

УДК 633.522:57:631.52

КАБАНЕЦЬ В. М., канд. с.-г. наук*Інститут сільськогосподарства Північного Сходу НААН України***РУДНИК-ІВАЩЕНКО О. І.**, д-р с.-г. наук*Інститут садівництва НААН України***КОНОПЛІ ПОСІВНІ – ФІТОМЕЛІОРАТИВНА КУЛЬТУРА**

Досліджено вміст важких металів і їх сполук у насінні та стеблах конопель посівних. Обґрунтовано, що на величину акумуляції хімічних елементів рослинами конопель посівних проявляли істотний вплив: концентрація сполук цих елементів в орному шарі ґрунту, рівень енергетичного (світлового) забезпечення рослин культури у процесі вегетації, сортові особливості, етапи органогенезу рослин, специфіка надземних частин: стебла, насіння. Доведено, що хімічні елементи, які є різного ступеня токсичними для людини по різному надходять до рослин конопель, що необхідно враховувати за проведення агротехнічних заходів.

Ключові слова: акумуляція, міжфазні періоди, міжряддя, насіння, стебло, хімічні сполуки.

Постановка проблеми. Серед технічних культур, які вирощують в Україні, коноплі посівні займають особливе місце. Їх слід розглядати як джерело високоякісного, міцного та екологічного волокна. Широко відомі також льон довгунець, рамі, джут та інші види, що формують якісні луб'яні волокна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Коноплі посівні водночас є і відомою наркотичною культурою, яка має широке практичне застосування у фармакології. Вітчизняні селекціонери створили сучасні сорти конопель посівних, які містять менше 0,02 % наркотичних речовин [1]. Тобто, вони є повністю безпечними і їх неможливо використати для приготування наркотиків. Завдяки таким досягненням вітчизняний аграрний сектор економіки отримав ще одну перспективну і цінну технічну культуру, яку використовують комплексно. Рослини конопель посівних мають ще одну цінну властивість – здатність до фітомеліорації, тобто покращувати якісні показники ґрунтів, на яких вони вегетують.

Раціональна констатація кількісного показника акумуляції хімічних елементів може бути лише за наявності їх гранично допустимих концентрацій (ГДК). Стосовно ґрунтів, то показники ГДК речовин, що їх забруднюють, є досить складними і неоднозначними. Ґрунтовий покрив — це складний фізико-хімічний і біологічний комплекс, середовище менш рухливе та набагато складніше, порівняно з поверхневими водами і атмосферою. Акумуляція хімічних сполук, які надходять у ґрунт, може відбуватися в результаті дії фізико-хімічних механізмів взаємодії і протягом тривалого часу, поступово наближаючись до гранично допустимих концентрацій [2].

На відміну від повітря і води, ґрунти зонально-генетичного ряду настільки відрізняються один від одного за хімічним складом, рівнем рН середовища та іншими властивостями, що для них не можуть бути встановлені уніфіковані рівні ГДК, відповідно до закону географічної локальності. Такі рівні мають залежати від конкретних умов: біокліматичних особливостей природної зони, властивостей ґрунту, культур рослин, які вирощують, системи застосування добрив, хімічної природи сполук, рівня їх розчинності і переходу в ґрунтовий поглинальний комплекс, агротехніки тощо [3, 4]. Систематичне внесення мінеральних добрив і хімічних меліорантів, які використовують з метою підвищення рівня родючості ґрунтів, неминуче пов'язане із внесенням у ґрунт речовин забруднення, які здатні проявляти токсичний вплив на рослини, тварин і людей.

Головні хімічні сполуки, що є в ґрунті, надходять в організм через інші субстрати, які контактують із ґрунтом – воду, повітря, рослини. Тому важливе вивчення вмісту хімічних елементів і їх сполук, які можуть мігрувати в атмосферу, ґрунтові або поверхневі води чи накопичуватися в рослинах. Природно, що в результаті таких транслокацій хімічних елементів знижується якість сільськогосподарської продукції. Міністерством Охорони здоров'я України затверджено показники ГДК для багатьох важких металів, проте не всіх, які були визначені в результаті проведених аналізів у дослідках [5]. Тому визначити рівень їх шкідливого впливу на біологічні об'єкти за кількісним показником вмісту в ґрунті ділянок, де проводили дослідження, неможливо.

Формування і накопичення сільськогосподарськими рослинами біологічно активних речовин є динамічним процесом, який залежить від численних факторів довкілля, в тому числі і ан-

тропних. До того ж низка небезпечних забруднювачів – важкі метали – проявляють високу токсичність, здатні включатися в біологічний кругообіг і акумулюватися в організмі людини. Тому, досить актуальним є вивчення особливостей міграції важких металів у системі ґрунт–рослина, включення в біологічний кругообіг і акумуляція в організмі людини.

Метою досліджень було визначення наявності і кількості неорганічних елементів у ґрунті та рівень транслокації у процесі вегетації до рослин конопель посівних, а саме: до тканин стебел рослин і до насіння.

