різні фази росту і розвитку рослин показало негативний результат. Свідоме штучне травмування рослин призводить до певної кількості загибелі рослин та відламування неприродно новоутворених гілок і хаотичного їх переплетення у посіві, що знижує якість стеблостою стосовно збирання його, унаслідок чого знижується маса насіння і якість волокна чеканених рослин порівняно з нечеканеними [12, 48].

Основним фактором підвищення насінневої продуктивності є збільшення розміру рослини, насамперед суцвіття. Це досягається завдяки застосуванню розрідженого посіву тобто зменшенню норми висіву насіння. З розрідженням посіву зростає урожайність насіння, але разом з тим підвищується ступінь гіллястості рослин, що ускладнює процес механізованого збирання конопель: виникає необхідність зрізувати й обмолочувати значну масу стеблостою. Тому величина площі живлення рослин повинна бути розрахована на потужність наявного комбайна [12, 49].

Оскільки високорослість рослин з великим суцвіттям ускладнює процес механізованого збирання посіву на насіння, заслуговує на увагу селекція в напрямку створення низькорослих високоврожайних сортів. Це питання досліджувалось на прикладі низькорослого сорту Імпульс, який за насінневою продуктивністю наближається до стандартного сорту Гляна. Сорт Імпульс одержаний методом добору рослин з ромбоподібною формою суцвіття і щільно сформованими в ньому боковими гілками першого і другого порядку [12, 50]. Добір в цьому напрямку ефективний і є перспективним.

Однак існує інша думка вирощування насінневих конопель. Високорослі сорти конопель дають багато нескошеної маси, яка придатна для використання на волокно, папір або як енергетичний матеріал. Але одержання вторинної продукції потребує значних затрат. Строки виконання робіт, зазвичай, затягуються, інколи навіть до пізньої весни. За зимовий період втрачається якість побічної продукції. На незвільненому полі затягуються весняні польові роботи, порушується система сівозміни. У випадку наявності відповідної техніки, яка гарантує своєчасне збирання нескошеної маси в осінній період вирощування високорослих насінневих сортів може бути економічно вигідним. Низькорослі сорти рекомендуються не замість високорослих, не як альтернатива, а як існування двох різних технологій, оцінку яким повинна дати практика.

**Взаємозв'язок між ознаками вмісту волокна в стеблі і насінневою продуктивністю.** У селекційній роботі з коноплями доводиться стикатися з певними труднощами, пов'язаними з неоднаковими генетичними особливостями формування продуктивності рослин за волокном і насінням. Ще в 30-ті роки минулого сторіччя встановлено, що вміст волокна і маса насіння з рослини – конкуруючі ознаки [51]. Якщо добирати рослини за волокном, то спостерігається поступове зниження насінневої продуктивності, і, навпаки, при доборі рослин тільки за масою насіння знижується вміст волокна в стеблі. Виходячи з даної біологічної закономірності взаємозв'язку ознак застосовують контркореляційний метод добору, основний на виділенні рослин за вищим вмістом волокна з урахуванням кращих показників маси насіння з рослини. У результаті використання даного методу упродовж тривалого часу вміст волокна підвищено з 10–15 до 30–35%. [39, 52], після чого ефект добору знизився. На наш погляд, це можна пояснити тим, що наступила певна рівновага, баланс між конкуруючими ознаками.

Про негативний взаємозв'язок між ознаками вмісту волокна в стеблі і масою насіння з рослини наочно показує наступний дослід по добору рослин із залученням сорту Глухівські 77 [12, 50]. З метою підвищення вмісту волокна в стеблі конопель методом половини насіння проведено п'ятиразовий пріоритетний добір елітних рослин за вмістом волокна відносно маси насіння. Результати дослідження показують, що вміст волокна поступово підвищується в потомстві, а маса насіння, навпаки, знижується, однак, неадекватно. Показник волокна значно більшою мірою зростає, ніж знижується насіннева продуктивність. За даними оціночного розсадника за п'ятиразовий добір вміст волокна підвищився з 26,6 до 34,5%. Різниця складає 8,3%, або по 1,6% щороку. Поступальне підвищення проходить без значних відхилень.

Порівняно зі стандартним сортом Гляна у рік одноразового добору вміст волокна досліджуваного матеріалу складав мінус 7,6%, а після п'ятиразового добору становив +18,7%. Натомість маса насіння за роки дослідження, порівняно з контролем, зменшувалась при відсутності чіткої послідовності: +3,3; –5,5; –11,3; –12,5%; –8,1%.

Виникає інтерес до результату добору рослин конопель за насінневою продуктивністю незалежно від вмісту волокна в стеблі як конкурентної ознаки. П'ятиразовий добір сорту Імпульс показав високий ступінь мінливості маси насіння з рослини за роками. Те саме спостерігається і по контрольному сорту Гляна, у якого добір не проводився. Незважаючи на це, маса насіння з рослини сорту Імпульс в цілому підвищувалася, хоча і дуже нерівномірно: упродовж п'ятиразового добору відхилення даних насінневої продуктивності порівняно з контролем змінюється в такій послідовності: –12,8; –9,2; +8,8; –2,6; +7,7%. Наведена непослідовність підвищення показників обумовлена

тим, що маса насіння з рослини сильно залежить від впливу фенотипових факторів, перш за все від площі живлення рослин. Під впливом різних причин задана густина протягом вегетаційного періоду нерівномірно розріджується. Це основна причина зниження рівня об'єктивної оцінки рослин оціночного розсадника. Із генотипових факторів насінневої продуктивності істотно залежить від статевого типу, форми, розміру і компактності суцвіття, крупності насіння, але ці фактори при нерівномірній густоті посіву за значенням є другорядними.

