

Фітомеліоративні властивості рослин *Cannabis sativa* L. залежно від сортових особливостей культури

В. М. Кабанець¹, Л. М. Михальська², В. В. Швартау², В. М. Матус³

¹Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН України, вул. Зелена, 1, с. Сад, Сумський р-н, Сумська обл., 42343, Україна, e-mail: kabanetsv@ukr.net

²Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Дослідити сортові особливості рослин конопель посівних з метою поліпшення якісних показників ґрунтів, на яких вони ростуть, визначити вміст неорганічних елементів у ґрунті, рівень їх накопичення у стеблах рослин і насінні. **Методи.** Основні – польовий і спектрометричний. Результати опрацьовували за загальноприйнятими методиками у землеробстві, рослинництві та статистиці. Варіанти досліду – сорти 'Гляна', 'Глесія': 1) ґрунт; 2) стебла; 3) насіння. Схеми дослідів: а) технічна стиглість рослин, міжряддя 45 см; б) технічна стиглість рослин, міжряддя 15 см; в) біологічна стиглість рослин, міжряддя 45 см; г) біологічна стиглість рослин, міжряддя 15 см. **Результати.** Визначено величину акумуляції лужноземельних металів та їхніх сполук насінням і стеблами рослин конопель посівних залежно від їх вмісту в ґрунтах. Виявлено, що стебла рослин сорту 'Глесія' накопичували стронцію (Sr) та його сполук значно менше порівняно з рослинами сорту 'Гляна', а в насінні сорту 'Глесія' вміст цього хімічного елемента був вищим порівняно з попереднім сортом на 70 і 78% відповідно. Різниця в накопиченні сполук барію (Ba) в насінні сортів конопель посівних була неістотною, тоді як тканини стебел рослин сорту 'Гляна' накопичували його сполук значно більше порівняно з сортом 'Глесія'. Дослідженнями не виявлено впливу частки сорту, площі живлення та фази досягання на процеси акумуляції рослинами сполук магнію (Mg). Сорт 'Глесія' накопичував у тканинах стебел рослин відчутно менше кальцію (Ca) та його сполук порівняно з рослинами сорту 'Гляна': у варіантах фази технічної стиглості рослин у посівах з міжряддями 45 см (а) і з – рослини вузькорядного висіву (15 см) у фазі біологічної стиглості на 30,94 і 15,95 мг/кг більше за наявності у ґрунті та у варіантах фази технічної стиглості рослин вузькорядного висіву (15 см) і у фазі біологічної стиглості з широкорядним висівом (45 см) – на 34,54 і 24,19 мг/кг менше за наявності в ґрунті. **Висновки.** На показники акумуляції лужноземельних металів рослинами конопель посівних істотно вплинули: концентрація сполук певного хімічного елемента в орному шарі ґрунту, рівень енергетичного (світлового) забезпечення рослин у процесі вегетації, сортові особливості конопель посівних, етапи органогенезу рослин і специфічні особливості їх наземної частини – стебел – накопичувати ці хімічні елементи, а також насінням. Встановлено сортову залежність щодо накопичення важких металів тканинами рослин і насінням конопель посівних. Для отримання екологічно чистої продукції необхідно враховувати сортові особливості рослин щодо здатності поглинати й акумулювати відповідні хімічні елементи та їхні сполуки під час вирощування культури.

Ключові слова: коноплі посівні, акумуляція, сорти, міжряддя, насіння, стебло, неорганічні елементи.

Вступ

Коноплі посівні займають особливе місце серед технічних культур, вирощуваних в Україні. Крім господарського значення, рос-

лини цієї культури мають таку цінну властивість, як здатність до фітомеліорації, тобто поліпшення якісних показників ґрунту, на якому вони ростуть [1].

Рівень забрудненості ґрунтів залежить від біокліматичних особливостей природної зони, властивостей ґрунту, вирощуваних культур, системи застосування добрив, хімічної природи сполук, рівня їх розчинності й переходу в ґрунтовий поглинальний комплекс, агротехніки тощо [2, 3]. Систематичне внесення мінеральних добрив і хімічних меліорантів для підвищення рівня родючості ґрунтів неминуче пов'язано з потраплянням

Viktor Kabanets

<http://orcid.org/0000-0002-5981-7184>

Ludmila Mykhalskaya

<http://orcid.org/0000-0002-0677-5574>

Victor Schwartau

<http://orcid.org/0000-0001-7402-5559>

Valentina Matus

<http://orcid.org/0000-0002-2267-4757>

у ґрунт забруднювальних речовин, що мають токсичний вплив на рослини, тварин і організм людини.

