



О. В. Тогачинська

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна)
E-mail: tytyn29@ukr.net

О. В. Ничик

кандидат технічних наук,
доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: nychik@ukr.net



О. І. Семенова

кандидат технічних наук,
доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: olena.semenova07@gmail.com



Л. В. Береза-Кіндзерська

кандидат хімічних наук,
доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: kinlud@ukr.net



С. М. Бажай-Жежерун

кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології оздоровчих продуктів,
Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: LanaNEW_1@ukr.net



ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗА КОМПЛЕКСОМ ПОКАЗНИКІВ

Стаття присвячена екологічному оцінюванню технології вирощування цукрових буряків за агрофізичними, фітосанітарними, санітарно-токсикологічними, біохімічними, технологічними показниками. У статті наведена оцінка придатності ґрунту за вмістом гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію та реакцією ґрунтового середовища щодо отримання високої продуктивності коренеплодів цукрових буряків з оптимальними біохімічними та технологічними показниками якості.

Крім того, методологічно обґрунтовано основні критерії показників, в результаті чого визначено пріоритетний ряд їх: кліматичні показники – рівень родючості ґрунту – сортовий потенціал культури – фітосанітарний стан посівів – якість і безпечність – технологічні показники – продуктивність коренеплодів цукрових буряків. Для екологічного нормування технології вирощування цукрових буряків за комплексом показників було розроблено методичний підхід щодо оцінювання технології за кожним показником, а саме 1 клас – незадовільний стан (відхилення від контролю в бік погіршення

перевищує 25 %), II клас – задовільний (понад 10%, але не перевищує 25%); III клас – нормальний (не перевищує 10%); IV клас – оптимальний (відхилення від оптимуму в бік погіршення не спостерігається). Така градація дозволяє встановлювати екологічний стан агроєкосистеми за комплексом показників.

Відповідно до проведення нормування технології цукрових буряків формується ключовий висновок, який розкриває оцінку технології та технологічних процесів з метою обґрунтування екологічного впливу даної агротехнології на компоненти біосфери.

Такий спосіб агроєкологічної оцінки технології надасть можливість отримати якісні біохімічні, технологічні показники і високу продуктивність цукрових буряків та зменшити негативний вплив на агроценози.

Ключові слова: екологічне оцінювання, екологічне нормування, технологія вирощування, агроєкосистема, цукрові буряки.

O. V. Togachynska

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management,
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)
E-mail: tytyn29@ukr.net

O. V. Nychyk

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management,
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)
E-mail: nychik@ukr.net

O. I. Semenova

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management,
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)
E-mail: olena.semenova07@gmail.com

L. V. Bereza-Kinderska

Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Management,
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)
E-mail: kinlud@ukr.net

S. M. Bazhay-Zhezherun

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Health Products Technology,
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)
E-mail: LanaNEW_1@ukr.net

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SUGAR BEET GROWING TECHNOLOGY BASED ON A SET OF INDICATORS

The article is devoted to the ecological assessment of sugar beet cultivation technology by agrophysical, phytosanitary, sanitary and toxicological, biochemical, and technological indicators. The article presents an assessment of soil suitability in terms of humus, easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium and soil reaction for obtaining high productivity of sugar beet roots with optimal biochemical and technological quality indicators.

In addition, the main criteria of the indicators were methodologically substantiated, as a result of which a priority number of them were determined: climatic indicators – level of soil fertility – varietal potential of the crop – phytosanitary condition of crops – quality and safety – technological indicators – productivity of sugar beet roots. For the ecological standardization of sugar beet cultivation technology by a set of indicators, a methodological approach was developed to assess the technology for each indicator, namely 1 class – unsatisfactory condition (deviation from control for the worse exceeds 25%), II class – satisfactory (more than 10%, but not exceeding 25%); III class – normal (not exceeding 10%); IV class – optimal (no deviation from the optimum for the worse). This gradation allows to determine the ecological state of the agroecosystem by a set of indicators.

