

5. *Бабич А.О.* Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. — К.: Аграрна наука, 2011. — 548 с.
6. *Посыпанов Г.С.* Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 300 с.
7. *Rhizobiaceae: молекулярная биология бактерий* взаимодействующих с растениями / под ред. Г. Спайнка, А. Кондороси, П. Хукаса; пер. с англ. И.А. Тихоновича и Н.А. Проворова. — СПб., 2002. — 568 с.
8. *Доросинский Л.М.* Вопросы экологии клубеньковых бактерий / Л.М. Доросинский // Успехи микробиологии. — М., 1974. — Вып. 10. — С. 201–203.

## REFERENCES

1. Komok M.S., Volkohon V.V., Kosenko L.V. (2010). *Efektivnist symbiozu bulbochkovykh bakterii z roslynamy soi v zalezhnosti vid vydu biopreparatu* [The efficiency of the symbiosis rhizobia from soybean plants depending on the type of biological]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal* [Microbiological magazine]. Iss. 11, pp. 7–19 (in Ukrainian).
2. Nahornyi V.I., Romanko Yu.A. (2009). *Ahroekolohichne znachennia ta rol soi v ekolohizatsii silskohospodarskoho vyrobnytstva* [Agro-ecological importance and the role of soy in greening agriculture]. *Visnyk Sumskoho NAU* [Bulletin of Sumy NAU]. Iss. 11 (18), pp. 79–83 (in Ukrainian).
3. Bakhmat O.M. (2009). *Soia — kultura maibutnoho, osoblyvosti formuvannia vysokoho vrozhauiu* [Soy — culture of the future, especially the formation of high yield]. Kamianets-Podilskyi, 208 p. (in Ukrainian).
4. Marushchak O. (2013). *Vyroshchuvannia soi z inokuliantamy* [Growing soybean inoculant]. *Ahronom Publ.*, No. 1, pp. 152–153 (in Ukrainian).
5. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2011). *Selektsiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviiti* [Selection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 548 p. (in Ukrainian).
6. Posypanov G.S. (1991). *Metody izucheniia biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha* [Methods of studying the biological fixation of nitrogen in the air]. Moskva: Agropromizdat Publ., 300 p. (in Russian).
7. Spaynko G., Kondorosha A., Khukas P., Tikhonovich I.A., Provorov N.A. (2002). *Rhizobiaceae: molekulyarnaya biologiya bakteriy vzaimodeystvuyushchikh s rasteniyami* [Rhizobiaceae: molecular biology of bacteria interacting with plants]. St. Petersburg, 568 p. (in Russian).
8. Dorosinskiy L.M. (1974). *Voprosy ekologii klubenchkovykh bakteriy* [Environmental issues nodule bacteria]. *Uspekhi mikrobiologii* [Successes of Microbiology]. Moskva, Iss. 10, pp. 201–203. (in Russian).

УДК 633.174:504.054(477.42)

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ *SILPHIUM PERFOLIATUM* L. В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

І.А. Можарівська

Житомирський національний агроекологічний університет

Викладено результати досліджень вирощування сільфію пронизанолистого (*Silphium perfoliatum* L.) на радіоактивно забрудненій території як кормової культури. Встановлено позитивний вплив застосування регуляторів росту рослин Емістим С та Регоплант на приріст фітомаси та врожайність культури. Наведено показники життєдіяльності та продуктивності сільфію пронизанолистого як кормової культури в умовах радіоактивного забруднення Полісся України.

**Ключові слова:** регулятори росту, фітомаса, радіоактивне забруднення, сільфію пронизанолистий.

Унаслідок аварії на ЧАЕС радіоактивного забруднення сільськогосподарських

угідь зазнала значна частина території України. Зона радіоактивного забруднення сформувалась під впливом метеорологічних умов переносу повітряних мас,

© І.А. Можарівська, 2016

забруднених радіоактивними речовинами, які надходили із зруйнованого блоку станції. Наслідки аварії виявились особливо тяжкими для зони Полісся. На Житомирщині дев'ять північних районів повністю або частково опинилися у зоні радіоактивного забруднення. Незважаючи на тривалий період після аварії, рівні забруднення радіонуклідами ґрунтів та рослин досі залишаються доволі високими [1].

Основними радіонуклідами, що визначають радіаційний стан на забрудненій території, є  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  [2].