Основні хімічні сполуки, наявні у ґрунті, надходять в організм людини через інші субстрати, які контактують із ґрунтом – воду, повітря, рослини. Тому важливо досліджувати вміст хімічних елементів і їхніх сполук, які можуть мігрувати в атмосферу, ґрунтові або поверхневі води чи накопичуватися в рослинах. Унаслідок таких транслокацій хімічних елементів погіршується якість сільськогосподарської продукції. Міністерство охорони здоров'я України затвердило показники гранично допустимої концентрації (ГДК) для багатьох важких металів, проте не всіх, які були виявлені внаслідок проведених аналізів у дослідках [4]. Тому визначення рівня шкідливого їх впливу на біологічні об'єкти за кількісним показником вмісту в ґрунті ділянок, де проводили дослідження, ускладнено.

Поглинання та накопичення сільськогосподарськими рослинами біологічно активних речовин є динамічним процесом, який залежить від багатьох чинників довкілля, зокрема й антропогенних. До того ж, деякі небезпечні забруднювачі групи лужноземельних металів виявляють високу токсичність, здатні потрапляти в біологічний кругообіг і накопичуватися в організмі людини. Тому актуальним є дослідження сортових особливостей рослин культури конопель посівних щодо здатності поліпшувати якісні показники ґрунту, виносячи з нього важкі метали та їхні сполуки, які після переробки рослинницької продукції втрачають токсичність і не становлять загрози здоров'ю людини.

Мета досліджень – дослідити сортові особливості рослин конопель посівних з метою поліпшення якісних показників ґрунтів, на яких вони ростуть, визначивши вміст неорганічних елементів у ґрунті, рівень їх накопичення у стеблах рослин і насінні.

Матеріали та методи досліджень

Польові дослідження проводили в умовах експериментальної бази Дослідної станції луб'яних культур Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (м. Глухів, Сумська обл.) протягом 2014–2016 рр.

Насіння конопель посівних висівали в першій декаді травня на глибину 2–3 см. Вирощування рослин у посівах та догляд за ними відповідали технології, рекомендованій для зони Лісостепу.

Зразки частин рослин (стебла, плоди) відбирали у фазі технічної та біологічної стиглості, зразки ґрунту з орного шару на ділян-

ках закладання дослідів глибиною 0–30 см – перед посівом культури та після закінчення вегетаційного періоду.

Варіанти дослідів – сорти 'Гляна' і 'Глесія': 1) ґрунти; 2) стебла; 3) насіння. Схеми дослідів: а) технічна стиглість рослин, міжряддя 45 см; б) технічна стиглість рослин, міжряддя 15 см; в) біологічна стиглість рослин, міжряддя 45 см; г) біологічна стиглість рослин, міжряддя 15 см.

Проводили триразовий аналіз вмісту важких металів у ґрунті, насінні та стеблах конопель в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України.

Елементний склад у дослідних зразках визначали методом ICP-MS на емісійному мас-спектрометрі Agilent 7700х. Зразки висушували до сухої маси й озолювали в азотній кислоті (осч) за допомогою мікрохвильової пробопідготовки MilestoneStart D. Отриманий екстракт доводили до об'єму 50 мл водою 1-го класу (18 Мом) із використанням системи очищення води Scholar-UV NexUp 1000 (HumanCorporation, Корея).

Для розрахунків використали Microsoft Excel та пакет програм для статистичного аналізу Statistica 8.0 [6, 7].

Результати досліджень

Аналіз результатів трирічних досліджень особливостей накопичення неорганічних елементів частинами рослин конопель посівних свідчить, що лужноземельні метали по-різному потрапляють з ґрунту в рослину.

