

ЛАЙКО І. М.^{1✉}, МІЩЕНКО С. В.^{1,2}¹Інститут луб'яних культур НААН України,

Україна, 41400, Сумська обл., м. Глухів, вул. Терещенків, 45, ORCID: 0000-0003-1514-574X

²Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка,

Україна, 41400, Сумська обл., м. Глухів, вул. Київська, 24, ORCID: 0000-0002-1979-4002

✉ ibc_cannabis@ukr.net

СЕЛЕКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ ОЗНАК ВОЛОКНИСТОСТІ КОНОПЕЛЬ

Мета. Встановити генетичні особливості прояву ознак волокнистості та урожайності стебел залежно від умов вирощування та строків збирання. **Методи.** Було застосовано нові прийоми: «Спосіб оцінки рослин конопель на наявність канабіноїдів», «Спосіб оцінки індивідуальних рослин сортів однодомних конопель за вмістом волокна на початку цвітіння», «Спосіб створення гібридного селекційного матеріалу однодомних конопель». **Результати.** Встановлено, що головними умовами отримання максимальної кількості волокна, його якісних показників є використання пізньостиглого сорту Глухівські 51, посіву за площі живлення 15x5 см, діаметру стебел 6-8 мм, нормі висіву 75 кг/га (4,2 млн шт./га) на підвищеному фоні удобреності. **Висновки.** Генетичні особливості сорту Глухівські 51 – висока волокнистість та висока урожайність стебел, які максимально проявляються за дотримання умов площі живлення 15x5 см, нормі висіву 75 кг/га (4,2 млн шт./га) та підвищеному фоні удобреності (N₁₂₀P₉₀K₉₀). Розширення реакції генотипів пізньостиглих сортів до рівня врожайності сухої біомаси 20 т/га відбувається за площі живлення 50x5 і 50x10 см та підвищених доз добрив N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. Це може стати основою для використання конопель на біоенергетичні цілі. За вирощування виробничих посівів на волокно з метою прискорення збирання, важливим фактором є початок збирання у більш ранні строки й тому рекомендуємо вирощування двох сортів конопель: скоростиглого (технічна стиглість настає на 2 тижні раніше) і пізньостиглого.

Ключові слова: *Cannabis sativa* L., селекція, сорт, урожайність, волокнистість.

Сьогоднішня ситуація в Україні значною мірою характеризується проблемами, що породжені десятками попередніх років необмеженого і майже безконтрольного споживання енергоносіїв. Активне використання біоенергетич-

них ресурсів може стати одним із головних рішень зміцнення енергетичної безпеки України.

Одним з джерел біоенергетики можуть стати й коноплі, як технічна культура, яка містить 80 % целюлози (що на 20 % більше, ніж у деревині). Рослини конопель не виснажують ґрунти та здатні за один вегетаційний період формувати значний об'єм біомаси, більший, ніж у порід дерев.

Будова і морфологія рослин мають чітке функціональне і раціональне значення. Усі тканини стебла конопель можна поділити на дві частини – деревину і кору. Деревина складає близько 60-70 % від загальної маси стебла, а решта приходить на кору – луб, де формується волокно [1-4].

Елементарні клітини та волокнисті пучки діляться на первинні та вторинні [5, 6]. Первинне волокно – довге волокно проходить через усе стебло. У конопель на відміну від канатника і кенафу первинне волокно якісніше, ніж вторинне [7, 8].

Досягнутий на сьогодні рівень вмісту волокна в стеблах рослин конопель забезпечений розробкою ряду методів аналізу і добору рослин [9], досліджень особливостей анатомічної будови стебел різних сортів дводомної й однодомної форми [10, 11], розкриттям закономірностей між ознаками продуктивності та залежності механічної функції стебла від вмісту волокна [12, 13].

Інтенсивним добором вміст волокна в рослинах сортів однодомних конопель доведено до рівня 30-38 %. Зі створенням сортів конопель з повною відсутністю тетрагідроканабінолу (ТГК) та високою стійкістю ознаки однодомності відкриваються перспективи селекції волокнистого напрямку і на збільшення біомаси рослин.

Стебла конопель після збирання можуть бути використані в ролі енергетичного палива у вигляді великих пакунків (рулони, тюки) або

© ЛАЙКО І. М., МІЩЕНКО С. В.

після відповідної переробки матеріалу – у вигляді брикетів, пелетів, гранул тощо.