In accordance with the standardization of sugar beet technology, a key conclusion is formed that reveals the assessment of technology and technological processes in order to substantiate the environmental impact of this agrotechnology on the components of the biosphere.

This method of agroecological assessment of technology will provide an opportunity to obtain high-quality biochemical, technological indicators and high productivity of sugar beet and reduce the negative impact on agroecosystems.

Key words: ecological assessment, ecological regulation, cultivation technology, agroecosystem, sugar beets.

Вступ. Цукрова промисловість в агропромисловому комплексі України займає одну із найважливіших галузей харчової промисловості. Оскільки собівартісні витрати на технологію вирощування цукрових буряків досить високі, тому за останні 10 років на ринку України галузь буряківництва дуже зменшилась, що і, в подальшому призвело до зниження їх посівних площ. Крім того, за технологією виробництва цукру заводи не перелаштувались на створення більш енергоефективного технологічного процесу із меншим

показником використання дорогих видів палива, електроенергії, води та пари на переробку коренеплодів цукрових буряків. Для отримання однієї тони цукру потрібно використати на переробку сім тон коренеплодів цукрових буряків з оптимальним забезпеченням у технологічному процесі електроенергії, води та пари [11, 12].

За екологічними особливостями технологія вирощування цукрових буряків є досить ефективною, оскільки вона здатна підвищувати показники родючості ґрунту, в процесі виробництва

цукру утворюються жом, гичка, меляса, такі відходи можна використовувати як на біоенергетичні цілі так і на корм для годування тварин. За соціальним показником дана технологія дає можливість забезпечити країну основним стратегічним продуктом-цукром, який є необхідним джерелом енергії організму людини та важливим продуктом у різних галузях харчової промисловості [12].

Огляд останніх досліджень і публікацій. Основними питаннями інтенсивної технології вирощування цукрових буряків, забезпечення високої продуктивності коренеплодів та ефективності їх виробництва висвітлювали у своїх працях такі науковці та практики: Кулик Г.А., Аскаров В.Р., Ільків Л.А., Коровко І.І., Присяжнюк О.І., Карпук Л.М., Іваніна В.В. та інші [1, 3–7].

За дослідження вчених Роїка М.О., Ягольника О.О. було доведено, що станом на 2024 р. було засіяно площі угідь цукровими буряками 258 тис. га, тобто засіяні поля насінням цукрових буряків не зменшилися порівняно з попередніми роками. Проте середня врожайність коренеплодів цукрових буряків із зібраних площ станом на 2024 р. становила 48 т/га. Але вчені зазначають, що близько 60 % засіяних площ належить господарствам, які пов'язані безпосередньо з цукро заводами і лише 40 % засіяних площ належить приватним фермерським господарствам, що автономно вирощують солодкі корені буряків та здають їх на переробку [13].

З врахуванням сучасних екологічних вимог, виробнича діяльність агропродовольства, які можуть погіршувати компоненти навколишнього природного середовища і здоров'я населення обов'язково повинні проходити превентивне агроекологічне оцінювання технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Таким чином **метою досліджень** було провести екологічне оцінювання агротехнології вирощування цукрових буряків та визначити придатності сільськогосподарських угідь для отримання високої продуктивності цукрових буряків з оптимальними технологічними, біохімічними, санітарно-токсикологічними показниками якості. Такий спосіб агроекологічного оцінювання дозволить забезпечити наукову обґрунтованість та превентивність, гарантувати екологічну безпеку для біосфери, людини, створювати раціональну збалансованість економічних, соціальних, економічних та медикобіологічних інтересів [8, 10].

Методика дослідження. Для розроблення екологічного оцінювання технологій вирощування коренеплодів цукрових буряків з оптимальними технологічними, біохімічними, санітарно-токсикологічними показниками якості були використані літературні джерела, фондові матеріали, нормативно-правові документи. Спосіб агроекологічного оцінювання доцільно здійснювати за системою показників і нормативів, яка враховує вплив технологій на екотоксикологічний, агрохімічний, фітосанітарний стан агроєкосистеми, якість і безпечність продукції, продуктивність.