Матеріал та методи досліджень. Польові дослідження проводили в умовах експериментальної бази Дослідної станції луб'яних культур ІСГПС НААН протягом 2014-2016 рр., що розташована на околиці м. Глухів Сумської області.

Насіння конопель посівних сортів Гляна і Глесія у роки проведення досліджень (2014-2016 рр.) висівали у першу декаду травня на глибину 2-3 см. Вирощування посівів здійснювали згідно з технологією, що рекомендована для зони Лісостепу.

Відбір зразків частин рослин (стебла, плоди) проводили у фазу технічної та біологічної стиглості. Відбір зразків ґрунту з орного шару на ділянках закладки дослідів глибиною 0-30 см проводили перед сівбою культури та після закінчення вегетаційного періоду рослин.

Аналіз вмісту важких металів у ґрунті, насінні та стеблах конопель проводили у триразовій повторності в Інституті фізіології рослин та генетики НАН України. Такі дослідження з рослинами конопель проводили вперше, і результати їх досліджень публікуємо теж вперше.

Визначення елементного складу в дослідних зразках здійснювали методом ІСР-MS на емісійному мас-спектрометрі Agilent 7700х. Зразки висушували до сухої маси та озольовали в азотній кислоті (осч) за допомогою мікрохвильової пробопідготовки MilestoneStart D. Отриманий екстракт доводили до 50 мл водою 1-го класу (18 Мом), підготовленою на системі очищення води Scholar-UV NexUp 1000 (Human Corporation, Корея).

Результати дослідів опрацьовували статистично за допомогою програми Excel та з математичним опрацюванням отриманих даних за допомогою професійного пакету програм для статистичного аналізу Statistica 8,0 [6, 7]. Об'єктами досліджень були два сорти – Гляна і Глесія, схема варіантів: 1) ґрунти, 2) стебла, 3) насіння: а, б) технічна стиглість, міжряддя 45 і 15 см; в, г) біологічна стиглість, міжряддя 45 і 15 см.

Основні результати дослідження. Оскільки посіви конопель посівних у досліді були з різною шириною міжрядь – 45 і 15 см, то рослини культури у процесі вегетації мали різні рівні світлового (енергетичного) забезпечення і можливості синтезувати в процесі фотосинтезу органічні речовини та молекули АТФ. Особливості рівнів освітленості листків рослин культури істотно впливають на здатність корневих систем засвоювати з ґрунту сполуки мінерального живлення, у першу чергу аніони макроелементів: NO₃, PO₄ та інші. Такий вплив проявляється у першу чергу на засвоєнні іонів, що надходять до цитоплазми корневих волосків з ґрунтового вбирного комплексу шляхом активного мембранного переносу, тобто з витратою клітинами енергії з молекул АТФ.

У дослідженнях важливо було встановити вплив такого агроприйому як ширина міжрядь на здатність рослин конопель різних сортів засвоювати з ґрунтового вбирного комплексу сполуки важких металів. У статті розглянемо деякі з їх представників: В; Na; Mg; Al; Cr.

Порівняння отриманих результатів аналізів наявності важких металів у тканинах стебел рослин культури виявило неоднозначність інтенсивності надходження таких сполук і їх накопичення у тканинах, як за фазами органогенезу, так і за рівнем освітленості у процесі вегетації.

Сполуки В (бору) у стеблах у фазу технічної стиглості сорту Гляна з міжряддями 45 см досягали 7,451 мг/кг, а з міжряддями 15 см відповідно 8,608 або на 116,0 % більше (табл.1).

Проте на посівах сорту Глесія щодо концентрації сполук В у стеблах рослин спостерігалися протилежні показники. Стебла рослин, що вегетували з міжряддями 45 см накопичували у фазу технічної стиглості 6,743 мг/кг, а в посівах з шириною міжрядь 15 см відповідно 6,376 або 94,6 %.

Така різниця в концентраціях сполук В доводить, що рослини різних сортів здатні проявляти специфічну вибірковість у засвоєнні подібних сполук.

Чіткої тенденції змін концентрації сполук В у стеблах залежно від рівня освітленості рослин культури в період технічної стиглості зафіксовано не було.

Аналіз вмісту сполук Na у стеблах рослин обох сортів, що були в досліді у фазу технічної стиглості фіксував стійку тенденцію вищої концентрації за умов вегетації з нижчим рівнем

освітленості. У рослин сорту Гляна з міжряддями 15 см концентрація сполук Na була 7,684 мг/кг або 117,2 % від показників вмісту у рослинах з міжряддями 45 см.

У рослин сорту Глесія з міжряддями 15 см концентрація сполук Na була 12,962 мг/кг або 178,7 % від показників вмісту у рослинах з міжряддями 45 см. Правомірно стверджувати, що на величину накопичення сполук Na у тканинах стебел проявляють вплив не лише рівень освітленості рослин, а й сортові особливості конопель посівних.

Сполуки Mg у стеблах рослин культури на час технічної стиглості не виявляли чіткої тенденції змін концентрації в тканинах залежно від рівня освітленості і сортових особливостей. Якщо у рослин сорту Гляна у посівах з міжряддями 45 см концентрація сполук Mg була 750,335 мг/кг, то з міжряддями 15 см – 741,52 або 98,8 % від попередньої.

