

cultivar with the level of cold resistance 87,7% gave the crop productivity higher than conventional standard by 116,6%, Siverka – by 117,7% (the level of cold resistance is 82,6%), the crop productivity of cultivar Fejeriya was higher from conventional standard by 104,9% (the level of cold resistance is 82,7%). The represented cultivars with high and average cold resistance are valuable initial material for soya plant breeding for given trait and are suitable for early terms of sowing.

Key words: *soya, cultivars, cold resistance, seed germination, crop productivity*

УДК 633.522:[584.1+631.52]

МІНЛИВІСТЬ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ВОЛОКНИСТИХ СТРУКТУР НА ПОПЕРЕЧНОМУ ЗРІЗІ СТЕБЛА РІЗНИХ ЗРАЗКІВ КОНОПЕЛЬ

Міщенко С.В., Кмець І.Л.
Інститут луб'яних культур НААН, Україна

Досліджено сучасні сорти конопель ЮСО 31, Гляна, Глесія, Артеміда, Гармонія, Грація, Миколайчик, Глухівські 85, Глухівські 51 та нові колекційні зразки Lovrin 110 (№ національного каталогу UF0600691), Purini (UF0600692), SK (UF0600710) за анатомічною будовою волокнистого шару та клітин первинних і вторинних луб'яних волокон на поперечному зрізі стебла. Ознаки розміру клітин первинних і вторинних луб'яних волокон, їх форми, кількості і товщини вторинних оболонки клітин, форми і розмірів каналу, щільності розміщення клітин на поперечному зрізі стебла конопель, наявності чи відсутності вторинних волокон можуть бути використані як ідентифікаційні та селекційні для встановлення якісних і кількісних показників волокна за непрямими ознаками.

Ключові слова: *коноплі, стебло, анатомія, клітина, первинні і вторинні луб'яні волокна, вміст волокна, селекція*

Вступ. Коноплі (*Cannabis sativa* L.), насамперед, є волокнистою культурою, тому вивченню анатомічної будови поперечного зрізу стебла, зокрема волокнистого шару, завжди приділяли значну увагу. Актуальність таких досліджень викликана потребою у встановленні чинників формування високої кількості і якості волокна конопель в онтогенезі та виявленні цінних генотипів – джерел і донорів важливих ознак волокнистості.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Розглянемо особливості анатомічної будови волокнистих структур на поперечному зрізі стебла конопель (зокрема комплекси тканин від периферії до центру).

Первинний луб (флоема) розміщений за первинною твірною тканиною перициклом (перикамбієм), внаслідок діяльності якого він і виникає. Флоема складається із ситоподібних (решітчастих) трубок, товстостінних прозенхімних клітин первинних луб'яних волокон і тонкостінних клітин луб'яної (флоемної) паренхіми. Первинні луб'яні волокна мають довжину до 50–75 мм і зливаються у суцільне кільце пучків. Тип пучків – колатеральні, складні, відкриті, розміщені в одне коло. За первинним лубом залягає вторинний луб (вторинна кора), що також складається з ситоподібних трубок, вторинних луб'яних волокон і луб'яної паренхіми. Вторинне волокно має довжину не більше 4 мм. За луб'яною паренхімою залягає вузька смужка генеративної тканини – камбію, внаслідок діяльності якого відбувається перехід до вторинної будови [1, 2, 3].

Волокнисті пучки конопель (часто вони зливаються у суцільне кільце) складаються

з окремих клітин, які називаються елементарними волокнами. У більшості випадків луб'яні волокна мають веретеноподібну форму з загостреними чи злегка притупленими кінцями. Важливими ознаками елементарних волокон є форма, розмір клітини (діаметр або довжина і ширина) та каналу, товщина оболонки та їх шаруватість. Вони значною мірою визначають якісні показники волокна як сировини для переробної промисловості [3].

Розміри клітин первинних луб'яних волокон на поперечному зрізі коливаються від 5 до 55 мкм, а вторинних – від 10 до 20 мкм [3].

За обрисом поперечного зрізу волокна конопель ділять на ізодіаметричні (близькі до округлої або форми правильного багатогранника), овальні (близькі до витягнутого еліпса або витягнуті) та проміжні, або змішані [4]. Також форму поперечного зрізу елементарних волокон конопель ділять на правильну і неправильну. Перша – фігура з опуклою оболонкою уздовж усієї окружності, друга – фігура, яка в одних місцях має округлу, а в інших місцях має увігнуту оболонку. Отже, до вищезазначених типів елементарних волокон додають ще неправильну форму (зигзагоподібну або зім'яту) [3].

Кути поперечних зрізів волокон бувають гострі (форма волокон різко гранчаста), тупі (форма волокон багатокутна) та нульові (форма волокон округла) [3].

Виділяють точковий, щілиноподібний і порожнинний канали. У межах одного й того ж волокнистого шару можуть зустрічатися один, два і навіть всі три типи каналів [5]. Форма каналу елементарного волокна нагадує зовнішній контур поперечного зрізу клітини в цілому. Це пояснюється тим, що оболонка елементарного волокна поступово потовщується рівномірно концентричними шарами. Канал зрілої клітини елементарного волокна завжди є порожнистим, оскільки цитопlasма поступово витрачається на потовщення оболонки. На розмір каналу, перш за все, впливає товщина оболонки клітини: зі збільшенням товщини оболонки зменшується канал. Малі канали взагалі точкові або щілиноподібні й відповідають ізодіаметричній формі клітини, великі канали – вузько- або широкопорожнинні й відповідають овальній формі клітини. Неправильна форма клітини утворює відповідно й неправильну форму каналу [3].