Стронцій (Sr) зустрічається в природі переважно у формі сульфатів і карбонатів. Значення елемента в життєдіяльності тварин і рослин є негативним. Однак він завжди наявний в біологічному організмі як постійний супутник кальцію, частково заміщуючи його. Підвищений вміст Sr в організмі людини призводить до ураження тканин кісток і збільшення їх крихкості, зумовлює швидке руйнування зубів. Уражуються також печінка і кров [8].

ГДК Sr у рослинній сировині – 1,0 мг/кг [8]. За результатами (таблиця), вміст цього елемента в ґрунті дослідних ділянок був істотним – 46,4 мг/кг (середнє значення за три роки). Тому дослідження накопичення стронцію рослинами різних сортів конопель посівних і розроблення агротехнічних заходів для зменшення його вмісту в біосировині є актуальними.

За результатами досліджень встановлено, що насіння конопель акумулює Sr набагато менше порівняно з тканинами стебел в усіх варіантах дослідів у рослинах сорту 'Гляна':

а) на 38%; б) 36%; в) 31%; г) 34%; у рослин сорту 'Глесія': а) на 44%; б) 51%; в) 34% і г) 33% менше.

Аналізом вмісту Sr у тканинах стебел конопель виявлено, що майже в усіх варіантах дослідів сорт 'Глесія' накопичував його значно менше порівняно з рослинами сорту 'Гляна', крім варіанта (г) – рослини вузькорядних посівів (15 см) у фазі біологічної стиглості. У фазі технічної стиглості рослин у посівах з міжряддям 45 см різниця становила 5,34 мг/кг, або 83%; з міжряддям 15 см – 11,6 мг/кг, або 66%. У фазі біологічної стиглості рослин у посівах з міжряддям 45 см – відповідно 9,63 мг/кг, або 71%; з міжряддям 15 см – 0,7 мг/кг, або 97%.

Потрапляння сполук Sr у насіння конопель мало дещо іншу тенденцію. У фазі біологічної стиглості в насінні обох сортів значно менше цього хімічного елемента порівняно з фазою технічної стиглості рослини. Зокрема, у насінні сорту 'Гляна' вміст Sr у фазі технічної стиглості перевищував його акумуляцію у фазі біологічної на 88% у посівах з міжряддям 45 см та на 76% – у посівах з міжряддям 15 см. У сорту 'Глесія' вміст Sr був вищим порівняно з попереднім сортом на 70 і 78% відповідно.

Отже, сортова агротехніка вирощування впливає на інтенсивність процесів накопичення стронцію рослинами конопель посівних.

Барій (Ba) у земній корі концентрується в середніх і кислих магматичних породах – у межах 400–1200 мг/кг. У геохімічних процесах Ba зазвичай асоціюється з калієм (K⁺) через наближеність їхніх іонних радіусів, тому він наявний переважно у складі природних сполук лужного польового шпату й біотиту [9]. Вивільнений внаслідок вивітрювання з природних мінералів Ba малорухомиий, оскільки легко осідає у формі сульфатних і карбонатних солей, адсорбується глинами і накопичується в мінералах і конкреціях, що містять марганець і фосфор. Для ґрунтів України межі коливань вмісту Ba в поверхневому шарі такі: для підзолистих і піщаних – від 180 до 260, для чорноземів – від 475 до 620 мг/кг [10].

За результатами досліджень вміст барію у ґрунті ділянок, де вирощували коноплі посівні, коливався від 84 до 100 мг/кг, що дещо менше від величин, наведених у літературних джерелах.

У рослинах конопель посівних рівень накопичення Ba не перевищував кількох ppm. Найменше його було в насінні. У варіантах дослідів у фазі технічної стиглості вміст цього хімічного елемента в рослинах, що вегетували в широкорядних посівах сорту 'Гляна', стано-

вив 2,6% загальної його кількості в ґрунті, а у вузькорядних (міжряддя 15 см) – 2,2%; з досягненням біологічної стиглості – 2,3 і 1,8% відповідно. За результатами дослідів насіння сорту 'Глесія' акумулювало його порівняно з величиною вмісту в ґрунті у таких обсягах: 2,7, 2,3, 1,5 та 1,8%.

Тканини стебел конопель посівних накопичували дещо більше Ba, порівняно з насінням. Стебла сорту 'Гляна' в дослідів акумулювали Ba з ґрунту в таких обсягах: 10,1, 11,6, 13,7 та 7,9% відповідно.