Матеріали і методи

Досліджували сорти скоростиглі та пізньостиглі. Оцінка ознак продуктивності проводилась в оціночному і селекційному розсадниках та конкурсному сортовипробуванні. З метою попередньої оцінки генотипів за ознакою біомаси використовували оціночний розсадник, який розміщували в сівозміні дослідного поля без потреби просторової ізоляції. У розсаднику проводили догляд за рослинами, фенологічні спостереження та добір досліджуваного матеріалу для морфологічного та інструментального аналізу.

Результати та обговорення

Загальновідомо, що показники величини стебла сильно залежать від умов вирощування, а саме від густоти посіву. Саме тому у 2012 році були проведені дослідження з метою виявлення реакції генотипів на збільшення площі живлення (загущений 15x5 см та розріджений 30x5, 50x5 та 50x10 см) та дози мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ (контроль) та $N_{150}P_{120}K_{120}$. Досліджуваний сорт Глухівський 46 (пізньостиглий), сорт-стандарт – Гляна (ранньостиглий).

Виявлено, що загальна довжина рослин сортів Гляна та Глухівський 46 зростає при збільшенні площі живлення від 15x5 до 50x5 см при обох дозах добрив. Потім зростання рослин у висоту зупиняється навіть зі збільшенням площі живлення (табл. 1).

Це закономірно, оскільки генотип технічних конопель представлений значною технічною довжиною, де формується волокно і невеликим

судцвіттям без розгалуження. Виходячи з фенотипічних ознак, найбільш прийнятними умовами отримання високих урожаїв стебел і волокна є посів за площі живлення 15x5, високої дози добрив, але не більше $N_{120}P_{90}K_{90}$ і отримання вирівняного стеблостою з діаметром стебла на рівні 6,0 мм. Крім того, негативний вплив високих доз добрив впливає на вміст загального і довгого волокна. Ці показники зменшуються. За посіву 15x5 см і дозі добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ вміст загального та довгого волокна сорту Глухівський 46 складає 33,3 і 31,4 % і навпаки – при посіві 50x5 см і дозі $N_{150}P_{120}K_{120}$ – 32,5 і 17,9 %, тому для отримання високої урожайності стебел, якісного волокна треба дотримуватись чітких умов вирощування: вузькорядний посів з оптимальними дозами добрив та густотою стеблостою, яка забезпечує діаметр стебел на рівні 6,0 мм (табл. 2).

Це підтверджується також результатами досліджень 2014 р. За урожаєм стебел, волокна відрізняється більш пізньостиглий сорт Глухівський 46. На варіанті 50x10 см отримали урожайність сирої біомаси 40,1 т/га, а сухої – 20,0 т/га. З метою використання конопель на біоенергетичні цілі більш прийнятний пізньостиглий сорт Глухівський 46, ніж скоростиглий сорт Гляна. В середньому сорт Глухівський 46 переважав по всім варіантам досліду сорт Гляна на 3,2–5,0 т/га (табл. 3).

Дані дослідження підтверджують доцільність вирощування промислових конопель для отримання високих урожаїв стебел та якісного волокна за площі живлення 15x5, а на біоенергетичні цілі – за площі живлення 50x10. Перевагу слід віддавати більш пізньостиглим сортам.

Таблиця 1. Характеристика конопель за морфологічними ознаками стебел за різних площ живлення, $N_{120}P_{90}K_{90}$. Розсадник оцінки (закладений за типом контрольного розсадника), 2012–2014 рр.

Сорт	Площа живлення, см	Загальна довжина стебла, см		Технічна довжина стебла, см		Діаметр стебла на 1/2 технічної довжини, мм	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%
Гляна, ст.	15x5	217,6±4,44	10,2	188,8±3,55	9,4	5,9±0,20	16,4
Глухівський 46	15x5	223,2±3,33	7,4	203,1±3,31	8,1	6,0±0,17	14,1
Гляна, ст.	30x5	229,7±4,57	9,9	178,4±3,21	9,0	8,2±0,30	17,6
Глухівський 46	30x5	270,5±6,20	11,5	230,6±5,09	11,1	8,6±0,29	16,7
Гляна, ст.	50x5	262,6±4,07	7,8	187,4±4,14	11,1	9,6±0,34	17,8
Глухівський 46	50x5	305,6±5,96	9,8	234,1±5,40	11,7	10,8±0,33	15,2
Гляна, ст.	50x10	260,0±5,32	10,2	183,2±4,39	12,0	9,6±0,35	18,0
Глухівський 46	50x10	274,5±10,7	17,9	213,6±7,11	15,1	9,5±0,57	27,7

Таблиця 2. Характеристика конопель за морфологічними ознаками стебел за різних площ живлення, N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. Розсадник оцінки (закладений за типом контрольного розсадника), 2012–2014 рр.