Відповідно до визначених показників екологічну оцінку технологій доцільно проводити за 4 класами. Діапазон даних показників в межах класів можна визначити згідно нормативів, кількісні параметри яких встановлювалися

шляхом адаптації існуючих нормативів з врахуванням класичних підходів до екологічного оцінювання та нормування.

При екологічному нормуванні прийнято, що відхилення від еталону менше ніж на 10% – малонебезпечний рівень, на 10–25% – помірно небезпечний і більше ніж на 25% – небезпечний. Базуючись на цьому, зміну стану компонентів агроєкосистеми під впливом агротехнологій можна оцінити наступним чином: зона оптимуму – зниження < 10%, зона комфорту – зниження на 10 – 25%, зона песимуму – зниження > 25% [15].

Виходячи з цього, агротехнологію доцільно оцінювати за кожним показником наступним чином: I клас – незадовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення перевищує 25%), II клас – задовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення більше 10%, але не перевищує 25%), III клас – нормальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не перевищує 10%), IV клас – оптимальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не спостерігається) [8, 15].

Основні результати дослідження. З метою врахування санітарно-токсикологічних, агрохімічних, фітосанітарних показників агроєкосистеми, комплексну екологічну оцінку агротехнологій доцільно проводити за 4 класами: I клас оцінювати у 0 балів, II клас – 1 бал, III клас – 2 бали, IV клас – 3 бали. Відповідно такий спосіб екологічної оцінки агротехнології за комплексом показників описує рівняння [8, 15]:

$$EO = \sum \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}{n}, \quad (1)$$

де n_n – показник, згідно якого проводилася оцінка, бал

n – кількість показників, за якими проводилася оцінка.

З врахування впливу технології вирощування цукрових буряків на стан компонентів навколишнього середовища і здоров'я населення розроблена наступна градація агротехнологій за досконалістю:

I клас	< 1,5 бали	технологія недосконала і не може бути рекомендована виробництву
II клас	1,5–2,4 бали	технологія перед впровадженням у виробництво потребує істотного доопрацювання
III клас	2,5–2,9 бали	потребують вдосконалення окремі технологічні операції
IV клас	3,0 бали	технологія досконала і може бути рекомендована виробництву

Таким чином для проведення екологічної оцінки технологій вирощування цукрових буряків (коренеплодів) було обґрунтовано і класифіковано основні критерії комплексу показників.

Кліматичні фактори є важливим показником в основні фази росту і розвитку цукрових буряків (оптимальна температура повітря і оптимальна кількість опадів в основні фази росту і розвитку коренеплодів, забезпеченість ґрунту вологою). Залежність проходження різних фаз розвитку рослинами цукрового буряка від температури повітря і вологості показано у таблиці 1 [8].

Оптимальні параметри ґрунту для вирощування цукрових буряків залежать від комплексної системи удобрення, правильного обробітку ґрунту, підбору попередників і сортового потенціалу. Показники ґрунту визначаються згідно характеристики сорту, технологічних карт вирощування культури, нормативних документів та державних стандартів [8].

За дослідженнями доведено, що оптимальними параметрами ґрунту для вирощування

цукрових буряків є вміст гумусу 3,5 %, вміст легкогідролізованого азоту 150 мг/кг, вміст рухомого фосфору 150 мг/кг, вміст обмінного калію 105 мг/кг, реакція ґрунтового розчину 6,5 ум. од.

Відповідно до агрохімічних показників було і проведено екологічне оцінювання і визначення придатності сільськогосподарських угідь щодо вирощування цукрових буряків з оптимальними технологічними показниками якості (табл. 2).

Моніторинг фітосанітарного стану посівів встановлюється з урахуванням порогів шкодочинності в фазах росту і розвитку культури, за рівнем забур'яненості, захворюваності, раціонального використання агротехнічного, фізико-механічного, біофізичного, імунологічного, біологічного, хімічного методів захисту рослин та чинних нормативів.

