



МИГАЛЬ

Микола Дмитрович,
доктор біологічних наук, професор,
Інститут луб'яних культур НААН
України (м. Київ)



ЖУПЛАТОВА

Олена Андріївна,
молодший науковий співробітник,
Інститут луб'яних культур НААН
України (м. Київ)

ІСТОРИЧНІ ЕТАПИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГІБРИДИЗАЦІЇ КОНОПЕЛЬ ТА ЇХНЄ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ

У селекції конопель застосовано різні методи гібридизації у відповідності з вимогами виробництва до сортів. У результаті на заміну дводомних конопель отримано однодомні коноплі, які вирішили проблему одноразового механізованого збирання урожаю і значно поліпили селекційні показники сортів.

В селекції коноплі применено разные методы гибридизации в соответствии с требованиями производства к сортам. В результате на смену дводомной конопле получено однодомная конопля, которая решила проблему одновременной механизированной уборки урожая и существенно улучшила селекционные показатели сортов.

In the selection of hems the different methods of hybridization are applied in accordance with the requirements of production to the sorts. In the total on replacement of diclinous hems однодомні hems which decided the problem of the non-permanent mechanized harvest and considerably improved the plant-breedings indexes of sorts are got.

Схрещування рослин – один з важливих селекційно-генетичних прийомів створення нового вихідного матеріалу і дослідження гібридного потомства за характером успадкування біологічних і господарських ознак. Для кожної сільськогосподарської культури застосовують свої методи гібридизації, що пов'язано з відмінностями рослин за способами розмноження, особливостями

цвітіння, механізмом запилення тощо. Для конопель зокрема властива високорослість, вітрозапильність, тривалий період вегетації, статевий поліморфізм, волокнистість стебла, вміст наркотичних речовин, олійність насіння.

У даній статті ми розглядаємо історичні етапи застосування різних методів гібридизації, які виникали у зв'язку з вирішенням важливих теоретичних і практичних проблем селекції, пов'язаних зі створенням високопродуктивних безнаркотичних сортів однодомних конопель. Завдання не ставиться дати характеристику сортам за селекційними параметрами, а вказати на напрямки селекції і роль гібридизації в реалізації наукових програм.

Розробка методів селекції конопель пов'язана з біологічними особливостями культури і перш за все з наявністю різних статевих форм і типів.

У залежності від екологічних типів конопель висота рослини варіює від 50 см (північні зразки) до 5 м (південні зразки). Для конопель властиві дві статеві форми: дводомна форма, популяція якої складається з двох статевих типів – жіночих рослин (матірки) і чоловічих рослин (плосконі) та однодомна форма, статеві типи якої відрізняються за співвідношенням чоловічих і жіночих квіток в одному суцвітті.

Чоловіча квітка конопель складається з квітконіжки, п'яти блідо-зелених листочків оцвітини та п'яти тичинок з довгими чотиригніздовими пиляками світло-жовтого кольору, а жіночі квітки – з вузького довгастого листочка оцвітини зеленого кольору, у якому знаходиться маточка з двома голкоподібними приймочками, що виходять назовні. При наявності достатньої кількості пилку дуже дрібні малопомітні приймочки відразу запилюються і засихають. З розвитком насінини після запліднення яйцеклітини оцвітина розростається в ширину у відповідності з величиною і формою насінини. У випадку незаплідненості яйцеклітини через відсутність пилку або стерильність жіночих генеративних органів приймочки значно розростаються, довгий час зберігаючи білий колір, а потім засихають.

