

ДОСЛІДЖЕННЯ НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА НАСТОЇВ ІЗ *POLYGONUM HYDROPIPER* L. ТА *POLYGONUM PERSICARIA* L.

Ключові слова: антропогенне забруднення, нітрати, елементний склад, види роду *Polygonum* L., настої, лікарська рослинна сировина

На сьогодні фармакогностичний аналіз лікарської рослинної сировини (ЛРС) містить лише визначення вмісту діючих речовин і встановлення товарознавчих показників. Але за останні роки спостерігається постійне підвищення рівня забруднення навколишнього середовища. Низка антропогенних речовин здатна суттєво накопичуватись у ЛРС і, відповідно, у лікарських засобах рослинного походження. До найбільш розповсюджених із них належать похідні азотної кислоти (нітрати, нітрити), солі важких металів, радіонукліди, хлорорганічні сполуки, пестициди, інсектициди, зооциди [1].

Рівень накопичення нітратів у ЛРС залежить від її виду, місця заготівлі, морфологічної частини, вмісту вологи у ґрунті, інтенсивності сонячної радіації, кислотності ґрунтів і кількості використаних нітратних добрив. Більша частина нітратів акумулюється в коренях, а решта надходить у стебла, листя, плоди. Потрапляючи до організму людини, частина нітратів відновлюється бактеріальною мікрофлорою до нітритів, які під час взаємодії з амінами шлунка модифікують до N-нітрозосполук, що виявляють канцерогенну та мутагенну дію [1, 11].

Негативний вплив цих сполук на організм людини є вкрай небезпечним, особливо за довготривалого курсового призначення ЛРС та фітопрепаратів в терапії хронічних хвороб. За тривалого вживання нітратів (від 23,7 до 100 мг/л за нітрогеном) у крові утворюється метгемоглобін, який спричиняє гемічну та гістотоксичну гіпоксію. Найбільш чутливі до цього діти в перші місяці життя, літні люди, хворі на анемію, патологію серцево-судинної, дихальної та видільної системи [1].

Інформація щодо допустимого вмісту нітратів у ЛРС і витягів із неї в спеціалізованій літературі відсутня, що свідчить про недостатню роботу над цією проблемою. Існуючі методи контролю якості (МКЯ) передбачають лише визначення на присутність та вміст діючих речовин, золи загальної, сульфатної золи та інших товарознавчих показників [2, 3].

ЛРС містять різноманітний елементний склад, який відрізняється своєю біологічною дією на організм людини та високою активністю в каталітичних, регуляторних, окиснювальних, відновних реакціях. Відомо до 15 сполук мінеральної природи, які є життєво необхідними для людини (кальцій, мідь, залізо, калій, манган, фосфор, селен, та ін.) [4, 5]. Лікарські рослини можуть вибірково накопичувати важливі мінеральні елементи, необхідні для лікування та профілактики багатьох захворювань [4]. Деякі з них дуже легко утворюють комплексні сполуки з амінокислотами, білками, пептидами для біосинтезу алкалоїдів, серцевих глікозидів, флавоноїдів, фенольних сполук, вітамінів, пігментів, білків, ауксинів, антоціанів [4, 5]. З другого боку, деякі токсичні хімічні елементи, які поглинають рослини з навколишнього середовища, у високих концентраціях є небезпечними для людини та негативно впливають на її здоров'я [1, 6, 8].

Нашу увагу привернули види роду *Polygonum* L., які налічують до 400 представників, поширених по всій земній кулі. На території України ідентифіковано до 18 видів роду [3, 7]. Великі природні ресурси мають гірчак перцевий (*Polygonum hydropiper* L.), гірчак почечуйний (*Polygonum persicaria* L.), які розповсюджені від Полісся до південного сходу країни [7].

У хімічному складі трави рослин ідентифіковано флавоноїди, ефірні олії, дубильні речовини, вітаміни С та К, органічні кислоти. З лікувальною метою настій трави досліджуваних видів (1:10) та рідкі екстракти застосовують як легкий послаблювальний засіб при закрепах, гемороїдальних і маткових кровотечах, гіпотонії матки, надмірній менструації, недостатній діяльності серця. Відвар і свіжий сік у народній медицині використовують для лікування ран, виразок, лишайів та висипів на шкірі, полосканні горла при ларингіті. Свіжу потовчену траву прикладають до потилиці при головному болю [3, 7].

Досить часто представників видів роду *Polygonum* L. заготовлюють в природних умовах, які є несприятливими з екологічної точки зору. Це зумовлюється місцем їх зростання. Вони утворюють зарості на вологих ділянках, по берегах водоймищ, на луках, болотах, як звичайний бур'ян на засмічених місцях, уздовж доріг, іноді на присадибних ділянках, значно рідше по полях.