Характерною особливістю конопель є шаруватість оболонки елементарних волокон. Первинна оболонка впритул прилягає до середньої пластинки й органічно поєднується з нею. Первинна оболонка тонка й не буває шаруватою. Вторинна оболонка складає основну масу клітини луб'яних волокон. Вона виникає за первинною оболонкою і має шарувату структуру, що значно потовщує її [3]. Вторинна клітинна оболонка є нерівномірною за складом і структурою. У ній виділяють три відмінні шари: S_1 , S_2 і S_3 . Після відкладання шару S_1 , товщина якого залишається незмінною протягом усього періоду формування вторинної оболонки, відкладається шар S_3 , який потім модифікується в S_2 , що певний час збільшується. Отже, формування вторинної оболонки супроводжується інтенсивною модифікацією новоутворених шарів. Інтрузивний ріст волокон у довжину передують утворенню вторинної клітинної оболонки, а не поєднується з ним, як вважали раніше [6, 7]. Виділяють такі типи шаруватості: густа й різка, густа й слабка, рідка й різка, рідка й слабка [3, 8].

Якісне волокно конопель визначають правильно сформовані елементарні волокна, які мають округлу чи ізодіаметричну форму, невеликий діаметр клітин, опуклий контур оболонки (без зигзагів), малий канал (точковий або щілиноподібний), товсту оболонку з помірно рідкою шаруватістю і компактне з'єднання волокон в пучках [3].

До фази бутонізації у стеблах конопель спочатку формується більш якісне первинне волокно, з початком закладання генеративних органів спостерігається утворення гіршого за якістю вторинного волокна, хоча у жіночих і однодомних рослин ініціація росту вторинного волокна може розпочинатися раніше [9]. На ранніх стадіях онтогенезу клітини вторинних луб'яних волокон зустрічаються лише внизу стебла, суттєве утворення вторинного волокна спостерігається на початку цвітіння або при досягненні рослиною висоти більше 2,25 м і/або діаметра більшого за 1 см [10]. Кількість клітин первинних луб'яних волокон на поперечному зрізі стебла зростає приблизно аж до початку суцвіття, а потім зменшується, а кількість клітин вторинних луб'яних волокон поступово зменшується від другого міжвузля, і приблизно в зоні початку суцвіття вторинне волокно стає відсутнім [6, 7].

Виявлено значні відмінності у будові, розмірах та розміщенні клітин елементарних волокон та шарів первинного і вторинного волокна у високоволокнистих сортів, порівняно з низьковолокнистими [11, 12]. Ознаки як волокнистого шару в цілому, так і окремих клітин луб'яних волокон, характеризуються високим ступенем мінливості, тому у селекційних дослідженнях проблема їх подальшого вивчення залишається актуальною.

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження – встановити особливості анатомічної будови волокнистого шару, ступінь мінливості ознак клітин первинних і вторинних луб'яних волокон на поперечному зрізі стебла у низки сучасних сортів і нових зразків конопель та можливість їх використання у селекції. Задачі дослідження: визначити відмінності різних сортів і зразків конопель за характером розміщення і товщиною волокнистого шару, довжиною і шириною клітин елементарних луб'яних волокон, їх формою на поперечному зрізі і будовою каналу, кількістю шарів вторинної оболонки, наявністю або відсутністю вторинного волокна; виділити ідентифікаційні ознаки для окремих генотипів чи груп зразків та селекційні ознаки для встановлення якісних і кількісних показників волокна.

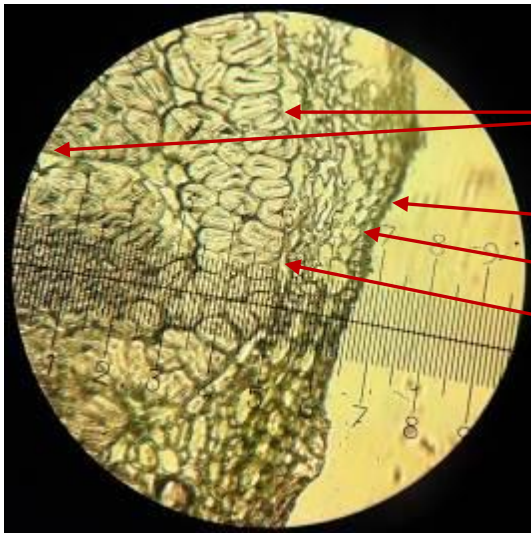
Матеріали і методи. Для анатомічного аналізу відбирали типові стебла конопель у фазу початку дозрівання насіння (технічної стиглості). Площа живлення рослин 30 x 5 см. Зі стебла живих рослин конопель на рівні IV міжвузля робили відрізок кори з частиною деревини завдовжки 2–3 см. За допомогою гострого леза готували поперечні зрізи та тимчасові анатомічні препарати. Анатомічний аналіз волокнистих структур стебел конопель проводили з використанням мікроскопа при збільшенні в 600, 300 та 150 разів. Виміри здійснювали за допомогою окуляр-мікрометра з умовними поділками (умовними одиницями), які потім виражали в мікрометрах (мкм). Проводили по 10 вимірювань з 10-ти стебел кожного сорту (зразка). Було використано сорти ЮСО 31, Гляна, Глесія, Артеміда, Гармонія, Грація, Миколайчик, Глухівські 85, Глухівські 51, колекційні зразки Lovrin 110 (№ національного каталогу UF0600691), Purini (UF0600692), SK (UF0600710) та гібрид Глесія / Futura 75 (UF0600702) з різним вмістом волокна (рис. 1). Досліджувані сорти і зразки за вмістом, товщиною шарів волокна і розмірами клітин первинних і вторинних луб'яних волокон умовно ділили на три умовні градації: з низьким вмістом (малими розмірами), середнім вмістом (середніми розмірами) і високим вмістом (великими розмірами). Статистичну обробку даних здійснювали шляхом визначення НР_{0,05} за методикою польового досліді [13].