Сорт	Площа живлення, см	Загальна довжина стебла, см		Технічна довжина стебла, см		Діаметр стебла на ½ технічної довжини, мм	
		$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V%	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V%	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	V%
Гляна, ст.	15x5	273,4±4,36	8,0	208,6±2,64	6,3	8,5±0,30	17,6
Глухівський 46	15x5	316,7±5,42	8,6	249,5±3,68	7,4	9,8±0,39	19,9
Гляна, ст.	30x5	280,6±6,53	10,3	200,4±3,55	8,2	9,8±0,42	18,8
Глухівський 46	30x5	333,3±5,17	7,8	242,0±4,42	9,1	11,2±0,35	15,4
Гляна, ст.	50x5	285,1±6,08	10,7	205,8±4,32	10,6	10,6±0,37	17,5
Глухівський 46	50x5	330,8±6,71	10,2	234,8±5,04	10,8	11,7±0,47	19,7
Гляна, ст.	50x10	284,3±6,49	11,5	183,9±4,97	13,7	11,9±0,54	22,4
Глухівський 46	50x10	330,0±6,09	9,3	239,0±5,04	10,6	12,0±0,42	17,3

Таблиця 3. Зміна ознак продуктивності сортів Глухівський 46 та Гляна залежно від площі живлення, 2014 р.

Сорт	Площа живлення, см	Висота рослин, см	Урожайність, т/га	
			Урожайність соломи	Урожайність біомаси надземної частини рослин, т/га
Гляна	15x5	241,7	10,7	31,9
Глухівський 46		270,6	13,6	37,2
Гляна	30x5	260,5	10,1	32,2
Глухівський 46		302,3	13,6	39,6
Гляна	50x5	290,5	10,7	36,3
Глухівський 46		311,4	13,8	42,7
Гляна	50x10	288,1	9,9	35,1
Глухівський 46		320,6	13,2	40,1
НІР _{0,05} т/га			1,4	3,0

Наступний етап досліджень – оцінка різних еколого-географічних типів і генетичного походження конопель за ознакою вмісту волокна. Було проаналізовано 12 сортів та колекційних зразків конопель: Глухівські 51, Глухівські 85, Глесія, Грація, Гармонія, Артеміда, Миколайчик, Гляна, ЮСО-31, Ловрін, Пуріні (Франція) та СК (КНР) та 2 гібриди Глесія/Федора 17 (Д-339), Глесія / Феліна 32 (Д-341). Залежно від еколого-географічного типу і генетичного походження ознака загального вмісту волокна коливалася у межах від 10,4 % у рослинах плосконі колекційного зразка СК до 32,9 % у високоволокнистого сорту Глухівські 51. Низьким вмістом волокна відрізняються колекційні зразки Ловрін і Пуріні (відповідно 19,1 та 12,3 %).

Виявлено, що високоволокнисті та низьковолокнисті сорти конопель сильно відрізняються за показниками товщини шару первинних та вторинних волокон. Середня товщина шару первинних волокон становить 300,8 мкм, у той час як у низьковолокнистих – 195,4 мкм або у 1,5 рази менше. Крім того, клітини первинного волокна більше клітин вторинного майже у 2

рази. Сорти високоволокнистого типу відрізняються великими розмірами клітин (Глухівські 51, Артеміда). Сорт Глухівські 51 також характеризується значною товщиною шару, масою і вмістом волокна і на сучасний час він найкращий сортуєві за ознакою волокнистості. Низьковолокнистий сорт Ловрін за розмірами клітин первинних і вторинних волокон наближається до сортів української селекції, але недостатня їх сформованість та не виповненість є головним фактором малої маси та вмісту волокна. З проаналізованих сортів технічних конопель найбільш перспективний сорт Глухівські 51, який відрізняється максимальними показниками маси та вмісту волокна.

