

МІНЛИВІСТЬ ОЗНАКИ ВМІСТУ ОЛІЇ В НАСІННІ КОНОПЕЛЬ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТОДІВ СЕЛЕКЦІЇ

Міщенко Сергій Володимирович

кандидат сільськогосподарських наук, докторант

ORCID: 0000-0002-1979-4002

ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В. Я. ЮР'ЄВА НААН

Лайко Ірина Михайлівна

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

ORCID: 0000-0002-9462-9509

Ткаченко Сергій Михайлович

кандидат економічних наук

ORCID: 0000-0003-2725-170X

Кириченко Ганна Іванівна

кандидат сільськогосподарських наук

ORCID: 0000-0003-3609-3141

Лайко Ганна Михайлівна

ORCID: 0000-0002-7100-8558

ІНСТИТУТ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР НААН

Традиційно коноплі посівні вважаються волокнистою культурою, але сфера їх господарського використання постійно розширюється, останнім часом підвищується попит на насіння, як продукт харчування, та конопляну олію, а у селекції активізується напрям на підвищення вмісту олії в насінні і поліпшення його жирнокислотного складу одночасно зі збільшенням насінневої продуктивності. У статті показано, що створення вихідного селекційного матеріалу промислових конопель з підвищеним вмістом олії в насінні може здійснюватися з використанням різних селекційних методів (способів) – поліпшуючого добору, самозапилення, синтетичної селекції, різних типів гібридизації – міжсортової, сортолінійної, лінійносортової та міжлінійної. У створеного селекційного матеріалу вміст олії в насінні підвищено з 19,38–37,50 до 33,14–53,00 %. Успіх в селекції і отриманні цінного матеріалу залежить від вдалого поєднання взятого вихідного матеріалу і методу селекції.

Ключові слова: коноплі, селекція, метод, насіння, вміст олії.

Традиційно коноплі посівні (*Cannabis sativa* L.) вважаються волокнистою культурою, але сфера їх господарського використання постійно розширюється. Останнім часом підвищується попит на насіння,

як продукт харчування, та конопляну олію, що має добрі смакові якості та містить низку цінних для організму людини сполук. У селекції активізується напрям на підвищення вмісту олії в насінні і поліпшення його жирнокислотного складу одночасно зі збільшенням насінневої продуктивності [1–10].

За літературними даними у середньому вміст олії в насінні конопель становить від 28,0 до 38,3 %. Відмінності між сортами конопель значно коливаються залежно від еколого-географічних та агротехнічних умов, однак, на всіх ділянках випробування найбільш олійними є місцеві сорти певної зони [11]. Ознака також сильно залежить від стиглості рослин загалом і насіння зокрема. Вміст олії та її якість у міру просування культури від південних районів до північних підвищується. Спостерігається і низка відхилень, пов'язаних з відмінностями агротехнічних прийомів, і, головним чином, з різним ступенем досягання сортів в тій чи іншій географічній зоні, зокрема південні коноплі при просуванні на північ не збільшують, як слід було б очікувати, а зменшують вміст олії в зв'язку з поганим ступенем дозрівання насіння в більш північних районах. При цьому велику роль відіграють сортові ознаки (генотип) [11].

Жирнокислотний склад конопляної олії вельми специфічний: вміст гліцеридів жирних кислот у проаналізованих восьми сортах конопель в середньому становив 8,61 пальмітинової, 1,07 пальмітолеїнової, 2,95 стеаринової, 16,02 олеїнової, 55,75 лінолевої, 1,54 гамма-ліноленової, 13,38 ліноленової, 0,41 ейкозанової (арахінової) і 0,27% бегенової від суми жирних кислот [12]. Вміст ненасичених кислот становить близько 89 – 90 %, а насичених – близько 10 – 11 %. Характерною рисою конопляної олії є дуже високий вміст гамма-ізомеру токоферолу (85,2 %), тому коноплі можуть бути добрим джерелом для промислового отримання гамма-токоферолу природного походження для потреб фармацевтичної промисловості в антиоксидантах [12]. У інших дослідженнях, проведених із залученням 20-ти генотипів різного генетичного і екологогеографічного походження, вміст жирів становив від 26,6 до 37,8 % (сорт ЮСО 31 виділявся за даною ознакою – 37,2 %), при цьому співвідношення жирних кислот ω -6 і ω -3 було в межах від 2,1 до 4,9, а у семи зразків воно дорівнювало 3 [13].