високий вміст волокна (max = 32,9%, min = 29,8%)			
Глухівські 51	Глухівські 85	Глесія	Грація
середній вміст волокна (max = 29,6%, min = 28,2%)			
Гармонія	Артеміда	Миколайчик	Гляна
низький вміст волокна (max = 25,5%, min = 11,2%)			
ЮСО 31	Lovrin 110	Purini	SK

Рис. 1. Умовний розподіл на градації відібраних для анатомічного аналізу стебел різних сортів конопель за вмістом у них волокна

Обговорення результатів. Дослідження дозволили виявити відмінності у низки сортів і зразків конопель в анатомічній будові волокнистих структур на поперечному зрізі стебла (рис. 2–4, табл. 1, 2).

Клітини первинних луб'яних волокон у сорту **ЮСО 31** розміщуються суцільним кільцем, без проміжків. Товщина шару велика. Розміри клітин становлять 44,7 мкм у довжину і 30,7 мкм у ширину. Переважає ізодіаметрична (округла) форма волокон на поперечному зрізі. Кути первинної оболонки нульові, іноді тупі, канал малий, точковий або щілинноподібний (рис. 4.1, 4.2).



1

шар клітин первинних луб'яних волокон

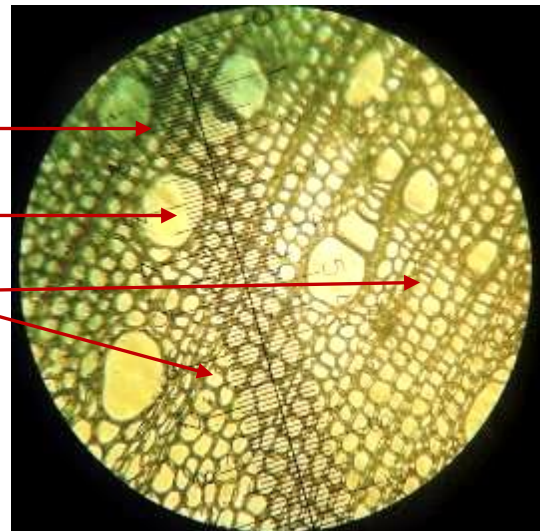
епідерміс

частина первинної кори (коленхіма, коро́ва паренхіма, ендодерміс, перицикл)

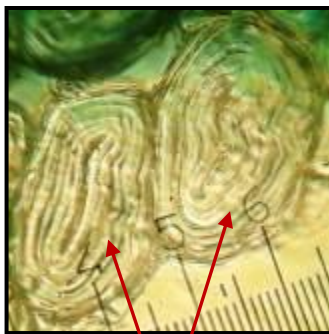
первинна і вторинна деревина (ксилема)

лібриформ, деревна паренхіма

судини

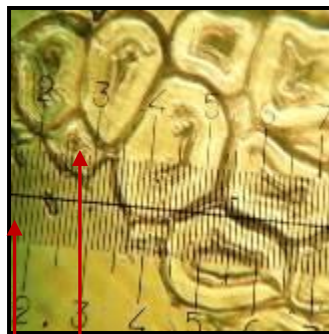


2



клітини з тонкими первинними оболонками і багатшаровою вторинною оболонкою

3



клітини з товстими первинними оболонками і слабо вираженими шарами вторинної оболонки

4



клітини первинних луб'яних волокон

5

клітини вторинних луб'яних волокон

6

(масштаб збережено)

Рис. 2. Окремі особливості атомічної будови поперечного зрізу стебла конопель (на рис. 2.1, 2.2 – 1 ум. од. = 50 мкм; на рис. 2.3, 2.4 – 1 ум. од. = 25 мкм)

велика загальна товщина шару волокна			
Глухівські 85 704,2	Грація 536,3	Глухівські 51 530,0	Артеміда 464,2
середня загальна товщина шару волокна			
Глесія 437,5	Гармонія 425,8	Миколайчик 403,3	ЮСО 31 403,3
низька загальна товщина шару волокна			
Гляна 382,5	Lovrin 110 317,1	Purini 277,5	SK 191,4

Рис. 3. Мінливість ознаки загальної товщини шару волокна на поперечному зрізі стебла конопель, мкм