Таблиця 1

**Екологічна оцінка технологій вирощування буряку (*Beta vulgaris*)
за кліматичними показниками**

Показник	Фази росту і розвитку цукрових буряків	Фактичні показники			
		оптимальний	нормальний	задовільний	незадовільний
Температура повітря, °C	проростання насіння	15	13–14	12–10	< 10
	формування коренеплодів	22	21–20	19–17	< 17
Вологість ґрунту, %	формування коренеплодів	80	79–72	71–60	< 60

Таблиця 2

Екологічна оцінка технологій вирощування коренеплодів буряка цукрового (*Beta vulgaris* S.) за показниками родючості ґрунту

Агрохімічний стан	Клас	Показники	Оцінка, бали
за вмістом гумусу, мг/кг			
Незадовільний	I	<2,6	0
Задовільний	II	3,1–2,6	1
Нормальний	III	3,4–3,2	2
Оптимальний	IV	≥ 3,5	3
за вмістом азоту, мг/кг			
Незадовільний	I	< 113	0
Задовільний	II	134–113	1
Нормальний	III	149–135	2
Оптимальний	IV	≥150	3
за вмістом фосфору, мг/кг			
Незадовільний	I	< 113	0
Задовільний	II	134–113	1
Нормальний	III	149–135	2
Оптимальний	IV	≥150	3
за вмістом калію, мг/кг			
Незадовільний	I	< 79	0
Задовільний	II	94–79	1
Нормальний	III	104–95	2
Оптимальний	IV	≥105	3
за реакцією ґрунтового середовища, од. pH			
Незадовільний	I	< 4,9	0
Задовільний	II	5,8–4,9	1
Нормальний	III	6,4–5,9	2
Оптимальний	IV	≥6,5	3

Ключовими хворобами листового апарату буряку цукрового є церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.), рамуляріоз (*Ramularia beticola*), фомоз (*Phoma betae*), борошниста роса (*Erysiphe communis*) та іржу (*Uromyces betae*) [14]. Церкоспороз є найпоширенішою і дуже агресивною хворобою, джерелом інфекції якої є рослинні рештки, збудники можуть зберігатися до 4 років, що у подальшому це може призвести до втрати урожаю навіть до 50 % (табл. 3) [8].

Фузаріоз листків і коренеплодів є дуже поширеною і небезпечною хворобою. Симптоми її проявлення заключаються в тому, що листові пластинки дуже в'януть і уражується коренева система рослин, спостерігається фузаріозне в'янення. Фузаріоз спричиняється грибами роду *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*). Під час ураження коренеплодів цукрових буряків починає загивати головка, шийка і хвостик формуючого коренеплоду, що призводить до зниження вмісту цукру у коренеплодах. У кагатах на коренеплодах проявляється розвиток корених гнилей, які викликаються понад 150 видами грибів та бактерій. Коренеплоди ураженні гнилями, повністю втрачають цукор і в подальшому є непридатними для переробки. Доведено, що основним джерелом такої хвороби є ураження буряка грибовими бактеріями під час вегетації (табл. 4) [2, 14].

На якісні показники урожаю цукрових буряків також велику небезпеку у другій половині вегетації цукрових буряків наносять нематоди.

Розвиток нематоди (*Heterodera schachtii*) зафіксовано у 18 областях України. Нематоди, що уражують коренева система рослин призводить до порушення біохімічного процесу речовин і мінерального живлення. Рослини при ураженні такими видами нематодів не можуть з ґрунту отримати оптимальну кількість мінеральних речовин і води. Відповідно на рослинах починає проявлятися хвороба гетеродероз. Уражені рослини такою хворобою рослини цукрових буряків відстають у рості і розвитку [2, 14]. Симптоми хвороби дуже добре видно на листочках, які мають блідий колір, а згодом жовтіють і відмирають. Крім того, на кореневій системі рослин добре спостерігаються білі самиці нематоди, які деформують коренеплід, знижується маса і цукристість коренеплоду, що зрештою призводить до суттєвих втрат продуктивності культури. Відповідно і було розроблено екологічне оцінювання технологій вирощування рослин цукрових буряків за показниками ураження самками нематодами та ураженнями цистами і личинками нематод (табл. 5, 6) [8, 14].