Отже, якщо селекція конопель на волокнистість основана на доборі рослин за однією ознакою, що контролюється генотипом – вмістом волокна в стеблі, то селекція на підвищення насінневої продуктивності пов'язана з урахуванням комплексу фенотипових і генотипових факторів. Однак основною умовою об'єктивної оцінки селекційного матеріалу, за насінням є дотримання заданої густоти рослин, яка виключає вплив фенотипового фактора. Загалом біологічні дослідження показують, що селекцію конопель за насінням проводити значно складніше, ніж селекцію на волокнистість стебла. Провідною ознакою рослин конопель на біомасу є розмір стебла. Співвідношення тканин стебла при цьому регулюється самими рослинами у відповідності з пристосуванням їх до умов вирощування.

Коноплі – універсальна культура, всі частини рослин її використовуються в різних галузях виробництва. Нині особливого значення коноплі набувають як джерело енергетичної сировини. У цьому зв'язку виник напрямок селекції конопель на біомасу. Оскільки добір рослин за волокном пов'язаний з тенденцією до зниження розміру стебла, селекцію сортів на біомасу краще проводити незалежно від вмісту волокна в рослинах. Це буде сприяти підвищенню маси деревини – основного джерела целюлози як найбільш енергетичної сировини рослин конопель.

Виходячи з установлених біологічних особливостей взаємозв'язку між ознаками рослин конопель, які визначають рівень продуктивності сорту, можна виділити наступні напрямки селекції:

1. Волокнисто-насінневий – добір рослин за високими показниками волокна в стеблі і маси насіння (існуючий контркореляційний метод).
2. Волокнистий – добір рослин пріоритетно за високими показниками вмісту волокна в стеблі порівняно з масою насіння.
3. Насінневий – добір рослин за високими показниками маси насіння з рослини незалежно від вмісту волокна в стеблі.
4. Селекція на підвищення біомаси рослин.

### **Біологічні дослідження конопель, спрямовані на створення ненаркотичних сортів**

Серед сільськогосподарських культур коноплі відрізняються за багатьма властивостями, пов'язаними з формуванням не лише

продуктивності рослин, але й біологічних ознак, у тому числі й унікальних. Наприклад, коноплі містять рідкісну речовину – канабіноїди, які, з одного боку, відіграють важливу роль в захисті рослин від шкідників і хвороб, а з іншого боку, використовуються людиною як наркотична сировина, що є неприйнятним явищем для суспільства. З огляду на останнє започатковано актуальний напрям селекції конопель – створення ненаркотичних сортів. У пошуках методів селекції сортів виникла необхідність проведення біологічних досліджень в напрямі вивчення особливостей утворення, місця локалізації, ступеня мінливості і механізму функціонування канабіноїдів в організмі рослин.

Установлено, що онтогенетично канабіноїди виникають у тканинах вегетативних і генеративних органів у процесі обміну речовин як видільні речовини. З розвитком рослин вміст канабіноїдів у тканинах підвищується, що супроводжується утворенням і функціонуванням залозистих волосків на поверхні органів, тобто переходом внутрішньої видільної системи до зовнішньої. Залозисті волоски, або залози, – утвори, у яких накопичується максимальна кількість канабіноїдних речовин, унаслідок чого головки залоз лопаються і густий липкий секрет виділяється назовні. Канабіноїди відносяться до фенолів. Основними компонентами їх є канабідіол (КБД), тетрагідроканабінол (ТГК) і канабінол (КБН) [53–58].

За морфологічними ознаками залозисті волоски поділяються на три фенотипи: цибулиноподібні, головчато-прикріплені і головчато-стебельцеві. Вони утворюються на стеблі, листках і генеративних органах. Спільним для них є наявність головок, у яких накопичуються і дозрівають секрети. Кількість залозистих волосків і вміст речовин в них підвищуються уздовж стебла в напрямку: крупні листки технічної довжини стебла, крупні листки суцвіття, дрібні листочки суцвіття, оцвіттина жіночих квіток (у котрій знаходиться маточка, з якої розвивається насінина), пиляки (у котрих знаходиться пилок). Іншими словами, у напрямку від вегетативних до генеративних органів, що утворюють насіння як основне призначення рослини, спосіб відтворення нових поколінь [55, 58].

Вміст канабіноїдних сполук залежить від впливу зовнішніх умов вирощування конопель. Однак у цілому це питання суперечливе, дискусійне. Основними чинниками зміни вмісту канабіноїдів, перш за все, є генетичні фактори, про що яскраво засвідчують сортові відмінності [59–62].

Те, що залозисті волоски конопель суттєво змінюються за кількістю, морфологічними, фізіологічними і біохімічними ознаками, побічно вказує на складний характер успадкування канабіноїдів. Це підтверджується наступними аргументами. Показники вмісту канабіноїдних речовин КБД, ТГК і КБН розпадаються в межах однієї гібридної сім'ї і навіть інцухт-потомства на неперервний ряд цифрових значень, що характерно для

кількісних ознак. Гени, які контролюють синтез наркотичних речовин, взаємодіють в онтогенезі рослин: КБД перетворюється в ТГК, а ТГК в КБН. Досліджувана ознака передається потомству більше по материнській лінії, ніж по батьківській, що означає участь у визначенні ознаки не тільки ядерних, але й цитоплазматичних факторів. На зміну вмісту канабіноїдів впливають умови вирощування рослин – факт участі в успадкуванні ознаки генів-модифікаторів. Канабіноїди частково зчеплені зі статтю рослини: у матірки дводомних конопель вміст наркотичних речовин вищий порівняно з пласкінню і одностомними рослинами. У ОФМ концентрація канабіноїдів вища, ніж у ОФП і ФП. У потомстві гібридів першого покоління, одержаного в результаті схрещування рослин з відсутністю і високим вмістом канабіноїдів, частково вищеплюються особини без канабіноїдів, тобто спостерігається неповне домінування ознаки наявності наркотичних речовин, чого не буває при схрещуванні рослин з альтернативними ознаками. При самозапиленні рослин з відсутністю канабіноїдів у першому інцухт-потомстві вищеплюються екземпляри, які містять ці речовини. Вміст канабіноїдів залежить від сорту і зразка конопель різного походження [56, 59–65].