Показники концентрації сполук Mg у рослин сорту Глесія з міжряддями 45 см були 756,746 мг/кг, а у рослин, що вегетували з шириною міжрядь 15 см – 764,14 або 101,0 %. Тобто стійкої залежності змін концентрації зафіксовано не було.

Водночас, аналіз концентрації сполук Al у тканинах стебел рослин конопель посівних сорту Гляна проявляв чітку тенденцію підвищення їх вмісту із зниженням рівня освітленості у процесі вегетації (ширина міжрядь 15 см) до 10,928 мг/кг або 140,5 % порівняно з вмістом у рослин, що вегетували з шириною міжрядь 45 см.

У рослин сорту Глесія зафіксовано подібну закономірність, лише різниця у показниках концентрації сполук Al між рослинами, що вегетували з міжряддями 45 і 15 см становила 145,6 %.

Поглинання рослинами конопель посівних сполук Cr (хром) виявляло закономірності подібні до накопичення сполук Al у стеблах рослин на час технічної стиглості. Рослини сорту Гляна, що вегетували з міжряддями 15 см накопичували сполук Cr 0,258 мг/кг або 110,3 % від величини, яку мали рослини конопель, що вегетували з шириною міжрядь 45 см.

Подібна закономірність, проте з меншою різницею величин концентрації сполук Cr у стеблах була зафіксована у рослин сорту Глесія. У рослин, що вегетували з шириною міжрядь 15 см величина накопичення була 0,242 мг/кг або 109,0 % від показників у рослин з посівів 45 см ширини міжрядь.

Таблиця 1 – Концентрація неорганічних елементів і їх сполук у ґрунті та рослинах конопель посівних, середнє за 2014-2016 рр.

Елементи	Гляна				Глесія			
	стиглість							
	технічна		біологічна		технічна		біологічна	
	міжряддя, см							
	45	15	45	15	45	15	45	15
ґрунт, мг/кг								
Na	101,964±0,005	104,168±0,003	99,860±0,005	103,49±0,002	63,484±0,004	82,614±0,006	110,07±0,004	103,13±0,005
B	12,774±0,004	10,409±0,004	10,170±0,002	10,085±0,004	8,563±0,001	8,752±0,003	10,495±0,004	10,374±0,005
Al	18165,5±0,006	18565,72±0,00	18167,1±0,00	18181,7±0,00	14813,14±0,003	16624,38±0,00	18601,0±0,00	17957,8±0,00
Cr	26,777±0,002	27,121±0,002	25,986±0,002	26,632±0,002	21,981±0,002	24,637±0,001	27,893±0,003	27,594±0,002
Mg	2397,69±0,006	2461,15±0,002	2489,16±0,00	2350,3±0,004	2265,03±0,003	2402,73±0,006	2497,5±0,005	2362,46±0,00
насіння, мг/кг								
Na	9,99±0,012	6,85±0,007	5,69±0,011	3,51±0,008	4,86±0,003	4,19±0,007	4,82±0,006	2,98±0,013
B	15,99±0,009	10,64±0,006	13,84±0,001	11,80±0,004	9,40±0,001	9,75±0,003	11,18±0,003	12,21±0,005
Al	6,02±0,001	6,31±0,011	7,89±0,014	4,47±0,012	4,10±0,010	3,86±0,011	7,39±0,003	3,45±0,027
Cr	0,0382±0,031	0,0249±0,004	0,0264±0,003	0,0334±0,015	0,0272±0,025	0,0284±0,009	0,0991±0,006	0,0178±0,022
Mg	3478,5±0,007	3368,9±0,009	3758,4±0,005	3242,9±0,004	2995,4±0,004	3101,3±0,002	3345,6±0,006	3376,3±0,005
стебла, мг/кг								
Na	6,559±0,008	7,684±0,002	32,262±0,013	46,873±0,017	7,025±0,013	12,962±0,011	44,037±0,002	44,853±0,002
B	7,451±0,002	8,608±0,003	7,987±0,009	7,112±0,009	6,743±0,003	6,376±0,006	6,403±0,010	7,573±0,005
Al	7,776±0,002	10,928±0,006	11,273±0,007	6,957±0,002	5,097±0,021	8,695±0,005	5,891±0,016	14,838±0,008
Cr	0,234±0,004	0,258±0,003	0,219±0,009	0,219±0,018	0,222±0,006	0,242±0,006	0,090±0,003	0,167±0,013
Mg	750,335±0,002	741,52±0,004	619,342±0,01	659,09±0,013	756,746±0,004	764,14±0,002	509,96±0,002	463,49±0,002

Рослини конопель посівних сортів, що були у дослідженнях, достовірно більше накопичували сполук Al і Cr за умов їх вегетації з певним обмеженням рівня освітлення в процесі веге-

тації. У посівах з шириною міжрядь 45 см концентрація сполук названих важких металів була нижчою на 40,5-45,6 та 9 і 10,3 % відповідно до рослин, що вегетували з міжряддями 15 см.