Сучасні технології вирощування рослин цукрових буряків передбачають застосування значних кількостей агрохімікатів, які можуть містити у своєму складі шкідливі речовини (важкі метали, фтор, миш'як, радіонукліди та ін.), що мають здатність мігрувати за трофічними ланцюгами, впливати на ґрунтову біоту, призводити до змін загальної кількості мезофауни, сапрофітної мікрофлори, активності протікання біохімічних

Таблиця 3

Оцінка технологій вирощування цукрових буряків за показниками ураження церкоспорозом

Оцінка, бали	Ураження рослин	Фітосанітарний стан
3	здорова рослина, плям на листках немає	оптимальний
2	плями розкидані, кількість уражених листків не перевищує 25 % всіх листків розетки	нормальний
1	плями місцями зливаються, хвороба уражує 26–50 % листків розетки	задовільний
0	плями й відмерлі тканини листків охоплюють 51–75% поверхні, листки майже повністю загинули, не уражених листків менше 25 % усіх листків розетки	незадовільний

Таблиця 4

Оцінка технологій вирощування цукрових буряків за показниками ураження фузаріозною гниллю

Оцінка, бали	Ураження рослин	Фітосанітарний стан
3	коренеплоди, не уражені гнилями	оптимальний
2	гнила тканина охоплює до 15 % маси всього коренеплоду	нормальний
1	гнила тканина охоплює 16–30% маси всього коренеплоду	задовільний
0	гнила тканина охоплює 31–50% маси всього коренеплоду	незадовільний

Таблиця 5

Оцінка технологій вирощування буряків за показниками ураження самками бурякової нематоди

Оцінка, бали	Ураження рослин	Фітосанітарний стан
3	рослини не пошкоджені нематодами	оптимальний
2	на корінцях поодинокі самки	нормальний
1	на корінцях до 30 самок	задовільний
0	на корінцях 31–50 самок	незадовільний

Таблиця 6

Оцінка технологій вирощування буряків за показниками ураження цистами та личинками бурякової нематоди

Оцінка, бали	Ураження рослин	Фітосанітарний стан
3	не має цист та личинок нематоди на 100 см ³ ґрунту	оптимальний
2	3-5 цист та личинок нематоди на 100 см ³ ґрунту	нормальний
1	6-15 цист та личинок нематоди на 100 см ³ ґрунту	задовільний
0	понад 15 життєздатних цист на 100 см ³ ґрунту	незадовільний

Таблиця 7

Оцінка технології за впливом на біохімічні показники якості цукрових буряків

Стан	Клас	Показники				Оцінка, бали
		Суха речовина	Білок	Вуглеводи	Клітковина	
незадовільний	I	<10,0	<1,13	<7,1	<0,60	0
задовільний	II	10,0 – 12,5	1,13 – 1,34	7,1- 8,5	0,60 – 0,71	1
нормальний	III	12,6-13	1,35 – 1,4	8,6 – 9,4	0,72 – 0,79	2
оптимальний	IV	≥14	≥1,5	≥9,5	≥0,8	3

Таблиця 8

Оцінка технологій за впливом на продуктивність коренеплодів цукрових буряків

Екологічний стан	Продуктивність, ц/га	Оцінка, бали
Лісостеп, Полісся		
Незадовільний	≤ 300	0
Задовільний	300–359	1
Нормальний	360–399	2
Оптимальний	≥ 400	3
Степ		
Незадовільний	≤ 278	0
Задовільний	278–332	1
Нормальний	333–369	2
Оптимальний	≥ 370	3