Для конопель властивий специфічний запах. Він утворюється завдяки сполученню запахів канабіноїдів (феноли) і ефірних олій (терпени). Обидві групи органічних сполук накопичуються в залозистих волосках [48, 66, 67].

Подана інформація про результати досліджень залозистих волосків у зв'язку з канабіноїдами виявилась важливою для розвитку селекції по створенню ненаркотичних сортів. На основі особливостей розвитку і локалізації залозистих волосків на органах рослин розроблено методики добору селекційного матеріалу на зниження вмісту канабіноїдних сполук. Найкращим практичним варіантом для масового аналізу рослин є використання суміші дрібних листочків суцвіття і оцвітини жіночих квіток. Для виявлення більш повного вмісту канабіноїдів у рослинах застосовують аналіз окремо оцвітини жіночих квіток. Але дана методика більш трудомістка, ніж перша. Розроблено методики бракування рослин з наявністю канабіноїдів у селекційному розсаднику до фази цвітіння конопель і в післязбиральний період – остаточної лабораторної оцінки елітних рослин [68–70].

На перших етапах селекції ненаркотичних сортів конопель було виявлено: у дводомних конопель (матірка) більше канабіноїдів порівняно з одностомними рослинами. Тому у подальшому селекція була зосереджена на одностомних коноплях, що і дало бажані результати.

Унаслідок вивчення біохімії секрету залозистих волосків виникли нові напрями селекції: добір рослин на підвищення вмісту КБН як важливої лікарської речовини і добір рослин на підвищення кількісних і якісних показників ефірних олій, які мають практичне значення,

насамперед, для парфумерної галузі [66, 67].

Завдяки дослідженню особливостей онтогенетичного накопичення канабіноїдів у рослинах конопель був визначений оптимальний строк об'єктивної оцінки селекційного матеріалу на вміст цих речовин – фаза стиглості рослин. У цій фазі визначається максимальна кількість канабіноїдів і чітка диференціація їх за окремими компонентами (КБД, ТГК, КБН). Що стосується ефірних олій, то тут спостерігається інша особливість. При виділенні ефірних олій за кількістю оцінку рослин проводять у фазі стиглості, а оцінку рослин за якістю ефірних олій здійснюють раніше, конкретний строк визначають для кожного сорту окремо [66, 67].

Відомо, що канабіноїди накопичуються у спеціалізованих клітинах тканин різних органів рослини, а особливо в залозах. У цьому контексті виникає інтерес до виявлення того, як змінюються морфологічні ознаки залозистих волосків і запах ненаркотичних сортів порівняно з наркотичними сортами. Виявилось, що, незважаючи на відсутність канабіноїдів, залозисті волоски за зовнішніми ознаками слабо змінюються. Відмічаються лише дещо нижчі показники за розміром залоз і їх густотою. Крім того, у залозах ненаркотичних конопель частіше відриваються головки, ніж у наркотичних конопель. Інтенсивність запаху помітно знижується, але нерівномірно в межах рослин. Наявність залозистих волосків і запаху у ненаркотичних сортів, тобто у сортів з відсутністю канабіноїдів, свідчить про те, що залози продовжують функціонувати в напрямку накопичення ефірних олій та інших речовин, селекція на елімінацію яких не проводиться. Дане явище показує правильність існуючої методики селекції конопель на ненаркотичність, у результаті якої рослини позбавлені канабіноїдних речовин при збереженні залоз як важливого захисного органу. Селекція на елімінацію власне залозистих волосків, а не канабіноїдів, могла б негативно вплинути на стан росту і розвитку рослин конопель [48, 57].

Унаслідок проведення теоретичних і практичних досліджень канабіноїдів конопель були одержані ненаркотичні сорти як важливий внесок у боротьбу з наркоманією. При цьому елімінація канабіноїдних речовин негативно не вплинула на життєздатність і продуктивність рослин, що дуже важливо. Разом з тим слід відмітити, що виходячи зі складного типу успадкування КБД, ТГК і КБН, ознака ненаркотичності не є абсолютно стійкою. Вона потребує систематичної підтримки в селекційних розсадниках шляхом бракування рослин з наявністю канабіноїдів навіть у мізерній кількості.

Привабливим видається розвиток нового напрямку селекції конопель – підвищення вмісту в рослинах КБН як перспективної лікарської речовини. Проте варто зазначити, що селекція у даному напрямі очікується складнішою порівняно зі створенням ненаркотичних сортів: виокремити в потомстві одного з компонентів канабіноїдів



трудніше, аніж елімінувати всі три сполуки (КБД, ТГК, КБН), генетично тісно взаємопов'язаних між собою.

