

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВИЩИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

В навчальному посібнику узагальнено експериментальні дані за проектом Міністерства освіти і науки України «Розробка інноваційних еколого-безпечних технологій вирощування біоенергетичних культур для забезпечення альтернативних джерел енергії» за 2016 рік

Рекомендовано до друку вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» *(протокол №6 від 23 грудня 2016 року)*

Херсон – 2017

УДК 633.17:631.82:631.1

Рецензенти:

Ю.О. Лавриненко, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»)

В.В. Гамаюнова, доктор сільськогосподарських наук, професор (Миколаївський національний аграрний університет)

С.П. Голобородько, доктор сільськогосподарських наук, професор (Інститут зрошуваного землеробства НААН України)

Федорчук Михайло Іванович, Коковіхін Сергій Васильович, Каленська Світлана Михайлівна, Рахметов Джамал Бахлулович, Федорчук Валентина Григорівна, Філіпова Інна Михайлівна, Рахметов Сергій Джамалович. Коваленко Олег Анатолійович, Дробітько Антоніна Вікторівна, Панфілова Антоніна Вікторівна

Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навчальний посібник. – Херсон, 2017р. – 160 с.

ISBN 966-7403-76-9

В навчальному посібнику розглянуто наукові й практичні аспекти вирощування окремих енергетичних культур в умовах півдня України. Запропоновано системи агротехнічних заходів, які спрямовані на оптимізацію продукційних процесів культур, підвищення якості продукції, отримання максимального економічного ефекту та мінімізацію антропогенного тиску на довкілля. Наведено енергетичні показники, які можна використовувати при моделюванні технологічних процесів виробництва біосировини для альтернативних джерел енергії.

Для фахівців аграрної галузі, які займаються вирощуванням та переробкою енергетичних культур, вирішенням актуальних проблем енергетичної незалежності України, для науковців, викладачів вузів, аспірантів, магістрантів та студентів.

В учебном пособии рассмотрены научные и практические аспекты выращивания отдельных энергетических культур в условиях юга Украины. Предложены системы агротехнических мероприятий, направленных на оптимизацию производственных процессов культур, повышения качества продукции, получения максимального экономического эффекта и минимизации антропогенного влияния на окружающую среду. Приведены энергетические показатели, которые можно использовать при моделировании технологических процессов производства биосырья для альтернативных источников энергии.

Для специалистов аграрной отрасли, которые занимаются выращиванием и переработкой энергетических культур, решением актуальных проблем энергетической независимости Украины, для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и студентов.

The tutorial discusses the scientific and practical aspects of the cultivation of certain energy crops in Southern Ukraine. The system of technical measures aimed at optimizing the production cultures processes, improve product quality, to maximize the economic benefit and minimize the human impact on the environment. Presents energy performance that can be used in the modeling process biomaterials production processes for alternative energy sources.

For professionals agricultural sector; are engaged in the cultivation and processing of energy crops, the decision of actual problems of energy independence of Ukraine, for scientists, university professors, graduate students, undergraduates and students.

© Федорчук М.І., 2017
© Коковіхін С.В., 2017
© Каленська С.М., 2017
© Рахметов Д.Б., 2017
© Федорчук В.Г., 2017
© Філіпова І.М., 2017
© Рахметов С.Д., 2017
© Коваленко О.А., 2017
© Дробітько А.В., 2017
© Панфілова А.В., 2017

ЗМІСТ

Вступ	4
Еколого-економічний потенціал зони південного степу України	5
1.1. Агромеліоративна характеристика ґрунтів та особливості кліматичних умов Південного Степу України	5
1.2. Агроекологічний та рекреаційний потенціал південного регіону України	13
1.3. еколого-економічна характеристика підзони Південного Степу України	23
1.4. Перспективи вирощування й переробки енергетичних культур в умовах півдня України	32
Наукове обґрунтування та практичні основи вирощування енергетичних культур в умовах південного степу України	41
2.1. Біолого-ботанічна характеристика та технологія вирощування міскантусу	42
2.2. Науково обґрунтована технологія вирощування сорго цукрового в умовах Південного Степу України	57
2.3. Еколого-біологічна особливості та технологія вирощування амаранта	66
Інноваційні основи використання альтернативних джерел енергії та збереження агроландшафтів південного степу України	76
3.1. Економічне обґрунтування виробництва біоетанолу з сорго	76
3.2. Використання інформаційних технологій для оптимізації режимів зрошення сільськогосподарських культур	85
3.3. Прогнозування еколого-економічної ситуації в умовах Південного Степу України	91
Методи контролю агротехнічних прийомів вирощування енергетичних культур	98
Висновки	103
Література	104
Додатки	120

ВСТУП

В останні десятиліття за умов поступового потепління клімату спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення числа років з посухами. Так, тільки за період з 1960 по 2015 роки на півдні України відмічено 25 років з посухами, тобто кожен другий рік був посушливий, а кожен третій – гостропосушливий. Тому в розробці агротехнологічних заходів слід враховувати питання трансформації клімату в напрямі його поступового потепління, оскільки розглядаючи питання про зміну клімату та вплив таких змін на агросферу слід зазначити, що процес кліматичних коливань є постійним і безперервним.

Дослідженнями визначено, що процес глобального потепління клімату буде мати істотний вплив на продуктивність сільського господарства та обсяги витрат енергії на виробництво рослинницької продукції. В цьому напрямку важливе значення мають такі основні напрями:

- створення нових сортів і гібридів с.-г. культур, які генетично адаптовані до вирощування в нових агрокліматичних умовах;
- використання традиційних і нових рослин для виготовлення біопалива;
- застосування нових технічних засобів та технологій обробки ґрунту, очистки та зберігання сировини;
- застосування енергозберігаючих технологій, застосування екологічних інновацій, які відповідно дають змогу збільшити врожайність, продуктивність, мінімізувати витрати та гарантувати безпеку навколишнього середовища.

Сучасні пріоритети економічного розвитку України потребують розробки нових концепцій економічного зростання регіонів. Саме тому, особливу актуальність набуває об'єктивна оцінка та аналіз їхніх природних і ресурсних компонентів. У той же час, попередній історичний досвід показав, що виокремлення об'єктів із середовища їх існування, лишає цілісну систему стійкості. Тому, важливою умовою її функціонування стає збереження існуючого в межах даної території еколого-економічного потенціалу для вирощування енергетичних культур, виробництва та переробки альтернативних видів енергії. Це дозволить максимально реалізувати його невід'ємні складові: природні, трудові та матеріально-технічні. Аграрне виробництво є матрицею усіх інших видів матеріальної діяльності людини.

Однією з головних елементів виробництва природної біосировини є обмеженість за кількістю та якістю основних засобів. На ці первинні потреби не діє закон заміщення, їх не можна нічим замінити. Збереження і раціональне використання цих засобів є одночасно й умовою економічного добробуту, і середовищем життєдіяльності людей.

За структурою економічного виробництва Південний Степ України відноситься до аграрно-індустріальних, через сприятливі природно-кліматичні та демографічні умови. Традиційним для області є виробництво продукції рослинництва, особливо, зернових, олійних та баштанних культур. Розвинута мережа зрошення сприяла розвитку рисівництва та овочівництва. Наявність внутрішніх водойм, Чорного та Азовського морів є базою для функціонування рибогосподарського підкомплексу. Переробна галузь Херсонщини також являється привабливим об'єктом інвестицій. Продукція переробних підприємств має високу якість, користується попитом у споживачів, тому ці підприємства отримують стабільні високі прибутки.

Таким чином, Південний Степ України має високий еколого-економічний потенціал для розвитку біоенергетичної галузі як важливого компоненту народно-господарського комплексу з високим економічним потенціалом як в середині держави, так і на світових ринках альтернативних видів палива.

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗОНИ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

1.1. АГРОМЕЛІОРАТИВНА ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ґрунти степової зони України характеризуються неоднорідністю й змінюються від чорноземів звичайних на півночі до темно-каштанових та каштанових на півдні. В цьому ж напрямку підвищується рівень і мінералізація ґрунтових вод, збільшується засоленість, солонцюватість й осолодіння ґрунтів. Крім зональних ґрунтів, з чітко вираженими межами, існують також азональні, які зустрічаються в різних місцях підзони Південного Степу. До них відносяться лугово-чорноземні, дернові піщані й слабозакріплені піски. Ці ґрунти займають значні площі в заплавах рік та на річкових терасах.

За своїми геоморфологічними й гідрогеологічними умовами, меліоративними характеристиками, агрономічними властивостями більшість ґрунтів півдня України придатні для зрошення. Проте, кожний тип та вид ґрунту потребує своїх підходів, які враховують його фізико-хімічні властивості, родючість та ін.

Зона Степу України є основним регіоном з виробництва с.-г. продукції, що належить до найбільш освоєних агроландшафтних територій держави. За ґрунтово-кліматичними умовами в степовій зоні виділяють дві підзони – Північного і Південного Степу. Підзона Південного Степу поділяється на дві самостійні – підзону південного та підзону Сухого Степу. В регіон півдня України входить територія чотирьох областей (Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська) й Автономна республіка Крим.

У степових агроландшафтах України найбільш розповсюджені південні чорноземи та каштанові ґрунти. Оскільки у степовій зоні на незрошуваних площах ґрунти повністю не промочуються (автотрофний режим), у них відбувається накопичення карбонатів, а в Південному Степу – гіпсу та легкорозчинних сульфатів і хлоридів.

Цей процес посилюють рослини з потужними й глибокопроникаючими кореневими системами (кукурудза, соняшник, суданська трава тощо) та землерийні тварини. В результаті уповільненої мінералізації рослинних залишків із-за сухості й відносно невеликого теплового періоду в ґрунті накопичуються значні запаси гумусу, який затримується завдяки високому вмісту в ґрунті кальцію.