процесів тощо [9-10]. Тому акумулятивні й міграційні процеси токсикантів у ґрунті формують радіальну міграцію, яка характеризується коефіцієнтом концентрації, який показує ступінь накопичення хімічних речовин у ґрунті відносно контролю:

Крім того, *транслокаційні процеси* шкідливих речовин характеризують особливості переходу їх з ґрунту у вегетативні та генеративні органи рослин. Тому для виявлення впливу різних елементів технологій на транслокаційні процеси було введено показник *коефіцієнта біологічного поглинання* шкідливих речовин, який дозволить встановити взаємозв'язок між вмістом у ґрунті та у рослинах забруднювальних речовин [9]. Показник коефіцієнта біологічного поглинання дозволяє встановити взаємозв'язок між вмістом токсикантів у коренеплодах і листовій розетці цукрових буряків та їх кількістю у ґрунті.

Оцінка технології на показники якості цукрових буряків встановлюється від оптимуму за впливом на технологічні, біохімічні показники і визначаються згідно характеристики сортів (табл. 7) [8].

Оцінку технології вирощування цукрових буряків за продуктивністю встановлюють шляхом порівняння урожайності культури при

застосування даної агротехнології, характеристики сорту та ґрунтово-кліматичної зони (табл. 8). Оптимальна продуктивність коренеплодів цукрових буряків для зони Лісостепу, Полісся повинна бути не нижча 400 ц/га, а для зони Полісся – 370 ц/га [8].

Висновки. Науково-методологічно обґрунтовано та класифіковано структуру показників щодо проведення екологічного оцінювання за впливом та кліматичний, фітосанітарний, агрохімічний стан агроєкосистеми на якість і продуктивність цукрових буряків.

Проведена екологічна оцінка агротехнології вирощування цукрових буряків за комплексом показників дозволяє виявити певні технологічні операції, провести аналіз небезпечних факторів та розробити заходи щодо їх контролю та удосконалення.

Аналізуючи технології вирощування цукрових буряків за літературними даними було визначено основні технологічні операції, які можуть негативно впливати на компоненти агроєкосистеми, в результаті чого створюються негативні екологічні наслідки: *система удобрення і система захисту* (горизонтальна і вертикальна міграція хімічних елементів в ґрунті, зміна якісного складу ґрунту, транслокаційні процеси переходу хімічних

елементів в рослини, погіршення гігієнічної якості продукції); *система обробітку ґрунту* (активна міграція хімічних елементів, зміна мікробіоти ґрунту, порушення фізичного і водного стану ґрунту). Крім того, правильний підбір попередників і сортів відповідно до ґрунтово-кліматичної зони, своєчасний посів овочевих культур визначають *фітосанітарний стан* цукрових буряків.

Такий науковий підхід екологічного оцінювання дозволяє впроваджувати у виробництво лише ті технології, що забезпечать отримання високої продуктивності цукрових буряків з оптимальними біохімічними і технологічними показниками якості, відповідно до міжнародних вимог і стандартів.

Література

1. Аскарів В. Р. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на урожайність, якість та ефективність вирощування цукрових буряків. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 5. С. 190–195. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_21.

2. Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильєв В. П. Довідник із захисту рослин/ за ред. М.П. Лісового. Київ, 1999. 744 с.

3. Іваніна, В. В., Гурська, В. М. Формування поживного режиму чорнозему вилугуваного в агроценозі буряків цукрових залежно від удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. № 31. С. 69–75. URL: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292393>. (дата звернення 28.11.2023).

4. Ільків Л.А. Сучасний стан та ефективність виробництва цукрових буряків. *Науковий журнал «Молодий вчений»*. 2018. № 11 (63). С. 1124–1127. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3667/3631>. (дата звернення 01.11.2018)

5. Карпук Л. М., Поліщук В. В. Особливості росту і розвитку рослин цукрових буряків залежно від якості насіння. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2014. № 22. С. 67–71. URL: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/67_22.pdf. (дата звернення 20.05.2014).