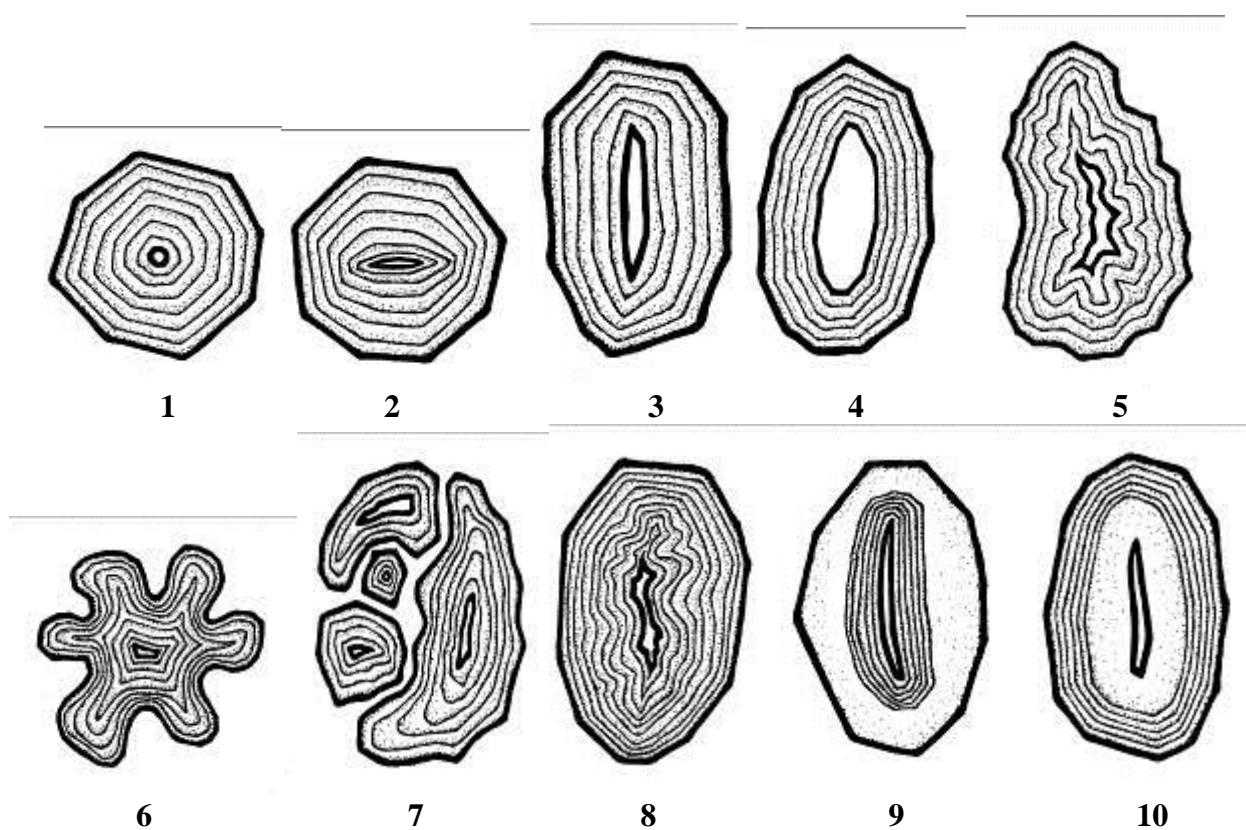


Рис. 4. Схема будови різних типів клітин луб'яних волокон на поперечному зрізі стебла конопель:

1 – ізодіаметрична форма, канал малий, точковий; 2 – ізодіаметрична форма, канал малий, щілиноподібний; 3 – овальна форма, канал великий, вузькопорожнинний; 4 – овальна форма, канал великий, широкопорожнинний; 5, 6 – неправильна форма; 7 – взаємне розташування клітин неправильної форми; 8 – овальна форма, канал неправильний; 9 – овальна форма, товстий шар вторинної оболонки на периферії; 10 – овальна форма, товстий шар вторинної оболонки в центрі

Характерною ознакою клітин первинних луб'яних волокон є наявність великої кількості шарів вторинної оболонки. Вторинні луб'яні волокна даного сорту також розміщені суцільним кільцем, товщина шару середня. Їх розміри становлять 22,3 мкм у довжину і 13,9 мкм у ширину. Клітини ізодіаметрична, правильної форми із малим, точковим або великим, вузькопорожнинним каналом.

Таблиця 1

Мінливість анатомічних ознак клітин первинних луб'яних волокон конопелі на поперечному зрізі стебла конопелі

Сорт, зразок	Характер розміщення волокнистого шару	Розмір клітин, мкм			Форма на поперечному зрізі		Кількість шарів вторинної оболонки
		довжина	ширина	клітин	кутів первинної оболонки	каналу	
ЮСО 31	суцільним кільцем, товщина шару велика	44,7	30,7	ізодіаметрична	нульові, рідко – тупі	малий, точковий або щілиноподібний	велика
Гляна	суцільним кільцем, товщина шару середня	47,0	30,5	ізодіаметрична	гострі, рідко – тупі	великий, вузькопорожнинний	середня
Глясія	суцільним кільцем або пучками, товщина шару велика	50,3	32,3	неправильна, рідко – ізодіаметрична	гострі, рідко – тупі	малий, точковий	велика, шари різної товщини
Артеміда	суцільним кільцем або пучками, товщина шару велика	57,6	36,6	овальна, рідко – ізодіаметрична	нульові, рідко – тупі	малий, щілиноподібний або неправильний	дуже велика (до 20), шари різної товщини
Гармонія	пучками, рідко – суцільним кільцем, товщина шару середня або велика	51,2	31,5	овальна (дуже витягнута) або неправильна	тупі, рідко – нульові	малий, щілиноподібний або великий, вузькопорожнинний	середня
Грація	суцільним кільцем, товщина шару велика	51,3	32,0	ізодіаметрична або овальна	нульові	малий, точковий	дуже велика
Миколайчик	суцільним кільцем, товщина шару велика	50,6	32,2	овальна або ізодіаметрична	гострі	великий вузько- або широкопорожнинний	середня
Глухівські 85	суцільним кільцем, товщина шару велика	52,2	32,7	ізодіаметрична, рідко – неправильна	нульові	малий, точковий	велика
Глухівські 51	суцільним кільцем, товщина шару велика	55,9	37,6	ізодіаметрична або овальна	нульові або тупі	малий, точковий або щілиноподібний	велика
Lovrin 110	пучками, товщина шару мала або середня	51,4	33,7	ізодіаметрична або овальна	нульові, рідко – тупі	до периферії – малий, до центру – великий	велика
Purini	клітини розміщені поодинокі або пучками по 3–5 шт.	39,1	24,8	неправильна	нульові, рідко – тупі	до периферії – малий, до центру – великий	середня
SK	пучками або суцільним кільцем, товщина шару мала або середня	30,8	26,2	ізодіаметрична	нульові	малий, точковий	велика
НІР _{0,05}		6,6	3,2				

Примітка. Зеленим кольором відмічено великі, жовтим кольором – малі розміри клітин, шарів первинного та вмісту загального волокна.