Зміни етапів органогенезу рослин конопель посівних істотно впливали на специфіку накопичення сполук важких елементів у стеблах культури.

На час повного досягання рослин (сенільний етап органогенезу) величини концентрації сполук В (бору) у стеблах рослин сорту Гляна змінилися. У рослин, що вегетували з шириною міжрядь 45 см величина накопичення сполук В досягала 7,987 мг/кг, а у рослин, що вегетували з шириною міжрядь 15 см вона була 7,112 мг/кг, тобто величина накопичення сполук В у тканинах стебел за умов менш інтенсивного освітлення рослин культури досягала 89,1 % величини що була у стеблах рослин, які вегетували з шириною міжрядь 45 см.

Водночас, у рослин сорту Глесія було зафіксовано протилежну закономірність змін величини накопичення сполук В. У стеблах рослин, що вегетували з шириною міжрядь 15 см величина накопичення була 7,573 мг/кг або перевищувала показники у стеблах рослин з посівів що мали міжряддя 45 см на 118,3 %. Тобто, на величину накопичення сполук В у тканинах стебел у період повної стиглості конопель посівних проявляли істотний вплив сортові особливості рослин культури.

Здатність рослин культури концентрувати сполуки Na в стеблах на час біологічної стиглості була більш визначеною. Зниження рівня освітленості рослин культури в посівах у процесі їх вегетації сприяло підвищенню вмісту у стеблах сполук Na. У рослин сорту Гляна, що вегетували в посівах з шириною міжрядь 15 см величина накопичення сполук Na була 46,873 мг/кг або досягала 149,3 % від показників рослин культури, що вегетували з шириною міжрядь 45 см. У рослин сорту Глесія подібна тенденція зберігалась, проте різниця величин накопичення сполук Na у стеблах була істотно меншою – 101,1 %. Різні сорти проявляли свою індивідуальну реакцію у здатності накопичувати сполуки Na в тканинах стебел залежно від енергетичних (світлових) умов вегетації.

Здатність рослин конопель посівних у сенільний етап органогенезу накопичувати в тканинах стебел сполуки Mg за різних рівнів освітленості в процесі вегетації не була такою однозначною, як із сполуками Na.

У рослин сорту Гляна, що вегетували з шириною міжрядь 15 см, накопичення сполук Mg досягало 659,09 мг/кг або порівняно з рослинами того ж сорту, що вегетували з шириною міжрядь 45 см і мали кращий рівень освітленості така величина становила 106,4 %.

Реакція рослин конопель посівних сорту Глесія була іншою. Рослини, що вегетували з кращим рівнем освітлення (ширина міжрядь 45 см) накопичували сполук Mg у тканинах стебел 509,961, а рослини з міжряддями 15 см лише 90,9 % від цієї величини. Тобто, величина і тенденції зміни величини накопичення залежали у першу чергу від специфіки реакції рослин відповідних сортів.

Подібний вплив сортової специфіки був зафіксований і на показниках накопичення у тканинах стебел конопель посівних у період повної біологічної стиглості рослин сполук Al.

У тканинах стебел незалежно від рівня їх освітленості (ширина міжрядь 45 і 15 см) в процесі вегетації накопичення сполук Cr фактично було однаковим і становило 0,219 мг/кг.

У рослин сорту Глесія зниження рівня освітленості рослин у процесі онтогенезу сприяло більшій концентрації сполук Cr в тканинах стебел. Величина накопичення була 0,167 мг/кг або перевищувала показники наявності сполук цього важкого металу у тканинах стебел рослин що вегетували з шириною міжрядь на 185,6 %. Тобто, сортова реакція рослин культури на здатність накопичувати сполуки Cr була істотною.

Рослини конопель посівних проявляли більш визначені закономірності концентрації сполук важких металів у насінні різних сортів, а також залежно від умов вегетації рослин, у першу чергу, від рівня освітленості в процесі їх вегетації.

На час настання технічної стиглості рослин конопель посівних їх насіння містило відповідні кількості сполук важких металів (див. табл. 1). Проявлялись загальні закономірності накопичення сполук В, Na, Mg, Cr у насінні рослин сортів Гляна і Глесія. У рослин, що вегетували з шириною міжрядь 45 см і мали відповідно більш повне освітлення, накопичення сполук В, Na, Mg, Cr було вищим порівняно з величиною вмісту у насінні рослин у посівах з шириною міжрядь 15 см. Наприклад, у насінні сорту Гляна на час технічної стиглості рослин культури вміст сполук В становив 15,99 мг/кг (рослини з посівів шириною 45 см), а насіння з рослин (посіви шириною 15 см) відповідно 66,5 % від попередньої величини.

У насінні сорту Глесія на час технічної стиглості рослин культури вміст сполук В був 9,4 (рослини з посівів шириною 45 см) або в 1,7 разів менше порівняно з показниками насіння сорту Гляна. У насінні рослин сорту Глесія, що було сформоване на посівах з шириною міжрядь 15 см, вміст сполук В перевищував показники насіння з рослин посівів шириною 45 см на 103,7 %, тобто проявляється специфічна реакція рослин конкретного сорту.