Вміст нітратів та хімічних елементів у траві видів роду *Polygonum* L. дотепер практично не досліджували. Встановлення можливого накопичення цих речовин під час вегетації має суттєве практичне значення для отримання безпечної рослинної сировини та лікарських засобів на її основі.

Метою роботи було дослідження накопичення нітратів та елементного складу у траві гірчака перцевого та гірчака почечуйного флори України, а також перехід цих сполук до настоїв.

Матеріали та методи дослідження

Рослинну сировину (верхівка пагона довжиною 10–15 см із прилеглим листям та суцвіттям) *Polygonum hydropiper* L. та *Polygonum persicaria* L. було заготовлено в різних регіонах України під час фази цвітіння (червень–вересень 2012–2014 рр.) відповідно до загальновідомих вимог [3].

Якісний склад нітратних сполук визначали фармакопейною реакцією з дифеніламіном у концентрованій сульфатній кислоті [4]. Кількісний вміст нітратів визначали іонометричним методом на приладі ЕВ-74 (Республіка Білорусь, ВАТ «Гомельський завод измерительных приборов») із нітрат-селективним електродом типу $EI-NO_3^-$ (електрод порівняння – хлоросрібний ЕВЛ-1 МЗ) [1].

Зі стандартного розчину калію нітрату (х. ч.) із концентрацією 0,1 моль/л готували робочі розчини з концентраціями $C_1 = 0,01$ моль/л, $C_2 = 0,0001$ моль/л на 1%-му розчині алюмокалієвих галунів. Наважку дослідного зразка 10 г (точна наважка) подрібнювали до порошкоподібного стану і переносили в мірну колбу ємністю 100 мл, додавали 50 мл 1%-го розчину галунів алюмокалієвих, ретельно перемішували 3 хв, вимірювали потенціал електрода (мВ) та за допомогою калібрувального графіка розраховували вміст нітратів.

Дослідження якісного складу та кількісного вмісту неорганічних елементів було проведено в ДНУ НТК «Інституті монокристалів» НАН України. Визначення здійснювали методом атомно-адсорбційної спектrophотометрії (прилад КАС-120, Україна, ВО «Електрон») з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Спектри реєстрували на спектрографі ДФС-8 із дифракційною решіткою 600 штр/мм. Інтенсивність ліній в спектрах фіксували на мікрофотометрі МФ-1 ($\lambda = 196\text{--}423$ нм).

Калібрувальні графіки в інтервалі вимірюваних концентрацій неорганічних елементів будували за допомогою стандартних проб розчинів солей металів

(ІСОРМ-23-27). Відносне стандартне відхилення (для шести паралельних вимірювань) не перевищувало 30% під час визначення числових значень концентрацій елементів.

Дані результатів досліджень піддавали статистичному обробленню за допомогою програми «Microsoft Office Excel 2003». Достовірність одержаних відмінностей величин оцінювали з використанням t-критерію Стьюдента з рівнем значущості більше 95% [10].

Результати дослідження та обговорення

За відсутності певної документації, яка регламентує вміст нітратів у ЛРС, для визначення її безпечності ми керувались показником гранично допустимих концентрацій (ГДК), встановленим для рослинних продуктів сільського господарства (до 350 мг/кг). Для аналізу настоїв (1:10) із ЛРС використовували по 10 мл лікарської форми. Результати досліджень наведено в табл. 1.

Т а б л и ц я 1

Накопичення нітратів у траві та настоях (1:10) із лікарської рослинної сировини видів роду *Polygonum L.*

№ з/п	Вид рослини	Місце заготівлі	Вміст у ЛРС, мг/кг	Вміст у настоях (1:10), мг/л
1	<i>Polygonum hydropiper L.</i>	м. Дніпропетровськ, ботанічний сад	330,44 ± 28,13	204,91 ± 20,33
2		Запорізька обл., м. Пологи (довкілля)	262,63 ± 23,35	162,34 ± 14,21
3		Донецька обл., м. Краматорск (довкілля)	278,33 ± 21,30	169,77 ± 15,13
4		Запорізька обл., м. Мелітополь (довкілля)	233,65 ± 18,52	140,18 ± 13,76
5		м. Запоріжжя, ботанічний сад	115,36 ± 9,48	70,38 ± 6,87
6	<i>Polygonum persicaria L.</i>	м. Нікополь (довкілля)	337,88 ± 32,09	209,47 ± 18,55
7		м. Київ, ботанічний сад	302,33 ± 29,36	183,45 ± 17,23
8		м. Миколаїв (довкілля)	288,43 ± 25,11	175,96 ± 15,61
9		м. Херсон (довкілля)	97,79 ± 8,65	58,66 ± 5,98
10		м. Хмельницький (довкілля)	94,88 ± 9,81	56,93 ± 5,54

Примітка: $x \pm \Delta \bar{X}$, $\mu = 6$.