### **Дослідження цистолітових волосків конопель**

Цистолітові волоски суттєво відрізняються від залозистих волосків за своєю зовнішньою і внутрішньою будовою, онтогенетичним розвитком і значенням для рослини [71, 72]. Це прості одноклітинні утвори видовженої форми із загостреною верхівкою. Вони особливо помітні лише на молодих ростучих органах. З віком волоски засихають, зменшуються за розміром, стають малопомітними і чіпкими. Хімічно дуже прості: всередині клітини утворюються цистоліти, які складаються з кальцію і кремнезему, що посилюють міцність та жорсткість клітини. З практичної точки зору не представляють ніякого значення для людини, бо не містять особливих речовин, не виділяють запаху.

Основне призначення цистолітових волосків фізіологічне, пов'язане з регуляцією температурного і водного режиму рослинного організму в процесі його росту і розвитку: захищають рослини від надмірного випаровування води і перегріву в спеку (особливо у вітряну погоду). Крім того, ці трихоми, деякою мірою, захищають рослини від шкідників, створюючи несприятливі умови для їх переміщення та здійснення яйцекладки.

Установлено, що цистолітові волоски утворюються на всіх надземних органах конопель, але за характером локалізації на рослинах вони відрізняються від залозистих волосків. Якщо густина залозистих волосків менша на вегетативних і більша на генеративних органах, то густина цистолітових волосків, навпаки, змінюється в протилежному напрямку: багато їх на вегетативних і мало на генеративних органах.

Як показують експерименти, на нижній стороні листка конопель формується набагато більше цистолітових волосків, ніж на верхній стороні листка. Причому вони суттєво відрізняються за морфологічними ознаками. На нижній стороні волоски тонкі, довгі, світлі за кольором, а на верхній стороні короткі, виділяються великим розміром основи кулеподібної форми. Якщо дивитись на волосок зверху до низу у вертикальному напрямку, то на фоні крупної основи верхня частина його майже непомітна. На нижній стороні листка цистолітові волоски густо розташовуються як на жилках, так і на міжжилкових просторах листової пластинки. Виявлено значні відмінності між сортами конопель за ступенем опушеності листків цистолітовими волосками.

Результати досліджень цистолітових волосків мають не тільки теоретичне, але й практичне значення. Найголовніше: дані показують сортові відмінності конопель за густотою і розміром цистолітових волосків. Це означає, що існує реальна можливість селекції конопель на підвищення ступеня опушеності рослин, тобто стійкості їх до посухи. Такі сорти особливо потрібні при вирощуванні їх у південних регіонах України.

Добір вихідних рослин при створенні сортів даного напрямку селекції рекомендується проводити за кращими показниками густоти цистолітових волосків центральної листкової пластинки найбільш крупного листка (перед суцвіттям) у фазі бутонізації конопель.

### **Дослідження сортових відмінностей конопель за морфологічними ознаками рослин**

Селекція сортів будь-якої культури тісно пов'язана з вивченням морфологічних ознак рослин та виявлення особливостей розвитку їх. Саме морфологічні ознаки є важливими і відносно простими критеріями визначення відмінностей між сортами.

У конопель була досліджена мінливість понад 80 морфологічних ознак на великій кількості сортів різного походження. Показано сортові відмінності як між рослинами в цілому (наприклад, висота рослин, тривалість періоду вегетації їх), так і між окремими органами (сім'ядолями, листками, стеблами, квітками, насінням, волосками тощо). Визначались такі ознаки, як колір, форма, кількість, розмір, тривалість розвитку, запах та ін. На основі досліджень [73–76] розроблена «Методика експертизи сортів конопель (*Cannabis sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність» [77], яка запатентована. У Методиці вказано конкретні ознаки, ступінь прояву їх, код і сорт-еталон, що відображає ознаку найбільш показово. Установлені відмінності між параметрами ознак дають можливість на більш достовірному рівні ідентифікувати сорти конопель, що має важливе значення для охорони прав селекціонерів на інтелектуальну власність. Опис ознак нових сортів на основі цієї Методики є обов'язковою вимогою при передачі їх до державного сортовипробування.

Виявлено особливості прояву морфологічних ознак також заслуговують на увагу щодо їх використання в селекції. Зокрема установлені причини природної обривності волокнистого шару внаслідок опадання листків і вказано на можливість зниження ступеня прояву цього явища селекційним методом, а саме шляхом добору рослин на високорослість стебел з довгими міжвузлями. Розроблено спосіб визначення ступеня залистяності стебла конопель у зв'язку з природною обривністю волокна і фотосинтетичною діяльністю рослин. Узагальнено взаємозв'язок між морфологічними ознаками рослин і вмістом волокна в стеблі та насіннєвою продуктивністю [12, 24].

### **Висновок**

Коноплі особлива культура за проявом біологічних і господарсько-цінних ознак, універсальна за використанням вирощеної продукції. Досягнуті успіхи в селекції і насінництві конопель стали можливими завдяки проведенню теоретичних досліджень, направлених на вирішення практичних завдань. Реалізовано три основні проблеми, які суттєво удосконалили галузь коноплярства.

1. Створено однодомні коноплі замість дводомних, що дало можливість позбавитись значних затрат ручної праці на вибірку плосконі з посіву шляхом впровадження технології одноразового механізованого збирання врожаю волокна і насіння.

2. Створено високоврожайні сорти однодомних конопель за волокном і насінням.

3. Створено ненаркотичні сорти однодомних конопель як важливий внесок у боротьбу з наркоманією.

Однак стан розвитку сучасного коноплярства потребує продовження фундаментальних і практичних досліджень з вирішення нових проблем селекції та насінництва. Зокрема актуальними є наступні задачі. У теперішній час здійснюється бракування плосконі в насінневих посівах однодомних конопель. Незважаючи на те, що плоскінь вищеплюється дуже рідко, на пошуки й виділення її упродовж періоду вегетації конопель затрачається багато людино-днів. Невідомо наскільки вона негативно впливає на потомство у випадку небракування. У зв'язку з цим назріло питання шляхом проведення генетичних досліджень визначити, чи є необхідність бракувати плоскінь у насінневих посівах однодомних конопель.