Накопичення сполук Na у насінні конопель посівних на час технічної стиглості рослин культури було підпорядковане певним закономірностям, які залежали як від рівня освітленості рослин у посівах під час процесів вегетації, так і від сортової специфіки. Рослини культури сорту Гляна, що були вирощені у посівах з шириною міжрядь 45 см накопичували в насінні 9,99 мг/кг сполук Na (100 %). Водночас концентрація сполук Na у насінні рослин, що вегетували в посівах з шириною міжрядь 15 см, була на рівні 6,85 мг/кг або 68,6 %. Різниця величин є достовірною і може бути пояснена лише відмінностями у рівні освітленості рослин культури в період їх вегетації.

Насіння конопель посівних сорту Глесія на час технічної стиглості накопичує сполуки Na у подібних закономірностях як і рослини попереднього сорту, проте величина накопичення була істотно меншою. У насінні сорту Глесія, що було сформоване на рослинах у посівах з шириною міжрядь 45 см сполуки Na мали концентрацію 4,86 мг/кг або у 2,1 рази менше порівняно з рослинами сорту Гляна за таких самих умов вегетації. Рослини, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 15 см накопичення сполук Na було 4,19 мг/кг або 86,2 % від показників концентрації у насінні рослин сорту Глесія, що було сформоване на рослинах у посівах з шириною міжрядь 45 см.

Накопичення сполук Mg у насінні на час технічної стиглості рослин конопель посівних не проявляло таких чітких закономірностей як сполуки Na.

На рослинах сорту Гляна насіння з рослин, які вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см накопичення сполук Mg становило 3478,5 мг/кг (100 %), а на посівах з шириною міжрядь 15 см – 96,9 % від попередньої величини.

Насіння рослин конопель посівних сорту Глесія накопичувало сполуки Mg по іншому. Рослини, що вегетували з шириною міжрядь 45 см формували насіння зі сполуками Mg в кількості 2995,4 мг/кг (100 %), а на рослинах, що вегетували з шириною міжрядь 15 см насіння культури того ж сорту накопичували сполук Mg більше, як насіння культури на попередньому варіанті. Величина накопичення була 3101,3 мг/кг або 103,5 %.

Накопичення сполук Al у насінні конопель посівних на час настання технічної стиглості, як і попереднього хімічного елементу, не проявляло чіткої залежності від рівня освітленості рослин культури. Рослини кожного сорту концентрували сполуки Al в насінні специфічно. Рослини культури сорту Гляна, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см накопичували в насінні сполук Al в кількості 6,02 мг/кг (100 %). Рослини культури з шириною міжрядь 15 см концентрували в насінні сполук Al 6,31 мг/кг або 104,8 %.

Рослини сорту Глесія особливості накопичення сполук Al в насінні проявляли по іншому. Рослини цього сорту за умов вегетації в посівах з шириною міжрядь 45 см концентрували в насінні на час технічної стиглості 4,1 мг/кг (100 %). У насіння з рослин культури, що вегетували з шириною міжрядь 15 см накопичення сполук Al було меншим – 3,86 мг/кг або 94,2 % від величини на попередньому варіанті.

Сполуки Sr у насінні рослин культур в період досягнення ними технічної стиглості концентрувались у першу чергу залежно від сортових особливостей конопель посівних, а не від рівня освітленості рослин у період їх вегетації. Рослини сорту Гляна у посівах з шириною міжрядь 45 см накопичували в насінні 0,0382 мг/кг (100 %) сполук Sr, а у насінні з рослин, що вегетували з шириною міжрядь 15 см відповідно 0,0249 мг/кг або 65,2 % від величини накопичення у насінні конопель попереднього варіанта.

Водночас насіння з рослин сорту Глесія концентрувало сполуки Sr по іншому. У рослин, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 15 см накопичення сполук Sr було максимальним – 0,0284 мг/кг, або така величина перевищувала аналогічні показники вмісту сполук Sr у насінні з рослин, що вегетували в посівах з шириною міжрядь 45 см на 104,4 %.

Найбільше практичне значення для виробництва мають показники накопичення сполук важких металів у насінні конопель посівних на час настання біологічної стиглості рослин культури.

На сенільному етапі органогенезу, коли рослини культури закінчують вегетацію, коноплі посівні сорту Гляна що вегетували з шириною міжрядь 45 см концентрували у своєму насінні

13,84 мг/кг сполук В (100 %). Зменшення ширини міжрядь до 15 см забезпечувало зниження концентрації сполук В (бору) в насінні до 11,8 мг/кг або 85,5 % від вмісту сполук у насінні культури у попередньому варіанті досліду.