У віддалений період після аварії на ЧАЕС гостро постало питання реабілітації радіоактивно забруднених земель. Значна площа земель відводилася під вирощування ріпаку з огляду на рентабельність виду в енергетичному аспекті [3, 4]. Але ріпак значно вимоглива культура до родючості ґрунту, і після декількох років свого вирощування сильно його виснажує, роблячи не придатним для наступної ефективної експлуатації [5].

Результати останніх досліджень і публікацій свідчать, що на радіоактивно забруднених землях найчастіше вирощують злакові культури (тимофіївка лучна, кукурудза) та багаторічні трави. Натомість вирощування нетрадиційних для України енергетичних культур майже не впроваджувалось і не досліджувалось, зокрема в аспекті їх використання для кормових цілей [6].

Останні обстеження земель, виведених із сільськогосподарського призначення, свідчать, що щільність забруднення радіонуклідами орного шару деяких із них наразі знизилась на 50–60% залежно від природних процесів. На сьогодні у Народицькому р-ні близько 24 тис. га угідь, які за рівнем забруднення відносяться до третьої зони радіоактивного забруднення, можуть бути повернуті до сільськогосподарського обігу. Близько 14 тис. га земель зони безумовного (обов'язкового) відселення (друга зона), які передані у підпорядкування природному заповіднику «Древлянський», можуть також за певних умов підлягати реабілітації [3–4].

Метою наших досліджень було вивчення ефективності вирощування нетрадиційних енергетичних культур для реабілітації радіоактивно забруднених земель.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було визначення закономірностей міграції радіонуклідів у ланці «ґрунт – рослина» та вирощування сільфію пронизанолистого залежно від застосування регуляторів росту рослин. Дослідження проводили у шестикратному повторенні відповідно до ГОСТ 46.23.74. Розміщення повторності – одноярусне, застосування варіантів – систематичне. Загальна площа ділянки – 195 м<sup>2</sup>.

Насіння сільфію пронизанолистого (сорт Переможець) перед сівбою обробляли регуляторами росту рослин Регоплант та Емістим С, з розрахунку 0,5 мл/л. У період вегетації рослин проводили фенологічні спостереження. Також відбирали зразки ґрунту та рослин для загального хімічного та радіологічного аналізу.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень свідчать, що врожайність сільфію пронизанолистого залежить від погодних умов, застосування регуляторів росту рослин (PPP), внесення мінеральних добрив, а також від типу ґрунту. Навесні, перед посівом, попередньо проводили стратифікацію насіння впродовж 40 днів, змішуючи його з піском у співвідношенні 1:2. Дружні сходи спостерігалися при температурі 8–10°C.

Фенологічні спостереження засвідчили, що вегетативний період сільфію пронизанолистого становить 215 днів. Сходи з'явилися на 20-й день після посіву. Надземна вегетативна маса наростала доволі швидко, через кожні три дні у рослин з'являлись нові пари листків. Біометричні показники рослин в умовах радіоактивного забруднення засвідчили, що їх висота та маса збільшувалися на ділянках із застосуванням PPP і значно менше – на конт-

ролі. Запас фітомаси становив: на контролі — 10168 г/м<sup>2</sup>, на ділянках із застосуванням Емістиму С — 11192, Регопланту — 10612 г/м<sup>2</sup> (табл. 1).

Середня довжина, ширина листків на рослинах та їх маса на контролі була меншою порівняно із застосуванням РРР. Частка листків до загальної маси рослин на контролі становила 43,8%, у варіанті з Емістимом С — 48, а з Регоплантом — 45,4%. Слід відзначити, що діаметр стебла в основі рослин на висоті 1 м був найбільшим на ділянках із застосуванням Регопланту (1,3 см) (табл. 1).

Кількість генеративних стебел та суцвіть на одному стеблі була нижчою на контролі порівняно з дослідними варіантами. Маса корзинок на одному стеблі сягала 15,8–20,5 г. За застосування Регопланту кількість плодів у корзинці варіювала у межах 323–438 од., а маса виповнених плодів становила 9,9 г. Частка виходу виповнених сім'янок досягнула 40% на контролі та 49% у варіанті із застосуванням Емістиму С. Наведені елементи структури врожаю культури свідчать, що для підвищення продуктивності сільфію пронизанолистого доцільно застосовувати РРР Емістим С (табл. 2).