Одержані дані свідчать про накопичення нітратів у траві *Polygonum hydropiper L.* із різних місць зростання від 115,36 ± 9,48 до 330,44 ± 28,13 мг/кг; *Polygonum persicaria L.* від 94,88 ± 9,81 до 337,88 ± 32,09 мг/кг. Вміст нітратів у досліджуваних зразках ЛРС не перевищував існуючих санітарних норм ГДК. Перехід нітратів у разі виготовлення настоїв (1:10) становив до 62,01% щодо їх початкової концентрації.

Визначення вмісту елементного складу здійснювали методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії (ААС), який широко застосовують у сучасних методах аналізу ЛРС. Цей метод відрізняється високою вибірковістю, чутливістю, швидкістю виконання та дає змогу виконати аналіз до 70 відомих об'єктів із групи металів та неметалів.

У результаті дослідження було визначено 15 сполук мінеральної природи, які наведено у табл. 2.

Елементний склад трави та перехід його у настої (1:10) із рослинної сировини видів роду *Polygonum* L. (Запорізька обл., с. Володимирівка)

Елементи	Кількісний вміст, мг/100г ($x \pm \Delta\bar{X}$), $\mu = 6$			
	<i>Polygonum hydropiper</i> L.		<i>Polygonum persicaria</i> L.	
	ЛРС	настій (1:10)	ЛРС	настій (1:10)
Макроелементи				
К	2140,0 ± 100,1	21,64 ± 2,02	2070,0 ± 99,8	21,48 ± 2,00
Ca	670,0 ± 55,3	6,75 ± 0,61	630,0 ± 3,21	6,88 ± 0,65
Na	160,0 ± 13,2	1,51 ± 0,13	74,0 ± 58,33	0,75 ± 0,07
Mg	590,0 ± 45,32	5,11 ± 0,48	555,0 ± 41,88	5,00 ± 0,47
Si	315,0 ± 27,11	3,10 ± 0,29	200,0 ± 18,65	2,00 ± 0,19
P	135,0 ± 11,3	1,27 ± 0,13	125,0 ± 10,54	1,22 ± 0,12
Мікроелементи				
Al	39,0 ± 3,32	0,35 ± 0,03	37,0 ± 3,31	0,21 ± 0,02
Mn	33,0 ± 3,31	0,34 ± 0,03	18,0 ± 0,10	0,17 ± 0,02
Fe	53,0 ± 5,22	0,50 ± 0,05	59,0 ± 5,77	0,54 ± 0,05
Zn	2,3 ± 0,22	0,02 ± 0,002	2,2 ± 0,21	0,02 ± 0,002
Sr	23,7 ± 0,21	0,20 ± 0,02	7,4 ± 0,69	0,07 ± 0,007
Ni	< 0,03	–	< 0,03	–
Mo	< 0,03	–	< 0,03	–
Co	< 0,03	–	< 0,03	–
Cd	< 0,01	–	< 0,01	–
As	< 0,01	–	< 0,01	–
Hg	< 0,01	–	< 0,01	–
Pb	0,16 ± 0,02	< 0,03	0,37 ± 0,03	< 0,03
Cu	0,40 ± 0,03	< 0,03	0,55 ± 0,06	< 0,03
Загальний вміст	4161,56 ± 390,11	40,79 ± 3,95	3778,52 ± 35,62	38,34 ± 3,60

Як випливає з даних табл. 2, кількісний вміст неорганічних сполук суттєво не відрізнявся за макроелементним складом (мг/100г): К (до 2140,0 ± 100,1), Са (до 670,0 ± 55,3), Mg (до 590,0 ± 45,32), Si (до 315,0 ± 27,11), Na (до 160,0 ± 13,2), Р (до 135,0 ± 11,3) та мікроелементним: Fe (до 59,0 ± 5,77), Al (до 39,0 ± 3,32), Mn (до 33,0 ± 3,31), Sr (до 23,7 ± 0,21), Zn (до 2,3 ± 0,22). Вміст накопичення токсичних хімічних елементів та важких металів знаходиться у межах встановлених норм (Co < 0,03 мг/100г; Cd < 0,01 мг/100г; As < 0,01 мг/100г; Hg < 0,01 мг/100г; Pb до 0,37 ± 0,03 мг/100г; Ni < 0,03 мг/100г; Mo < 0,03 мг/100г), не перевищуючи меж відомих санітарних гранично допустимих концентрацій [4, 11].