Величина накопичення сполук В (бору) в насінні рослин сорту Глесія була подібною до показників у насінні сорту Гляна, проте вплив рівня освітленості рослин під час вегетації виявився іншим. Рослини, що вегетували з широкими міжряддями (45 см), накопичували в насінні 11,18 мг/кг сполук В (100 %). Водночас у насінні, що були сформовані на рослинах з посівів, що мають ширину міжрядь 15 см концентрація сполук В була 12,21 мг/кг або 109,2 %. Відповідно зниження рівня освітленості рослин конопель посівних сорту Глесія сприяло підвищенню накопичення сполук В у їх насінні.

Накопичення сполук Na в насінні рослин конопель посівних сорту Гляна після досягання на рослинах що росли у широкорядних посівах (міжряддя 45 см) було на рівні 5,69 мг/кг (100 %). Величина вмісту сполук Na у насінні культури за умов вегетації рослин у посівах з міжряддями шириною 15 см досягала лише 3,51 мг/кг або 61,7 % від рівня накопичення в насінні, що було сформовано на рослинах, які мали більш повне світлове забезпечення (ширина міжрядь 45 см). Різниця величин накопичення сполук Na в насінні конопель посівних демонструє роль світлових (енергетичних) режимів у біохімічних процесах і здатності засвоювати сполуки мінерального живлення з ґрунту.

Подібна закономірність проявлялась і в насінні іншого сорту культури – Глесія. Вегетація рослин конопель у широкорядних посівах (міжряддя 45 см) сприяла накопиченню у їх насінні сполук Na до 4,82 мг/кг (100 %). Одночасно рослини того ж сорту у посівах з шириною міжрядь 15 см накопичували у насінні 3,45 мг/кг або 71,6 % від величини накопичення у насінні рослин культури попереднього варіанта. Відповідно у специфіці накопичення сполук Na в насінні конопель посівних провідну роль визначали не особливості сортів культури і рівень освітленості рослин у посівах у процесі їх вегетації.

Показники накопичення у насінні конопель посівних сполук Mg, що було сформоване на рослинах різних сортів не виявляли подібних чітких закономірностей.

У насінні рослин культури сорту Гляна, що вегетували з шириною міжрядь 45 см величина накопичення сполук магнію (Mg) була 3758,4 мг/кг (100 %). Насіння з рослин того ж сорту, що вегетували з шириною міжрядь 15 см містило відповідно 3242,9 мг/кг або 86,3 %. Тобто рівень освітленості рослин впливав на величину накопичення сполук Mg у насінні.

Проте у насінні рослин сорту Глесія, що вегетували з шириною міжрядь 15 см вміст сполук Mg досягав 3376,6 мг/кг або 100,9 %, що перевищувало аналогічні показники у насінні рослин культури що вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см. Відповідно провідним фактором впливу на процеси накопичення сполук Mg був не рівень освітленості у процесі вегетації, а сортові особливості рослин конопель посівних.

Накопичення сполук Al у насінні рослин культури сорту Гляна у період досягнення ними біологічної стиглості виявило чітку залежність такого показника з рівнем освітленості рослин у посівах. Насіння з рослин, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см, накопичувало 7,89 мг/кг (100 %). У насіння, що було сформоване у посівах з шириною міжрядь 15 см концентрація сполук Al була відповідно 4,47 мг/кг або 56,7 %. Порівняння величини вмісту сполук Al в насінні культури сорту Глесія виявило подібну залежність. На рослинах, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см, вміст сполук Al в насінні був 7,39 мг/кг, а у насінні з рослин, що вегетували в посівах з шириною міжрядь 15 см, величина накопичення таких сполук була в межах 46,7 %.

Особливості накопичення у насінні конопель посівних сполук Cr чіткої залежності від рівня освітленості рослин культури у процесі їх вегетації не проявляли. Насіння сорту Гляна у період біологічної стиглості рослин, що вегетували у посівах з шириною міжрядь 45 см містило 0,0264 мг/кг сполук Cr (100 %). Насіння рослин, що вегетувало у посівах з шириною міжрядь 15 см, накопичувало відповідно 0,0334 мг/кг або 126,5 %. Тобто у рослин, що мали нижчий рівень світлового (енергетичного) забезпечення у процесі вегетації, вміст сполук Cr був достовірно вищим. Проте така залежність була справедливою лише для рослин сорту Гляна.

Використання у дослідях насіння рослин культури сорту Глесія виявило інші залежності. Насіння рослин, що проходило вегетацію в посівах з шириною міжрядь 45 см, накопичувало у своїх тканинах 0,099 мг/кг сполук Cr (100 %). Зменшення ширини міжрядь у посівах до 15 см

(відповідне зниження рівня освітленості рослин культури) призводило до накопичення в насінні конопель посівних 0,0178 мг/кг сполук Cr або 17,9 % від величини накопичення у рослин того ж сорту, що вегетували у ширококорядних посівах (45 см). Тобто вплив рівня світлового (енергетичного) забезпечення був достатньо вагомим у здатності рослин і насіння конопель сорту Глесія накопичувати сполуки Cr.