У обрушеному насінні поширеного у виробництві сучасного сорту конопель Глесія виявлено незамінні амінокислоти, вітаміни та антиоксиданти, 54,02 % олії та співвідношення ненасичених жирних кислот ω -6 і ω -3 – від 3,0 : 1 до 3,6 : 1, що є оптимальним співвідношенням для організму людини [14].

З активізацією даного напрямку селекції виникає потреба в розробці методології створення вихідного матеріалу промислових конопель з підвищеною олійністю.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проводили на базі Інституту луб'яних культур НААН. Самозапилення рослин здійснювали в умовах вегетаційного будинку з використанням індивідуальних ізоляторів, гібридизацію – з використанням групових ізоляторів, селекційний добір – на

ізолюваних розсадниках. Поліплоїди отримували в умовах *in vitro* із додаванням в живильне середовище колхіцину. Отримання мутантів здійснювали на базі Дацинського відділення Академії наук провінції Хейлунцзян КНР шляхом обробки насіння гамма-променями, доза – 150 Гр.

Вміст олії визначали з використанням екстрактора Сокслета (органічний розчинник – диетиловий ефір) за масою знежиреного залишку за модифікованою методикою С. В. Рушковського [15].

Результати досліджень та їх обговорення. Створення вихідного селекційного матеріалу конопель з підвищеним вмістом олії в насінні може здійснюватися з використанням різних селекційних методів (способів) – поліпшуючого добору, близькоспорідненого розмноження (і його крайньої форми самозапилення), синтетичної селекції, різних типів гібридизації, поліплоїдії, фізичного мутагенезу. При цьому ефективність селекції залежить не лише від обраного методу, а й від вдалого його поєднання відносно певного генотипу конопель, що підтверджено конкретними прикладами (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність вмісту олії в насінні конопель від методів (способів) селекції

Метод (спосіб) селекції	Вміст олії в насінні			
	вихідний матеріал		новий створений матеріал	
	назва	%	назва	%
Добір	колекційний зразок UF0600298	28,83	–	38,81
Самозапилення	сорт Глесія	34,74	I ₂ Глесія	35,90
	сортозразок Іоніно	> 37,50	I ₅ Іоніно	53,00
Створення синтетичних популяцій	I ₆ Глесія, I ₄ Іоніно, I ₄ Глухівські 18, I ₄ Глухівські 51, I ₆ Золотоніські 15	> 35,00	syn-1 Синтетик 5	36,44
Міжлінійна гібридизація	I ₅ Глухівські 51	19,38	F ₁ I ₅ Глухівські 51 / I ₅ Ніка	36,64
	I ₅ Ніка	34,18		
Лінійносортowa та сортолінійна гібридизація з наступним добром	сорт Глесія, сорт Золотоніські 15	> 32,50	сорт Артеміда	34,80
	місцева форма Єрмаківські місцеві, сорт Глесія		сорт Гармонія	36,61
Міжсортowa гібридизація, бекрос	місцева форма Єрмаківські місцеві, сорт Миколайчик	> 32,50	сорт Деметра	37,03
			BC ₁ Єрмаківські місцеві / Миколайчик // Миколайчик	33,14
Поліплоїдія	сорт Миколайчик	37,75	P ₁ Миколайчик	34,35
Фізичний мутагенез	сорт Глесія	34,74	M ₃ Глесія	32,32

Примітка. Вміст олії в насінні сорту Гляна – 30,64%.

Добір був і залишається одним з провідних методів у селекції конопель, як самостійний метод, або, як прийом стабілізації певних ознак у

гібридних популяціях. Шляхом застосування поліпшуючого п'ятикратного добору у колекційного зразка UF0600298 вдалося підвищити вміст олії з 28,83 до 38,81 %.

