

СЕКЦІЯ Х. АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

АКУМУЛЯЦІЯ ТА РОЗПОДІЛ ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ В РОСЛИНАХ ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

Бурикiна Світлана Іванівна

ORCID ID: 0000-0002-5197-6586

Канд. с.-г. наук, завідувач відділу агрохімії,
грунтознавства та органічного виробництва

*Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна*

Когут Інна Миколаївна

ORCID ID: 0000-0002-4418-5954

Канд. с.-г. наук, доцент, заступник директора з наукової роботи - учений секретар
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна

Капустіна Галина Анатоліївна

ORCID ID: 0000-0001-6762-7455

Канд. с.-г. наук, провідний науковий співробітник
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна

Горох - основна бобова культура, зерно якої використовується в харчуванні людини, а побічна продукція – для живлення худоби. З їжею до організму людини надходять не тільки корисні речовини, але й токсичні елементи, накопичення яких веде до важких, здебільшого, онкологічних захворювань. Тому дуже важливо встановлення закономірностей їх поглинання сільськогосподарськими культурами в конкретних ґрунтово - кліматичних умовах та розподіл цих елементів за структурними частинами рослин.

Науковці та агровиробники проявляють все більший інтерес до гороху підзимової сівби, але поза їх уваги пройшло питання впливу зони вирощування на хімічний склад цієї культури, зокрема, на вміст важких металів (ВМ). До групи ВМ відносять металічні елементи з атомною масою понад 40 о.а.м., деякі з них (Cu, Mn, Mo, Zn) є мікроелементами потрібними для росту і розвитку рослин; інші, такі як Hg, Pb, Cd, не беруть участі в метаболічних процесах, через що їх зараховують до токсичних, металів [1, с. 428]. За деякими свідченнями [2, с. 90], толерантність сільськогосподарських культур стосовно Cd та Pb змінюється в ряду просо > озимі зернові > горох > ярі зернові, і технологічні особливості вирощування та кліматичні, ґрунтові умови значно впливають на варіабельність вмісту ВМ в зерні, листостебловій масі та коренях, а також – на спрямованість цих процесів [3–6].

Мета досліджень полягала у вивченні особливостей акумуляції та розподілу важких металів за структурними частинами рослин гороху підзимової сівби і фазами їх розвитку в умовах Південного Степу України.

Вміст Pb і Cd в листостебловій масі, коренях, зерні гороху підзимової сівби визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М. Отримані результати обробляли за допомогою прикладних програм математичної статистики Excel 2007. Статистичній обробці піддавали масив аналітичних даних вмісту Pb і Cd в рослинах гороху підзимової сівби, що відбиралися протягом трьох років в стаціонарному, тимчасових дослідів Одеської ДСДС та в господарствах Одеської області, які відображають кліматичні особливості південного Степу. Всього було проаналізовано 162 зразка.

Аналіз всього масиву даних показав, що для листостеблової маси гороху підзимової сівби характерно доволі високі частоти концентрацій Cd в зоні 0,71-0,80 мг/кг – 35%, а в коренях гороху більша частина значень (42%) знаходиться в інтервалі 0,61-0,70 мг/кг. Частота розподілу Pb в рослинах гороху наступна: в листостебловій масі 45% знаходиться в інтервалі 0,10-0,35 мг/кг, а 40% – 0,36-0,40 мг/кг; в коренях 56% – 0,21-0,30 мг/кг, у тому числі, 35% – 0,21-0,25 мг/кг.

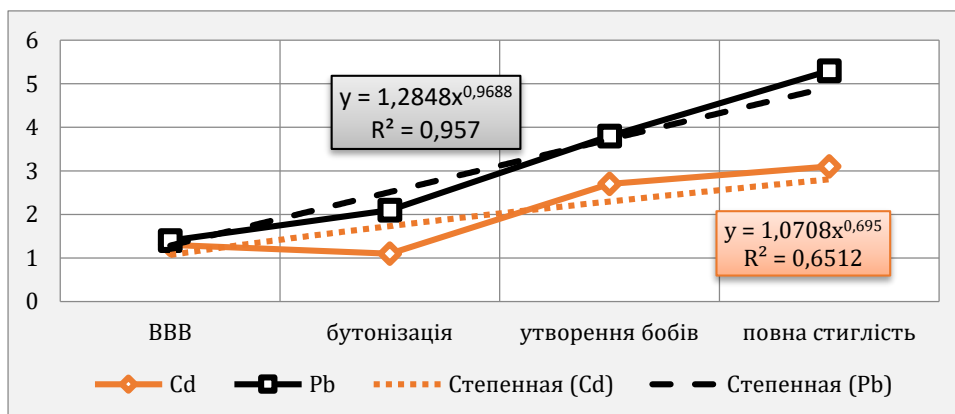
Динаміка накопичення кадмію та свинцю в листостебловій масі гороху озимого та його корінні показує, що максимальна кількість кадмію надходила в надземну масу у фазу бутонізації (0,617 мг/кг). В цій же фазі відзначена і найбільша концентрація Cd в корінні рослини (0,589 мг/кг). Найвищий вміст свинцю спостерігався в листостебловій масі повної стиглості (0,674 мг/кг), а в коренях – при відновленні весняної вегетації (0,389 мг/кг) (табл.1).