Таблиця 1

**Біометричні показники сільфію пронизанолистого за впливу регуляторів росту рослин**

Показник	Контроль	Емістим С	Регоплант
Висота рослин, см	210,1±4,77	242,7±4,72	239,4±1,08
Маса рослин, г	254,2±7,42	279,8±8,03	272,1±5,14
Кількість листків, од.	16±0,28	18±0,28	18±0,42
Маса листків, г	111,4±5,06	136,7±4,23	123,6±3,67
Частка листків до загальної маси, %	43,8	48,8	45,4
Діаметр стебла біля основи, см	1,2±0,09	1,2±0,09	1,3±0,02
Діаметр стебла на висоті 1 м, см	1,0±0,07	1,1±0,08	1,3±0,07
Середня довжина листка, см	25,1±2,14	27,8±2,18	26,2±1,93
Середня ширина листка, см	13,9±1,18	17,6±2,04	15,8±1,86
Запас фітомаси, г/м <sup>2</sup>	10168±53	11192±62	10612±47

Таблиця 2

**Вплив регуляторів росту рослин на ріст і розвиток сільфію пронизанолистого**

Показник	Контроль	Емістим С	Регоплант
Кількість генеративних стебел, од.	7±0,02	8±0,03	8±0,02
Кількість суцвіть (корзинок) на одному стеблі, од.	12±0,48	15±0,35	14±0,42
Маса корзинок на одному стеблі, г	15,8±1,43	20,5±2,11	18,3±1,93
Кількість плодів у корзинці, од.	323±14	438±22	374±19
Маса виповнених плодів, г	6,3±0,61	9,9±0,72	7,4±0,47
Вихід виповнених сім'янок, %	40	49	41
Всього сім'янок на 1 м <sup>2</sup> , од.	7450±48	8343±64	7551±54
Маса сім'янок на 1 м <sup>2</sup> , г	167±23	237±59	173±26
Маса 1000 насінин, г	19,8	20,2	20,4

Аналіз фенофаз свідчить, що період від сходів до початку бутонізації тривав 75 днів. Фаза бутонізації розпочиналася у першій декаді червня, а цвітіння сільфію пронизанолистого спостерігалось на початку липня. Насіння починало дозрівати з другої декади липня. Найпродуктивнішими були корзинки другого, третього та четвертого порядків, які формували основну масу повноцінного насіння. Збирали насіння в період побуріння корзинок другого – четвертого порядків. В умовах Полісся України на радіоактивно забруднених територіях це припадало на другу декаду жовтня.

Встановлено, що сільфій пронизанолистий давав високі врожаї фітомаси за відносно короткий період часу, яка характеризувалася високим умістом протеїну, вітамінів, амінокислот і мінеральних речовин. За вмістом поживних речовин сільфій переважав тимофіївку лучну та кукурудзу. Зелена маса культури (в перерахунку на абсолютно суху речовину) містить 15,6% протеїну, що майже втричі більше, ніж відповідний показник кукурудзи. У 100 кг зеленої маси сільфію пронизанолистого міститься близько 15 кормових одиниць, а на кормову одиницю припадає 140–160 г перетравного протеїну. Сільфій пронизанолистий є значним джерелом забезпечення силосу та інших кормів мінеральними речовинами. Подрібнену зелену масу культури у фазі бутонізації можна використовувати на корм великій рогатій худобі (табл. 3).

За результатами досліджень встановлено, що зелена маса сільфію пронизанолистого містить значну кількість протеїну, що дає можливість використовувати його для силосування разом із однорічними травами. Оптимальним терміном посіву слід вважати весняний. Норма висіву насіння – 12 кг/га, глибина загорання – 2 см, ширина міжрядь – 70 см. Після укосів слід проводити глибоке рихлення міжрядь. Перший укіс доцільно здійснювати наприкінці липня, наступний – на початку жовтня. Висота зрізу під час збирання зеленої маси не повинна перевищувати 10–12 см.