За результатами досліджень вміст Ba у стеблах рослин сорту 'Глесія' становив 9,2, 8,1, 5,9 та 7,6% відповідно до вмісту в ґрунті.

Якщо за рівнем накопичення Ba у насінні різниця між сортами була неістотною, то в стеблах культури – досить відчутною. Рослини сорту 'Гляна' накопичували його більше порівняно з сортом 'Глесія'.

Виявлена залежність свідчить про вплив сортової агротехніки на вміст Ba у рослинах конопель посівних. Це важливо для отримання екологічно чистої рослинної продукції, оскільки вміст Ba перевищував у всіх варіантах дослідів рівні ГДК для біосировини (0,7 мг/кг).

Таким чином, різниця між вмістом стронцію і барію в ґрунті була істотною: в середньому Ba накопичувалося більше на 49,2 мг/кг. Особливості ж акумуляції цих елементів у частинах рослин конопель були протилежними.

У середньому за роки досліджень, порівняно з барієм, стронцію більше накопичувалося у частинах рослин конопель. Так, у насінні сорту 'Гляна' Sr було більше відповідно у варіантах: технічна стиглість рослин із міжряддям 45 см – у 9,6, з міжряддям 15 см – 10,3 раза; біологічна стиглість рослин з міжряддям 45 см – 8,4, з міжряддям 15 см – у 7,7 раза.

Насіння сорту 'Глесія' у варіантах дослідів накопичувало Sr більше ніж Ba: технічна стиглість рослин з міжряддям 45 см – у 9,3, з міжряддям 15 см – 9,5 раза; біологічна стиглість рослин з міжряддям 45 см – у 6,7, з міжряддям 15 см – 7,3 раза. Щодо величини акумуляції цих елементів тканинами стебел, то сорт 'Гляна' в середньому у варіантах дослідів накопичував Sr більше ніж Ba у 21,5 раза, тоді як сорт 'Глесія' – у 18,0 разів.

Отже, результати досліджень свідчать про те, що накопичення таких лужноземельних металів як стронцій і барій рослинами конопель залежить не тільки від величини їх вмісту у ґрунті.

Відомо, що берилій (Be) є інгібітором деяких ферментів, а його підвищені концентрації у навколишньому середовищі можуть спричинювати онкозахворювання у людини

Вміст лужноземельних металів у ґрунті та рослинах конопель посівних
(середнє за 2014–2016 рр.) $M \pm m$, $n = 30$

Елементи	Сорти							
	'Гляна'				'Глесія'			
	Стиглість							
	технічна		біологічна		технічна		біологічна	
	Міжряддя, см							
	45	15	45	15	45	15	45	15
Ґрунт								
Sr	44,48±0,03	50,08±0,06	47,25±0,30	47,49±2,31	43,33±0,22	43,58±0,23	49,49±0,29	45,44±0,06
Ba	95,26±0,05	100,05±0,03	93,34±0,60	100,51±1,5	84,05±0,03	94,65±0,11	99,43±0,30	97,49±0,40
Be	0,50±0,06	0,51±0,03	0,50±0,07	0,49±0,03	0,43±0,03	0,43±0,04	0,48±0,03	0,49±0,07
Mg	2397,7±3,6	2461,2±2,2	2489,2±1,8	2350,3±5,4	2265,3±2,3	2402,7±1,6	2497,5±1,5	2362,5±2,1
Ca	355,8±0,3	394,9±0,3	340,2±0,9	351,02±0,10	366,40±1,05	389,58±1,02	406,08±0,52	393,3±0,3
Насіння								
Sr	12,05±0,03	12,55±0,02	10,57±0,70	9,51±0,04	11,56±0,03	11,62±0,02	8,19±0,05	9,14±0,06
Ba	2,46±0,08	2,21±0,01	2,18±0,20	1,79±0,05	2,28±0,03	2,15±0,01	1,45±0,04	1,73±0,04
Be	<0	<0	<0	<0	<0	<0	<0	<0
Mg	3478,5±0,7	3368,9±0,9	3758,4±0,5	3242,9±0,4	2995,4±0,40	3101,3±0,2	3345,6±1,6	3376,3±0,5
Ca	226,3±0,1	216,6±0,5	179,6±0,6	150,2±0,3	247,8±0,55	233,3±0,3	162,1±0,7	151,5±0,3
Стебла								
Sr	31,6±0,5	34,4±0,9	33,7±0,7	28,3±0,6	26,3±0,05	22,8±0,6	24,1±0,10	27,6±0,4
Ba	9,67±0,40	11,63±0,06	12,82±0,85	7,96±0,02	7,69±0,03	7,64±0,04	5,87±0,03	7,45±0,04
Be	<0	<0	<0	<0	<0	<0	<0	<0
Mg	750,3±0,2	741,5±0,4	619,3±0,9	659,1±0,3	756,8±1,4	764,1±0,2	510,0±0,7	463,5±0,2
Ca	438,5±0,3	477,2±0,2	448,2±1,1	432,0±0,9	397,3±0,9	355,4±0,2	381,9±0,3	409,3±0,8