Профіль ґрунтів складається з двох шарів – гумусово-акумулятивного та ілювіального карбонатного. Широко розповсюджені леси та лесовидні суглинки, у формуванні яких важливу роль відіграли процеси вивітрювання та біологічного кругообігу в аридних перигляціальних умовах. Вони являють собою реліктовий ілювіальний шар попередніх ґрунтів.

У центральній частині Північного Степу переважає підтип звичайних чорноземів середньопотужних з глибиною гумусового профілю до 70-80 см і вмістом 5-6% гумусу. На південь від цих типів ґрунтів розташовані чорноземи малопотужні звичайні з гумусовим шаром близько 40 см і вмістом гумусу 4-5%. Вони менш сприятливі для рослинництва, відрізняються розпиленістю орного шару, наявністю ущільненого перехідного горизонту й локальних прошарків водорозчинних солей. Значна частина ґрунтового покриву Південного Степу представлена чорноземом південним зі зниженим вмістом гумусу (3,3-3,5% в орному шарі). Цим ґрунтам Придунайської рівнини й АР Крим властиві рихле складення, добра структурність і висока біологічна активність, а солі акумульовані в них на великій глибині.

В степових агроландшафтах приморської низовини поширені також каштанові ґрунти. Підтип темно-каштанових ґрунтів схожий з чорноземами південними, але відрізняється меншим вмістом гумусу (нижче 3%), близьким заляганням солей (2,0-2,5 м), диспергуванням і зниженою водопроникністю з поверхні, високою щільністю перехідного горизонту та наявністю в нижніх шарах натрію. В Присивашші поширені комплекси середньо- й сильносолонцюватих каштанових ґрунтів з

солонцями. Солонці й осолонцювані ґрунти характеризуються зниженою вологоємністю, запливанням при зволоженні та низькою поглинальною здатністю. Незадовільні фізичні властивості має переважна більшість лугово-чорноземних, дерново-глейових і солонцюватих глейових ґрунтів подів (замкнута понижень), які зустрічаються на значних площах Південного Степу.

За механічним складом на півдні України переважають середньо- й важкосуглинкові, а також в меншому ступені – легкосуглинкові ґрунти. Супіщані зосереджені в основному в Лісостепу, а на півдні легкі ґрунти переважають на Краснознам'янській зрошувальній системі.

Степові ґрунти України мають високу потенційну родючість. Так, за І.І. Кармановим, за відношенням вірогідної родючості певного ґрунту до оптимального забезпечення ресурсами родючості еталонного ґрунту (чорнозему слаболужного надпотужного Краснодарського краю), складає для чорноземів 0,96-1,00, а для темно-каштанових ґрунтів зменшується до 0,86. Проте, у виробничій практиці навіть при високій агротехніці це відношення часто складає відповідно 0,56-0,63 та 0,53-0,56, зменшуючись у цих межах із заходу на південний схід. Головний чинник недостатньої продуктивності цих агроландшафтів – нестача вологи, що обумовлює першочергове значення використання зрошення для одержання запланованого рівня врожайності польових культур.

Найістотнішими з точки зору застосування іригації є такі властивості ґрунтів степового регіону зони. Так, переважаючи на зрошуваних землях чорноземи всіх підтипів і темно-каштанові ґрунти мають високу загальну пористість (в межах 50% від щільності складення ґрунту), що свідчить про високу волого- й повітряну ємкість та ступінь проникності. Помітно нижче вона через особливості генезису тільки на дерново-підзолистих ґрунтах (38-42%) і на солонцях (40-46%). Величини аерації високі – 33,1-43,3% на всіх ґрунтах, крім середньосолонцюватих і солонців, на яких вона дещо зменшується (27,4-31,0%).

Більшості ґрунтів півдня України властива висока активна вологоємність – 80-100 мм, зменшуючись до 70 мм на малопоширених ґрунтах. Такі показники є позитивною властивістю ґрунтів зони, що дозволяє реалізовувати стратегію різних режимів зрошення (біологічно оптимальних, ресурсощадних, ґрунтозахисних, синхронізованих тощо). За високої інтенсивності випаровування вона створює передумови для ефективного використання наявних водних і технологічних ресурсів при різних способах штучного зволоження, дозволяючи в певних межах переносити строки поливів, не виходячи за межі діапазону оптимального зволоження або диференційованого подання поливної води.

На великих площах агроландшафтів степового регіону України відбувається інтенсивний змив та лінійна ерозія ґрунтів, що обумовлено

відсутністю лісів, швидким таненням снігу, зливовим характером атмосферних опадів, порушеннями в системі обробітку ґрунту тощо (рис. 1.1).

На рівнинних міжріччях поширені ерозійно-просадкові явища. Пилуватість і сухість ґрунтів створюють умови для дефляції – вітрової ерозії ґрунтів.

Найпоширеніший в умовах Південного Степу України темно-каштановий ґрунт, за механічним складом характеризується високим вмістом пилу, що обумовлює низьку водопроникність і велику в'язкість при висиханні. Крім того, при висиханні ґрунт має високу щільність, низьку водотривкість і схильність до набухання.

Отже, незважаючи на інтенсифікацію землеробства, одержання високих і стабільних урожаїв с.-г. культур в Степу України, за наявності інших досить сприятливих факторів (родючість ґрунтів, достатня кількість тепла й світла), ускладнюється нестачею елементів живлення й, в першу чергу, азоту. За таких умов відбувається зниження продуктивності рослин та якості урожаю, що обумовлює необхідність застосування добрив за умов взаємодії зі зрошенням.

Особливості клімату на території України обумовлені взаємодією основних кліматоутворюючих чинників – інтенсивності сонячної радіації та циркуляції атмосфери. Для південної підзони Степу України характерним є істотний дефіцит природної вологи, періодичні посухи та суховійні явища, які негативно впливають на с.-г. виробництво.

Весняні посухи на початку вегетаційного періоду сільськогосподарських культур мають локальний характер з ймовірністю до 50-60%. Найчастіше вони бувають у вузькій причорноморській смузі на півдні Херсонської області, що прилягає до Сиваша. На цій території, у середньому за десять років, вони можуть повторюватись 5-6 разів. Літні посухи спостерігаються частіше, ніж весняні й осінні, вони повторюються майже щорічно. Найбільша їх вірогідність (80-90%) відмічається в південних приморських районах Херсонської області та в південній частині АР Крим, що співпадає з періодом вегетації пізніх культур.

Помірно-континентальний клімат півдня України, з недостатнім та нестійким зволоженням, а також великими ресурсами сонячної радіації, сформував степові суббореальні (семиаридні) агроландшафти. За кліматичними умовами в Степу виділяють три підзони:

- південна (Херсонська, Миколаївська, частина Одеської областей, степові райони АР Крим);
- центральна (Дніпропетровська, Запорізька, південна частина Кіровоградської та Донецької областей);
- північна (північна частина Кіровоградської і Донецької областей, Луганська область).

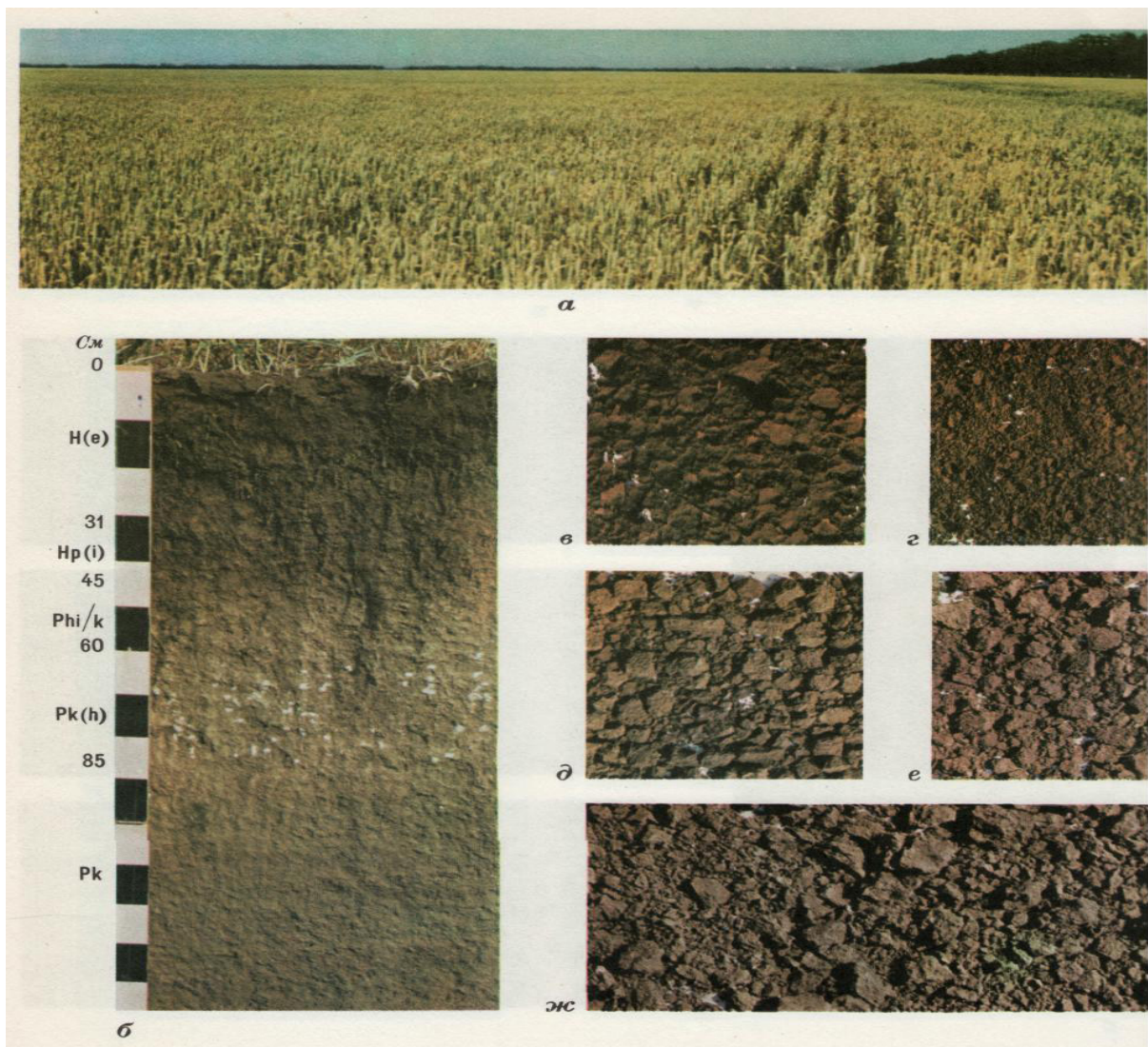


Рис. 1.1 - Структура розораного темно-каштанового солонцюватого ґрунту:
а – типовий агроландшафт Причорноморської низовини, плоска рівнина; *б* – профіль ґрунту; *в* – структура гумусового орного горизонту; *г* – структура гумусового підорного горизонту; *д* – структура верхнього перехідного горизонту; *е* – структура нижнього перехідного горизонту; *ж* – структура лесу

Ці зони мають свої кліматичні особливості.