6. Коровко І. І., Присяжнюк О. І. Оцінка ефективності елементів технології вирощування цукрових буряків. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 117–121. URL: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/korovko_1_2017.pdf. (дата звернення 10.05.2017).

7. Кулик Г.А. Ефективність біорегулятора росту Біолан при вирощування цукрових буряків. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки*: Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції. м. Кіровоград: 5–6 листопада. 2015. / КНТУ. Кіровоград, 2015. С. 81–84. URL: <https://kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/teachers/2015/4.pdf#page=82>.

8. Макаренко Н. А. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко. Київ, 2008. 84 с.

9. Макаренко Н. А. Агроєкологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему:

автореф. дис. д-ра с.-г. наук.: 03.00.16. Київ, 2002. 35 с. URL: <http://search.nbuv.gov.ua/publ/REF-0000217840>.

10. Макаренко Н.А., Бондарь В.І. Макаренко В.В. Екологічна експертиза технології вирощування сільськогосподарських культур. *Агроєкологічний журнал*. 2008. № 3. С. 14–18.

11. Панасенко Н. Л. Аналіз динаміки показників виробництва цукру в Україні та аналітичні прогнози його розвитку. *Technology audit and production reserves*. № 1/7(21). 2015. С. 23–28. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/311286-an-analysis-of-sugar-production-trends-i-4bbe10fb.pdf>.

12. Присяжнюк, О.І., Шульга С.С., Кононюк Н.О., Завгородній В. М., Половинчук О. Ю. та інші. Ефективність вирощування буряків цукрових в умовах Степу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. № 31. С. 47–58. URL: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292391>. (дата звернення 24.10.2023).

13. Роїк М.В., Ягольник О.О. Цукровий буряк в Україні: кризи, перемоги, перспективи. *Біоенергетика*. 2024. № 2 (24). С. 1–5. URL: <http://be.bio.gov.ua/issue/view/18650>. (дата звернення 14.12.2024).

14. Сергієнко В. Хвороби цукрових буряків. *Журнал агробізнесу «Пропозиція»*. 2019. № 12. С. 21–24. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-cukrovyyh-buryakiv>.

15. Спосіб екологічної експертизи технологій вирощування сільськогосподарських культур: пат. 42925 Україна: МПК 2009 200902100; заявл. 10.03.2009; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14. 5 с.

References

1. Askarov, V. R. (2016). Vplyv mikrodobryv ta funhitsydiv na urozhainist, yakist ta efektyvnist vyroshchuvannia tsukrovyykh buriakiv. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. [The influence of microfertilizers and fungicides on the yield, quality and efficiency of sugar beet cultivation]. *Scientific Reports of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine*. 5. 190–195. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_21. [in Ukrainian].

2. Bublik, L. I., Vasechko, H. I., & Vasyliiev, V. P. (1999). Dovidnyk iz zakhystu roslin za red. M.P. Lisovoho. [Handbook of Plant Protection]. Kyiv, 744 [in Ukrainian].

3. Furdychko O. I., Makarenko N. A., Bondar V. I., Makarenko V. V., Demianiuk O. S., Kucheruk M. O., Tohachynska O .V., & Pasiukov D. O. (2009). Patent Ukrainy. 42925. [State Patent Office of Ukraine]. [in Ukrainian].

4. Ilkiv, L. A. (2018). Suchasnyi stan ta efektyvnist vyrobnytstva tsukrovyykh buriakiv. *Naukovyi zhurnal «Molodyi vchenyi»*. [Current status and efficiency of sugar beet production]. *Scientific journal "Young Scientist"*. 11(63). 1124–1127. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3667/3631>. [in Ukrainian].

5. Ivanina, V. V., & Hurska, V. M. (2023). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu chornozemu vyluhuvano v ahrotsenozii buriakiv tsukrovyykh zalezno vid udobrennia. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*.

[Formation of the nutrient regime of leached black soil in the sugar beet agrocenosis depending on fertilization]. *Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. 31. 69–75. URL: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292393>. [in Ukrainian].