[9]. Берилій у розчиненому стані в ґрунті може поглинатися рослинами, де його концентрація змінюється в широких межах – від часток ppm до десятків ppm. Дуже високий його вміст (до 250 мг/кг) встановлено для рослини-концентратора сполук Be – *Vaccinium myrtillus* L. Серед інших накопичувачів цього елемента – деякі представники родин бобових і капустяних, насамперед корені рослин. Підвищені кількості Be виявлено в листках салату (0,033 мг/кг) і плодах томатів (0,24 мг/кг). Берилій накопичується в лишайниках і мохах (0,04–0,9 мг/кг) [10]. За даними Kabata-Pendias A., Pendias H. [10], Be токсичний для рослин вже за його вмісту в обсязі 2–16 мг/кг у розчині вирощування. Він гальмує проростання насіння та поглинання сполук Ca, Mg і P кореневими системами, руйнує протеїни й ензими.

Вміст Be у ґрунті дослідних ділянок становив від 0,43 до 0,51 мг/кг, що може бути небезпечним для перевищення ГДК берилію у рослинах – 0,0002 мг/кг. Проте, трирічні результати досліджень свідчать, що тканини конопель посівних не акумулюють берилій. Отже, наявність досить високого вмісту берилію у ґрунті ділянок, на яких проводили дослідження, не мала негативних наслідків для рослин конопель посівних та, відповідно, для продуктів їх переробки.

У середньому за роки досліджень вміст магнію (Mg) у ґрунті становив 2403 мг/кг. У

насінні конопель акумулюється значна кількість цього елемента порівняно зі стеблами. Не виявлено впливу на рівень накопичення магнію у рослинах таких чинників, як сорт чи площа живлення, або фаза їх досягання.

Вміст кальцію (Ca) у ґрунті становив 375 мг/кг, що відчутно менше порівняно із вмістом магнію. Проте, насіння акумулювало Ca менше з орного шару ґрунту (у середньому в досліді на 179 мг/кг) порівняно з магнієм.

У варіантах з накопичення Ca у рослинах конопель посівних чітко простежується сортова залежність. Рослини сорту 'Гляна' акумулювали кальцій у тканинах стебел за результатами досліді на 82,66 мг/кг більше порівняно з наявністю у ґрунті за технічної стиглості в широкорядних посівах (варіант а – міжряддя 45 см), за досягнення біологічної стиглості на цих же посівах (варіант в) – 108,0, на вузькорядних (варіанти б, г – міжряддя 15 см) – 82,31 і 80,97 мг/кг відповідно.

Рослини сорту 'Глесія' акумулювали в тканинах стебел набагато менше кальцію у варіантах досліді порівняно з рослинами попереднього сорту, зокрема: у варіантах технічної стиглості рослин з міжряддям 45 см і біологічної з міжряддям 15 см – на 30,94 і 15,95 мг/кг більше за наявності у ґрунті та у варіантах технічної стиглості рослин з міжряддям 15 см і біологічної стиглості з міжряддям 45 см – на 34,54 і 24,19 мг/кг менше за наявності в ґрунті.

Отже, під час визначення елементів технології вирощування конопель посівних необхідно враховувати сортові особливості культури.