Близькоспоріднене розмноження і цілеспрямований добір самозапилених ліній дозволили стабілізувати досліджувану ознаку, підвищити рівень її гомозиготності, у результаті створено I₂ Глесія, у якої вміст олії в насінні підвищено з 34,74 до 35,90 %, та I₅ Іоніно, у якої отримано рекордний показник – 53,00 %. З отриманих даних випливає, що різні генотипи мають неоднакову реакцію на самозапилення, у сорту Глесія використання цього методу сприяло незначному підвищенню рівня вираження ознаки, у сортозразка Іоніно – суттєвому. Не зважаючи на те, що олійність було підвищено, при створенні самозапилених ліній слід враховувати прояв інбредної депресії за цінними господарськими і біологічними ознаками, включаючи насінневу продуктивність.

Актуальним є використання синтетичної селекції стосовно однодомних конопель, які мають високий ступінь адаптацій до перехресного запилення, для створення нового вихідного матеріалу, прискорення селекційного процесу, хоча б часткової відмови від ручної трудомісткої або хімічної кастрації численних чоловічих квіток у суцвітті при проведенні схрещувань [16–18]. При цьому для створення синтетичних популяцій конопель, яке включає вільне перезапилення рослин самозапилених ліній в умовах штучної ізоляції у вегетаційному будинку, відбирають п'ять рівних кількостей насіння, що отримані від рослин п'яти самозапилених ліній I₄–I₆. Кожна лінія мусить відповідати наступним вимогам: 1) належати до різних напрямів господарського використання – універсального, волокнистого і насінневого; 2) характеризуватися відсутністю канабіноїдних сполук; 3) мати бажаний рівень прояву селекційних і біологічних ознак; 4) меншою мірою бути здатною до самозапилення (тобто рослини якої в результаті самозапилення утворюють найменшу кількість насіння, а за даними розсадника оцінки за умови відсутності просторової ізоляції і вільного запилення пилком різного походження характеризуються високою насінневою продуктивністю). Сівбу відібраного насіння проводять під груповий тканинноплівковий ізолятор, за результатами оцінки отриманого syn-1 добирають потомство 1 – 3 кращих ліній, змішують їх насіння у рівній кількості і розмножують до syn-3 [16–18].

Залучивши п'ять самозапилених ліній насінневого і волокнистого напрямів господарського використання, середньоєвропейського і південного екологогеографічного типу з різним вегетаційним періодом (I₆ Глесія, I₄ Іоніно, I₄ Глухівські 18, I₄ Глухівські 51 та I₆ Золотоніські 15) для створення синтетичної популяції (syn-1 Синтетик 5), вдалося підвищити вміст олії з 35,00 до 36,44%.

Гібридизація, поряд з доббором, є основним методом створення нового селекційного матеріалу конопель, який сприяє формотворенню унікальних генотипів, поєднуючи в одному організмі цінні господарські та біологічні ознаки батьків та нові ознаки, що не були властиві вихідним формам. Особливо цінною є гібридизація із залученням самозапилених ліній, які в

процесі самозапилення диференціюються і стабілізуються за низкою ознак, оскільки це прискорює селекційний процес і сприяє прояву ефекту гетерозису. Дослідженнями встановлено, що в результаті міжлінійної гібридизації ($F_1 I_5$ Глухівські 51 / I_5 Ніка) отримали позитивне наддомінування високого вмісту, у свою чергу внаслідок лінійносортової та сортолінійної гібридизації з наступним добором вміст олії зріс з 32,50 до 34,80 – 37,03% (сорти Артеміда, Гармонія, Деметра). При цьому у схрещування доцільно залучати як селекційні сорти, так і місцеві форми (у наших дослідженнях – Єрмаківські місцеві).

Попередніми дослідженнями встановлено, що характер успадкування ознаки високого вмісту олії у F_1 різний: від негативного часткового ($h_p = -0,33$), негативного неповного ($-0,60$), негативного наддомінування (від $-2,71$ до $-3,50$) до позитивного часткового ($0,17$ і $0,33$), повного ($1,00$) і наддомінування (від $2,33$ до $4,33$) і залежить від генотипу батьківських компонентів, взятих для схрещування, та типу гібриду (рис. 1). Так, у варіантах, де компонентами схрещувань виступали сорти Глесія і Глухівські 58 і їх самозапилені лінії, домінування завжди негативне, а у варіантах, де батьківськими формами слугували сорти Глесія і Золотоніські 15 та їх самозапилені лінії, спостерігали завжди позитивне домінування. Ознака високого вмісту олії успадковується за типом наддомінування саме в сортолінійних і лінійносортових гібридів від схрещування віддалених екологогеографічних типів [18–20].