З метою розширення потенційних можливостей сорту були проведені дослідження реакції генотипу залежно від додаткових 3-х факторів: сорти – скоростиглий сорт-стандарт Гляна і пізньостиглий сорт Глухівські 51, норми висіву (50 і 75 кг/га) та строки збирання стебел на волокно (за два тижні, за тиждень до фази технічної стиглості та у фазу технічної стиглості) на фоні високої дози добрив N₁₂₀P₉₀K₉₀ (табл. 4).

Таблиця 4. Показники продуктивності рослин конопель залежно від норм висіву і строків збирання врожаю, 2017–2018 рр.

Сорт	Густина стебел перед збиранням, шт./м ²	Висота рослин, см	Урожайність стебел, т/га	Вихід волокна, %
Гляна, 50 кг/га, 1	126	219,3	8,76	17,8
Гляна, 50 кг/га, 2	104	219,2	8,17	23,7
Гляна, 50 кг/га, 3	119	227,4	8,12	23,3
Глухівські 51, 50 кг/га, 1	115	228,6	10,44	28,8
Глухівські 51, 50 кг/га, 2	104	231,8	8,68	23,7
Глухівські 51, 50 кг/га, 3	114	230,95	9,78	24,2
НІР ₀₅			0,95	
Гляна, 75 кг/га, 1	155	219,3	7,73	19,0
Гляна, 75 кг/га, 2	153	214,9	7,55	24,4
Гляна, 75 кг/га, 3	134	223,5	8,59	24,0
Глухівські 51, 75 кг/га, 1	104	222,3	7,37	31,0
Глухівські 51, 75 кг/га, 2	124	225,3	10,13	28,4
Глухівські 51, 75 кг/га, 3	120	236,3	8,21	27,2
НІР ₀₅			1,15	

Примітка. 1, 2, 3 – строки збирання.

Встановлено, що більш скоростиглий сорт Гляна за урожайністю стебел та виходом волокна має практично однакові результати за сівби з нормою висіву 50 і 75 кг/га. На відміну від сорту Гляна, сорт Глухівські 51 показує більшу урожайність стебел та вихід волокна за норми висіву 75 кг/га (другий строк збирання у 2017 р. і третій строк у 2018 р.).

Перспективність використання сорту Глухівські 51 для отримання волокна показана також результатами селекційної роботи зі збереження і підвищення кількості в популяції елітних рослин з максимумом вмісту волокна. У популяції під дією добору поступово зменшується кількість рослин з вмістом волокна менше ніж 27-33 % і збільшується із вмістом 34-39 % і

більше (виявляються рослини з волокнистістю 45 %) (табл. 5, рис.).

Порівняльна оцінка сортів сорту-стандарту Гляна з сортом Глухівські 51 у селекційному сортовипробуванні (2016-2020 рр.) переконливо доводить переваги більш пізньостиглого сорту Глухівські 51 за ознаками виходу волокна (всього і довгого), урожайності стебел (табл. 6).

Потенційні можливості сорту Глухівські 51 до 15 т/га. Така врожайність стебел фіксується на високих фонах азотних добрив. У виробництві при посіві на волокно вигідно використовувати 2 сорти: скоростиглий і пізньостиглий, що дозволяє планувати більш раннє збирання стебел на тресту (на 2 тижні).

Таблиця 5. Зміна вмісту волокна рослин сорту Глухівські 51 з 2016 по 2020 рр.

Рік	Кількість рослин, шт./%	Вміст волокна, %					
		< 27	28–30	31–33	34–36	37–39	> 39
2016	179	6	38	71	48	9	7
	100	3,4	21,2	39,7	26,8	5	3,9
2017	138	5	57	46	24	6	-
	100	3,6	41,4	33,3	17,4	4,3	-
2019	203	11	14	29	60	48	41
	100	5,4	6,9	14,3	29,6	23,6	20,2
2020	86	1	-	1	10	28	46
	100	1,2	-	1,2	11,6	32,6	53,4