6. Karpuk, L. M., & Polishchuk V. V. Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn tsukrovykh buriakiv zalezno vid yakosti nasinnia. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN. [Peculiarities of growth and development of sugar beet plants depending on seed quality]. *Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS*. 22. 67–71. URL: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/67_22.pdf. [in Ukrainian].

7. Korovko, I. I., & Prysiashniuk, O. I. (2017). Otsinka efektyvnosti elementiv tekhnologii vyroshchuvannya tsukrovykh buriakiv. Ahrobiolohiia. [Assessment of the effectiveness of elements of sugar beet growing technology]. *Agrobiolohy*. 1. 117–121. URL: https://agrobiolohiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiolohiya/korovko_1_2017.pdf. [in Ukrainian].

8. Kulyk, H. A. (2015). Efektyvnist biorehuliatora rostu Biolan pry vyroshchuvannya tsukrovykh buriakiv. Problemy konstruiuvannya, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniki: Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn tsukrovykh buryakiv zalezno vid yakosti nasinnya. Kirovohrad. 5-6 lystopada / KNTU. [Peculiarities of growth and development of sugar beet plants depending on seed quality]. *Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS*. 22. 67–71. URL: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/67_22.pdf. [in Ukrainian].

9. Makarenko, N. A. (2002). Ahroekolohichna otsinka mineralnykh dobryv za vplyvom na hruntovu systemu: avtoref. [Agroecological assessment of mineral fertilizers by impact on the soil system]. Author's ref. dissertation of Dr. of Agricultural Sciences, Institute of Agroecology and Biotechnology of the Ukrainian

Academy of Sciences. URL: <http://search.nbuv.gov.ua/publ/REF-0000217840>. [in Ukrainian].

10. Makarenko, N. A. (2008). Ekolohichna ekspertyza tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur: metodychni rekomendatsii / za red. N. A. Makarenko. [Ecological expertise of agricultural cultivation technologies:]. Kyiv. 84 s. [in Ukrainian].

11. Makarenko, N. A., Bondar, V. I. & Makarenko, V. V. (2008). Ekolohichna ekspertyza tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur. Ahroekolohichni zhurnal. [Ecological expertise of agricultural crop cultivation technology.]. *Agroecological Journal*. 3. 14–18. [in Ukrainian].

12. Panasenko, N. L. (2015). Analiz dynamiky pokaznykiv vyrobnytstva tsukru v Ukraini ta analitychni prohnozy yoho rozvytku. Technology audit and production reserves. Analysis of the dynamics of sugar production indicators in Ukraine and analytical forecasts of its development]. *Technology audit and production reserves*. 1/7(21). 23–28. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/311286-an-analysis-of-sugar-production-trends-i-4bbe10fb.pdf>. [in Ukrainian].

13. Prysiashniuk, O. I., Shulha, S. S., Kononiuk, N. O., Zavorodnii, V. M., & Polovynchuk, O. Yu. ta inshi. (2023). Efektyvnist vyroshchuvannya buriakiv tsukrovykh v umovakh Stepu Ukrainy. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv. [Efficiency of sugar beet cultivation in the conditions of the Steppe of Ukraine]. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*. 31. 47–58. URL: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292391/>. [in Ukrainian].

14. Roik, M. V., & Yaholnik, O. O. (2024). Tsukrovyi buriak v Ukraini: kryzy, peremohy, perspektyvy. Boenehretyka. [Sugar beet in Ukraine: crises, victories, prospects]. *Bioenergy*. 2(24). 1–5. URL: <http://be.bio.gov.ua/issue/view/18650>. [in Ukrainian].

15. Serhiienko V. (2019). Khvoroby tsukrovykh buriakiv Zhurnal ahrobiznesu «Propozytsiia». [Sugar beet diseases]. *Agribusiness journal "Offer"*. 12. 21–24. URL: <https://propozitsiya.com/ua/hvoroby-cukrovykh-buryakiv>. [in Ukrainian].