Під час відбору проб рослин на дослідних ділянках у с. Христинівка Народицького р-ну не було встановлено перевищень ГДК питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у кормових культурах, що вирощуються на цій території. Так, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у рослинах сільфію пронизанолистого була вищою у 4 рази порівняно з рослинами кукурудзи – 482 і 110 Бк/кг відповідно, а щодо тимофіївки лучної, цей показник становив 190 Бк/кг. Щільність забруднення ґрунту на дослідних ділянках варіювала у межах від 973 кБк/м<sup>2</sup> – під посівами сільфію пронизанолистого до 1103 кБк/м<sup>2</sup> – під посівами тимофіївки лучної. Коефіцієнт переходу з ґрунту до рослин був найвищим у рослин сільфію пронизанолистого, а найнижчим – у кукурудзи (табл. 4).

На радіоактивно забруднених територіях можна рекомендувати вирощування сільфію пронизанолистого як цінної кормової культури.

Таблиця 3

**Порівняльний зоохімічний склад зеленої маси сільфію пронизанолистого у абсолютно сухій речовині, %**

Культура	Поживні речовини								
	N	P	K	Ca	Жир	Зола	Клітковина	Протеїн	БЕР*
Сільфій пронизанолистий	2,49	0,58	2,63	2,26	1,05	12,64	20,06	15,60	50,65
Кукурудза	0,91	0,51	0,72	0,88	1,26	6,28	29,37	5,69	57,37
Тимофіївка лучна	2,20	0,69	1,83	1,16	2,53	8,10	31,60	13,41	44,36

Примітка: \* БЕР – безазотисті екстрактивні речовини.

Таблиця 4

Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та коефіцієнти переходу у кормову продукцію

Рослини	Щільність забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>	Питома активність рослин $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Коефіцієнт переходу
Сильфій пронизанолистий (зелена маса)	973	482	0,50
Кукурудза	1019	110	0,11
Тимофіївка лучна	1103	190	0,17

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що рослини сильфію пронизанолистого можуть досягати 320 см заввишки.

Найінтенсивніший приріст рослин спостерігався у варіанті із застосуванням PPP

Емістим С і Реґоплант, до того ж підвищувалася продуктивність культури.

Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у рослинах не перевищувала допустимих норм. Доведено, що сильфій пронизанолистий доцільно вирощувати на забруднених радіонуклідами територіях Полісся України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Малиновський А.С. Еколого-економічні аспекти Чорнобильської катастрофи (на прикладі Житомирської області) / А.С. Малиновський. — К., 2001. — 291 с.
2. Гудков І.М. Сільськогосподарська радіобіологія: навч. посіб. для аграр. вищ. навч. закл. / І.М. Гудков, М.М. Віннічук. — Житомир: ДАУ, 2003. — 472 с.
3. Закон України «Про альтернативні види палива» №1391-VI від 21.05.2009 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
4. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.02. 2009 р. №276-р «Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва та використання біологічних видів палива» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/276-2009-%D1%80>
5. Шевчук Р.В. Технологічні способи вирощування ріпаку озимого для виробництва біопалива / Р.В. Шевчук, Г.Ф. Ровна // Вісн. аграр. науки. — 2014. — № 9. — С. 19–22.
6. Енергетичні рослини як сировина для біопалива / О. Хіврич, В. Курило, В. Квак, В. Касків // Пропозиція. — 2011. — № 6. — С. 68–73.
7. Titei V. The Perspective of Cultivation and Utilization of the Species *Silphium perfoliatum* L. and *Helianthus tuberosus* L. in Moldova / V. Titei et al. // Bulletin UASMV. — 2013. — Vol. 70(1). — P. 160–166. — (Serie: Agriculture).
8. Investigations on plant functional traits, epidermal structures and the ecophysiology of the novel bioenergy species *Sida hermaphrodita* Rusby and *Silphium perfoliatum* L. / J. Franzaring et al. // Journal of Applied Botany and Food Quality. — 2014. — No. 87. — P. 36–45.