Перехід мінеральних сполук до настоїв (1:10) із ЛРС досліджуваних видів становив лише до 1,01% і практично не впливав на якість отриманих лікарських засобів.

Одержані результати свідчать про необхідність стандартизації ЛРС досліджуваних видів роду *Polygonum* L. на вміст нітратів та елементного складу під час проведення контролю якості, що дасть змогу підсилити терапевтичну ефективність та безпеку лікарських засобів, виготовлених із лікарської рослинної сировини.

В и с н о в к и

1. Одержані дані свідчать про накопичення нітратів в траві *Polygonum hydropiper* L. із різних місць зростання від 115,36 ± 9,48 до 330,44 ± 28,13 мг/кг; *Polygonum persicaria* L. – від 94,88 ± 9,81 до 337,88 ± 32,09 мг/кг. Вміст нітратів у досліджуваних

зразках ЛРС не перевищував існуючих санітарних норм ГДК. Перехід нітратів у разі виготовлення настоїв (1:10) становив до 62,01% щодо їх початкової концентрації.

2. У разі виготовлення настоїв (1:10) із ЛРС *Polygonum hydropiper* L. та *Polygonum persicaria* L., перехід неорганічних елементів становить до 1,01% у складі лікарських форм. Вміст токсичних елементів знаходився у межах встановлених норм (Co < 0,03 мг/100г; Cd < 0,01 мг/100г; As < 0,01 мг/100г; Hg < 0,01 мг/100г; Pb – до 0,37 ± 0,03 мг/100г; Ni < 0,03 мг/100г; Mo < 0,03 мг/100г).

3. Присутність та вміст нітратів та неорганічних елементів свідчить про не завжди сприятливі умови зростання видів роду *Polygonum* L. в умовах України та необхідність контролю цих показників. Тому що довготривале застосування лікарських препаратів із високим вмістом нітратів та важких металів може бути потенційно шкідливим для організму людини.

Список використаної літератури

1. Єренко О. К., Мазулін О. В., Мазулін Г. В. Нітратне забруднення екстемпоральних лікарських засобів і рослинної сировини видів роду флори України // Запороз. мед. журн. – 2012. – № 4 (73). – С. 65–67.
2. Державна фармакопея України / ДП «Наук.-експертн. фармакоп. центр». 1-е вид. – Харків: PIPEG, 2001. – 556 с.
3. Ковальов В. М., Павлій О. І., Ісакова Т. І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин. – Харків, Прапор, 2000. – 703 с.
4. Мазина С. Д. Биохимическая роль химических элементов. – Новосибирск: НГУ, 2004. – 70 с.
5. Ефремов А. А., Макаров Л. Г., Шаталина Н. В., Первышкина Г. Г. Минеральные вещества – основа снижения антропогенного воздействия окружающей среды на организм человека // Химия раст. сырья. – 2002. – № 3. – С. 65–68.
6. А. И. Попов, И. Г. Танцера, Ю. Г. Чистохин и др. Эколого-фармакогностическое исследование некоторых лекарственных растений Кемеровской области // Медицина в Кузбассе. – 2006. – № 2. – С. 23–27.
7. Кьосев П. А. Лекарственные растения: самый полный справочник. – М.: Эксмо-Пресс, 2011. – 939 с.
8. Фурдичко О. І., Славо В. П., Войцицький А. П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. – К.: Основа, 2008. – 356 с.
9. Зеркалов В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. Посібник. – К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с.
10. Статистичний аналіз результатів хімічного експерименту / Державна фармакопея України. ДП «Наук.-експертн. фармакоп. центр». 1-е вид. – Харків : PIPEG, 2001. – Доп. 1. – 2004. – С. 187–221.
11. Тогачинська О. В., Ничик О. В., Салавор О. М. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: Конспект лекцій для студ. спец. 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс]. – К: НУХТ, 2014. – 75 с. (ГОСТ 26926-86, ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые»)

Надійшла до редакції 16 грудня 2015 року.

И. А. Лукина, А. В. Мазулин

Запорожский государственный медицинский университет

ИССЛЕДОВАНИЕ НИТРАТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И НАСТОЕВ ИЗ *POLYGONUM HYDROPIPER* L. И *POLYGONUM PERSICARIA* L.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение, нитраты, элементный состав, виды рода *Polygonum* L., настои, растительное сырье

АННОТАЦІЯ

В настояще время фармакогностический анализ лекарственного растительного сырья включает только определение содержания действующих веществ и установление товароведческих показателей. Но за последние годы наблюдается постоянное повышение уровня загрязнения окружающей среды.