При густоті посіву 50x50 см за період цвітіння одна рослина плосконі дводомних конопель формує 20–30 тис. чоловічих квіток, а матірка 5–5,5 тис. жіночих квіток. Статеві типи однодомних конопель утворюють до 27 тис. чоловічих квіток (фемінізована плоскінь) і до 5 тис. жіночих квіток (однодомна фемінізована матірка). Плоскінь цвіте 58 – 59, матірка 66 – 74 днів і статеві типи однодомної фемінізованої плосконі та фемінізованої плосконі) – 85–88 днів. Одна чоловіча квітка різних сортів дводомних і однодомних конопель в середньому продукує 450 тис. пилкових зерен. Якщо перерахувати цей показник на кількість квіток у суцвітті, то отримуємо величезну масу пилку. Здатність конопель до формування такої кількості пилкових зерен – наслідок історичного розвитку роду *Cannabis L.* як спосіб пристосування до умов існування, а пилкові зерна дрібні (24–33 мкм). Тому така невідповідність компенсується тим, що рослини конопель дають дуже багато пилку, який легко розноситься вітром на далекі відстані [18, 19]. З урахуванням цих та інших особливостей статевого поліморфізму та біології цвітіння конопель і розробляються методи гібридизації в польових умовах при вільному запиленні рослин та при застосуванні штучної ізоляції їх.

Разом із відкриттям у м. Глухові Всесоюзного науково-дослідного інституту конопель (1931 р.) розпочато інтенсивну селекційну роботу з цією культурою. Поряд з добором елітних рослин серед місцевих народних сортів-кряжів для подальшого розмноження та акліматизації південних сортів у середньоросійській зоні коноплесіяння [5, 10, 22, 24], надавалося великого значення застосуванню гібридизації.

У польових умовах проводити гібридизацію дводомних конопель в селекційних цілях нескладно. Для цього в просторово-ізолюваному розсаднику поруч вирощують вихідні форми. У материнської форми до цвітіння бракують плоскінь, залишаючи матірку, яка запилюється плоскінню батьківської форми. Бракування плосконі триває приблизно 15 – 20 днів з інтервалом 3 – 4 дні у залежності від сорту.

У випадку використання для схрещування географічно віддалених форм, тобто з різною тривалістю періоду вегетації штучно проводять підгонку фаз цвітіння їх. Враховуючи те, що коноплі – рослини короткого дня, у більш пізньостиглої форми скорочують світловий день, накриваючи рослини чорним ящиком раніше заходу сонця на певний час у залежності від сорту. Зокрема методом схрещування сорту Південні красnodарські з північними коноплями у такий спосіб було отримано популярний сорт ЮС-6 (Южносозревающая 6), який був швидко розповсюджений у виробництві і став одним з важливих компонентів для подальших схрещувань завдяки високому вмісту волокна в стеблі (27%) [22, 23, 25].

Гібридизація дводомних конопель давала можливість одержувати різнопланове гібридне потомство при відносно незначних затратах ручної праці. Однак для виробництва виявився не вигідним не даний метод схрещування, а дводомність конопель – причина неодночасного досягання статевих типів, що породжує дворазове роздільне збирання стеблостою: спочатку вручну вибирати з посіву ранньостиглу плоскінь, а пізніше механізовано скошувати матірку на волокно й насіння.

Поворотним періодом в історії коноплярства є здійснення задуму про створення популяції конопель з одночасним дозріванням рослин. М.М. Гришко [6, 7] вперше відібрав у посіві дводомних конопель однодомні мутантні рослини і шляхом розмноження їх та схрещування між собою різних статевих типів потомства однодомних рослин створив принципово новий вихідний матеріал, який став базовим для отримання одночасно досягаючих і однодомних конопель. Пізніше виявилось, що одночасно досягаючі коноплі генетично менш стійкі, ніж однодомні коноплі. Тому в подальшому однодомна форма стала вирішальною в селекції.