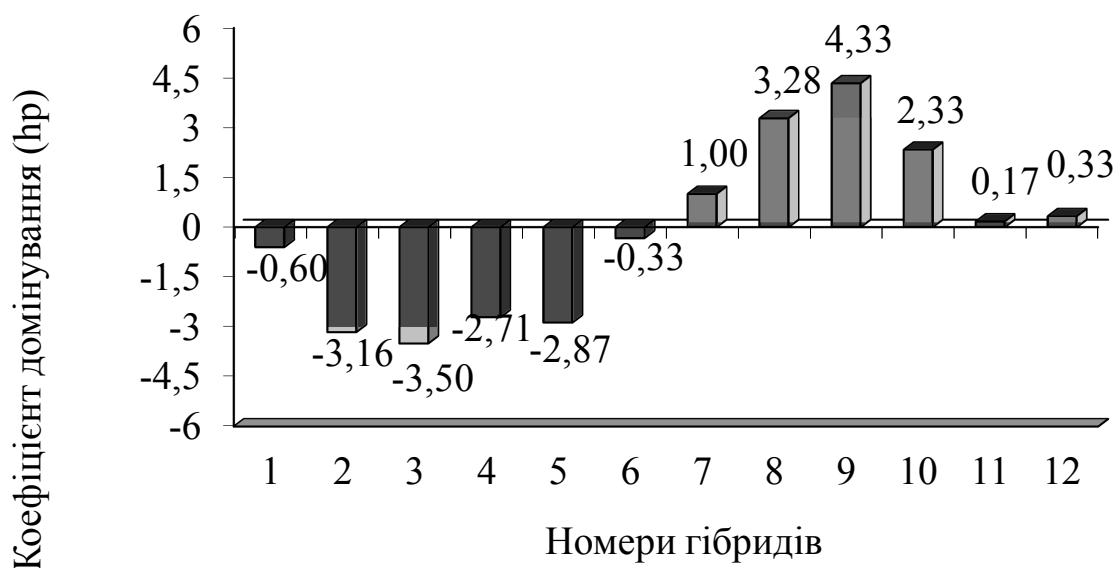


Рис. 1 – Характер домінування (h_p) ознаки високого вмісту олії у насіння F_1 сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів конопель (за даними [18–20]):

1 – Глесія / I_5 Глухівські 58; 2 – I_5 Глухівські 58 / Глесія; 3 – Глухівські 58 / I_3 Глесія; 4 – I_3 Глесія / Глухівські 58; 5 – I_5 Глухівські 58 / I_3 Глесія; 6 – I_3 Глесія / I_5 Глухівські 58; 7 – Глесія / I_5 Золотоніські 15; 8 – I_5 Золотоніські 15 / Глесія; 9 – Золотоніські 15 / I_3 Глесія; 10 – I_3 Глесія / Золотоніські 15; 11 – I_5 Золотоніські 15 / I_3 Глесія; 12 – I_3 Глесія / I_5 Золотоніські 15

Міжсортowa гібридизація і бекрос також можуть бути дієвими методами створення вихідного селекційного матеріалу з підвищеною олійністю, зокрема у насінні рослин ВС₁ Єрмаківські місцеві / Миколайчик // Миколайчик виявлено 33,14% олії.

На жаль, у наших дослідженнях поліплоїдія і фізичний мутагенез не дали очікуваного результату з підвищення олійності: у Р₁ Миколайчик виявлено 34,35 % (через невивповненість насіння збільшених розмірів), порівняно з вихідною формою (сортом), де рівень ознаки був 37,75 %, у М₃ Глесія – 32,32 %, порівняно з 34,74 %. Однак це не означає, що дані методи не є ефективними в селекції конопель. Як уже ми зазначали, успіх в селекції і отриманні цінного матеріалу залежить від вдалого поєднання взятого вихідного матеріалу і методу селекції. Цілком ймовірно, що поліплоїдія і мутагенез добре себе зарекомендують на інших сортозразках.