На більшості території зони Степу за рік випадає 300-400 мм опадів, а у Східноєвропейському секторі – 400-500 мм (рис. 1.2).

Випаровуваність у південній підзоні наближується до 800-1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8-0,6 у північній

підзоні, до 0,5-0,3 – у південній. Річна сумарна сонячна радіація досягає тут 100-120 ккал/см², а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см² (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см²).

Особливістю підзони Південного Степу є незначна кількість і суттєва нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. У деякі роки опадів випадає менш 200 мм. На заході Степу опади більш рівномірно

розподілені по місяцях, на сході влітку спостерігається їх різкий літній і зимовий мінімум. Для дощів характерний зливовий режим: за добу може випасти до 150-200 мм опадів. Основна частина атмосферних опадів надходить до України з Атлантичного океану.

Створення каскадів водосховищ та масштабне використання зрошення призвело до зміни мікроклімату в прибережній зоні Чорного й Азовського морів, пом'якшило погодні умови в літній період та створило бризову циркуляцію.

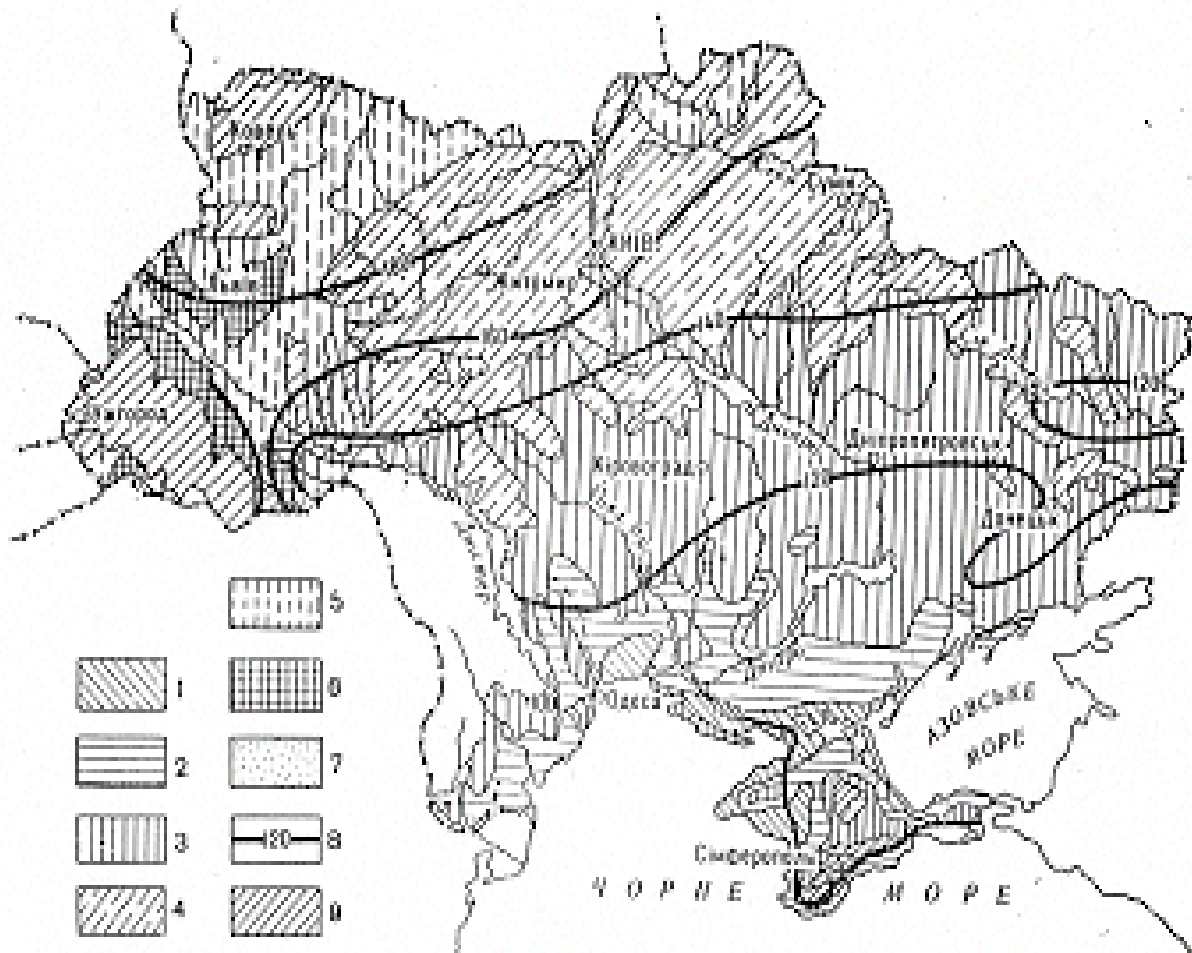


Рис. 1.2 - Середня кількість атмосферних опадів за рік, мм:

1 – 300-350; 2 – 350-400; 3 – 400-500; 4 – 500-600;
5 – 600-700; 6 – 700-800; 7, 8 і 9 – понад 800

Під час спекотливої погоди в літні місяці більша частина опадів випаровується й на частку стоку припадає не більш 5-10%. Головна складова стоку – снігові талі води, а більше 65% річної норми стоку приходить на весняну повінь (травень-червень місяці). Деякі місцеві річки в Південному Степу влітку можуть пересихати. Весняна повінь відбувається бурхливо. В цей період ерозійна діяльність річок і водних потоків найвища. Мінералізація річкових вод знаходиться у межах 300-500 мг/л і більше. В зв'язку з цим іонний стік відносно невеликий (10-20

т/км² у рік).

У переважній більшості с.-г. культур продукційні процеси активуються після стійкого переходу середньодобової температури повітря вище 5-7°C, що в Південному Степу припадає на третю декаду березня, на іншій території країни – на першу декаду квітня. Закінчується період вегетації, як правило, в третій декаді жовтня і тільки в південно-західних районах Степу – у першій-другій декадах листопада. Тривалість вегетаційного періоду в крайньому північно-східному Степу складає 190-200, а в південній частині подовжується до 220-240 днів.

Річний хід відносної вологості повітря змінюється в зворотній залежності від температури. Так, найвища відносна вологість повітря спостерігається в грудні-січні. У Північному Степу відносна вологість повітря складає 55-63%. До півдня вона дещо підвищується й, особливо, у приморській частині. Влітку при зниженні відносної вологості повітря нижче 30% і наявності сильного вітру сільськогосподарські культури відчувають термічний стрес внаслідок дії суховіїв. Більше всього суховіїв буває в південних районах Сухого Степу (близько 50 днів за рік).

У Степу України майже щорічно (у дев'яťох роках з десяти) спостерігаються бездощові періоди тривалістю 20-30 днів. У північно-західних регіонах Степу, в середньому, через кожні два роки бездощів'я триває 25-30, а в приморській частині південного – до 40-45 днів. Через кожні чотири роки тривалість його збільшується від 30-40 днів у північно-західних районах, до 50 у східних і 50-60 у причорноморській смузі. Один раз у десять років бездощові періоди тривають 36-50 днів на північно-заході і до 65-75 днів на узбережжі. Іноді, за умов високої температури та низької вологості повітря, бездощові періоди сягають 90-100 днів.

Висока температура та низька відносна вологість повітря, що супроводжують тривале бездощів'я, підсилюють його шкідливий вплив на рослини й створюють умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв. Половина весняних посух носить локальний характер – вони охоплюють 10% території, лише в 3% випадків посухи поширюються на площі більш 50-70% території і носять катастрофічний характер. В останні десятиліття спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення числа років з посухами. За останні 40 років на півдні України кожен другий рік був посушливим, а кожен третій – гостропосушливим.

У холодний період року на півдні переважають східні та північно-східні вітри, на півночі – південні, перехідні в південно-західні. У теплий період напрям вітрів майже однотипний: панують північно-західні вітри, а на півдні спостерігаються східні та південно-східні суховії.

Найбільша кількість днів із суховіями спостерігається в центральній та південній частинах степової зони й у степовому Криму. Тут, у середньому за теплий період, буває більш 15 днів, а в регіоні Асканія-Нова

– Нижні Сірогози – 20 днів із суховіями. На крайньому сході степової зони виділяється друга область, у якій кількість днів із суховіями досягає 20-24. У західних і північно-західних районах Степу кількість їх зменшується. Вони бувають не щорічно. Найбільше їх у травні й серпні. У липні середня кількість днів із суховіями знижується до 3-5, але в окремі роки досягає 12-17. Найбільш небезпечні травневі й липневі суховії. Вони викликають запал зерна і суттєво знижують урожайність.

При посушливій погоді й збільшенні швидкості вітру виникають пилові бурі, які наносять великі збитки сільському господарству країни. Вони утворюються, в основному, в період з березня по вересень. За останні 50 років це явище спостерігалось 14 разів. Іноді, у південних і південно-східних районах Степу спостерігаються зимові пилові бурі. Вони відбуваються в роки з низькою температурою повітря при слабкому зволоженні ґрунтів і невеликому сніговому покриві.