Втілення ідеї створення сортів з одночасним дозріванням рослин як способу вирішення проблеми одноразового механізованого збирання посіву на волокно і насіння стало реальністю з часу створення сорту одночасно дозріваючих конопель ОСО-72 [6, 7] та перших сортів однодомних конопель:

Однодомні середньоросійські і Однодомні 2 [1]. Проте вони виявилися низьковолокнистими порівняно із сортами дводомних конопель, особливо порівняно із сортом ЮС-6. У зв'язку з цим постало завдання щодо поліпшення якості сортів однодомних конопель за комплексом господарсько-цінних ознак. Виходом із даного становища став метод гібридизації дводомних конопель з однодомними. Даний напрямок селекції виявився цікавим як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

Виходячи з теорії визначення статі конопель [18, 19], гібриди матірка дводомних конопель / однодомні рослини дають в першому поколінні переважну більшість жіночих рослин, фенотипово близьких до матірки дводомних конопель, а також певну кількість однодомних рослин з невеликою кількістю чоловічих квіток у суцвітті та плосконь. Щоб отримати однодомні коноплі, треба гібрид першого покоління повторно запишити однодомними рослинами. Зворотна комбінація схрещування однодомні коноплі / дводомні (плоскінь) дає в потомстві першого покоління фактично дводомне потомство, а отже вона може застосовуватися лише в інтересах створення сорту дводомних конопель та для теоретичного вивчення потомства в напрямку дослідження особливостей успадкування ознак статі.

Починаючи з 1954 р. у нашій країні знайшов широке застосування метод гібридизації за схемою (дводомні коноплі / однодомні коноплі) / однодомні, який виявився відносно простим за виконанням і високоефективним за результативністю, особливо щодо підвищення продуктивності сортів за волокном і насінням.

Методично гібридизацію здійснюють таким чином. За материнську форму використовують кращий сорт дводомних конопель, а за батьківську – однодомні коноплі. В обох формах до цвітіння бракують плоскінь. Гібрид F_1 , у переважній більшості дає жіночі рослини типу матірки дводомних конопель та однодомні рослини здебільшого з мінімальною кількістю чоловічих квіток у суцвітті. Оскільки у гібрида F мало пилку (за умов обов'язкового видалення плосконі), то взагалі застосовують повторне запилення гібрида F_1 , тією ж або

іншою батьківською формою однодомних конопель. У потомстві повторного схрещування з'являються жіночі рослини та велика кількість однодомних статевих типів з численними чоловічими квітками, а також плоскінь. У подальшому проводять добір однодомних рослин з метою створення сорту, високопродуктивного і стабільного за ознакою однодомності.

Установлено, що у гібридів конопель F_1 (дводомні коноплі / однодомні) / однодомні вистачає «свого» пилку однодомних конопель для того, щоб отримати незначну, але достатню кількість насіння для подальшого розмноження селекційного матеріалу. Цей варіант особливо важливий у тому випадку, коли треба зберегти у потомстві більш цінні біологічні та господарські ознаки материнської форми, оскільки повторне схрещування більшою мірою насичує гібрид ознаками батьківської форми [11, 18, 19]. Разом з тим даний розсадник схрещування повинен бути надійно просторово ізольований від інших посівів конопель, тому що нестача «свого» пилку може компенсуватися пилком матеріалу іншого походження.

Комбінація схрещування дводомні коноплі / однодомні має не тільки селекційне, але й виробниче значення у результаті того, що гібрид F_1 , дає переважно жіночі рослини, які гарантують високий урожай насіння, щоправда на невеликих посівних площах, оскільки дводомна материнська форма в розсаднику схрещування потребує ручного бракування плосконі [3, 4, 26].

Знаковий успіх ефективної гібридизації дводомних конопель з однодомними був досягнутий в 60-ті роки минулого століття. Унаслідок схрещування сорту дводомних конопель (материнська форма) із сортом Бернбурзькі однодомні створено перший високоволокнистий сорт однодомних конопель ЮСО-1 (Южносозревающая однодомная 1). Новий сорт займав значні посівні площі в різних регіонах Радянського Союзу. За урожаєм волокна він вирівнявся із сортом дводомних конопель ЮС-6, а пізніше і перевершив його. Крім того, сорт ЮСО-1 значно поліпшив рівень закріплення ознаки однодомності в потомстві завдяки зменшенню кількості негативної плосконі та збільшенню вмісту найкращого статевого типу – однодомної фемінізованої