Висновки. Створення вихідного селекційного матеріалу промислових конопель з підвищеним вмістом олії в насінні може здійснюватися з використанням різних селекційних методів (способів) – поліпшуючого добору, самозапилення, синтетичної селекції, різних типів гібридизації – міжсортowoї, сортолінійної, лінійносортowoї та міжлінійної. У створеного селекційного матеріалу вміст олії в насінні підвищено з 19,38 – 37,50 до 33,14 – 53,00%. Успіх в селекції і отриманні цінного матеріалу залежить від вдалого поєднання взятого вихідного матеріалу і методу селекції.

Список використаної літератури

1. Верещагін І. В. Створення вихідного матеріалу для селекції на збільшення вмісту олії в насінні конопель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». Харків, 2014. 20 с.
2. Вировець В. Г., Верещагін І. В. Перспективный исходный материал на масличность в селекции ненаркотической посевной конопли. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 1 (111). С. 19–23.
3. Вировець В. Г. Селекция ненаркотической посевной конопли: монография. Сумы, 2015. 332 с.
4. Вировець В. Г., Лайко І. М., Кириченко Г. І. та ін. Збільшення вмісту олії як невідкладне завдання селекції конопель. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Т. 23. С. 40–45. DOI: 10.7124/FEEO.v23.987
5. Гаврилова В. А., Брач Н. Б., Подольная Л. П. и др. Итоги изучения и новые направления использования генофонда масличных и прядильных культур в селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007. Т. 164. С. 119–141.
6. Григорьев С. В., Григорьев О. В., Гордиенко С. Л. Жирнокислотный состав масла семян конопли среднерусского экотипа. *Сельскохозяйственная биология*. 2006. № 3. С. 49–52.
7. Лайко І. М., Вировець В. Г., Мищенко С. В. и др. Обоснование создания самоопыленных линий ненаркотической конопли для селекции на повышение

масличности. *Масличные культуры*. 2014. Вып. 1 (157–158). С. 27–31.

8. Лайко І. М., Міщенко С. В. Взаємозв'язок між вмістом олії та кількісними ознаками насіння конопель. *Луб'яні та технічні культури*. 2019. Вип. 7 (12). С. 34–41. DOI: 10.48096/btc.2019.7(12).34-41

9. Міщенко С. В., Кириченко Г. І., Лайко І. М. Новий сорт промислових конопель 'Артеміда' універсального напрямку господарського використання з підвищеним вмістом олії та поліпшеною якістю волокна. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 1. С. 43–50. DOI: 10.21498/2518-1017.17.1.2021.228208

10. Сухорада Т. И., Пройдак М. Н., Герасимова А. С. и др. Новый сорт конопли масличного направления Омегадар-1. *Масличные культуры*. 2009. Вып. 1 (140). С. 147–150.

11. Коноплеводство / Аринштейн А. И. и др.; под ред. А. С. Хренникова, Я. М. Толлочко. Москва, 1953. 447 с.

12. Вировець В. Г., Лайко І. М., Верещагін І. В. та ін. Перспективи селекції на оптимізацію жирнокислотного складу олії сучасних ненаркотичних конопель. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 247–254.

13. Schults C. J., Lim W. L., Khor L. S. et al. Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Cannabis sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020. Vol. 2, 100025. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.jafr.2020.100025

14. Сова Н. А. Технологія комплексної переробки насіння промислових конопель: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.02. Херсон, 2019. 26 с.

15. Рущковский С. В. Методы исследования при селекции масличных растений на содержание масла и его качество. Москва, 1957. 125 с.

16. Міщенко С. В., Лайко І. М. Можливості використання самозапилених ліній для створення синтетичних популяцій конопель. *Луб'яні та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 38–46. DOI: 10.48096/btc.2018.6(11).38-46

17. Спосіб створення синтетичних популяцій конопель: пат 141089 UA. № u 2019 08216; заявл. 15.07.2019; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6.