Важливо порушити питання щодо одержання низькорослих високопродуктивних сортів однодомних конопель насінневого напрямку у відповідності з вимогою виробництва – поліпшення комбайнового збирання врожаю та проведення післязбиральних робіт.

Виникає потреба удосконалення методики добору рослин конопель на підвищення насінневої продуктивності, зважаючи на те, що у визначенні даної ознаки превалюють фенотипові (неспадкові) фактори порівняно з генотиповими факторами. На насінневу продуктивність сильно впливає площа живлення рослин, точніше нерівномірність площі живлення, яка утворюється з різних об'єктивних і суб'єктивних причин упродовж періоду вегетації, починаючи з посіву насіння. При нерівномірній густоті рослин, як правило, спадкові ознаки подавляються фенотиповими факторами, у результаті чого втрачається об'єктивна оцінка селекційного матеріалу (індивідуальних рослин або сімей), оскільки вступає в силу відома фенотипова закономірність: більша площа живлення – більше насіння з рослини, менша площа живлення – менше насіння. Отже, дотримання заданої густоти рослин в оціночному розсаднику – ключовий попередній елемент оцінки рослин за насінневою продуктивністю. За цих умов ефективною буде оцінка селекційного матеріалу за спадковими ознаками – статевими типами, елементами структури рослин, масою 1000 насінин тощо.

Сучасні результати дослідження генетики канабіноїдів не відповідають такому рівню, який забезпечив би більш ефективну селекцію конопель на ненаркотичність. Насамперед йдеться про необхідність дослідження характеру дії генів, що безпосередньо

контролюють синтез окремих компонентів наркотичних речовин (КБД, ТГК, КБН) і взаємодіють між собою. Це дозволило б диференціювати рослини за ступенем прояву даних генів і відповідно проводити добір вихідного селекційного матеріалу на ненаркотичність або підвищення вмісту лікарської речовини КБН.

1. *Гілязетдінов Р.* Науковці вважають, що вітчизняне коноплярство повинно розвиватись за трьома напрямками – волокнистим, насіннєвим та енергетичним / Р. Гілязетдінов, М. Мигаль, І. Лайко // *Зерно і хліб.* – 2013. – № 1 – С. 24–26.

2. *Маринченко І.О.* Перспективи розвитку коноплярства України / І.О. Маринченко, М.П. Козорізенко // *Посібник українського хлібороба.* – 2011. – Щорічний. – С. 333.

3. *Примаков О.А.* Технічні коноплі в Україні – погляд в майбутнє / О.А. Примаков, І.О. Маринченко, О.В. Головій // *Сучасні технології.* – 2013. – №5. – С. 36–40.

4. *Вировець В.Г.* Сенсація: з посівних ненаркотичних конопель знята охорона / В.Г. Вировець, І.М. Лайко // *Пропозиція.* – 2013. – №1. – С. 82–84.

5. *Гришко Н.Н.* Проблема пола / Н.Н. Гришко // *Биология конопли : сб. научн. тр. ВНИИ конопли. – К–Х. : Сельхозиз, 1935. – Вып. 8. – С. 197-241.*

6. *Мигаль Н.Д.* Изучение процессов формирования пола у конопли / Н.Д. Мигаль, А.И. Жатов // *С.-х. биология.* – 1969. – Т. 4. – №3. – С. 387–392.

7. *Мигаль Н.Д.* Генетика пола конопли / Н.Д. Мигаль. – Глухов. : Институт лубяных культур, 1992. – 212 с.

8. *Hirata K.* Cytological basis on the sex determination in *Cannabis sativa* L. / K. Hirata // *Japan Journal of Genetics.* – 1929. – №4. – P. 198–201.

9. *Бреславец Л.П.* Определение и наследственность пола у высших растений / Л.П. Бреславец // *Труды по прикладной бот., ген. и селекции.* – 1934. – Т. 2. – №6. – С. 103–141.

10. *Гришко Н.Н.* Одновременно созревающая конопля / Н.Н. Гришко. – М. : Сельхозгиз, 1937. – 53 с.

11. *Мигаль Н.Д.* Особенности биологии цветения однодомной и двудомной конопли / Н.Д. Мигаль // *С.-х. биология.* – 1976. – Т. 11. – №5. – С. 680–684.

12. *Мигаль Н.Д.* Біологія формування насінневої продуктивності конопель / М.Д. Мигаль. – Суми : Видавничий будинок «Еллада», 2015. – 233 с.

13. *Бондаренко А.Д.* Высококачественно и в срок провести сортопрочистку однодомной конопли / А.Д. Бондаренко, В.П. Ситник // *Лен и конопля.* – 1983. – №3. – С. 18.

14. *Демкин А.П.* Сортопрочистка и сортовая типичность однодомной конопли / А.П. Демкин, А.Д. Бондаренко // *Лен и конопля.* – 1975. – №1. – С. 17–20.

15. *Жатов А.И.* Влияние этрела на проявление пола у конопли / А.И. Жатов // *Цитология и генетика.* – 1977. – Т. 11. – №5. – С. 423–425.

16. *Жатов А.И.* Изменение соотношения половых типов у конопли / А.И. Жатов, Н.М. Орлов // *Лен и конопля.* – 1975. – №2. – С. 30–31.

17. *Орлов Н.М.* Использование этрела для получения исходного селекционного материала конопли / Н.М. Орлов // *Методические указания по качественной оценке конопли на содержание каннабиноидов, получению тетраплоидных форм и использованию этрела.* – М. : ВАСХНИЛ, 1985. – С. 12–15.