Целью работы было исследование накопления нитратов и элементного состава в траве горца перечного (*Polygonum hydropiper* L.) и горца почечуйного (*Polygonum persicaria* L.) флоры Украины, а также их перехода в настои.

Определение нитратов проводили ионометрическим методом.

Элементный состав определяли на приборе КАС-120 методом атомно-абсорбционной спектроскопии с атомизацией в воздушно-ацетиленовом пламени.

Накопление нитратов в траве *Polygonum hydropiper* L. из различных мест произрастания составляло от $115,36 \pm 9,48$ до $330,44 \pm 28,13$ мг/кг; *Polygonum persicaria* L. – от $94,88 \pm 9,81$ до $337,88 \pm 32,09$ мг/кг. Переход нитратов в настои (1:10) составлял до 62,01% от их начальной концентрации.

Количественное содержание неорганических элементов в лекарственном растительном сырье исследуемых видов существенно не отличалось по макроэлементному составу (мг/100г): К (до $2140,0 \pm 100,1$), Са (до $670,0 \pm 55,3$), Mg (до $590,0 \pm 45,32$), Si (до $315,0 \pm 27,11$), Na (до $160,0 \pm 13,2$), P (до $135,0 \pm 11,3$) и микроэлементному: Fe (до $59,0 \pm 5,77$), Al (до $39,0 \pm 3,32$), Mn (до $33,0 \pm 3,31$), Sr (до $23,7 \pm 0,21$), Zn (до $2,3 \pm 0,22$). Накопление токсичных элементов находилось в пределах установленных норм.

Их переход в настои (1:10) из растительного сырья исследуемых видов составлял лишь до 1,01% и практически не влиял на качество полученных лекарственных средств.

Результаты исследования свидетельствуют о необходимости стандартизации растительного сырья видов рода *Polygonum* L. по содержанию нитратов и элементному составу при проведении контроля качества, что позволит повысить терапевтическую эффективность и безопасность лекарственных средств.

I. A. Lukina, O. V. Mazulin

Zaporizhzhia State Medical University

RESEARCH AND CONTENTS NITRATE CONTAMINATION AND ELEMENTAL COMPOSITION OF MEDICAL PLANT AND INFUSION OF *POLYGONUM HYDROPIPER* L., *POLYGONUM PERSICARIA* L.

Key words: anthropogenic pollution, nitrates, elemental composition, species *Polygonum* L., infusions, medicinal herbs

ABSTRACT

By now pharmacognostic analysis of medicinal plants includes only the determination of the content of active substances and the establishment of merchandising performance. But last years the constantly increase the level environmental pollution.

The aim of this study was to investigate the accumulation of nitrate and elemental composition in herbs *Polygonum hydropiper* L. and *Polygonum persicaria* L. flora of Ukraine, as well as the transition of these compounds in the infusion.

Determination of nitrates by ionometric method.

The elemental composition was determined on the instrument CAS-120 by Atomic absorption spectroscopy (AAS), atomization in an air-acetylene flame.

The accumulation of nitrates from different habitats in the herbs was *Polygonum hydropiper* L. from $115,36 \pm 9,48$ to $330,44 \pm 28,13$ mg/kg; *Polygonum persicaria* L. from $94,88 \pm 9,81$ to $337,88 \pm 32,09$ mg/kg. Daylight nitrate in the of infusions (1:10) amounted to 62.01% upon the initial concentration.

The quantitative content of inorganic compounds is not significantly different in macroelement composition (mg/100g): K (to $2140,0 \pm 100,1$), Ca (to $670,0 \pm 55,3$), Mg (to $590,0 \pm 45,32$), Si (to $315,0 \pm 27,11$), Na (to $160,0 \pm 13,2$), P (to $135,0 \pm 11,3$) and microelement : Fe (to $59,0 \pm 5,77$), Al (to $39,0 \pm 3,32$), Mn (to $33,0 \pm 3,31$), Sr (to $23,7 \pm 0,21$), Zn (to $2,3 \pm 0,22$). The accumulation of toxic chemicals and heavy metals was within the rules.

Transition inorganic substances in the extracts (1:10) from medical plant studied species was only to 1,01% and virtually no effect on the quality of the drugs.

The findings suggest the need for standardization of raw vegetable species of the genus *Polygonum* L. on nitrate content and elemental composition during quality control, which will increase the therapeutic efficacy and safety of medicines made from medicinal plants.

Електронна адреса для листування з авторами: lukina_iryna@ukr.net