матірки. Сорт ЮСО-1 відіграв значну роль родоначальника інших сортів однодомних конопель. Методом добору в ньому кращих рослин за вмістом волокна в стеблі й однодомної фемінізованої матірки в посіві, наприклад, створено широковідомий сорт ЮСО-14, а методом схрещування сорту дводомних конопель Глухівські 10 із сортом ЮСО-1 – найпопулярніший досі сорт ЮСО-31, який за масштабами виробничого використання перевершив усі сорти однодомних конопель. Методом схрещування дводомних конопель з однодомними також виведено такі сорти, як Однодомні 5, ЮСО-4, ЮСО-13, Глухівські однодомні 18, Золотоніські 11, Синельниківські 3, Полтавські 3 та інші [1, 5, 18, 23–25, 27].

Створені сорти однодомних конопель за комплексом біологічних і господарсько-цінних ознак поступово стали конкурентоспроможними порівняно із сортами дводомних конопель. Вони не поступалися, а нерідко й перевищували дводомні коноплі за врожаєм волокна і насіння, виявилися більш позитивними до зниження вмісту наркотичних речовин. Все це разом спонукало до розширення посівних площ однодомних конопель, витісняючи дводомні коноплі, як надійний шлях до реалізації одноразового механізованого збирання врожаю.

Одночасно з цим виникла історична необхідність застосування в селекції нового методу одержання вихідного матеріалу на основі схрещування між собою однодомних сортів конопель. Однак здійснення даного напрямку селекції наштовхнулось на труднощі, пов'язані з кастрацією численних чоловічих квіток на рослинах материнської форми. Трудомістку ручну кастрацію з допомогою пінцета можна було проводити лише на окремих рослинах. Для вирішення проблеми, що виникла, здійснено пошуки інших методів кастрації чоловічих квіток. У результаті досліджень виявлено гаметоцид (етрел), здатний хімічним способом каструвати чоловічі квітки. У природних умовах знайдено джерела чоловічої стерильності ядерного типу успадкування.

Хімічна кастрація чоловічих квіток конопель здійснюється шляхом обприскування рослин водним розчином етрелу в два прийоми: перший – перед початком бутонізації конопель у концентрації 1500 мг/л, другий – через 8 – 12 днів у міру припинення дії етрелу в концентрації 4500 мг/л [20]. Суть стерилізації заключається в тому, що даний хімічний препарат викликає перетворення чоловічих генеративних органів у жіночі, унаслідок чого втрачається життєздатність пилку. Розвиток жіночих квіток, навпаки, стимулюється [8, 9].

В ізолюваному розсаднику вирощують вихідні форми однодомних конопель, призначені для схрещування. В обох форм до цвітіння видаляють плоскінь. Рослини материнського сорту в потрібні терміни обприскують етрелом. Запилення здійснюється пилком батьківської форми. Гібрид дає співвідношення статевих типів, близьке до статевого складу вихідних форм. Одержаний матеріал у подальшому використовується у селекційних цілях згідно з напрямком прийнятої програми.

Методом схрещування вихідних форм однодомних конопель із застосуванням етрелу одержані такі сорти, як Золотоніські 13, Однодомні 10, Однодомні 11, а також гібрид Тетраплоїдні 2 x Тетраплоїдні 3.

Чоловіча стерильність конопель, виявлена в польових умовах фенотипово проявляється у вигляді таких двох відмінних форм:

- 1) бутони чоловічих квіток нормально ростуть і розвиваються до певної стадії, а потім поступово засихають і осипаються нерозкритими;
- 2) у чоловічих квіток замість пиляків утворюються стерильні маточки, а пилок взагалі відсутній. Жіночі квіти в обох формах чоловічої стерильності розвиваються нормально й дають повноцінне насіння. Ознака нежиттєздатності чоловічих генеративних органів передається потомству за ядерним типом успадкування [11–14, 18, 25].

Виявлені в природі чоловічостерильні рослини запилені фертильними рослинами, дають в F_1 тільки фертильні особини, а в F_2 спостерігається розщеплення фертильних і стерильних рослин у співвідношенні, близькому 3:1.