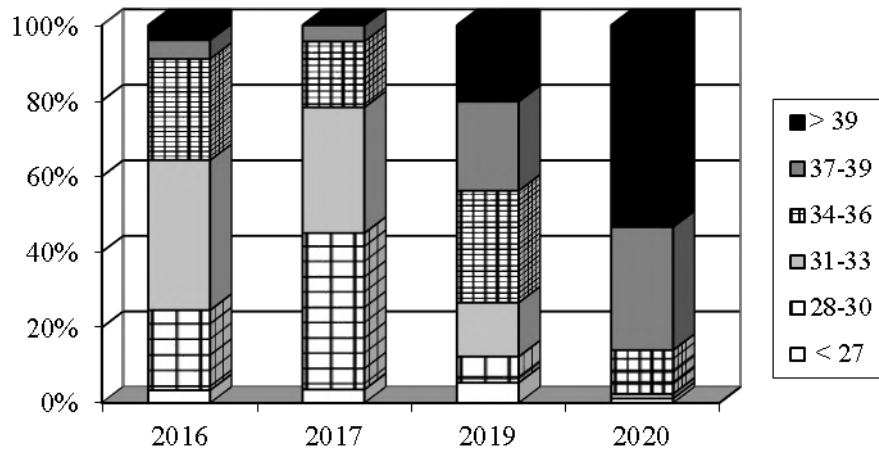


Рис. Зміна вмісту волокна (%) рослин сорту Глухівські 51 з 2016 по 2020 рр.

Таблиця 6. Порівняльна оцінка сортів конопель Глухівські 51 з сортом Гляна, 2016–2017, 2019–2020 рр. (на зеленець)

Показники	Сорт	
	Гляна	Глухівські 51
Період вегетації, діб	89	103
Загальна висота рослин, см	211,5	217,0
Урожай, т/га		
стебел	8,65	9,56
всього волокна	2,38	3,24
у т. ч. довгого	2,14	2,79
Вихід волокна, %		
всього	27,6	33,9
довгого	24,8	29,2
Якість волокна		
номер сорт	5,7	5,6
	відбірна	2,0

Примітки: НР₀₅, т/га стебел – 2016 р. –0,56; 2017 р. –0,39; 2018 р. –0,47; 2019 р. –0,42; 2020 р. –0,41.

Висновки

Генотипові особливості сорту Глухівські 51 – висока волокнистість та висока урожайність стебел, які максимально проявляються за дотримання умов площі живлення 15x5 см, нормі висіву 75 кг/га (4,2 млн шт./га) та підвищеному фоні удобреності (N₁₂₀P₉₀K₉₀).

Розширення реакції генотипів пізньостиглих сортів до рівня врожайності сухої біомаси 20 т/га відбувається за площі живлення 50x5 і

50x10 см та підвищених доз добрив N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. Це може стати основою для використання конопель на біоенергетичні цілі.

При вирощуванні виробничих посівів на волокно з метою прискорення збирання, важливим фактором є початок збирання у більш ранні строки та тому рекомендуємо вирощування двох сортів конопель: скоростиглого (технічна стиглість настає на 2 тижні раніше пізньостиглого сорту) і пізньостиглого сорту конопель.

References

1. Virovets V. G., Sitnic V.P. Nutritional area and primary fiber content in the progeny of elite hemp plants. *Flax and Hemp*. 1979. № 11. P. 27–29. [in Ukrainian]
2. Vyrovets V. H., Laiko I. M., Shcherban I. I., Myhun M. P. Some aspects of selection to improve the quality of hemp fiber *Cannabis sativa* L. *Breeding and Seed Production*. 1993. Vol. 74. P. 8–11. [in Ukrainian]
3. Laiko I. M., Vyrovets V. H. Anatomical structure of stems and the content of cannabinoids in hemp. *Scientific Foundations of Agricultural Management of Ukraine in Modern Conditions* : thesis. Chabany, 1994. Ch. 1. P. 29. [in Ukrainian]