Максимум пилових бур припадає на літо. Повторюваність літніх пилових бур коливається від 1 до 6 днів, загальна кількість їх, як і навесні, складає 20-30 днів. Літні бурі охоплюють менші площі порівно з весняними, а 40% з них проявляються локально.

За багаторічними даними в Південному Степу за рік випадає, в середньому, 367 мм опадів. Для порівняння в Центральному Степу їх кількість складає 481 мм, а в північному зростає до 511 мм.

За гідротермічним коефіцієнтом Південний Степ відноситься до дуже посушливої зони (ГТК здебільшого знаходиться в межах 0,5-0,7), де вологи недостатньо для одержання високих урожаїв основних с.-г. культур. Отже, в цій зоні ефективно ведення землеробства можливе тільки за умов використання зрошення.

Підзони Степу відрізняються також кількістю тепла і світла. Сума активних температур повітря понад 5°C за рік складає у Південному Степу 3715, Центральному – 3400, Північному – 3181°C. Фотосинтетично-активної радіації (ФАР) за рік надходить відповідно 2457, 2297 і 2250 МДж/м².

В Південній підзоні Степу України за багаторічними спостереженнями Херсонського Гідрометцентру дата настання зими, коли середньодобова температура повітря проходить через 0°C, відрізняється, порівняно з датами настання інших сезонів року, й схильна до істотних коливань. Перехід температури повітря через 0°C восени припадав на першу декаду грудня.

Початок весни спостерігається під час переходу середньодобової температури повітря через 0°C зазвичай у першій декаді березня, а початок вегетаційного періоду сільськогосподарських культур настає під час переходу температури повітря через 5°C (в третій декаді березня). Тривалість періоду з температурами повітря від 5 до 10°C у різні роки

досягає 20-25 днів (при середньобагаторічній нормі 21 день).

Перехід середньодобової температури повітря через 15°C спостерігається здебільшого в першій декаді травня і є свідомством закінчення весни та настання літа. Тривалість весни в більшості випадків не перевищує 60-65 днів, а при інтенсивному проходженні атмосферних процесів та відсутності повернення холодів – 50 днів. Іноді, в першій половині літа, через прорив вологих прохолодних повітряних мас з північно-західного регіону, спостерігалось випадання істотних опадів і похолодання. З середини літа встановлювались високі температури повітря, які практично завжди супроводжувались грозовими дощами.

Літній період тривав не більше 120-130 днів, а в окремі роки розтягувався до 140 днів. Перехід середньодобової температури повітря через 15°C у бік пониження відбувався в третій декаді вересня, що було датою закінчення літа. З переходом температури через 10°C у бік пониження закінчувався вегетаційний період більшості с.-г. культур. Тривалість періоду з температурою повітря від 15° до 10°C складає 25-30 днів. У роки, коли в жовтні спостерігалися західні й південно-західні циклони, проявляється переміщення середземноморських й атлантичних повітряних мас, тривалість періоду з температурами повітря від 15° до 10°C збільшується до 50 днів. Період з температурою повітря від 5° до 0°C буває зазвичай тривалим і, як правило, дорівнює 30-35 днів.

Осінь, закінчення якої припадає на листопад, має затяжний характер до стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0°C. Цей період в окремі роки складає близько 10 днів, а іноді затягується до 50 днів. В окремі роки восени спостерігалось повернення тепла (в другій половині вересня по першу декаду жовтня). Перехід середньодобової температури повітря через 0°C у бік пониження відбувався на початку грудня і збігався з календарним терміном настання зими.

1.2. АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ТА РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

З точки зору сучасної економічної думки, поняття потенціал території – це складна, комплексна категорія, яка має соціально-економічний, економіко-історичний та еколого-економічний характер.

Саме поняття «потенціал» походить від латинського слова *potentia* – сила і означає сукупні можливості щодо виробничої діяльності всіх продуктивних сил суспільства, в самому широкому розумінні.

В науковій літературі використовують два взаємозамінних поняття, які характеризують стан та ступінь використання території: або еколого-економічний, або природно-ресурсний потенціал території.

Дане поняття включає опис території за допомогою трьох невід'ємних

складових:

- географічного положення;
- екологічного (природного) потенціалу;
- економічного (ресурсного) потенціалу.

Послідовно розглянемо кожен із складових еколого-економічного (природно-ресурсного) потенціалу території.

У вузькому значенні географічне місце розташування об'єкта характеризують його географічні координати (широта і довгота), які визначають місце знаходження точки на поверхні Землі.

У широкому значенні, географічне положення об'єкта – це розміщення будь-якої території відносно інших об'єктів, територій, акваторій, країн.

Географічне положення визначається як по відношенню до природних (материків, океанів, річок, гірських систем, узбереж, озер тощо), так і соціально-, політико- та економіко-географічних (районів, областей, провінцій, штатів, країн тощо) об'єктів.

Географічне положення є однією з визначальних сил розвитку людського суспільства. Потенційність географічного положення полягає в його невичерпних можливостях, які можуть бути використані для забезпечення суспільних потреб.

При оцінюванні політико-географічного положення території, необхідно враховувати як ресурсну (галузеву) його складову, так і просторово-територіальну.

Фізико-географічна складова виділяється тим, що географічне середовище продовжує відігравати суттєву роль у житті суспільства, ефективності функціонування тієї чи іншої країни. Навіть найпотужніші держави з їх, здавалося б, безмежними можливостями, відступають перед стихійними силами природи у вигляді цунамі, землетрусів, повеней, ураганів і торнадо тощо.

Наявність і якість земельних чи інших природних ресурсів, безпосередній вихід до незамерзаючих морів, клімат і рельєф місцевості, присутність повноводних рік і безліч інших чинників фізико-географічної складової політико-географічного положення були, є і будуть важливими у розвитку, а іноді й самому існуванні тієї чи іншої країни.

Економіко-географічна складова оцінюванні політико-географічного положення нині весь час зростає. Все більша кількість країн відчуває потребу в ресурсах розвитку, які вони не здатні забезпечити з власної території. І це вже не лише корисні копалини і продовольство, а й трудові ресурси. Тому відкритий доступ до регіонів, які володіють надлишками ресурсів соціально-економічного розвитку, стає вирішальним чинником оцінювання політико-географічного положення. Не менш важливим є розміщення стосовно основних ринків збуту товарів, вироблених у країні. Наявність та доступність мережі комунікацій теж є важливим чинником,

який сприяє, або обмежує розвиток держави.

Другою складовою, яка характеризує еколого-економічний потенціал території є екологічний потенціал – тобто здатність природних систем без збитку для себе віддавати людині продукцію в рамках господарства даного історичного типу. Сюди ж іноді включається система природних ресурсів, явищ і процесів.

У структурі екологічного потенціалу природного середовища одне з важливих місць займає клімат, насамперед, тепло- і вологозабезпеченість. Вони мають не тільки універсальне та безпосереднє екологічне значення, а й визначають територіальну диференціацію багатьох інших екологічних показників, у тому числі біохімічних і біологічних. Від них залежить біологічна продуктивність, характер рослинності (зокрема, наявність або відсутність лісів), поширення захворювань та ін.

Особлива група показників пов'язана з водозабезпеченістю. Важливо враховувати не тільки достатність питної води, а й її якість – рівень мінералізації, хімізації та бактеріологічний склад. У зв'язку з цим важливе значення мають біохімічні умови, тобто нестача або надлишок у природному середовищі (в тому числі у воді й ґрунтах) таких важливих для життєзабезпечення хімічних елементів, як йод, фтор, кальцій, мідь, кобальт та ін.

Велику екологічну роль для людини відіграють такі біотичні компоненти ландшафту, як рослинність, тваринний світ, мікроорганізми.

Виняткове значення має природний рослинний покрив як джерело кисню, засобів харчування, фітонцидів, лікарських засобів та його оздоровче, рекреаційне і естетичне значення. Серед рослин є також чимало шкідливих для людини видів (отруйних, алергенів).

Важливе оцінювання тваринного світу, в якому відомі численні переносники, збудники небезпечних захворювань людини, наприклад, кліщового енцефаліту, чуми, туляремії та ін.

З метою визначення екологічного потенціалу важливе значення також мають повторюваність стихійних природних явищ та інших екстремальних природних умов, тобто санітарно-гігієнічні, медико-географічні, медико-екологічні та рекреаційні особливості природного середовища. Найкращі екологічні умови в Україні притаманні природним комплексам Карпат та Кримських гір.

Для характеристики екологічного потенціалу використовується показники, які відображають ступінь антропогенного навантаження на навколишнє середовище:

1) екологічна місткість території, тобто здатність природного середовища виконувати безвідмовно свої функції. Цей показник відображає як здатність даної території до розвитку життєдіяльності людини, так і збереження функції відтворення ресурсів і необхідних

умов існування;

2) ступінь забруднення території та її рекреаційні можливості, характеризують рівень викидів забруднюючих речовин.

Термін «екологічний потенціал» може використовуватися виключно для характеристики первинних екосистем. Але великі площі земної поверхні зайняті вторинними, зміненими людиною, штучно створеними екосистемами. У зв'язку з цим з'являється потреба оцінювати також їхні потенційні можливості та величини їх відхилень від екологічного потенціалу корінної екосистеми, на місці якої вони виникли та існують.

Для цього застосовують поняття вторинний потенціал екосистеми. Саме його і називають економічним потенціалом території. Він характеризує придатність екосистеми для господарського використання. Звичайно, його речовинно-енергетичною основою завжди є екологічний потенціал первинної екосистеми, на місці якої існує вторинна.

Відмінність між екологічним і вторинним потенціалами екосистеми свідчить, по-перше, про рівень використання екологічного потенціалу економічною системою, по-друге – про втрату, або збільшення цього потенціалу під впливом антропогенного навантаження.