Висновки

На обсяги накопичення лужноземельних металів рослинами конопель посівних істотно впливали: концентрація сполук певного хімічного елемента в орному шарі ґрунту, рівень енергетичного (світлового) забезпечення рослин у процесі вегетації, сортові особливості культури, етапи органогенезу конопель посівних і відмінності накопичення їх у наземній вегетативній та генеративній частинах. Виявлено сортову залежність накопичення досліджених металів тканинами рослин і насінням культури.

Рослини сорту 'Гляна' накопичували значно більше сполук стронцію, барію і магнію порівняно з рослинами сорту 'Глесія', тобто під час вегетації вони виносили з ґрунту значно більший відсоток цих елементів, тим самим здійснюючи фітомеліорацію ґрунтів.

Встановлено, що за допомогою сортової агротехніки можна контролювати інтенсивність надходження й величини вмісту неорганічних хімічних елементів лужноземельної групи в рослинах конопель посівних.

Використана література

1. Кабанець В. М. Галузі льонарства та коноплярства України: стан та перспективи. *Зб. наук. пр. Ін-ту луб'яних культур УААН*. Суми : СОД, 2009. Вип. 5. С. 3–7.
2. Фоменко В. С. Эмиссионные свойства материалов. 4-е изд., перераб. и доп. Киев : Наук. думка, 1981. 340 с.
3. Яковлев Е. О., Мельник І. В., Дубицький А. І. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів, донних відкладів, ґрунтових вод : метод. реком. Київ : Геоінформ, 1998. 33 с.
4. Лікарські засоби. Належна практика культивування та збирання вихідної сировини рослинного походження. СТ-Н МОЗУ 42-4.5:2012. Київ : МОЗ України, 2012. 13 с.
5. Эрмантраут Э. Р. Статистический анализ многофакторных экспериментов. *Полевые эксперименты для устойчивого развития сельской местности*. Санкт-Петербург–Пушкин, 2003. С. 70–73.
6. Afifi A. A., Azen S. P. *Statistical Analysis: A Computer Oriented Approach*. 2nd ed. New York : Academic Press, 1979. 442 p.

УДК 633.522:57:631.52

Кабанец В. М.¹, Михальская Л. Н.², Швартау В. В.², Матус В. М.³ Фитомелиоративные свойства растений *Cannabis sativa* L. в зависимости от сортовых особенностей культуры // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 4. С. 423–428. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117752>

¹Институт сельского хозяйства Северо-Востока НААН Украины, ул. Зеленая, 1, с. Сад, Сумской р-н, Сумская обл., 42343, Украина, e-mail: kabanetsv@ukr.net

²Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, ул. Васильковская, 31/17, г. Киев, 03022, Украина

³Украинский институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

Цель. Исследовать сортовые особенности растений конопли посевной с целью улучшения качественных показателей почвы, на которой они произрастают, определить содержание неорганических элементов в почве, уровень

7. Верховський В. В., Сулима В. С. Особливості метаболізму стронцію-90 в кістковій тканині експериментальної тварини. *Архів клінічної медицини*. 2005. № 1. С. 31–33.
8. Rudnyk-Ivashchenko O. I., Mykhalska L. M., Schwartau V. V. Peculiarities of the Heavy Metal Accumulation in the Medicinal Plants under the Lisosteppe Conditions. *J. Nat. Sci. Sust. Tech.* 2016. Vol. 10, Iss. 2. P. 171–184.
9. Конрад Х., Крамплиц Р. *Електротехнологія*. София : Техника, 1990. 420 с.
10. Kabata-Pendias A., Pendias H. *Trace elements in soils and plants*. 3rd ed. Boca Raton, FL : CRC Press, 2001. 413 p.
11. Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. Contents of heavy metals as a criterion for apple quality assessment and soil properties. *Polish J. Soil Sci.* 2007. Vol. 45, No. 1. P. 47–56.