## REFERENCES

1. Malynovskyi A.S. (2001). *Ekoloho-ekonomichni aspekty Chornobylskoi katastrofy (na prykladi Zhytomyrskoi oblasti)* [Ecological and economic aspects of the Chernobyl disaster (for example, Zhytomyr region)]. Kyiv, 291 p. (in Ukrainian).
2. Hudkov I.M., Vinnichuk M.M. (2003). *Silskohospodarska radiobiologiya: navch. posib. dlia agrar. vyshch. navch. zakl.* [Agricultural radiobiology: textbook for agricultural universities]. Zhytomyr: DAU Publ., 472 p. (in Ukrainian)
3. *Zakon Ukrainy «Pro alternatyvni vydy palyva» No. 1391-VI vid 21.05.2009* [Law of Ukraine «On Alternative Fuels» No. 1391-VI of 21.05.2009]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> (in Ukrainian).
4. *Rozporiadzhennia kabinetu ministriv Ukrainy vid 12.02 2.009 r. No.276-r «Pro skhvalennia Kontseptsii Derzhavnoi tsilovoi nauково-tekhnichnoi prohramy rozvytku vyrobnytstva ta vykorystannia biologichnykh vydiv palyva»* [The Cabinet of Ministers of Ukraine from 12.02 2,009 g. No. 276-p «On approval of the Concept of the State scientific and technical program development of production and use of biofuels»]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/276-2009-%D1%80> (in Ukrainian).

5. Shevchuk R.V., Rovna H.F. (2014). *Tekhnologichni sposoby vyroshchuvannya rapaku ozymoho dlia vyrobnytstva biopalyva* [Technological methods of cultivation of winter rapeseed for biofuel production]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 9, pp. 19–22 (in Ukrainian).
6. Khivrych O., Kuryo V., Kvak V., Kaskiv V. (2011). *Enerhytychni roslyny yak syrovyna dlia biopalyva* [Energy plants as raw material for biofuels]. *Propozytsiia Publ.*, No. 6, pp. 68–73 (in Ukrainian).
7. Titei V. et al. (2013). The Perspective of Cultivation and Utilization of the Species *Silphium Perfoliatum* L. and *Helianthus Tuberosus* L. in Moldova // *Bulletin UASMV serie Agriculture*, Vol. 70(1), pp. 160–166 (in English).
8. Franzaring J. et al. (2014). Investigations on plant functional traits, epidermal structures and the ecophysiology of the novel bioenergy species *Sida hermaphrodita* Rusby and *Silphium perfoliatum* L., *Journal of Applied Botany and Food Quality* 87, pp. 36–45, DOI:10.5073/JABFQ.2014.087.006 (in English).

УДК 504.445

## ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ХЛОРОФОРМОМ УНАСЛІДОК ЇЇ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

І.В. Данилова

*Житомирський національний агроекологічний університет*

*Проаналізовано показники якості питної води, що впливають на вміст у ній хлороформу. Встановлено, що концентрацію розчиненого кисню та каламутність слід розглядати як найважливіші показники, які свідчать про рівень забруднення води, на основі яких визначаються відповідні заходи з її знебарвлення та знезараження. Досліджено інтенсивність розмноження синьо-зелених, діатомових та зелених водоростей у водозаборі «Відсічне» р. Тетерів у 2014 р. Обґрунтовано, що активний розвиток планктонних водоростей спричиняє необхідність збільшення доз реагентів, які додаються у воду під час її підготовки. Виявлено особливості співіснування різних відділів фітопланктону у водозаборі та їх вплив на зміни показників каламутності води та концентрації розчиненого кисню.*

**Ключові слова:** *питна вода, хлороформ, води водозабору, розчинений кисень, каламутність, водорості.*

Проблема вмісту тригалометанів (ТГМ) у питній воді досі залишається актуальною, оскільки майже всі водоканали України для знезараження та знебарвлення води продовжують використовувати хлор чи хлорвмісні сполуки. За підготовки води органічні речовини, що входять до її складу, взаємодіють з дезінфектантами, внаслідок чого утворюється декілька видів ТГМ, серед яких переважає хлороформ. Ця небезпечна речовина розглядається як індикатор умісту у питній воді продуктів хлорування [1].

Наприкінці минулого століття з'явилася низка публікацій про виявлення галогеновмісних сполук у воді, призначеній для питних цілей [2]. Однак питання щодо їх впливу на здоров'я населення фактично не розглядалися. Доволі тривалий час спостерігалася недооцінка однієї з найбільш значущих аспектів їх біологічної дії — віддалених наслідків, зокрема мутагенної та канцерогенної дій. Хоча в експериментах на вищих тваринах були отримані дані про канцерогенну дію хлороформу на організм, і за класифікацією МАВР (Франція) ця речовина було віднесено до групи 2 (чинники, ймовірно канцерогенні для людини),