Таблиця 1.

**Динаміка накопичення Cd, Pb в надземній масі та корінні
гороху підзимової сівби, мг/ кг сухої речовини**

Частина рослини	Весняне відновлення вегетації	Бутонізація	Утворення бобів	Повна стиглість
1	2	3	4	5
Cd				
Листостеблова маса	0,439±0,090	0,617±0,162	0,320±0,055	0,040±0,026
Коріння	0,344±0,102	0,589±0,187	0,120±0,020	0,013±0,002
Pb				
Листостеблова маса	0,537±0,051	0,564±0,159	0,415±0,088	0,674±0,171
Коріння	0,389±0,117	0,274±0,064	0,108±0,025	0,127±0,032

Коефіцієнти накопичення цих елементів в листостебловій масі по відношенню до коренів протягом всієї вегетації перевищували одиницю і, незважаючи на різні абсолютні значення, мали тенденцію до підвищення за перебігом росту та розвитку рослин гороху підзимової сівби (рис.1).



**Рис.1. Коефіцієнти накопичення Cd і Pb в листостебловій масі
гороху озимого відносно коренів**

Так, для кадмію акропетальні коефіцієнти (листочестеблова маса: коріння) зростали з 1,3 до 3,1, а для Pb – з 1,4 до 5,3; вірогідність такого механізму накопичення токсичних металів у надземній масі гороху для свинцю дуже висока, а для кадмію – вище середнього рівня, оскільки коефіцієнти апроксимації для ліній тренду дорівнюють 0,96 та 0,65, відповідно. Тобто можна вважати, що інтенсивність протидії кореневих бар'єрів надходженню свинцю до листочестеблової маси гороху підзимової сівби протягом всього періоду вегетації дуже низька, а протидія накопиченню кадмію – середня. Високий рівень акумуляції Cd та Pb в коренях та пагонах рослин відмічали й інші дослідники [7, с. 265].

Середні значення токсикантів в зерні гороху становили: Cd – 0,015; Pb – 0,19 мг/кг сухої речовини. Мінливість концентрації Cd в зерні була невисока, коефіцієнт варіабельності дорівнював 21,2%, а відхилення вмісту Pb від середніх значень коливалося в досить широкому інтервалі ($V = 70,7\%$), але жодного разу вміст Cd та Pb в зерні гороху підзимової сівби не перевищував їх максимально допустимий рівень для продовольчого зерна (0,1 та 0,5 мг/кг, відповідно) [8, с.8]. Очевидно, більша частина токсикантів затримується листочестебловою масою, оскільки вміст в ній Cd та Pb у 3,8 та 2,8 рази перевищує їх концентрації в зерні.

Таким чином, для зони Південного Степу Одеської області встановлені особливості акумуляції та розподілу найбільш токсичних металів, а саме Cd та Pb, в рослинах гороху підзимової сівби за фазами їх росту і розвитку. Відмічено низький рівень корневих бар'єрів проти накопичення токсикантів листочестебловою масою та висока інтенсивність протидії останньої надходженню Cd та Pb в зерно гороху підзимової сівби.

Список використаних джерел:

1. Rahman Z., Singh V.P. The relative impact of toxic heavy metals (THMs) (arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr)(VI), mercury (Hg) and lead (Pb)) on the total environment: an overview. *Environ. Monit. Assess.* 2019. Vol. 191. №7. P. 419.
2. Яковичина Т.Ф. Толерантність сільськогосподарських культур до токсичної дії важких металів. *Вісник ДАЕУ*. 2008. №1 (22). С. 87–95.
3. Кисель В. И., Жеребная Л. А. Влияние минеральных удобрений на накопление тяжелых металлов в растениеводческой продукции. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 2. С. 55–57.
4. Корсун С. Г., Клименко І.І. Накопичення важких металів та мікроелементів рослинами сої, вівса, кукурудзи залежно від агрохімічного навантаження в зерно-просапній сівозміні. Екотоксикологічний статус систем удобрення культур зерно-просапної сівозміни [Монографія] Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 212 с.
5. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4-th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 p. <https://doi.org/10.1201/b10158>.
6. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. *Br. Med. Bull.* 2003. Vol. 68. N 1. P. 167–182.
7. Siedlecka A. Some aspects of interactions between heavy metals and plant mineral nutrients. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 1995. 64(3). 262–272.
8. ДСТУ 4523:2006. Горох. Технічні умови [чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 10 с.