References

1. Kabanets, V. M. (2009). Branches of flax and hemp growing in Ukraine: current state and prospects. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lubyanykh kultur UAAN* [Collection of scientific works of the Institute of Bast Crops of UAAS], 5, 3–7. [in Ukrainian]
2. Fomenko, V. S. (2004). *Emissionnyye svoystva materialov* [Emission properties of materials]. (4th ed., rev.). Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]
3. Yakovliev, Ye. O., Melnik, I. V., & DUBYTSKYI, A. I. (1998). *Ekoloho-heokhimichna otsinka zabrudnennia gruntiv, donnykh vidkladiv, gruntovykh vod* [Ecological and geochemical assessment of soil, sediment, groundwater pollution]. Kyiv: Heoinform. [in Ukrainian]
4. *Likarski zasoby. Nalezha praktyka kultyvuvannia ta zbyrannia vykhidnoi syrovyny roslynnoho pokhodzhennia*. СТ-Н МОЗУ 42-4.5:2012 [Medicines. Good practice of cultivation and gathering vegetable-based raw materials. ST-N Ministry of Health of Ukraine 42-4.5: 2012]. (2012). Kyiv: MOZ Ukrainy. [in Ukrainian]
5. Ermantraut, E. R. (2003). Statistical analysis of multifactor experiments. In *Polevye eksperymenty dlya ustoychivogo razvitiya sel'skoy mestnosti* [Field experiments for sustainable rural development] (pp. 70–73). St. Petersburg; Pushkin: N.p. [in Russian]
6. Afifi, A. A., & Azen, S. P. (1979). *Statistical Analysis: A Computer Oriented Approach*. (2nd ed.). New York: Academic Press.
7. Verkhovskiy, V. V., & Sulyma, V. S. (2005). Features of the metabolism of strontium-90 in the bone tissue of the experimental animal. *Archive of Clinical Medicine*, 1, 31–33. [in Ukrainian]
8. Rudnyk-Ivashchenko, O. I., Mykhalska, L. M., & Schwartau, V. V. (2016). Peculiarities of the Heavy Metal Accumulation in the Medicinal Plants under the Lisosteppe Conditions. *J. Nat. Sci. Sust. Tech.*, 10(2), 171–184.
9. Konrad, H., & Krampits, R. (1990). *Elektrotekhnologiya* [Electrotechnology]. Sofia: Technica. [in Ukrainian]
10. Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils and plants*. (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
11. Bednarek, W., Tkaczyk, P., & Dresler, S. (2007). Contents of heavy metals as a criterion for apple quality assessment and soil properties. *Polish J. Soil Sci.*, 45(1), 47–56.

их накопления в стеблях растений и семенах. **Методы.** Основные – полевой и спектрометрический. Результаты обрабатывали по общепринятым методикам в земледелии, растениеводстве и статистике. Варианты опыта – сорта 'Гляна',

‘Глесія’: 1) почва; 2) стебли; 3) семена. Схемы опытов: а) техническая спелость растений, междурядья 45 см; б) техническая спелость растений, междурядья 15 см; в) биологическая спелость растений, междурядья 45 см; г) биологическая спелость растений, междурядья 15 см. **Результаты.** Определены величины аккумуляции щёлочноземельных металлов и их соединений семенами и стеблями конопли посевной в зависимости от содержания их в почвах на протяжении вегетации. Выявлено, что стебли растений сорта ‘Глесия’ накапливали стронция (Sr) и его соединений значительно меньше по сравнению с растениями сорта ‘Гляна’, а в семенах сорта ‘Глесия’ содержание этого химического элемента превышало содержание в семенах предыдущего сорта на 70 и 78% соответственно. Разность в накоплении соединений бария (Ba) семенами конопли посевной между сортами была не существенной, тогда как ткани стеблей растений сорта ‘Гляна’ накапливали его соединений значительно больше по сравнению с сортом ‘Глесия’. Исследованиями не выявлено влияния доли сорта, площади питания и фазы созревания на процессы аккумуляции растениями соединений магния (Mg). Сорт ‘Глесия’ накапливал в тканях стеблей гораздо меньше кальция (Ca) и его соединений по сравнению с растениями сорта ‘Гляна’: в вариантах в фазе

технической спелости растений в посевах с междурядьями 45 см (а) и г – растения узкорядных посевов (15 см) в фазе биологической спелости – на 30,94 и 15,95 мг/кг больше при наличии в почве и в вариантах в фазе технической спелости растений с узкорядным посевом (15 см) и в фазе биологической спелости с широкорядным посевом (45 см) – меньше на 34,54 и 24,19 мг/кг. **Выводы.** На показатели аккумуляции щёлочноземельных металлов растениями конопли посевной существенно повлияли: концентрация соединений определенного химического элемента в пахотном слое почвы, уровень энергетического (светового) обеспечения растений в процессе вегетации, сортовые особенности конопли посевной, этапы органогенеза растений, специфические особенности наземной части – стеблей – накапливать эти химические элементы, а также семенами. Выявлена сортовая зависимость накопления тяжелых металлов тканями растений и семенами конопли посевной. Для получения экологически чистой продукции необходимо учитывать сортовые особенности растений поглощать и аккумулировать соответствующие химические элементы и их соединения при выращивании культуры.