Тобто, економічний потенціал території – це сукупність речовинно-енергетичних ресурсів та властивостей екосистеми, сформованих під впливом господарської діяльності людини для задоволення її матеріальних потреб.

Узагальнюючи викладене вище, можна сказати, що еколого-економічний потенціал території характеризує технічно доступні для використання ресурси і властивості екологічних систем, а також ступінь максимально допустимого антропогенного навантаження на територію.

В більш вузькому значенні екологічний потенціал відображає рівень освоєння території, ступінь забруднення та її рекреаційні (відновні) можливості.

Еколого-економічний потенціал також називають еколого-економічною характеристикою території, а опис його стану на конкретний момент часу – еколого-економічною ситуацією. Взаємозалежність впливу геоекологічних та економічних факторів сприяла появі еколого-економічного районування території (ЕЕР), особливо пов'язаного з екологічною безпекою населення.

Основною таксономічною одиницею такого районування є еколого-економічний район, який характеризує результати взаємодії суспільства і природи. Головна ціль районування – знайти оптимальне співвідношення між діяльністю людини і природним середовищем у просторі й часі. Це дає можливість визначити території, для яких потрібні природоохоронні та відновлювальні заходи, або раціональне розміщення виробництва.

Розрізняють такі види ЕЕР:

- за ступенем впливу техногенних факторів на природне середовище;
- за ступенем впливу несприятливих природних процесів і антропогенних факторів на природне середовище;
- за ключовою еколого-економічною проблемою;
- за еколого-економічним потенціалом;
- інтегративне природно-економічне районування.

Перспективний напрям ЕЕР – районування за еколого-економічним потенціалом, який також враховує природні й соціально-економічні особливості територій. Використовують поняття глобального та регіонального еколого-економічного потенціалу (ЕЕР).

У глобальному масштабі максимально допустима величина антропогенного навантаження на всю самоорганізовану сукупність природних систем, яка не призводить до незворотного руйнування структури цієї сукупності, до значних збоїв у виявленні системних законів і різкого погіршення динамічних характеристик систем.

У регіональному аспекті – це антропогенне навантаження на територію, що не зумовлює збільшення зворотного негативного впливу природних систем на господарський розвиток, а також не погіршує стан здоров'я населення. Виробнича функція таких геосистем виявляється у забезпеченні промислового та сільськогосподарського виробництва енергетичними й природними ресурсами. Антропоекологічна функція інтегральних геосистем – це створення якісного навколишнього середовища для життєдіяльності населення.

Посилення господарської системи за рахунок природної відбувається до певної межі, за якою остання починає руйнуватися, а разом із нею – вся еколого-економічна система. Деякий час така система може існувати за рахунок використання природних ресурсів інших регіонів, але без екологізації виробництва вона буде джерелом додаткового навантаження на природне середовище.

Відповідно до стану еколого-економічного потенціалу території повинно відбуватися управління нею. Основна функція якого полягає у збереженні засобами керування динамічної рівноваги між природною та господарською системами.

Управління еколого-економічним потенціалом території охоплює три основні взаємопов'язані аспекти:

- 1) раціоналізацію природокористування;
- 2) екологізацію виробничої діяльності;
- 3) оптимізацію (або охорону) навколишнього середовища.

Так, в одних зонах розв'язання еколого-економічних проблем потребує уповільнення темпів зростання окремих виробництв, у других – суттєвої перебудови структури господарства, у третіх – розвитку системи локальних заходів з раціоналізації природокористування й охорони

навколишнього середовища.

Отже, при еколого-економічному підході до територіальної організації суспільства з'являється можливість комплексного вирішення завдань подальшого розвитку суспільного виробництва і збереження природного середовища.

Агропромисловий та рекреаційний потенціал Херсонської області. За своїм еколого-економічним потенціалом та географічним положенням Херсонська область відноситься до Причорноморського (Південного) соціально-економічного регіону, що включає також АР Крим, Одеську та Миколаївську області. Площа регіону – 113 тис. км² (18,8% площі України), населення – 6,8 млн осіб (14,4% населення України).

У регіоні розвинене машинобудування, рекреаційний комплекс, багатогалузева харчова промисловість, високотоварне сільське господарство з високою часткою посівів зернових, садів, виноградарств, тютюну та ефіроолійних культур. На район припадає 30% виробництва ковальсько-пресового устаткування, 45,9% консервів, 20% хімічних добрив України. Тут сконцентровано до 90% українського виробництва вин.

Значним є вклад регіону у виробництво морських та річкових суден, кукурудзозбиральних комбайнів, тракторних плугів, металорізальних верстатів, електродвигунів.

У формування нової структури економіки, орієнтованої на використання природно-ресурсного відновлювального та невичерпного (умовно вичерпного) потенціалу, визначну роль відіграють сприятливі ознаки цього потенціалу.

Територія Херсонської області розташована між ріками Дніпро – на півночі і заході, Молочної – на сході і берегами Чорного й Азовського морів – на півдні.

У структурі еколого-економічного потенціалу області перевагу мають ресурси агропромислового комплексу. Зокрема, частка земельних ресурсів у структурі потенціалу становить від 45% до 67%.

Загальна площа земель області складає 2846,1 тис. га, з яких: сільгоспугіддя 1970,4 тис. га (69,2%), з них 1776,2 тис. га ріллі (90,1%), у т.ч. 425,6 тис. га зрошуваних земель.

З початку впровадження земельної реформи виконано значний обсяг робіт із реформування земельних відносин, відбулись принципові зміни у формах власності на землю, істотно змінилася структура землеволодінь і землекористування в аграрній сфері, що особливо важливо для області. Сьогодні 52% земель передано у приватну власність, а серед сільськогосподарських угідь цей показник сягає 74%.

Більше 209 тис. мешканців області набули право на земельні паї. Площа переданих в оренду паїв становить близько 750 тис. га.

В області 142,2 тис. га сільгоспугідь земель державної власності (землі запасу і резервного фонду), передані в оренду підприємствам і фізичним особам, що складає 30% їх загальної кількості – 424,6 тис. га.

Членами фермерських господарств отримано у власність 17 тис. га землі, громадянами приватизовано 38,5 тис. га для ведення особистого селянського господарства.

На території області продано 816 земельних ділянок несільськогосподарського призначення загальною площею 454,28 га, в результаті чого до бюджетів надійшло 54,4 млн грн.

Питне, а в більшості випадків і господарське водопостачання всіх розташованих у долині від річок Дніпра і Молочної населених пунктів, у яких проживає більше 4/5 населення регіону, засноване винятково на використанні підземних вод. Звідси зрозуміла необхідність кількісного обліку й прогнозу зміни ресурсів підземних вод території.

Інтенсивний розвиток сільського господарства і промисловості в посушливих районах викликав величезний розмах робіт із будівництва комплексів гідротехнічних споруд для зрошення й обводнювання території. У післявоєнні роки створені Каховська ГЕС із Каховським водосховищем, Інгулецька, Краснознам'янська і Каховська зрошувальні системи, Північно-Кримський, Краснознам'янський, Зональний, Каховський магістральні зрошувальні канали.

Фільтраційні потоки з Каховського водоймища, зрошувальних каналів і площ зрошувальних систем є потужним штучним чинником, що істотно змінює режим ґрунтових і підземних вод, збільшує їхню насиченість та запаси, що призводить до підйому їх рівнів.

Для виробництва с.-г. продукції суттєве значення має наявність матеріально-технічної бази. Так, в аграрних підприємствах і фермерів області нараховується 13818 тракторів, 2332 зернозбиральні комбайни, 4240 плугів, 4945 культиваторів та 4545 сівалок.

Технологічне забезпечення в тракторах складає 60%, зернозбиральних комбайнах – 72%, ґрунтообробних і посівних машинах – 85-90%. До повної технологічної потреби не вистачає 9200 тракторів, 907 зернозбиральних комбайнів, 427 плугів, 733 культиватори та 832 сівалки.

Із наявної кількості техніки відпрацювали амортизаційний термін 85% тракторів, 90% зернозбиральних комбайнів та 75-80% ґрунтообробних і посівних машин. Для оновлення машинно-тракторного парку необхідно щороку витратити кошти в сумі 1,2-1,5 млрд грн.

Другу позицію за значимістю займають водні ресурси області. Водний фонд займає площу понад 2,6 млн га (22,7% від загальної площі земель) до складу якого належать:

- Північно-Західна частина Чорного моря з системою заток (Каркінітська, Джарилгацька, Тендрівська) – 2206,0 тис. га;

- Західна частина Азовського моря з Утлюкською затокою і частиною Сивашу – 237,6 тис. га;
- частина Дніпро-Бузького лиману – 41,0 тис. га;
- нижня частина Каховського водосховища – 64,0 тис. га;
- Пониззя Дніпра – 4,1 тис. га;
- заплавна система Дніпра – 160,0 тис. га;
- ставки та малі водосховища – 84 тис. га.

На території області діє 3 рибоводні підприємства та декілька риболовецьких кооперативів.

Третя позиція (6,4%) належить ресурсам рекреаційної галузі. Реальні ресурси складають 1,6%, на лісові та фауністичні ресурси припадає по 1%.

Херсонська область характеризується унікальним для степової зони комплексом природних рекреаційних умов і ресурсів. Протяжність морських пляжів сягає більше ніж 200 кілометрів. Для правобережжя області характерні балки, для лівобережжя – неглибокі замкнуті зниження – поди. Сім піщаних арен між м. Каховкою і Кінбурнською косою займають близько 200 тис. гектарів.

Уздовж морського узбережжя є піщані острови, півострови і коси, найбільшими з яких є Джарилгацький острів, півострів Ягорлицький кут, Тендрівська коса. У сушу врізаються Дніпровський лиман і Тендрівська, Каркінітська, Каланчацька, Перекопська та інші затоки.