4. Kryvosheeva L. M., Myhal M. D. Comparative study of the signs of fiber content and density of the fibrous layer in the stem of hemp. *Biology, Cultivation, Harvesting and Primary Processing of Flax and Hemp: Coll. of Science Proceedings of the Institute of Bast Crops of the Ukrainian Academy of Sciences*. 2004. Vol. 3. P. 60–67. [in Ukrainian]
5. Kryvosheeva L. M., Myhal M. D. Comparative anatomical study of different fiber varieties of hemp. *Collection of Science Proceedings of the Institute of Bast Cultures of the Ukrainian Academy of Sciences*. 2009. Vol. 5. P. 27–41. [in Ukrainian]
6. Myhal M. D., Holiuk Yu. V. Study of stem size and hemp fiber content as components of productivity. *Herald of Agrarian Science*. 1999. № 7. P. 41–44. [in Ukrainian]
7. Onupryenko L. H., Vyrovets V. H. Morpho-physiological features of modern high-fiber varieties of monoecious hemp. *Collection of Scientific Works of the Institute of Bask Cultures of the Ukrainian Academy of Sciences*. 2007. Vol. 4. P. 92–102. [in Ukrainian]
8. Vyrovets V. H., Laiko I. M., Onupriienko L. H. et al. Increasing the fiber content in the stems of seeded hemp (*Cannabis sativa* L.) as a result of targeted complex selection action. *Breeding and Seed Production*. 2008. Vol. 96. P. 195–204. [in Ukrainian]
9. Onupryenko L. H., Vyrovets V. H. Family-group selection as one of the decisive factors in increasing the fiber content of modern varieties of monoecious hemp. *Innovative directions in Breeding, Genetics, Growing and Harvesting Technologies, Processing and standardization of Technical Crops: International Science and Technology Conference of Young Scientists*. 2009. Sumy. P. 3–8. [in Ukrainian]
10. Onupryenko L. The influence of genotype of the variety and growing conditions of hemp stem traits during selection for fiber. *Collection of Scientific Works of the Institute of Agriculture of the UAAS*. 2007. Vol. 3–4. P. 146–150. [in Ukrainian]
11. Myhal M. D., Haliuk Yu. V. The technical length of the hemp stem is a sign of hereditary increase in plant productivity by fiber. *Cytology and Genetics*. 1998. Vol. 32, № 3. P. 77–80. [in Ukrainian]
12. Vyrovets V. H., Zhuplatova L. M., Laiko I. M., Rezvykh N. I. Potential opportunities of new varieties of hemp in the supply of raw materials to the industry. *Problems of the Light and Textile Industry of Ukraine*. 2008. № 1 (14). P. 70–79. [in Ukrainian]
13. Onupryenko L. H., Vyrovets V. H. Studying the degree of variation of the main selection characteristics of the stems of high-fiber varieties of hemp. *Actual Problems of the Development of the Flax and Hemp Industries: Materials of the Scientific and Technical Conference*. Sumy. P. 8–13. [in Ukrainian]

LAIKO I. M.¹, MISHCHENKO S. V.^{1,2}

¹ *Institute of Bast Crops of the Natl. Acad. Agr. Sci. of Ukraine, Ukraine, 41400, Sumska obl., Hlukhiv, Tereshchenkiv str., 45*

² *Oleksandr Dovzhenkij Ylkhiv National Pedagogical University, Ukraine, 41400, Sumska obl., Hlukhiv, Kyivska str., 24*

BREEDING PECULIARITIES OF THE MANIFESTATION OF HEMP FIBERNESS SIGNS

Aim. To establish the genetic features of the manifestation of signs of fibrousness and yield of stems, depending on growing conditions and harvesting periods. **Methods.** New methods were applied: "Method of evaluation of hemp plants for the presence of cannabinoids", "Method of evaluation of individual plants of monoecious hemp varieties by fiber content at the beginning of flowering", "Method of creation of hybrid breeding material of monoecious hemp".

Results. It was established that the main conditions for obtaining the maximum amount of fiber and its quality indicators are the use of the late-ripening variety Hlukhivski 51, sowing with a feeding area of 15x5 cm, the diameter of the stems 6-8 mm, the sowing rate of 75 kg/ha (4.2 million pcs./ha) against the background of increased fertilization.

Conclusions. The genetic features of the Hlukhivski 51 variety are high fibrousness and high yield of the stems, which are maximally manifested by observing the conditions of the feeding area of 15x5 cm, the sowing rate of 75 kg/ha (4.2 million pieces/ha) and the increased background of fertilization (N₁₂₀P₉₀K₉₀). Expansion of the response of genotypes of late-ripening varieties to the level of dry biomass yield of 20 t/ha occurs with a feeding area of 50x5 and 50x10 cm and increased doses of N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀ fertilizers. This can become the basis for the use of hemp for bioenergy purposes. When growing production crops for fiber in order to speed up harvesting, an important factor is the start of harvesting at an earlier time, and therefore we recommend growing two varieties of hemp: early-ripening (technical maturity occurs 2 weeks earlier than late-ripening varieties) and late-ripening varieties of hemp.

Keywords: *Cannabis sativa* L., breeding, variety, yield, fibrousness.