18. *Моторина А.* К вопросу о типах волокна у конопли / А. Моторина, В. Магитт // *Льнопенькоджутовая промышленность.* – 1931. – №7. – С. 26–34.

19. *Магитт М.С.* Микроструктура стебля лубяных растений / М.С. Магитт, О.П. Курдюмова, Е.Г. Магитт // *Сб. работ по первичной обработке лубяных волокон.* – М. : Гос. научн.-техн. изд-во, 1931. – Вып. 5. – С. 104–122.

20. *Арно А.* Соотношение первичного и вторичного волокна в стеблях конопли в связи с размерами (длиной и диаметром) / А. Арно // *За новое волокно.* – 1935. – №5. – С. 34–38.

21. *Волькенау Н.Н.* Анализ элементарного волокна конопли / Н.Н. Волькенау // *Льнопенькоджутовая промышленность*. – 1932. – №1. – С. 57–59.
22. *Макаревич В.А.* Анатомическое строение стебля конопли / В.А. Макаревич // *Конопля*. – М. : Сельхозгиз, 1938. – С. 20–37.
23. *Астахова А.В.* Анатомическая характеристика лубоволокнистого слоя в стеблях конопли / А.В. Астахова // *Вестник с.-х. науки (технические культуры)*. – 1940. – №3. – С. 86–92.
24. *Мигаль М.Д.* Біологія луб'яних волокон конопель / М.Д. Мигаль. – Суми : ТОВ «ТД «Папірус», 2011. – 388 с.
25. *Астахова А.В.* Динамика образования и накопления волокнистых веществ в стебле конопли / А.В. Астахова // *Работы по биологии, селекции и семеноводству конопли : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур*. – М. : Госсельхозиздат, 1952. – Вып. 21. – С. 17–28.
26. *Рязанская К.В.* Сравнительное изучение однодомной и двудомной конопли в онтогенезе / К.В. Рязанская // *Тр. Бот. ин-та СССР*. – 1963. – Сер. 4. – Вып. 16. – С. 114–129.
27. *Сафарова С.А.* Некоторые данные по изучению органогенеза конопли в Московской области / С.А. Сафарова // *Морфология растений*. – М. : МГУ, 1961. – Т. 2. – С. 121–125.
28. *Астахова А.В.* Анатомическая характеристика стеблей конопли в зависимости от площади питания / А.В. Астахова // *Лен и конопля*. – 1940. – №2. – С. 26–28.
29. *Сажко М.М.* Требования [конопли] к условиям произрастания / М.М. Сажко // *Конопля* – М. : Колос, 1978. – С. 28–43.
30. *Горшков П.А.* Влияние условий питания на образование волокнистых веществ в стебле конопли / П.А. Горшков // *Конопля и другие лубяные культуры : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур*. – М. : МСХ СССР, 1959. – Вып. 25. – С. 73–85.
31. *Астахова А.В.* Влияние сроков посева на строение стеблей конопли / А.В. Астахова // *Доклады ВАСХНИЛ*. – 1941. – Вып. 1. – С. 7–11.
32. *Астахова А.В.* Влияние условий выращивания на количество и качество волокна в стеблях конопли / А.В. Астахова // *Тр. ВНИИ лубяных культур*. – К. : Госсельхозиздат УССР, 1959. – Вып. 24. – С. 141–156.
33. *Астахова А.В.* Влияние влажности почвы на структуры элементарных волокон в стебле конопли / А.В. Астахова // *Лен и конопля*. – 1940. – №5. – С. 43–44.
34. *Лесик Б.В.* Влияние влажности почвы на содержание и качество волокна конопли / Б.В. Лесик // *Конопля и другие лубяные культуры : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур*. – М. : МСХ СССР, 1959. – С. 108–116.
35. *Кривошеева Л.М.* Порівняльне анатомічне дослідження різноволокнистих сортів конопель / Л.М. Кривошеева, М.Д. Мигаль // *Зб. наук. праць Інституту луб'яних культур УААН*. – Глухів, 2009. – Вип. 5. – С. 27–41.
36. *Крагельский И.В.* Физические свойства лубяного сырья / И.В. Крагельский. – М.-Л. : Легкая промышленность, 1939. – 467 с.
37. *Ордина Н.А.* Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки / Н.А. Ордина. – М. : Легкая индустрия, 1978. – 127 с.
38. *Гришко Н.Н.* Биология цветения и размножения конопли / Н.Н. Гришко // *Биология конопли : сб. науч. тр. ВНИИ конопли*. – Харьков : Сельхозгиз. – 1935. – Вып. 8. – С. 173–195.
39. *Вировець В.Г.* Селекція [конопель] / В.Г. Вировець, І.М. Лайко, М.М. Орлов [та ін.] // *Коноплі*. – Суми : Видавничий будинок «Еллада», 2011. – С. 78–132.
40. *Мигаль М.Д.* Застосування нових параметрів оцінки волокнистості конопель / М.Д. Мигаль, Л.М. Кривошеева // *Вісник аграрної науки*. – 1997. – №7. – С. 19–23.
41. *Кривошеева Л.М.* Порівняльне вивчення ознак вмісту волокна і щільності волокнистого шару в стеблі конопель / Л.М. Кривошеева, М.Д. Мигаль // *Біологія, вирощування, збирання та первинна обробка льону і конопель : зб. наук. праць Інституту луб'яних культур*. – Глухів, 2004. – Вип. 3. – С. 60–67.