В області існують декілька родовищ лікувальних грязей, ропи і вод (озеро Соляне, Прокопівське, Червоне, йодно-бромні води на Арабатській Стрілці), які використовуються як лікувальні засоби санаторіями «Гопри», «Золота нива», «Арабатська стрілка», «Чайка».

Наявність лікувально-термальних вод на Арабатській Стрілці дозволяє розбудову лікувальних закладів з використанням цих вод для лікування дітей, хворих на церебральний параліч. Схемою планування території Арабатської Стрілки, розробленої Київським інститутом «Діпромісто», передбачено будівництво Міжнародного медичного центру. Для його розміщення розроблено проект детального планування на територію 360 га. Загальна місткість – 10 тис. місць, кількість обслуговуючого персоналу – 7,2 тис.

У складі Міжнародного медичного центру передбачається будівництво оздоровчих та лікувальних закладів, медичного коледжу, яхт-клубу, спортивних споруд, 4 лікувальних пляжів по 400 м кожний і для рекреаційних цілей 820 м пляжу, двох пляжних зон протяжністю по 270 м у межах розміщення спортивних споруд. Здійснення будівництва планується зарахунок іноземних інвестицій. Стратегія розвитку комплексу Арабатської Стрілки передбачає в 2015 році вийти на самоокупність.

Сульфідно-мулові лікувальні грязі озера Соляне (м. Гола

Пристань) мають такий хімічний склад: сірководень, каротин, гормони, пеніциліноподібні, фолікуліноподібні та інші речовини. Запаси грязі складають 87 тис. куб. м.

Хлоридно-натрієва ропа озера Соляне має хімічний склад: хлориди, карбонати, гідрокарбонати, залізо, сірка, калій, бром, йод, магній і т. ін. Запаси ропи складають 21 тис. м³ на рік. Запаси грязі і ропи озера Соляне затверджені в ДКЗ України від 12 грудня 2003 року, протокол № 793.

Суттєве значення для розвитку курортного комплексу також мають унікальні соляні озера Азово-Чорноморського узбережжя, ропа озер поблизу о. Чонгар (Генічеський район) та с. Геройське (Голопристанський район), мінеральні та термальні води північно-західних районів області.

На території області розвідані запаси мінеральних вод по трьох родовищах: води бромно-хлоридно-натрієвої для зовнішнього застосування на ділянці с. Хорли Каланчацького району (запаси складають 0,207 тис. куб. м/добу) та в с. Залізний Порт Голопристанського району (0,181 тис. куб. м/добу), води йодно-бромної, хлоридно-натрієвої для зовнішнього застосування на території с. Генгірка Генічеського району (33,6 тис. куб. м/добу).

В умовах Степу особливе рекреаційне значення мають водні ресурси. Вони представлені нижньою течією Дніпра (216 км) і Інгульця (180 км). Прикрашають Причорноморський степ Херсонщини 19 малих річок, чисельні озера: прісні, солоні, грязьові. Особливою красою Херсонщини є Дніпровський лиман, лимани Чорного моря та Каховське водосховище. У перспективі можливе використання магістральних каналів, які беруть початок від Каховського водосховища і перетинають Херсонські степи.

Унікальним рекреаційним потенціалом володіє дельта Дніпра, 2/3 території якої займають плавні з надзвичайним різноманіттям рослин і тварин. У дельті Дніпра на великій площі розкинулися чисельні острови, рукави, озера і протоки. Для відпочинку та оздоровлення можливо використовувати причорноморсько-азовські озера. У Дніпрі та Дніпровському лимані водиться понад 60 видів риби.

Частково піщані арени вкриті штучними лісами, в яких переважають сосна і біла акація. Проте, проблема зелених насаджень актуальна для всіх місць перебування туристів і є одним з гальмуючих факторів при освоєнні нових територій.

На території області знаходиться 74 об'єкти і території природно-заповідного фонду загальною площею 222179,1 га (близько 7,8% від площі області), що є добрим показником серед областей України, але не відповідає науковим рекомендаціям для степової зони, з них 11 об'єктів загальнодержавного та 63 – місцевого значення.

Цілинний асканійський степ, дендрологічний та зоологічний парки є складовими частинами Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім.

Ф.Е. Фальц-Фейна – природоохоронної науково-дослідної установи міжнародного значення.

Чорноморський біосферний заповідник складає 70509 га, в т.ч. 14148 га суші та 56361 га водного простору. Буферною зоною є частина акваторії Ягорлицької затоки Чорного моря площею 18 620 га. Навколо заповідних територій встановлено охоронні зони загальною площею 9278 га.

Азово-Сиваський національний природний парк створений у 1993 році на базі Азово-Сиваського заповідно-мисливського господарства.

Стан більшості об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення залишається на задовільному рівні завдяки додержанню режиму та умов утримання територій природоохоронних установ.

Водно-болотні угіддя міжнародного значення «Тендрівська затока» та «Ягорлицька затока» - одні з найцінніших серед водно-болотних угідь України та Європи. Загальна площа водно-болотних угідь області складає 315829 га.

На території області розташовано 315 закладів відпочинку та оздоровлення, з них: санаторії – 8; пансіонати з лікуванням – 2; будинки відпочинку – 3; пансіонати – 37; дитячі оздоровчі заклади – 69; бази та інші заклади відпочинку – 196. Переважна більшість з них побудовані у 70-80 роки. Значний відсоток закладів відпочинку забудований тимчасовими спальними корпусами, які не відповідають сучасним містобудівним, санітарним і протипожежним нормам. У деяких випадках інженерна та транспортна інфраструктура зон розвинутого туризму не відповідає сучасним вимогам. Кількість працюючих у всіх закладах – 207 осіб.

На Херсонщині проводиться декілька фестивалів: «Мельпомена Таврії» (м. Херсон), «Купальські зорі» (м. Гола Пристань), «Чумацький шлях» (м. Нова Каховка), «Таврійська родина» (м. Генічеськ) та інші.

На державному обліку та під державною охороною в області перебуває 3418 пам'яток археології (у тому числі 29 – національного значення), 2259 пам'яток історії (у тому числі 3 – національного значення), 130 пам'яток монументального мистецтва (у тому числі 3 – національного значення), 140 пам'яток архітектури та містобудування (у тому числі 32 – національного значення). Всього – 5947 нерухомих пам'яток історії культури та містобудування, у тому числі 67 – національного значення.

На території області знаходиться 52 родовища корисних копалин із загальною площею розробки 861 га. Найбільші площі займають розробки по видобутку солі (340,7 га) та піску (330,5 га). Крім цього є поклади глини, суглинків, каміння, жорстви, вапняку, щебеню, торфу та інших видів копалин, які широко використовуються у будівельній індустрії.

В області офіційно оформлено 34 родовища корисних копалин.

Діяльність по видобуванню, переробці та реалізації корисних копалин здійснюють 25 юридично оформлених підприємств.

У Високопільському районі знаходиться родовище марганцевих руд площею 310 га, глибиною залягання 68-72 метрів і запасами 7,2 млн тонн.

На території області розвідані запаси мінеральних вод по трьох родовищах: води бромно-хлоридно-натрієвої для зовнішнього застосування на ділянці Хорли Каланчацького району (запаси складають 0,207 тис. м³/добу) та в с. Залізний Порт Голопристанського району (0,181 тис. м³/добу), води йодно-бромної, хлоридно-натрієвої для зовнішнього застосування на території с. Генгірка Генічеського району (33,6 тис. м³/добу).

На території Чонгарського півострова Генічеського району також знаходяться родовища підземних йодних вод, з яких можливо добувати йод і тепло.

1.3. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДЗОНИ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Україна належить до країн, де меліорація є одним з визначальних факторів стабільного виробництва продуктів харчування, сировини для промисловості, забезпечення продовольчої безпеки держави та експорту продукції сільськогосподарської галузі. В другій половині ХХ століття на півдні України було створено потужний водогосподарсько-меліоративний комплекс: побудовані канали, водойми, великі зрошувально-зволожувальні системи.

На Херсонщині створено найбільш потужний в Україні меліоративний комплекс високого технологічного рівня, який є золотим фондом землеробства як в області, так і в Україні в цілому. Необхідність водних меліорацій обумовлена природними умовами. В середньому кожний третій в області рік є посушливим, тому **роль зрошення для Херсонщини була і буде головним стратегічним напрямком у соціально-економічному розвитку області.**

Зрошувані землі використовуються для вирощування зернових, технічних, кормових та овочевих культур, садівництва та виноградарства. На зрошенні вирощується зерно – близько 30%, овочів – 95% та 60% кормів від загального виробництва в області.

За проектною документацією площа зрошуваних земель Херсонської області становить 425,6 тисяч гектарів, тобто кожний четвертий гектар ріллі повинен бути зрошуваним. Практично було використано 285 тис. га (67% від проекту), 142 тис. га не задіяні у поливі. За останні 10 років 46 тис. га зрошуваних земель переведені в богарні. Така ситуація склалась через неспроможність багатьох сільгосппідприємств нести витрати за

експлуатацію внутрішньогосподарських мереж, ремонт і придбання дощувальної техніки, оплату вартості електроенергії для поливу.

З 2010 р. відбулися деякі позитивні зміни щодо ефективності використання зрошуваних земель. Так, обсяг використаних земель зріс на 10 тис. га, а площа невикористаних зрошуваних земель скоротилась на 8 тисяч гектарів. Основними користувачами стали індивідуальні та фермерські господарства (7 тис. га), і лише одну тисячу гектарів використовували с.-г. підприємства, у 2011 році ситуація дещо покращилася.

Щоб визначити зміни, які відбуваються в зрошенні за останнє десятиріччя розглянемо динаміку кількості зрошуваних земель та ступінь їхнього використання (діаграма зрошення до 2014-2015 р. ?????).

Починаючи з 2001 року кількість проектних зрошуваних земель стабілізувалася в межах 425,3-425,8 тис. га, в той час як кількість реально використаних зрошуваних земель постійно змінювалася. Найнижчим цей показник був у 2001-му році, коли не використовувалося більше 73% зрошуваних земель.