Висновки. 1. За результатами досліджень встановлено, що хімічні елементи, які є різного ступеня токсичними для людини по різному надходять до рослин конопель, це необхідно враховувати під час проведення агротехнічних заходів. На величину показників акумуляції більшості хімічних елементів, які вивчали в лабораторних умовах, рослинами конопель посівних проявляли істотний вплив: концентрація сполук цих елементів в орному шарі ґрунту, рівень енергетичного (світлового) забезпечення рослин культури у процесі вегетації, сортові особливості, етапи органогенезу рослин культури і специфіка надземних частин: стебла, насіння.

2. На величину накопичення сполук Na, Al і Cr у тканинах стебел проявляють вплив рівень освітленості рослин і сортові особливості конопель посівних. Рослини сортів, що були у дослідженні, достовірно більше накопичували сполук Al і Cr за умов їх вегетації з певним обмеженням рівня освітлення в процесі вегетації. У посівах з шириною міжрядь 45 см концентрація сполук названих важких металів була нижчою на 40,5-45,6 мг/кг та 9 і 10,3 % відповідно до рослин, що вегетували з міжряддями 15 см.

3. Особливості акумуляції бору (B) та його сполук тканинами рослин конопель посівних мають великі відмінності за їх кількісним вмістом у ґрунті проведення досліджень. На транслокацію до рослин впливають умови вирощування рослин: площа живлення, фаза досягання, сортові особливості.

4. Для отримання екологічно чистої продукції необхідно враховувати сортові особливості рослин у здатності поглинати та акумулювати відповідні хімічні елементи та їх сполуки за вирощування конопель посівних.

5. Результати досліджень сприятимуть розробці наукових рекомендацій з вирощування конопель посівних, які забезпечать отримання екологічно безпечної продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кабанець В.М. Галузі льонарства та коноплярства України: стан та перспективи / В.М. Кабанець // Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур УААН. – Вип. 5. – Суми: ВАТ «СОД», 2009. – С. 3-7.
2. Вашкулат Н.П. Установление уровней содержания тяжелых металлов в почвах Украины / Н.П. Вашкулат, В.И. Пальгов, Д.Р. Спектор // Журнал «Довкілля та здоров'я». – 2002. – С. 44-46.
3. David M. Whitacre. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology / M. David. – Vol. 214. – 2011. – 174 p.
4. Arthur J.R. The interactions between selenium and iodine deficiencies in man and animals / Arthur J.R., Beckett G.J., Mitchell J.H. // Nutrition Research Reviews. – 1999. – Vol. 12(1). – P. 55-73.
5. Лікарські засоби / Належна практика культивування та збирання вихідної сировини рослинного походження, СТ-Н МОЗУ 42-4.5:2012. Видання офіційне. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2012. – 13 с.
6. Эрмантраут Э.Р. Статистический анализ многофакторных экспериментов / Э.Р. Эрмантраут // Полевые эксперименты для устойчивого развития сельской местности. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2003. – С. 70-73.
7. Афифи А.А. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ / А.А. Афифи, С.П. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.

REFERENCES

1. Kabanets, V.M. (2009). Galuzi l'onarstva ta konopljarstva Ukraïny: Stan ta perspektyvy [Branches of flax and hemp in Ukraine: the state and prospects]. Zbirnyk naukovykh prac' Instytutu lub'janyh kul'tur UAAN [Abandoned Collection of scientific works of the Institute of Flax and Hemp Cultures of UAAS]. Sumy, Issue 5, OJSC "SOD", pp. 3-7.
2. Vashkulat, N.P., Pal'gov, V.I., Spector, D.R. Ustanovlenie urovnej soderzhanija tjazhelyh metallov v pochvah Ukrainy [Determination of levels of heavy metals in soils of Ukraine]. Zhurnal «Dovkillja ta zdorov'ja» [Journal "Environment and Health"]. 2002, pp. 44-46.
3. David M. Whitacre. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. VOLUME 214, 2011, 174 p.
4. Arthur, J.R., Beckett, G.J., Mitchell, J.H. The interactions between selenium and iodine deficiencies in man and animals. Nutrition Research Reviews. 1999, Jun;12(1), pp. 55-73.
5. Likars'ki zasoby [Medicines]. Nalezna praktyka kul'tyvuvannja ta zbyrannja vyhidnoi' syrovyny roslynnoho pohodzhennja, ST-N MOHU 42-4.5:2012. Vydannja oficijne [Good practice of cultivating and collecting raw materials of plant origin, ST-N MOHU 42-4.5: 2012, Official publication]. Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, 2012, 13 p.
6. Hermantraut, E.R. (2003). Statisticheskij analiz mnogofaktornyh jeksperimentov [Statistical analysis of multifactor experiments]. Polevyje jeksperimenty dlja ustojchivogo razvitija sel'skoj mestnosti [Field experiments for sustainable development of rural areas]. St. Petersburg-Pushkin, pp. 70-73.
7. Afifi, A.A., Eisen, S.P. (1982). Statisticheskij analiz. Podhod s ispol'zovaniem JeVM [Statistical analysis. The approach with the use of a computer]. Moscow, Mir, 488 p.