Мінливість анатомічних ознак клітин вторинних луб'яних волокон конопель на поперечному зрізі стебла конопель

Сорт, зразок	Розмір клітин, мкм			Форма на поперечному зрізі		Кількість шарів вторинної оболонки	
	Характер розміщення волокнистого шару	довжина	ширина	клітин	кутів первинної оболонки		
ЮСО 31	суцільним кільцем, товщина шару середня	22,3	13,9	ізодіаметрична	нульові, рідко – тупі	малі, точковий або великий, вузькопорожнинний	середня
Гляна	суцільним кільцем, товщина шару середня	20,6	13,8	ізодіаметрична	нульові, рідко – тупі	великий, вузькопорожнинний	середня
Глесія	суцільним кільцем або пучками, товщина шару середня або велика	21,9	13,9	неправильна або ізодіаметрична	тупі, рідко – гострі	малі, точковий або великий, неправильний	середня
Артеміда	суцільним подвійним кільцем, товщина шару велика	25,1	15,8	овальна або ізодіаметрична	нульові, рідко – тупі	малі, точковий або великий, вузькопорожнинний	велика
Гармонія	пучками, товщина шару велика	25,1	14,3	овальна (дуже витягнута)	нульові, рідко – тупі	великий, вузькопорожнинний	середня
Грація	суцільним кільцем, товщина шару велика	23,5	14,5	овальна або ізодіаметрична	нульові	великий, широкопорожнинний	велика
Миколайчик	суцільним кільцем, товщина шару мала	25,9	15,0	овальна або ізодіаметрична	тупі, рідко – гострі	великий вузько- або широкопорожнинний	середня
Глухівські 85	суцільним кільцем, товщина шару велика	25,1	13,1	ізодіаметрична, рідко – неправильна	нульові або тупі	великий, широкопорожнинний	середня
Глухівські 51	суцільним кільцем, товщина шару дуже велика	29,2	15,8	ізодіаметрична або овальна	нульові, рідко – тупі	великий, широкопорожнинний	велика
Lowrin 110	пучками, товщина шару мала	22,3	14,5	ізодіаметрична або овальна	нульові, рідко – тупі	великий, широкопорожнинний	середня
Purini	клітини розміщені поодинокі	22,2	13,2	ізодіаметрична, рідко – неправильна	тупі, рідко – нульові	великий, вузькопорожнинний	мала
SK	у матріці клітини розміщені поодинокі, у плоскі відсутні	18,7	13,3	ізодіаметрична	нульові	малий, точковий	середня
HP _{0,05}		2,5	0,8				

Примітка. Зеленим кольором відмічено великі, жовтим кольором – малі розміри клітин, шарів вторинного та вмісту загального волокна.

Сорт **Гляна** відрізняється від попереднього сорту дуже щільним розміщенням клітин первинних луб'яних волокон у середньому за шириною суцільному кільці та більшими їх розмірами: 47,0 x 30,5 мкм. Характерною рисою є переважання гострих кутів на поперечних зрізах елементарних волокон, внаслідок чого вони набувають багатогранної форми. Канал первинних елементарних волокон виключно великий, вузькопорожнинний (рис. 4.3). Шаруватість вторинної оболонки середня. Клітини вторинних луб'яних волокон приблизно в два рази менші від первинних і менші за розмірами від сорту ЮСО 31, хоча товщина шару вторинного волокна також є середньою.

Первинне волокно сорту **Глесія** залягає суцільним кільцем або пучками, хоча й у останньому випадку клітини розміщені щільно одна біля одної. Розміри клітин дещо вищі, ніж у проаналізованих попередніх сортів, їх довжина складає 50,3 мкм, а ширина – 32,3 мкм. Відмінною рисою клітин первинних елементарних волокон цього сорту є їх неправильна форма (так звана зім'ята чи зигзагоподібна) (рис. 4.5–4.7), хоча рідко трапляється і округла форма, переважно з гострими обрисами, малим, точковим каналом всередині. Шари вторинних оболонок численні і мають різну товщину, що також може бути ідентифікаційною ознакою. Клітини вторинних луб'яних волокон, як і первинних, розміщені суцільним кільцем або пучками, у середньому мають 21,9 мкм у довжину і 13,9 мкм у ширину, неправильної або ізодіаметричної форми, з тупими (іноді гострими) кутами, малим, точковим або великим, неправильним каналом і середньою кількістю шарів вторинної оболонки.

Анатомічна будова поперечного зрізу стебла сорту **Артеміда** є досить своєрідною. Зовні волокнистого шару розміщений дуже товстий шар покривних тканин (150–250 мкм). Клітини первинних луб'яних волокон дуже щільно розміщені суцільним кільцем або пучками з невеликими проміжками. Розміри клітин (57,6 x 36,6 мкм) є одними з найбільших серед низки досліджуваних нами сортів. Переважає овальна форма клітин, але канал всередині часто буває неправильної форми, що не узгоджується із загальноприйнятим, оскільки неправильну форму каналу утворює лише неправильна форма клітини, а не овальна чи округла (рис. 4.8). Шари вторинної оболонки різної товщини, а їх кількість часто є рекордною – до 20 шт. Примітною рисою є розміщення клітин вторинних луб'яних волокон чітко вираженими двома суцільними кільцями, великі розміри клітин (25,1 мкм у довжину і 15,8 мкм у ширину), їх овальна або ізодіаметрична форма і велика кількість шарів вторинної оболонки клітин.

Первинне і вторинне волокно сорту **Гармонія**, на відміну від попередньо проаналізованого матеріалу, має чітко виражену пучкову будову з великими проміжками. Клітини первинних, і, особливо, вторинних луб'яних волокон мають овальну форму, часто дуже витягнуті, серед первинних зустрічаються клітини з неправильною формою, їх розміри становлять 51,2 x 31,5 і 25,1 x 14,3 мкм відповідно. Товщина шару вторинного волокна досить значна, що свідчить про гіршу якість волокна.

Сорт **Грація** має типову анатомічну будову для високоволокнистого сорту конопель. Клітини первинних луб'яних волокон мають численні шари вторинної оболонки (поділені неначе пунктиром), а клітини вторинних – часто великий, широкопорожнинний канал.