42. Мигаль М.Д. Мінливість анатомічних структур волокнистого шару уздовж стебла конопель як фактор неоднорідності фізико-механічних ознак волокна / М.Д. Мигаль, Л.М. Кривошеєва // Селекція, технологія виробництва та первинної обробки льону і конопель : зб. наук. праць Інститут луб'яних культур УААН. – Глухів, 2000. – С. 79–87.
43. Астахова А.В. Динамика образования и накопления волокнистых веществ в стебле конопли / А.В. Астахова // Работы по биологии, селекции и семеноводству конопли : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур. – М. : Госсельхозиздат, 1952. – Вып. 21. – С. 17–28.
44. Астахова А.В. Влияние условий выращивания на количество и качество волокна в стеблях конопли / А.В. Астахова // Тр. ВНИИ лубяных культур – К. : Госсельхозиздат УССР, 1959. – Вып. 24. – С. 141–156.
45. Мигаль М.Д. Застосування методу половинок насіння в селекції конопель сорту Глухівські 77 / М.Д. Мигаль, В.М. Рухленко, І.Л. Шульга // Вісник Сум. нац. агр. ун-ту. – 2011. – Вип. 4 (21). – С. 151–155.
46. Мигаль М.Д. Експериментальна зміна статі конопель / М.Д. Мигаль. – Суми : Козацький вал, 2004. – 248 с.
47. Мигаль М.Д. Ступінь впливу структурних елементів рослин конопель на насінневу продуктивність / М.Д. Мигаль, К.В. Конопля, В.М. Рухленко // Вісник Сум. нац. агр. ун-ту. – 2011. – Вип. 4 (21). – С. 155–161.
48. Мигаль М.Д. Вплив чеканки рослин конопель на насінневу продуктивність / М.Д. Мигаль, І.Л. Кмець // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур : зб. наук. праць. – К. : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. – Вип. 15. – С. 246–258.
49. Мигаль М.Д. Зміна структури стеблостою конопель і насіннева продуктивність рослин в залежності від густоти посіву / М.Д. Мигаль, В.П. Ситник, К.В. Конопля // Зб. наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. – Глухів, 2007. – Вип. 4. – С. 13–23.
50. Мигаль М.Д. Низькорослий Мутант конопель як вихідний матеріал для селекції / М.Д. Мигаль, В.М. Рухленко, І.Л. Шульга // Агробіологія : зб. наук. праць Білоцер. нац. аграр. ун-ту. – Біла церква, 2011. – Вип. 5 (84). – С. 34–37.
51. Гришко Н.Н. Отбор по прямым и косвенным признакам у конопли / Н.Н. Гришко // Генетика и селекция конопли : сб. науч. тр. ВНИИ конопли. – М.-Л. : ВАСХНИЛ, 1937. – Вып. 8. – С. 192–208.
52. Сенченко Г.И. Селекция конопли / Г.И. Сенченко, А.И. Жатов // Конопля. – М. : Колос, 1978. – С. 44–82.
53. Fetterman P.S. Mississippi – grown Cannabis sativa L. : Preliminary observation on chemical definition of phenotype and variations in tetrahydrocannabinol content versus age, sex and plant part / P.S. Fetterman, D.S. Keith, C.W. Walter [et. al.]. – J. Pharm. Sci. – 1971. – V. 60. – P. 1246–1249.
54. Сажко М.М. Динамика накопления тетрагидроканнабинола в различных органах конопли / М.М. Сажко // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1976. – Вып. 39. – С. 34–38.
55. Горшкова Л.М. Каннабіс. Част. I / Л.М. Горшкова. – Глухів : Глух. держ. пед. ун-т, 2007. – 137 с.
56. Горшкова Л.М. Каннабіс. Част. II / Л.М. Горшкова. – Глухів : Глух. держ. пед. ун-т, 2008. – 151 с.
57. Мигаль М.Д. Динаміка зміни вмісту канабіноїдів у вегетативних і генеративних органах / М.Д. Мигаль, І.Л. Шульга // Луб'яні та технічні культури : зб. наук. праць. – Суми, 2012. – Вип. 2 (7). – С. 70–80.
58. Мигаль М.Д. Особливості локалізації залозистих волосків на рослинах конопель і їх зв'язок з канабіноїдами / М.Д. Мигаль, І.Л. Кмець // Вісник аграрної науки. – 2014. – №1. – С. 33–35.
59. Вировец В.Г. Наркотическая активность конопли (Cannabis sativa L.) и перспективы селекции на снижение каннабиноидов / В.Г. Вировец, Г.И. Сенченко, Л.М. Горшкова [и др.] // С.-х. биология. – 1991. – №1. – С. 35–49.