18. Міщенко С. В. Теоретичні і практичні основи використання інбридингу і гібридизації в селекції конопель: дис. ... докт. с.-г. наук: 06.01.05. Харків, 2020. 525 с.

19. Мищенко С. В. Особенности наследования масличности семян у гибридов ненаркотической конопли. *Масличные культуры*. 2014. Вып. 2 (159–160). С. 70–75.

20. Mishchenko S. Oil content in the seeds of variety×line, line×variety and interline hemp (*Cannabis sativa* L.) hybrids. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality: the scientific proceedings of the international network AgroBioNet*. Nitra, 2016. P. 325–329.

VARIABILITY OF THE SIGN OF OIL CONTENT IN HEMP SEEDS DEPENDING ON BREEDING METHODS

Serhii Mishchenko

THE PLANT PRODUCTION INSTITUTE named after V.YA. YURIEV NAAS of UKRAINE

Iryna Laiko, Serhii Tkachenko, Hanna Kyrychenko, Hanna Laiko
INSTITUTE OF BAST CROPS NAAS

Traditionally, hemp is considered a fibrous crop, but the scope of their economic use is constantly expanding, recently increasing demand for seeds as a food product and hemp oil, and in the breeding of intensified direction to increase the oil content in seeds and improve its fatty acid composition. productivity. The article shows that the creation of the source breeding material of industrial hemp with high oil content in seeds can be carried out using different breeding methods - improving selection, self-pollination, synthetic breedingn, different types of hybridization - intervarietal, sortoliniary, linear and interlinear. The oil content of the created breeding material was increased from 19,38–37,50 to 33,14–53,00 %. Success in breeding and obtaining valuable material depends on the successful combination of the source material and the method of breeding.

Key words: hemp, breeding, method, seed, oil content.

REFERENCES

1. Vereshchahin I. V. *Stvorennia vykhidnoho materialu dlia seleksii na zbilshennia vmistu olii v nasinni konopel [Creating a source material for breeding to increase the oil content in hemp seeds]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: spets. 06.01.05 «Seleksiia i nasinnytstvo»*. Kharkiv, 2014. 20.
2. Virovec V. G. & Vereshhagin I. V. (2014) Perspektivnyj ishodnyj material na maslichnost' v selekcii nenarkoticheskoy posevnoj konopli [Promising starting material for oil content in the breeding of non-narcotic seed hemp]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. № 1 (111). 19–23.
3. Virovec V. G. (2015) *Selekcija nenarkoticheskoy posevnoj konopli [Breeding of non-narcotic sawing hemp]: monografija*. Sumy. 332.
4. Vyrovets V. H., Laiko I. M., Kyrychenko H. I. et al. (2018) Zbilshennia vmistu olii yak nevidkladne zavdannia seleksii konopel [Increasing of oil content as an urgent task of cannabis breeding]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*. T. 23. 40–45. DOI: 10.7124/FEEO.v23.987
5. GavriloVA V. A., Brach N. B., Podol'naja L. P. et al. (2007). Itogi izuchenija i novye napravlenija ispol'zovanija genofonda maslichnyh i prjadil'nyh kul'tur v selekcii [Results of the study and new directions of using the gene pool of oilseeds and spinning crops in breeding]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*. T. 164. 119–141.
6. Grigor'ev S. V., Grigor'ev O. V. & Gordienko S. L. (2006) Zhirnokislотноy sostav masla semjan konopli srednerusskogo jekotipa [Fatty acid composition of hemp seed oil of the Central Russian ecotype]. *Sel'skohozjajstvennaja biologija*. № 3. 49–52.
7. Lajko I. M., Virovec V. G., Mishhenko S. V. et al. (2014) Obosnovanie sozdanija samoopylennyh linij nenarkoticheskoy konopli dlja selekcii na povyszenie maslichnosti [Rationale for the creation of self-pollinated lines of non-narcotic hemp for breeding to increase an oil content]. *Maslichnye kul'tury*. Vyp. 1 (157–158). 27–31.
8. Laiko I. M. & Mishchenko S. V. (2019) Vzaiemozv'iazok mizh vmistom olii ta kil'kisnymy oznakamy nasinnia konopel [Relationship between oil content and quantitative characteristics of hemp seeds]. *Lub'iani ta tekhnichni kultury*. Vyp. 7 (12). 34–41. DOI: 10.48096/btc.2019.7(12).34-41
9. Mishchenko S. V., Kyrychenko H. I. & Laiko I. M. (2021) Novyi sort promyslovykh