У подальшому добір і розмноження стерильних рослин в умовах просторової ізоляції постійно дає співвідношення фертильних і стерильних рослин, близько 1:1. Таким чином були отримані такі чоловічостерильні лінії: Однодомні 2Л1, ЮСО-1Л2, ЮСО-1Л3, Однодомні 5Л4, Глухівські 10Л5 (перша форма), ЮСО-14Л6, Однодомні 9ЧС, Однодомні 10ЧС (друга форма) [2, 16 – 18, 21]. Кращою виявилася друга форма стерильності (інтерсексуальна).

Використання чоловічостерильних ліній у якості материнської форми при гібридизації проводять таким чином. В ізолюваному розсаднику вирощують дві форми – материнську і відповідно підібрану до неї батьківську форму. До цвітіння конопель у обох форм бракують плоскінь. Крім того, у фазу бутонізації у материнської форми видаляють фертильні особини, залишаючи тільки чоловічостерильні. У цій фазі розвитку конопель фертильні рослини мають не вирівняні за розміром, але нормальні за розвитком бутони чоловічих квіток, тоді як стерильні рослини вирізняються дрібними бутонами чоловічих квіток (перша форма стерильності). У другій формі стерильності бутони теж дрібні, виповнені або морщинисті, із яких часто виходять назвні стерильні приймочки жіночих квіток. Чоловічостерильні рослини, запилені батьківською формою, у період стиглості збирають для розмноження гібридного потомства у відповідності з планом досліджень.

Методом застосування чоловічостерильних ліній отримано сорт Однодомні 9 та багато гібридів, які використано як проміжний селекційний матеріал або для теоретично-методичних досліджень успадкування селекційних ознак, особливо генотипового визначення статі конопель.

Виявлено, що застосування ядерної чоловічої стерильності однодомних конопель вигідно відрізняється від використання етрелу для хімічної кастрації чоловічих квіток. Рослини зі спадковою стерильністю, як правило, не дають нормально розвинених чоловічих квіток, а отже, і пилку. Тоді як фертильні рослини, оброблені етрелом, через певний час можуть формувати нормальні чоловічі квітки, які дають багато пилку. Особливо відновлення фертильності чоловічих квіток спостерігається у рослин розрідженого посіву з ознаками

значного розгалуження стебла. У даному випадку доводиться або проводити повторні обприскування рослин етрелом, унаслідок чого вони набувають ознак виродливості й постійно підвищують тривалість періоду вегетації, або вдаємося до додаткової кастрації чоловічих квіток вручну чи взагалі видаляти певну частину рослин, найбільш схилених до відновлення фертильності чоловічих квіток. До останніх передусім відносяться фемінізована плоскінь та одностомна фемінізована плоскінь. Узагалі чим більше чоловічих квіток у суцвітті, тим важче каструвати їх хімічним способом. У цілому метод застосування етрелу не дає такої генетичної чистоти гібридного потомства, як використання природної чоловічої стерильності.

Метод схрещування сортів одностомних конопель між собою значно прискорює селекційний процес закріплення ознаки одностомності в потомстві порівняно з потомством, одержаним від схрещування двостомних конопель з одностомними, для стабілізації яких потрібно кілька років. Однак у сортів одностомних конопель, незалежно від того, яким методом вони отримані, все одно постійно вищеплюється певна кількість плосконі. Плоскінь – домінуюча ознака, тому запилення її пилком одностомних рослин призводить до перетворення одностомних конопель у двостомні. Сучасні сорти одностомних конопель відносно стабільні, вміст плосконі їх становить десяті й соті частки процента. Проте це дістається завдяки проведенню багаторазових бракувань плосконі в насіннєвих посівах конопель. Отже, проблема подальшої стабілізації ознаки одностомності залишається актуальною і донині.