Така ситуація була зумовлена введенням платні за зрошувальну воду і відмовою значної кількості підприємств від зрошення. В той же час, обсяг продукції, яку одержали господарства значно скоротився, в тому числі через літні посухи, які характеризуються істотним негативним впливом на рослини. Отже необхідність використання зрошення в області – очевидна.

Причини, через які не використовуються зрошувані землі, це:

- відсутність дощувальних машин (майже 62% із загальної площі невикористаних земель);
- незадовільний технічний стан внутрішньогосподарських мереж

(25%);

- незадовільний гідрогеолого-меліоративний стан ґрунтів (1%);
- незадовільний технічний стан насосно-силового та енергетичного обладнання насосних станцій (4%);
- підлягає списанню – (8%).

Із 142 тис. га не використаних земель, 85 тис. га не використано с.-г. виробниками, а 57 тис. га – одноосібниками. В той же час, відповідно до статті 25 Закону України «Про меліорацію земель», всі зрошувані землі повинні використовуватися за призначенням. Користувачі та власники меліорованих земель несуть відповідальність за їхній стан до припинення права власності, або користування меліорованими землями.

Тому, за дорученням державної адміністрації Херсонської області, управління водного господарства разом з управліннями агропромислового розвитку районів почали роботу з кожним водокористувачем, які взяли в оренду меліоративні системи і з різних причин не використовують їх за призначенням.

Серед користувачів зрошуваних земель існує категорія одноосібників, які одержали земельні ділянки внаслідок приватизації земель, де розташовані зрошувальні системи. Ці громадяни не створюють спілки на підставі угод про спільне використання зрошуваних масивів і не здають їх в оренду потужним с.-г. підприємствам. Як наслідок – виникла загроза функціонуванню меліоративних систем у проектному режимі. В той же час, тільки від державних зрошувальних систем, можливо забезпечення водоподачі на всю площу земель.

Така ситуація є наслідком:

- недосконалого розпаювання земель;
- недостатньої державної підтримки щодо утримання меліоративних систем;
- відсутності дієвого власника внутрішньогосподарської мережі.

З ініціативи області у 2010 році, було укладено Угоду між Кабінетом Міністрів України та Херсонською обласною радою й облдержадміністрацією щодо регіонального розвитку Херсонської області. Заходами Угоди передбачається за рахунок коштів Держави, місцевих бюджетів та коштів інвесторів провести роботу по відновленню та реконструкції існуючих зрошувальних систем.

Ці заходи дадуть змогу, протягом найближчих трьох років, збільшити обсяги поливу та одержати додатковий обсяг валової сільськогосподарської продукції.

Крім «великого» зрошення, в області розвивається й прогресивний метод поливу – краплинне зрошення, основною перевагою якого є економія водних та енергетичних ресурсів. Наприклад, у 2011 році площі під краплинним зрошенням зросли до 23 тис. га, особливо для вирощування

овоче-баштанної продукції. Зараз цього виявляється недостатньо, до того ж, цей вид зрошення – дорогий.

Впровадження ринкових відносин у сільському господарстві на початку дев'яностих років внесло суттєві зміни в схему експлуатації і забезпечення водними ресурсами меліоративних системи, розділивши їх на дві складові – державну, яка знаходиться на балансі державних водогосподарських організацій і фінансується з державного бюджету, та недержавну внутрішньогосподарську мережу, яка в переважній більшості знаходиться в комунальній власності і фактично не забезпечена фінансуванням.

Держава зберегла основні меліоративні фонди та утримує в працездатному стані міжгосподарські системи, насосні станції, гідротехнічні споруди та інші об'єкти і в найближчі роки їхні потенційні можливості будуть задіяні у повній мірі, а використання зрошуваних земель та дощувальної техніки вийде на проектний рівень.

На жаль, сьогодні використання зрошення недостатнє. Згідно з даними інвентаризації 2010 року в Україні лише 798 тис. га можуть бути використані при поливі, а 1381 тис. га не використовується через незадовільний технічний стан внутрішньогосподарських зрошувальних мереж та відсутність дощувальних машин.

Тому необхідно скоординувати зусилля для інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Разом з Міністерством агрополітики та продовольства Урядом були прийняті зміни до Законів України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу» та «Про концесії» за якими з державного бюджету направляються с.-г. товаровиробникам кошти на компенсацію вартості зрошувальної та поливної техніки та можуть надаватися в концесію меліоративні системи. Ці фактори дають змогу залучати інвестиції та відновлювати зрошувальні системи.

Є багато прикладів господарств, які на повну потужність використовують переваги зрошення і отримують високі прибутки. Це ЗАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Каховського району, де у 2010 році було отримано 53 ц/га озимої пшениці та 36 ц/га сої. Державне підприємство дослідне господарство «Асканійське» цього ж району отримало 58 ц/га озимої пшениці та 36 ц/га сої, ТОВ «Дружба» Новотроїцького району – по 40 ц/га сої, та по 104 ц/га кукурудзи на зерно, ТОВ «Таврида-Плюс» Каланчацького району – 64 ц/га рису, ДП дослідне господарство «Інститут рису» – 46 ц/га рису.

Ефективне використання зрошуваних земель після розпаювання і виділення в натуру паїв просто неможливе. В силу своєї технології зрошувані землі, повинні використовуватися єдиними масивами в межах однієї меліоративної системи, як-то, рисова система, землі від однієї

насосної станції, тощо. Вирішення питання передачі у комунальну власність територіальних громад районів внутрішньогосподарських систем дасть можливість зберегти цілісний майновий комплекс зрошувальних систем області, в подальшому поліпшувати їх технічний стан та підвищувати обсяги використання зрошуваних земель.

На сьогодні в області ця робота завершена у Великопетиському, Верхньорогачицькому, Горностаївському, Каховському районах. Частково передані до комунальної власності територіальних громад районів внутрішньогосподарські системи у Генічеському, Іванівському, Новотроїцькому, Чаплинському районах.

Для характеристики стану зрошувальних систем важливим фактором є протяжність зрошувальної мережі, яка становить 12666,6 км, в тому числі міжгосподарської 885,6 км. На формування агроландшафтів суттєвий вплив має розподіл магістральних каналів. Так, від державних систем поливається – 384,5 тис. га, з яких:

- Каховська зрошувальна система – 243,1 тис. га;
- система Північно-Кримського каналу – 101,7 тис. га;
- Інгулецька зрошувальна система – 18,2 тис. га;
- локальні системи – 21,5 тис. га;
- системи малого зрошення – 41,3 тис. га.

Із магістральних каналів на зрошення вода подається 351 електрифікованими насосними станціями, сумарною потужністю – 405 тис. кВт/год та сумарною продуктивністю – 419 м³/сек. Для розподілу та регулювання води по каналах функціонує 25047 гідротехнічних споруд.

Однією із найбільших зрошувальних систем України є Північно-Кримський канал, розташований в південних районах Херсонської області та АР Крим. Протяжність системи становить 400,5 км, на території Херсонської області – 109 км. Площа зрошення 460 тис. га, у т.ч. в Херсонській області – 101,7 тис. га. З Північно-Кримського каналу беруть початок Краснознам'янський, зональний та розподільчі канали, які подають воду на зрошення області.

Каховська зрошувальна система розташована в Херсонській і Запорізькій області. Протяжність Головного Каховського магістрального каналу – 130 км, в тому числі на території Херсонської області – 109 км. Каховський канал працює за схемою каскадного регулювання та автономною системою управління б'єфами. Внутрішньогосподарські системи функціонують в напірних трубопроводах.

На зрошуваних землях за проектом повинно працювати 5041 дощувальних машин, у тому числі типу «Фрегат» – 3352 одиниць, «Дніпро» – 528 одиниць, ДДА-100 МА – 873 одиниць, інших – 288 одиниць. Дощуванням поливається 90% зрошуваних земель.

На сьогодні парк дощувальної техніки налічує 2894 машини, що

становить 58% необхідної техніки, в т.ч. «Фрегат» – 74%, «Дніпро» – 16%, ДДА-100 МА – 25%.

Вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях в зоні недостатнього зволоження обумовлює виникнення суттєвих змін та явищ як в історично сформованому навколишньому середовищі, так і в природних та штучних екосистемах.

Спочатку під дією каналів і водосховищ, а потім під впливом зрошення порушується природна рівновага, змінюється гідрогеологічний режим, мікроклімат, гідрохімічні та мікробіологічні процеси в ґрунті, виникають протиріччя як в самому природному середовищі, так в його взаємовідносинах із суспільством та виробництвом. При цьому основними факторами, що діють на навколишнє середовище, є якість поливної води, втрати її на фільтрацію, вплив поливної техніки та інших агротехнічних заходів тощо.

Екологічна ситуація в південних регіонах України викликає необхідність трансформації проблеми взаємодії суспільства з навколишнім середовищем, зміну концепції диктату над природою з необмеженими безкоштовними ресурсами, на ідею співіснування з природою, платними ресурсами та запобіганням негативних змін в ній. Такий підхід є надзвичайно важливим і актуальним при розв'язанні проблеми екологізації.

При порушеннях технологій зрошуваного землеробства протягом 10-15 років проявляються тенденції до заміщення в ґрунтовому поглинаючому комплексі кальцію натрієм та магнієм, підвищення лужності й щільності складення, підсилення злитності, вилуження гумусу та поживних речовин. Вказані зміни залежать від багатьох чинників, але найбільш тісно вони корелюють з вмістом натрію в поливній воді. Що стосується вмісту загального гумусу та його складу, суми його основ і потужності гумусового горизонту, то їх зміни диференційовані й мають різну направленість, тому врахувати їх у перші 10-15 років зрошення не завжди можливо.

Зростаюче нерегульоване техногенне навантаження і недосконала організація систем природокористування та охорони агроландшафтів зони зрошення все відчутніше збіднюють природно-ресурсний потенціал Південного Степу.