Сорту **Миколайчик** властиве розташування волокнистого шару також суцільним кільцем великої товщини. Клітини первинних луб'яних волокон мають розміри 50,6 x 32,2 мкм, овальної або ізодіаметричної форми з гострими кутами, внаслідок чого набувають вигляду багатогранних, великий вузько- або широкопорожнинний канал (рис. 4.4), середню кількість шарів вторинної оболонки. Клітини первинних луб'яних волокон мають тонку первинну оболонку і малопомітні серединні пластинки, тому тісно розміщуються між собою. Відмінною рисою сорту є мала товщина шару волокна, що разом з незначним ступенем здерев'яніння серединних пластинок свідчить про більш якісне волокно.

Будова поперечного зрізу стебла сорту **Глухівські 85** свідчить про приналежність його до групи високоволокнистих сортів. Розміри клітин первинних луб'яних волокон у середньому 52,2 мкм у довжину і 32,7 мкм у ширину, а вторинних – 25,1 і 13,1 мкм відповідно. Шари первинного і вторинного волокна досить великі.

Сорт **Глухівські 51** на сьогодні є найбільш високоволокнистим матеріалом (вміст волокна у стеблах досягає майже 40 %). Відповідно він має характерну анатомічну будову волокнистих структур. Клітини первинних луб'яних волокон розміщені суцільним дуже

товстим кільцем, мають одні з найбільших розмірів (55,9 x 37,6 мкм), ізодіаметричну або овальну форму з нульовими або тупими кутами, малим, точковим каналом і великою кількістю шарів вторинної оболонки. Чітко вираженою особливістю вторинного волокна є його найбільша товщина серед досліджуваних зрізів стебла і розміри клітин, що становлять 29,2 мкм у довжину і 15,8 мкм у ширину. Виключно усі клітини вторинних луб'яних волокон мають великий, широкопорожнинний канал, велику кількість шарів вторинної оболонки і за зовнішнім виглядом нагадують клітини первинного волокна. Цей сорт легко ідентифікувати за анатомічною будовою.

Клітини первинних луб'яних волокон зразка **Lovrin 110** розміщені чітко вираженими пучками із малою або середньою товщиною шару, що вказує на належність даного матеріалу до середньоволокнистої групи. Розміри клітин 51,4 мкм у довжину і 33,7 мкм у ширину. Мають значну шаруватість вторинної оболонки. Примітною рисою будови є чітка диференціація каналу клітин: до периферії він малий, а до центру великий. Вторинне волокно залягає також пучками тонким шаром. Розміри клітин дещо менші від проаналізованих сортів: 22,3 x 14,5 мкм.

Клітини первинних луб'яних волокон низько волокнистого зразка **Purini** мають типову для цієї групи будову. Вони розміщені поодинокі в товщі луб'яної паренхіми або невеликими пучками по 3–5 шт., мають невеликі розміри: 39,1 мкм у довжину і 24,8 мкм у ширину. Характеризуються неправильною формою клітин. Як і у попереднього сорту має місце чітка диференціація особливостей каналу: до периферії він малий, а до центру великий, вузько- чи широкопорожнинний. Клітини вторинних луб'яних волокон нечисленні і розміщені поодинокі, мають розміри 22,2 x 13,2 мкм, невелику кількість шарів вторинних оболонок.

Зразку **SK** характерні найменші серед досліджуваних сортів розміри клітин первинних луб'яних волокон, які у середньому у довжину становлять 30,8 мкм, у ширину – 26,2 мкм, здебільшого мають ізодіаметричну форму, нульові кути, малий точковий канал і велику кількість шарів вторинної оболонки. У матірки (жіночих рослин) клітини первинних луб'яних волокон більші за розмірами, порівняно з плоскінню (чоловічими рослинами). Клітини вторинних луб'яних волокон у матірки розміщені поодинокі, а у плосконі взагалі відсутні, чим пояснюється висока якість волокна даного сорту.

Досить цікаві нетипові особливості волокнистих структур виявлено у гібриду **Глесія / Futura 75**. Клітини як первинних, так і вторинних луб'яних волокон розміщені пучками, розділеними великими проміжками, причому вторинне волокно істотно переважає вторинне, що свідчить про його низьку якість. Клітини первинних луб'яних волокон найчастіше ізодіаметричної (правильної) форми, 51,0 мкм у довжину і 34,1 мкм у ширину, але розмах варіації розмірів досить значний, чого не спостерігали у сортопопуляції. Клітини вторинних луб'яних волокон мають розміри 24,1 x 15,6 мкм. У обох типів клітин дуже товсті первинні оболонки, а за будовою шарів вторинної оболонки можна виділити три групи клітин: 1) з відсутніми або слабко вираженими шарами; 2) з широким шаром на периферії клітини (рис. 4.9); 3) з широким шаром біля центру клітини (рис. 4.10). Канал, в основному, виражений нечітко.

Таким чином, встановлено, що окремі досліджувані анатомічні ознаки волокнистих структур на поперечному зрізі стебла у різних сортів і зразків конопель є відмінними, вони характеризуються міжпопуляційною мінливістю (на рівні найменшої істотної різниці) і внутрішньопопуляційною стабільністю (проявляються у 95–100 % особин, мають низький коефіцієнт варіації), а тому можуть бути використані як ідентифікаційні (маркерні) та селекційні для встановлення якісних і кількісних показників волокна за непрямими ознаками.

Вважаємо, що ідентифікаційні ознаки можна умовно поділити на загальні, за якими можна визначити групу високо- чи низьковолокнистих зразків, групу з високою чи низькою якістю волокна, і специфічні, за якими можна визначити конкретний генотип. Так, сорт Глесія можна відрізнити від інших, наприклад, за неправильною формою клітин первинних луб'яних волокон та різною товщиною шарів вторинної оболонки, сорт Артеміда – за товстим шаром покривних тканин, великими розмірами клітин первинних луб'яних волокон, надзвичайно численними вторинними оболонками і подвійним кільцем вторинного волокна, сорт Глухівські 51 – за наявністю виключно великого широкопорожнинного ка-

налу у клітин вторинних луб'яних волокон, подібністю їх до первинних, у зразка Lovrin 110 має місце чітка диференціація форми і розмірів каналів від периферії до центру стебла, а у рослин плосконі зразка SK взагалі відсутнє вторинне волокно.