Узагальнюючи поданий матеріал по застосуванню методів гібридизації конопель, ми показали історичні етапи виникнення і вирішення стратегічних проблем селекції у зв'язку із виробництвом, не вдаючись до детального опису самих сортів. Одним з основних досягнень є створення одностомних конопель, які повністю замінили двостомні коноплі, вирішивши таким чином питання одноразового механізованого збирання врожаю конопель на волокно і насіння. У цьому напрямку селекція конопель розвивалася за такими історичними етапами:

1. Схрещування між собою сортів і зразків дводомних конопель.
2. Створення однодомних сортів конопель.
3. Схрещування дводомних і однодомних конопель.
4. Схрещування між собою сортів і зразків однодомних конопель.

Зрозуміло, що крім основної мети, пов'язаної зі створенням однодомних конопель, закріплення ознаки однодомності в потомстві, паралельно вирішувалися питання підвищення вмісту волокна в стеблі, створення високопродуктивних сортів за вмістом волокна і насіння, кардинального зниження наркотичних речовин та поліпшення інших біологічних та господарсько-цінних ознак.

У результаті багаторічної селекційної роботи з коноплями досягнуто значних успіхів. Такі сучасні сорти однодомних конопель, як ЮСО-31, Гляна, Глесія, Глухівські 33, Глухівські 46, Золотоніські 15 та інші відносно стабільні за ознакою однодомності, високоволокнисті і безнаркотичні. Особливо виявився популярним сорт ЮСО 31, який культивується в країнах Європи, Китаї та Австралії.

Висновки

1. Двodomні коноплі споконвічно вирощували із застосуванням дворазового збирання урожаю. Спочатку вручну вибирали в посівах раніше досягаючу плоскінь на волокно, а пізніше зрізали матірku на насіння і волокно.

2. Основним історичним напрямком селекції конопель є створення однодомних сортів, які вирішили проблему одноразового механізованого збирання урожаю.

3. Для створення однодомних конопель з одночасним підвищенням продуктивності сортів за вмістом волокна і насінням, зниженням вмісту наркотичних речовин та поліпшенням інших біологічних і господарсько-цінних ознак застосовували різні варіанти гібридизації – схрещування між собою

сортів дводомних конопель, схрещування дводомних конопель з однодомними і схрещування між собою сортів однодомних конопель.

4. У результаті проведення багаторічної селекційної роботи одержано сучасні сорти однодомних конопель з високим ступенем стабільності ознаки однодомності, високим вмістом волокна в стеблі та відсутністю наркотичної дії.

Список використаної літератури

1. *Аринштейн А. И.* Итоги селекции конопли за годы советской власти / А. И. Аринштейн, Г. И. Сенченко // Селекция и семеноводство : респ. межвед. науч. сб. – К., 1968. – Вып. 9. – С. 65–71.

2. *Бородіна К. І.* Інтерсексуальна форма ядерної чоловічої стерильності однодомних конопель / К. І. Бородіна, М. Д. Мигаль // Селекція, технологія вирощування та первинна обробка льону і конопель : зб. наук. пр. – Глухів : ІЛК УААН, 2000. – С. 58–63.

3. *Bocsa I.* Elozetes jelentes a himmentes (unisexualis) kenderalak eloallitasarol / I. Bocsa // Kiserletugui koze. – 1959. – V. A52, N 3. – P. 135–142.

4. *Bocsa I.* Kizerleti adatok az uniszexualis F1 – hibridkender magtennokeperessegerol / Bocsa I. // Novenytenneles. – 1961. – V. 10. – P. 43–50.

5. *Сучасна* колекція конопель (*Cannabis sativa* L.) як невичерпне джерело вихідного матеріалу для селекції / [Вировець В. Г., Лайко І. М., Кириченко Г. І. та ін.] ; за ред. П. А. Голобородька // Зб. наук. пр. Ін-ту луб'яних культур УААН. – Глухів, 2007. – Спец. вип. – С. 11–28.

6. *Гришко Н. Н.* Проблема пола конопли / Н. Н. Гришко // Биология конопли : сб. науч.н. тр. ВНИИ конопли. – Х. : Сельхозгиз, 1935. – Вып. 8. – С. 197–241.