60. Горшкова Л.М. Характеристика новых сортов конопли по содержанию тетрагидроканнабинола / Л.М. Горшкова, Е.И. Бородина // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1977. – Вып. 40. – С. 23–28.
61. Горшкова Л.М. Характеристика сортов коллекционного питомника по содержанию ТГК / Л. М. Горшкова, Е. И. Бородина // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1978. – Вып. 41. – С. 35–40.
62. Мигаль М.Д. Відмінність сортів конопель за вмістом канабіноїдів / М.Д. Мигаль, І. Л. Шульга // Луб'яні та технічні культури : зб. наук. праць. – Суми : «ТД «Папірус», 2011. – Вип. 1 (6). – С. 55–64.
63. Вировец В.Г. Создание высокопродуктивных сортов конопли, не обладающих наркотической активностью : автореф. дисс. на соискание учен. степени докт. с.-х. наук : спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство» / В.Г. Вировец. – К., 1992. – 42 с.
64. Ситник В.П. Генетический анализ различий по содержанию каннабиноидов у конопли (*Cannabis sativa* L.) / В.П. Ситник, А.Ф. Стельмах // Цитология и генетика. – 1997. – Т. 31. – №4. – С. 51–57.
65. Мигаль М.Д. Сучасні селекційно-генетичні дослідження конопель / М.Д. Мигаль, В.М. Кабанець // Вісник аграрної науки. – 2009. – №8. – С. 50–53.
66. Mediavilla V. Essential oil of *Cannabis sativa* L. strains / V. Mediavilla, S. Steinemann // J. of the International Hemp Association. – 1997. – №4. – №2. – P. 80–84.
67. Meier C. Factors influencing the yield the quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential / C. Meier, V. Mediavilla // J. of the International Hemp Association. – 1998. – V. 5. – №1. – P. 16–20.
68. Вировец В.Г. Методические указания по селекции конопли на снижение содержания каннабиноидов / В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова, М.М. Сажко [и др.]. – М., 1985. – 14 с.
69. Мигаль М.Д. До методики визначення вмісту канабіноїдів у рослинах конопель / М.Д. Мигаль, І.Л. Кмець // Луб'яні та технічні культури : зб. наук. праць Дослідної станції луб'яних культур ІСГПС НААН. – Суми, 2014. – Вип. 3 (8). – С. 19–26.
70. Мигаль М.Д. Порівняльні дослідження дрібних листочків суцвіття та оцвітини жіночих квіток конопель за вмістом канабіноїдів / М.Д. Мигаль, І.Л. Шульга // Вісник Львів. агр. ун-ту. Агрохімія. – 2011. – №15 (1). – С. 203–210.
71. Мигаль М.Д. Відмінності сортів конопель за опушеністю листків цистолітовими волосками / М.Д. Мигаль, І.Л. Шульга // Вісник Полтав. агр. академії. – 2011. – №2 (61). – С. 21–25.
72. Мигаль М.Д. Динаміка мінливості довжини і густоти цистолітових волосків на листках уздовж стебла конопель / М.Д. Мигаль, І.Л. Шульга // Шляхи відродження галузі льонарства і коноплярства на підвищення ефективності наукового забезпечення : мат. Другої міжнар. наук.-практ. конф. (м. Глухів, 8–10 лютого, 2011 р.). – Суми : Інститут луб'яних культур і фітофармакологічної сировини НААН. – 2012. – С. 65–74.
73. Мигаль М.Д. Відмінності зразків конопель за ознаками забарвлення насіння / М.Д. Мигаль, Т.І. Ступак, К.В. Вакуленко // Вісник Сум. нац. агр. ун-ту. – 2004. – Вип. 12 (10). – С. 46–51.
74. Мигаль М.Д. Особливості залистяності стебла і жилкування листків конопель як луб'яної культури / М.Д. Мигаль, Т.І. Ступак // Зб. наук. праць Інститут луб'яних культур УААН. – Глухів, 2007. – С. 42–53.
75. Мигаль М.Д. Відмінність сортів конопель за морфологічними ознаками рослин і їх використання в селекції / М.Д. Мигаль, І.Л. Кмець, Т.І. Ступак // Зб. наук. праць. – К. : Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, 2013. – Вип. 17. – Т. 2. – С. 248–253.
76. Мигаль Н.Д. Изучение изменчивости морфологических признаков конопли в связи с идентификацией сортов / Н.Д. Мигаль, И.Л. Кмець, Т.И. Ступак // Вестник Алтайского гос.

ун-та. – 2014. – №3 (113). – С. 39–43.

77. Мигаль М.Д. Методика експертизи сортів конопель (*Cannabis sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / М.Д. Мигаль, В.П. Ситник, І.М. Лайко [та ін.] // Охорона прав на сорти рослин. – К. : Держ. служба з охорони прав на сорти рослин, 2007. – №1. – Част. 3. – С. 51–63.

## **РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНОПЛИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА**

**Мигаль Н.Д., Лайко И.М., И.Л. Кмец**

*В обзорной статье показано важное значение биологических исследований в решении научных программ селекции и семеноводства конопля. Благодаря проведению генетических, морфологических, анатомических и биохимических экспериментов взамен двудомной создана однодомная конопля, в результате чего стала возможной однократная механизированная уборка урожая, получены высокопродуктивные сорта по волокну и семенам, созданы ненаркотические сорта как важный вклад в борьбу с наркоманией. Указывается на актуальность продолжения фундаментальных исследований селекции и семеноводства, направленных на усовершенствование методических приемов по дальнейшему повышению продуктивности сортов, выявления новых закономерностей генетики каннабиноидов по стабилизации ненаркотичности в потомстве на более высоком уровне, по непроведению браковки посевов в семеноводческих посевах однодомной конопля.*

## **ROLE AND IMPORTANCE OF BIOLOGICAL STUDIES OF HEMP FOR BREEDING AND SEED-GROWING**

**Myhal M.D., Layko I.M., Kmets I.L.**

*The review article shows the importance of biological research in solving scientific programs of hemp breeding and seed-growing. Thanks to genetic, morphological, anatomical and biochemical experiments, monoecious hemp was created in place of dioecious hemp, as a result of which a single mechanized crop harvesting was possible, highly productive varieties were obtained on fiber and seeds, non-narcotic varieties were created as an important contribution to the fight against drug addiction. It is pointed out the relevance of the continuation of the fundamental research of breeding and seed –growing aimed at improving the methodological methods for further increasing the productivity of varieties, identifying new patterns of cannabinoid genetics for stabilizing of non-narcotics in the offspring at a higher level, for failing to discard spoils in seed crops of monoecious hemp.*