Висновки. Сучасні сорти конопель ЮСО 31, Гляна, Глесія, Артеміда, Гармонія, Грація, Миколайчик, Глухівські 85, Глухівські 51 та нові колекційні зразки Lovrin 110 (№ національного каталогу UF0600691), Purini (UF0600692), SK (UF0600710) відрізняються за анатомічною будовою волокнистих структур на поперечному зрізі стебла, зокрема за ознаками розміру клітин первинних і вторинних луб'яних волокон, їх форми, кількості і товщини вторинних оболонок клітин, форми і розмірів каналу, щільності розміщення клітин на поперечному зрізі стебла конопель, наявності чи відсутності вторинних волокон. У досліджуваному матеріалі довжина клітин первинних луб'яних волокон коливалась в межах 30,8–57,6, ширина – 24,8–37,6 мкм, довжина клітин вторинних луб'яних волокон знаходилась в межах 18,7–29,2, ширина – 13,1–15,8 мкм, кількість шарів вторинної оболонки була від 1 до 20, а загальна товщина шару волокна варіювала від 191,4 до 704,2 мкм.

Анатомічні ознаки волокнистих структур можуть бути використані як ідентифікаційні та селекційні для встановлення якісних і кількісних показників волокна за непрямими ознаками. Ідентифікаційні ознаки можна умовно поділити на загальні, за якими можна визначити групу зразків з певними параметрами (характеристиками) волокна, і специфічні, за якими можна визначити конкретний генотип.

Ознаки товщини шарів первинного і вторинного волокна є ідентифікаційними для визначення груп високо- і низьковолокнистих зразків, груп з високою і низькою якістю волокна та для встановлення внутрішньопопуляційної мінливості за волокном в елітних рослин. Для ефективного добору особин з високим вмістом чи масою волокна доцільним є підрахунок кількості клітин луб'яних волокон на поперечному зрізі стебла чи визначення їх об'єму за спеціальною формулою. Для селекції на підвищення якості волокна доцільним є добір рослин, які мають невеликі розміри елементарних луб'яних волокон, їх округлу чи ізодіаметричну форму з малим каналом і товстою шаруватою оболонкою, а головне – незначну частку вторинного волокна (до повної відсутності) у структурі загального волокнистого шару.

Список використаних джерел

1. Тимонин М.А., Сенченко Г.И., Сажко М.М. и др. Конопля. Под ред. Г.И. Сенченко, М.А. Тимонина. [2-е изд., пер. и доп.]. М.: Колос, 1978. 287 с.
2. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін. Коноплі. За ред. М.Д. Мигалья, В.М. Кабанця. Суми: Еллада, 2011. 384 с.
3. Мигаль М.Д. Біологія луб'яних волокон конопель. Суми: Папірус, 2011. 390 с.
4. Моторина А., Магитт М. К вопросу о типах волокна у конопли. Льнопенькоджутовая промышленность. 1931. № 7. С. 26–34.
5. Гаврилова Л., Рикман А. Микроскопический анализ стеблей конопли основных коноплесееющих районов Украины. Сборник трудов УКРНТИ. К., 1934. С. 19–47.
6. Чернова Т.Е. Биогенез флоэмных волокон конопли (*Cannabis sativa* L.) и льна (*Linum usitatissimum* L.): сравнительный анализ: автореф. дисс. ... степени канд. биол. наук: спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений». Казань, 2007. 24 с.
7. Snegireva A., Chernova T., Ageeva M. et al. Intrusive growth of primary and secondary phloem fibres in hemp stem determines fibre-bundle formation and structure. AoB Plants. 2015. V. 7. Available from: <https://academic.oup.com/aobpla/article-lookup/doi/10.1093/aobpla/plv061>.
8. Магитт М.С., Курдюмова О.П., Магитт Е.Г. Микроструктура стебля лубяных растений. Сборник работ по первичной обработке лубяных волокон. М., 1931. Вып. 5. С. 104–122.
9. Mediavilla V., Leupin M., Keller A. Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fibre quality traits. Industrial Crops and Products. 2001. V. 13. P. 49–56.

10. Hernandez A., Westerhuis W., Van Dam J.E.G. Microscopic study on hemp bast fibre formation. *Journal of Natural Fibres*. 2007. V. 3 (4). P. 1–12.
11. Кривошеева Л.М. Анатомо-технологічні особливості формування волокна конопель і використання їх в селекції : дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Кривошеева Лариса Михайлівна. Глухів, 2000. 154 с.
12. Онупрієнко Л.Г. Эффективность добору на збільшення вмісту волокна при збереженні механічної функції стебла конопель: автореф. дис. ... ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція рослин». Х., 2008. 20 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.