Конопля посевная – фитомелиоративная культура**В.М. Кабанец, О.И. Рудник-Ивашченко**

Исследовано содержание тяжелых металлов и их соединений в семенах и стеблях конопли посевной. Обосновано, что на величину аккумуляции химических элементов растениями конопли посевной проявляли существенное влияние: концентрация соединений этих элементов в пахотном слое почвы, уровень энергетического (светового) обеспечения растений культуры в процессе вегетации, сортовые особенности, этапы органогенеза растений, специфика надземных частей: стебли, семена. Доказано, что химические элементы, которые имеют различную степень токсичности для человека по-разному поступают к растениям конопли, что необходимо учитывать при проведении агротехнических мероприятий.

Ключевые слова: аккумуляция, межфазные периоды, междурядья, семена, стебель, химические соединения.

Canabis sativa phytomeliorative crop**V. Kabanets, O. Rudnyk-Ivashchenko**

Among the technical crops grown in Ukraine, redroot seedlings are grown to produce high-quality, durable and environmental fiber. In addition, redroot is still a well-known narcotic culture, which has wide practical application in pharmacology. Domestic breeders have created modern varieties of redroot seedlings, which include Gliana and Glesia, whose plants contain less than 0.02 % of narcotic substances. Crop redroot plants have one more another valuable property as well – the ability to phytomelioration, that is, to improve the quality characteristics of the soil on which they vegetate. The purpose of the three-year research was to determine the presence and amount of inorganic elements in the soil and the level of translocation in the process of vegetation to the redroot plants of the varieties Gliana and Glesia, namely: to the tissues of the plant stems and to the seeds. As a result of the studies, it was determined that the content of heavy metals and their compounds in seeds and the stems of redroot seed was determined. It was found out that the stems of the plant accumulate a much larger content of sodium (Na), aluminum (Al), chromium (Cr) compared to the seeds. The high content of heavy metals like boron (B) and magnesium (Mg) is fixed in Gliana and Glesia varieties seeds such as compared to stalk tissues, but all these elements in the soil of research are tens and hundreds of times higher than the level of translocation in plant tissue of redroot. Concentration of these elements compounds in the arable layer of the soil, the level of energy (light), plants nutrition during vegetation, varietal features, stages of organogenesis of plant cultures and the specificity of the above-ground parts – stems and seeds – had a significant impact on effect on the value of these chemical elements accumulation in the cannabis plants sowing studied in the laboratory tests. According to the results of the research, it has been established that chemical elements that are of varying degrees toxicity to humans come to the redroot plants in different ways, which must be taken into account when conducting agrotechnical measures. The amount of Na, Al and Cr compounds accumulation in the tissues of the stems is influenced by the level of plants lightning and the varietal features of the redroot seedlings. The plants of the studied varieties accumulated reliably higher amount of Al and Cr compounds under conditions of their vegetation with certain restrictions on the level of lightning during the vegetation. Heavy metals compounds concentration was lower by 40.5–45.6 mg/kg and 9 and 10.3 %, respectively, for plants vegetating in 15 cm space between rows as compared to the those of 45 cm row-spacing. The nature of boron (B) and its compounds the accumulation in with redroot seedlings tissues differ significantly for their quantitative content in the research soil. The translocation to the plants is influenced by the plants growing conditions: the feeding area, the ripening phase, the varietal features. In order to obtain environmentally friendly products, it is necessary to take into account the varietal features of plants in terms of their ability to absorb and accumulate the relevant chemical elements and their compounds in the cultivation of redroot seedlings. The research results will contribute to the development of scientific advice on redroot seedlings cultivation, which will ensure the availability of environmentally safe products.

Key words: accumulation, interphase periods, aisles, seeds, stem, chemical compounds.

Надійшла 08.11.2017 р.

УДК 634.1-15:634.11

КИСЕЛЬОВ Д.О., канд. с.-г. наук

kiselevda@ukr.net

ГРИНИК І.В., д-р с.-г. наук, академік НААН

Інститут садівництва НААН

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯБЛУНІ СОРТУ ФЛОРІНА НА ФОНІ
ФОЛІАРНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ПРЕПАРАТОМ ТЕРАСОРБ КОМПЛЕКС**

Вивчено вплив строків внесення препарату Терасорб Комплекс на формування показників продуктивності дерев яблуні сорту Флоріна. Встановлено, що за обробки препаратом після цвітіння та у фазу розвитку плоду «грецький горіх» збільшується кількість корисної зав'язі та зменшується рівень червеного обсипання зав'язі, у фазах після цвітіння, «грецький горіх» та за 4 тижні до збору врожаю обробки позитивно впливають на розмір плоду (збільшується вага плоду на 20,8-24,5 г), валовий збір яблук з дерева (на 10,88 кг з дерева) та на поліпшення якісних показників плодів, а саме підвищується вміст сухих і пектинових речовин. Пектинові речовини містять більшу частку протопектину, що є важливим параметром при використанні плодів яблуні для маловідходної комплексної переробки.

Ключові слова: яблуня, фоліарне живлення, амінокислоти, сухі речовини, пектинові речовини, корисна зав'язь, валовий збір.