Ключевые слова: конопля посевная, аккумуляция, сорта, междурядья, семена, стебель, неорганические элементы.

UDC 633.522: 57:631.52

Kabanets, V. M.¹, Mykhalska, L. M.², Shvartau, V. V.², & Matus, V. M.³ (2017). Phytomeliorative properties of *Cannabis sativa* L. plants depending on varietal features of the culture. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(4), 423–428. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117752>

¹Institute of Agriculture of the Northern East, NAAS of Ukraine, 1 Zelena Str., Sad, Sumy district, Sumy region, 42343, Ukraine, e-mail: kabanetsv@ukr.net

²Institute of Plant Physiology and Genetics, NAS of Ukraine, 31/17 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

³Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva Str., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To investigate the varietal characteristics of the hemp plants for improving the quality indices of the soil they grow in, determine the amount of inorganic elements in the soil, level of their accumulation in plant stalks and seeds. **Methods.** Field and spectrometric methods were basic. The results were processed using conventional methods in agriculture, crop growing and statistics. Variants of the experiment were as follows: varieties ‘Hliana’, ‘Hlesiiia’: 1) soils; 2) stalks; 3) seeds. Schemes of experiments included: а) technical maturity of plants, row spacing 45 cm; б) technical maturity of plants, row spacing 15 cm; в) biological maturity of plants, row spacing 45 cm; г) biological maturity of plants, row spacing 15 cm. **Results.** The amount of the accumulation of alkaline earth metals and their compounds by seeds and stalks of hemp plants depending on their content in vegetation soils was determined. It was found that stalks of the ‘Hlesiiia’ plant accumulated strontium (Sr) and its compounds far less than that of ‘Hliana’, whereas in the seeds of the ‘Hlesiiia’ variety the content of this chemical element was higher comparing with the previous variety by 70 and 78%, respectively. The difference in the accumulation of barium (Ba) compounds in seeds of hemp plants was not significant, while the tissues of the plant stalks of the ‘Hliana’ variety accumulated its compounds significantly more as compared to the ‘Hlesiiia’ variety. The degree of influence of the variety, feeding area and the maturity stage on the processes of magnesium compounds (Mg) accumulation by

plants was not revealed. Plants of the ‘Hlesiiia’ variety accumulated far less calcium (Ca) and its compounds in the stalk tissues as compared to the plants of the ‘Hliana’ variety: in variants of the technical maturity stage of plants with row spacing 45 cm (а) and г – plants of narrow-row sowing (15 cm) in the biological maturity stage 30,94 and 15,95 mg/kg more in the presence in soil and in variants of the technical maturity stage of plants of narrow-row sowing (15 cm) and in the biological maturity stage with broad-sowing (45 cm) 34.54 and 24.19 mg/kg less in the presence in soil. **Conclusions.** The indices of accumulation of alkaline earth metals by hemp plants were significantly affected by the concentration of compounds of a certain chemical element in the arable layer, the level of energy (light) obtained by plants during vegetation, the varietal features of hemp, the stages of organogenesis of hemp plants and the specificity of their aboveground parts – stalks to accumulate these chemical elements as well as cumulate them by seeds. The varietal dependence as for accumulation of heavy metals by hemp plants tissues and seeds was established. In order to obtain environmentally friendly products, it is necessary to take into account the varietal features of plants concerning the ability to absorb and accumulate the relevant chemical elements and their compounds in the process of hemp cultivation.

Keywords: hemp, accumulation, varieties, row spacing, seeds, stalk, inorganic elements.

Надійшла / Received 25.09.2017
Погоджено до друку / Accepted 03.11.2017