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

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

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

10. *Лыхварь Д. Ф.* Вопросы акклиматизации сельскохозяйственных растений / Д. Ф. Лыхварь. – К. : Урожай, 1969. – 249 с.

11. *Мигаль Н. Д.* Ращепление гибридов конопли по признакам пола / Н. Д. Мигаль // Генетика. – 1991. – Т. 27, 9. – С. 1561–1569.

12. *Мигаль Н. Д.* Мужская стерильность Конопли / Н. Д. Мигаль // Лён и конопля. – 1971. – № 8. – С. 29–31.
13. *Мигаль Н. Д.* Морфологические различия мужских цветков и пыльцы у стерильных и фертильных растений конопли / Н. Д. Мигаль, К. Д. Гончарова // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : сб. науч. тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1974. – Вып. 36. – С. 26–30.
14. *Мигаль Н. Д.* Наследование мужской стерильности конопли / Н. Д. Мигаль // Селекция и семеноводство : респ. межвед. тем. научн. сб. – К. : Урожай, 1976. – Вып. 32. – С. 79–85.
15. *Мигаль Н. Д.* Генетические особенности конопли / Н. Д. Мигаль // Технические культуры. – 1991. – № 6. – С. 46–49.
16. *Мигаль М. Д.* Стабілізація гена ядерної чоловічої стерильності *ms* під впливом добору / М. Д. Мигаль // Селекція, технологія вирощування і збирання луб'яних культур : зб. наук. пр. Інституту луб'яних культур УААН. – Глухів, 2001. – Вип. 2. – С. 92–95.
17. *Мигаль Н. Д.* Наследование и практическое использование интерсексуальной формы мужской стерильности / Н. Д. Мигаль, Е. И. Бородина // Цитология и генетика. – 1988. – Т. 22, № 2. – С. 40–45.
18. *Мигаль Н. Д.* Генетика пола конопли / Н. Д. Мигаль. – Глухов : ИЛК УААН, 1992. – 212 с.
19. *Мигаль М. Д.* Експериментальна зміна статі конопель / М. Д. Мигаль. – Суми : Козацький вал, 2004. – 246 с.
20. *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.
21. *Мигаль М. Д.* Створення нової чоловічостерильної лінії однодомних конопель Однодомні 10 ЧС / М. Д. Мигаль, В. М. Рухленко // Актуальні питання розвитку галузей льонарства та коноплярства : матеріали наук.-техн. конф. молод. учених. – Суми : ПП «Нота Бене», 2007. – С. 3–8.
22. *Сенченко Г. И.* Методы селекционной работы по конопле во Всесоюзном научно-исследовательском институте лубяных культур / Г. И. Сенченко // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – К. : Урожай, 1971. – С. 3–15.
23. *Вировец В. Г.* Межсортовая гибридизация – основной метод создания сортов однодомной конопли / В. Г. Вировец, Г. И. Сенченко, И. И. Щербань // Сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т лубяных культур. – Глухов : ВНИИЛК, 1977. – Вип. 40. – С. 3–12.

24. *Сенченко Г. И.* Основные итоги селекционной работы по конопле / Г. И. Сенченко, В. Г. Вировец // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т любяных культур. – Глухов : ВНИИЛК, 1978. – Вып. 41. – С. 3–12.

25. *Создание* новых высокопродуктивных сортов однодомной конопли / [Сенченко Г. И., Вировец В. Г., Горшкова Л. М. и др.] // Биологические особенности, технология возделывания и первичная обработка конопли : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т любяных культур. – Глухов : ВНИИЛК, 1982. – С. 3–12.

26. *Степанов Г. С.* О получении однополых форм конопли / Г. С. Степанов // Селекция и семеноводство. – 1974. – № 3. – С. 31–32.

27. *Хренникова Г. А.* Особенности селекции однодомной конопли / Г. А. Хренникова // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – К. : Урожай, 1971. – С. 16–22.