References

1. Tymonin MA, Senchenko GI, Sazhko MM et al. Hemp. Moscow: Kolos; 1978. 287 p.
2. Vyrovets VH, Barannyk VH, Hiliazetdinov RN et al. Hemp. Sumy: Ellada; 2011. 384 p.
3. Myhal MD. Biology of hemp bast fibers. Sumy: Papirus; 2011. 390 p.
4. Motorina A, Magitt M. To the question of the types of fiber in hemp. *Lnopenkodzhutovaia promyshlennost*. 1931; 7: 26–34.
5. Gavrilova L, Rikman A. Microscopic analysis of hemp stems of the main Ukrainian cannabiting areas. *Sbornik trudov UKRNITI*. 1934; 19–47.
6. Chernova TE. Biogenesis of floem fibers of hemp (*Cannabis sativa* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.): a comparative analysis. [dissertation thesis]. Kazan; 2007. 24 p.
7. Snegireva A, Chernova T, Ageeva M et al. Intrusive growth of primary and secondary phloem fibres in hemp stem determines fibre-bundle formation and structure. *AoB Plants*. 2015; 7. Available from: <https://academic.oup.com/aobpla/article-lookup/doi/10.1093/aobpla/plv061>.
8. Magitt MS, Kurdiunova OP, Magitt EG. Microstructure of the stem of bast plants. *Sbornik rabot po pervichnoi obrabotke lubianykh volokon*. 1931; 5: 104–122.
9. Mediavilla V, Leupin M, Keller A. Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fibre quality traits. *Industrial Crops and Products*. 2001; 13: 49–56.
10. Hernandez A, Westerhuis W, van Dam J. Microscopic study on hemp bast fibre formation. *Journal of Natural Fibres*. 2007; 3(4): 1–12.
11. Onupriienko LH. The effectiveness of selection to increase fiber content while maintaining the mechanical functions of hemp stem. [dissertation thesis]. Kharkiv; 2008. 20 p.
12. Krivosheeva LM. Anatomical and technological features of the formation of hemp fibers and their use in breeding. [dissertation]. Hlukhiv; 2000. 154 p.
13. Dospikhov BA. Methods of field experience. Moscow: Kolos; 1973. 336 p.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ СТРУКТУР НА ПОПЕРЕЧНОМ СРЕЗЕ СТЕБЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ КОНОПЛИ

Мищенко С.В., Кмец И.Л.
Институт лубяных культур НААН, Украина

Конопля (*Cannabis sativa* L.), прежде всего, является волокнистой культурой, поэтому изучению анатомического строения стебля в селекционных целях, в частности волокнистого слоя, всегда уделялось много внимания со стороны исследователей.

Цель и задачи исследования – установить особенности строения волокнистого слоя и степень изменчивости анатомических признаков клеток первичных и вторичных лубяных волокон на поперечном срезе стебля конопля у ряда современных сортов и новых образцов.

Материалы и методы. Анатомический анализ стеблей проводили в фазу начала созревания семян (технической спелости растений). Площадь питания растений 30 x 5 см. Срез делали на уровне IV междоузлия. Временные анатомические препараты изучали

под микроскопом при увеличении в 600, 300 и 150 раз. Используются девять сортов, три коллекционных образца и один гибрид конопли.

Обсуждение результатов. Были исследованы сорта конопли ЮСО 31, Гляна, Глесия, Артемида, Гармония, Грация, Миколайчик, Глуховские 85, Глуховские 51 и коллекционные образцы Lovrin 110 (№ национального каталога UF0600691), Purini (UF0600692), SK (UF0600710) по анатомическому строению волокнистого слоя и клеток первичных и вторичных лубяных волокон на поперечном срезе стебля. В исследуемом материале длина клеток первичных лубяных волокон была в пределах 30,8–57,6, ширина – 24,8–37,6 мкм, длина клеток вторичных лубяных волокон – 18,7–29,2, ширина – 13,1–15,8 мкм, количество слоев вторичной оболочки колебалось от 1 до 20, общая толщина слоя волокна – от 191,4 до 704,2 мкм.

Выводы. Признаки размера клеток первичных и вторичных лубяных волокон, их формы, количества и толщины вторичных стенок клеток, формы и размера канала, плотности размещения клеток на поперечном срезе стебля конопли, наличие или отсутствие вторичных волокон могут быть использованы как идентификационные и селекционные для установления качественных и количественных показателей волокна по непрямым признакам.

Ключевые слова: конопля, стебель, анатомия, клетка, первичные и вторичные лубяные волокна, содержание волокна, селекция

VARIABILITY OF ANATOMICAL STRUCTURE OF FIBER ON THE STEM CROSS-SECTION OF THE HEMP DIFFERENT SAMPLES

Mishchenko S.V., Kmetz I.L.
Institute of Bast Crops of NAAS, Ukraine

Hemp (*Cannabis sativa* L.) is a fibrous culture. For investigation of the anatomical structure of the stem for breeding purposes, in particular the fibrous layer, there has always been a lot of attention on the part of researchers.

The aim and tasks of the study were to establish the features of the structure of the fibrous layer and the degree of variability of the anatomical signs of the primary and secondary bast fibers cells on the cross-section of the hemp stem in a number of modern varieties and new samples.

Material and Methods. Anatomical analysis of the stems was carried out in the phase of the outset of seed ripening (technical ripeness of plants). The area of plant nutrition was 30 x 5 cm. The cut was done at level IV internodes. Temporary anatomical preparations were studied with a microscope at magnification of 600, 300 and 150 times. There were used 9 varieties, 3 collection samples and 1 hybrid of hemp.

Results and Discussion. The hemp varieties JUSO 31, Glyana, Glesia, Artemida, Garmonija, Gracia, Mikolajczyk, Glukhovskie 85, Glukhovskie 51 and collection samples Lovrin 110 (National Catalog No. UF0600691), Purini (UF0600692), SK (UF0600710) were examined by us on the anatomical structure of the fibrous Layer and cells of primary and secondary bast fibers on the cross-section of the stem. The length of cells of primary bast fibers was from 30.8 to 57.6, the width – 24.8–37.6 μm , the length of cells of secondary bast fibers was from 18.7 to 29.2, the width – 13.1–15.8 μm , the number of secondary cell membranes was from 1 to 20, the total width of the fiber layer – 191.4–704.2 μm in the plant material studied by us.

Conclusions. The signs of the size of the cells of primary and secondary bast fibers, their shape, the number and thickness of the secondary cell membranes, the shape and size of the canal, the density of cell placement on the cross-section of the hemp stem, the presence or absence of secondary fibers can be used as identification. These characteristics can be used in breeding to establish qualitative and quantitative indicators of fiber by indirect characteristics too.

Key words: hemp, stem, anatomy, cell, primary and secondary bast fibers, fiber content, breeding