konopel 'Artemida' universalnogo napriamu hospodarskoho vykorystannia z pidvyshchenym umistom olii ta polipshenoiu yakistiu volokna [New variety of industrial hemp 'Artemida' of universal direction of economic use with the increased content of oil and the improved quality of fiber]. *Plant Varieties Studying and Protection*. T. 17, № 1. 43–50. DOI: 10.21498/25181017.17.1.2021.228208

10. Suhorada T. I., Projdak M. N., Gerasimova A. S. et al. (2009) Novyj sort konopli maslichnogo napravlenija Omegadar-1 [Omegadar-1, a new variety of hemp for oilseeds.]. *Maslichnye kul'tury*. Vyp. 1 (140). 147–150.

11. Arinshtejn A. I. et al. (1953) *Konoplevodstvo [Hemp growing]*. Moskva, 1953. 447.

12. Vyrovets V. H., Laiko I. M., Vereshchahin I. V. et al. (2011) Perspektivy seleksii na optymizatsiiu zhyrnokyslotnogo skladu olii suchasnykh nenarkotychnykh konopel [Prospects for selection to optimize the fatty acid composition of modern non-narcotic hemp oil]. *Seleksiiia i nasynnytstvo*. Vyp. 100. 247–254.

13. Schults C. J., Lim W. L., Khor L. S. et al. (2020) Consumer and health-related traits of seed from selected commercial and breeding lines of industrial hemp, *Cannabis sativa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*. Vol. 2, 100025. 1–13. DOI: 10.1016/j.jafr.2020.100025

14. Sova N. A. *Tekhnolohiia kompleksnoi pererobky nasinnia promyslovykh konopel [Technology of complex processing of industrial hemp seeds]: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. 05.18.02 «Tekhnolohiia zernovykh, bobovykh, krup'ianykh produktiv, kombikormiv, oliinykh i lub'ianykh kultur»*. Kherson, 2019. 26.

15. Rushkovskij S. V. (1957) *Metody issledovaniya pri seleksii maslichnykh rastenij na sodержanie masla i ego kachestvo [Research methods in the selection of oil-bearing plants for oil content and its quality]*. Moskva. 125.

16. Mishchenko S. V. & Laiko I. M. (2018) Mozhlyvosti vykorystannia samozapylennykh liniy dlia stvorennia syntetychnykh populatsii konopel [Possibilities of using of self-pollinated lines to create synthetic populations of hemp]. *Lub'iani ta tekhnichni kultury*. Vyp. 6 (11). 38–46. DOI: 10.48096/btc.2018.6(11).38 46

17. *Sposib stvorennia syntetychnykh populatsii konopel [The method of creating of synthetic populations of hemp]: pat 141089 UA. № u 2019 08216; zaiavl. 15.07.2019; opubl. 25.03.2020, Biul. № 6.*

18. Mishchenko S. V. *Teoretychni i praktychni osnovy vykorystannia inbrydynhu i hibrydzatsii v seleksii konope [Theoretical and practical bases of using of inbreeding and hybridization in hemp breeding]: dys. ... dokt. s.-h. nauk: 06.01.05. Kharkiv, 2020. 525.*

19. Mishchenko S. V. (2014) Osobennosti nasledovaniya maslichnosti semjan u gibridov nenarkoticheskoy konopli [Peculiarities of seed oil inheritance in hybrids of non-narcotic hemp]. *Maslichnye kul'tury*. Vyp. 2 (159–160). 70–75.

20. Mishchenko S. (2016) Oil content in the seeds of variety×line, line×variety and interline hemp (*Cannabis sativa* L.) hybrids. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality: the scientific proceedings of the international network AgroBioNet*. Nitra, 325–329.