Становлення ринкової економіки в Україні вимагає узгодження проблем екологічного й економічного розвитку. В той же час, науковцями відмічалось, що тотальна заміна державної власності на індивідуальну приватну власність створює ситуацію хиткої рівноваги, коли, з високим ступенем імовірності, можливий несприятливий результат. За цей час в екологічній сфері можуть відбутися деструктивно-необоротні процеси. Аналіз змін, які сталися за останні 11 років у зоні зрошення показують,

що цей прогноз був занадто песимістичним.

По-перше, введення платні за зрошувальну воду примусило землекористувачів використовувати економічно заощадливі технології поливу. По-друге, необхідність постійного використання земельних ресурсів також потребує вкладень в їхнє збереження. Отже, еколого-економічна ситуація в зоні зрошення стабілізується. Складається ситуація, коли необхідність упорядкування природоохоронної діяльності, через згортання регулюючих функцій держави, вимагає формування ядра з регіональних і трансрегіональних економічних структур.

Застосування зрошення без необхідних заходів з охорони родючості ґрунту може призвести до заболочування й осолонцювання ґрунту внаслідок підйому близько розташованих ґрунтових вод з підвищеною мінералізацією, осолонцювання, злитизації, кіркоутворення, ущільнення внаслідок використання зрошувальної води незадовільної якості та недосконалої техніки і технології поливів, вимивання кальцію з верхніх горизонтів ґрунту тощо.

З іншого боку, при високій культурі зрошуваного землеробства й агротехніки, штучне зволоження не представляє потенційної загрози родючості ґрунтів зони південного Степу України. Для підвищення рівня їх родючості необхідна розробка диференційованих по різних ґрунтово-кліматичних зонах і с.-г. культурах відповідних режимів зрошення й удосконалення агротехніки на поливних землях.

Аналіз екологічного стану у зоні зрошуваного землеробства Херсонської області показав, що не зважаючи на наявність найбільшої водної артерії України – річки Дніпро, на півдні материкової частини, особливо на Лівобережжі Херсонщини, через незначну кількість опадів (350-400 мм на рік) здавна існує дефіцит вологи.

Розв'язання цієї проблеми шляхом використання артезіанських вод і будівництвом Північно-Кримської та Каховської зрошувальних систем, змінило водний баланс на площі в 1,5 млн га. Третина цього зрошення припадає саме на Херсонську область, яка є одним із флагманів зрошення, де щорічно поливається понад 40% зрошуваних в Україні площ.

Широкомасштабне зрошення викликало послідовну низку змін ґрунтоутворюючого, водообмінного й геоморфологічного характеру:

- засолення ґрунтів;
- підняття рівня ґрунтових вод у неогеновому горизонті;
- депресивні просідання паралельної розробки заходів із нівелювання негативної дії вказаного чинника.

Додатковий напір у вапняковому шарі ґрунту, який утворився після спорудження Каховського водосховища та магістральних каналів, а також відбір води з окремих свердловин понад встановленого ліміту посилюють ерозію в робочих зонах свердловин, викликають утворення підземних

каверн, обвалів і виносу вапнякового матеріалу, що відображається на якісних показниках води.

Із середини дев'яностих років з'явилися незаконно пробурені свердловини. Враховуючи недотримання правил спорудження, розміщення та вимог санітарних норм, такі свердловини також несуть загрозу населенню забрудненням водоносних горизонтів. В області існує тенденція до збільшення водозабору підземних вод. Проблему потрібно буде вирішувати шляхом спорудження систем доочищення води, оскільки понт-меотис-верхньосарматський водоносний горизонт вичерпав свій ресурс.

Масштабні обсяги водозабору з Каховського водосховища докорінно змінили динаміку водного режиму на нижньому б'єфі Каховської греблі, що суттєво вплинуло на іхтіофауну і динаміку дельтових процесів у пониззі Дніпра. Кошти, виділені на реалізацію Національної програми екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води із обласного та загальнодержавного бюджету, використовуються для ліквідації критичних ситуацій з питною водою в населених пунктах області, але не можуть радикально змінити ситуацію.

Аналіз статистичних даних показує, що водні ресурси управлінням водного господарства області використовуються в залежності від особливостей року та платоспроможності господарств. Ця частка може складати лише 2/3 від обсягів води, яку забирають з Дніпра управління магістральних каналів. Третя частина вилучених із Дніпра водних ресурсів йде на фільтрацію або скидається у Чорне море, як це робиться з Північно-Кримської зрошувальної системи.

Не менш важливою в зоні зрошуваного землеробства на півдні області стала проблема вторинного осолонцювання ґрунтів у зв'язку з недотриманням технології зрошення, вибіркового його застосування і припинення вертикального дренажу, що супроводжується накопиченням токсичних солей магнію.

В той же час, на окремих ділянках у Скадовському районі, навпаки, через роботу дренажних систем спостерігається підтягування чорноморської води у прісні водоносні горизонти. В результаті підйому солей з нижніх горизонтів посилюються процеси осолонцювання ґрунтового покриву. Тобто, має місце синергічний вплив факторів, який вимагає подальшої оцінки і прогнозування розвитку подій.

Масштаби зрошення у Херсонській області дозволяють розглядати його як впливовий чинник на екологію південної зони. Значні прояви процесів затоплення та підтоплення відмічаються у Каланчацькому, Скадовському, Голопристанському та Високопільському районах, на території яких площі підтоплення перевищують 50%. Меншим обсягом прояву цих процесів характеризуються Нижньосірогозький, Іванівський,

Велико-лепетиський та Горностаївський райони, в яких частка підтоплених площ коливається від 2 до 6%. Загалом по Херсонській області підтоплені території становлять 7790 км², або 27% загальної площі.

Періодично зазнають підтоплення понад 140 тис. га с.-г. угідь та 115 населених пунктів. Підйом рівня ґрунтових вод призводить до часткового руйнування жилих будинків, затоплення підвалів, руйнування фундаментів, вимокання та загибелі насаджень на присадибних ділянках, засолення та заболочування ґрунтів, підвищення вологості і погіршення санітарного стану територій.

Проведений вченими ДВНЗ «ХДАУ» В.О. Малєєвим та О.В. Лянзберг аналіз впливу підтоплення на екологічні обставини Херсонської області свідчить, що з роками території, уражені підтопленням, поступово збільшуються. Слід очікувати зростання площ підтоплення за рахунок потенційно підтоплених у західній і південній частинах Херсонської області, а з уведенням нових масивів зрошення – і в північно-східній.

Фахівці, називають декілька причин підтоплення:

- зрошення с.-г. угідь та експлуатація великих гідромеліоративних споруд;
- зростання споживання води населенням у сільських населених пунктах, де утворилися локальні підвищення рівня ґрунтових вод;
- природні фактори (значна частина території області погано дренована, з дуже розрідженою ерозійною мережею, тобто на ній відсутні глибокі річкові долини, у той же час, тут існують поди – великі безстічні западини, глибиною 10-20 м при діаметрі у декілька кілометрів).

Дослідження підтоплення на території Херсонської області (Генічеський та Новотроїцький райони) за допомогою засобів ДЗЗ-і ГІС-технологій, які проводить ДНВЦ «Природа» показують, що причинами підтоплення часто являються особливості геологічної будови і геоморфології регіону. Тому, більшість регіональних карт підтоплення, складених на територію області не завжди є актуальними. Причина цього – у динаміці та багатофакторності процесів підтоплення. Проведене дослідження свідчить, що причини підтоплення у Херсонській області як техногенні, так і суто природні.

З огляду на велику строкатість в глибинах залягання підґрунтових вод, їх мінералізацію та сольовий склад ґрунту, значну їх динамічність, для запобігання несприятливим наслідкам підтоплення, необхідно здійснювати постійні спостереження за динамікою, хімізмом підґрунтових вод, засоленістю та осолонцюванням ґрунту, а також його родючістю.

Комплекс заходів, спрямованих на подолання проблеми підтоплення на Херсонщині включає проведення наукових досліджень, які мають дати сучасну оцінку еколого-економічної ефективності роботи наявного

дренажу, наукове обґрунтування відновлення проектного режиму роботи штучного дренажу, а також впровадження системи екологічного моніторингу в межах області.

1.4. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ Й ПЕРЕРОБКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Швидкий розвиток промисловості призводить до все більшого забруднення навколишнього середовища. Забрудненню піддається повітря, вода та ґрунт. Відбувається деградація ґрунту. Дуже небезпечним для людей та тварин є забруднення важкими металами, токсинами як: олово (Pb), кадмій (Cd), цинк (Zn), мідь (Cu), хром (Cr). В Україні є території екологічного лиха, на яких природне середовище забруднене різними елементами. На забруднених територіях неможливе вирощування культур, призначених до безпосереднього вжитку, і обмежене вирощування пасовищних культур. Ці території потребують рекультивації. В цьому може допомогти вирощування рослин на промислові або енергетичні цілі. Цей спосіб рекультивації призведе до систематичного зниження рівня забруднення території і обмеження вживання продуктів, які з них походять.

Іншою загрозою зі сторони промисловості, головним чином паливно-енергетичної, є викидання в атмосферу великої кількості CO₂. Ця промисловість використовує паливо (газ, нафту, вугілля кам'яне і буре, торф), спалювання яких порушує натуральний обіг і баланс CO₂. Наслідком цього є поглиблення парникового ефекту. В масштабі світу головним абсорбентом CO₂ є рослини. Запровадження до вирощування нових рослин, які інтенсивно зв'язують вуглекислий газ і утворюють високий врожай біомаси, який можна було б використати на енергетичні цілі, дозволило б значно зменшити емісію CO₂. До відтворюваних джерел відносяться чотири групи рослин:

- деревні рослини швидкої ротації (тополя, верба, евкаліпт);
- швидкоростучі, багаторічні трав'яні рослини (*Miscanthus* spp., *Arundo* spp., *Spartina* spp.);
- багаторічні дводольні рослини (*Cynaria* spp.);
- однорічні рослини (*Sorgum* spp.).

Досконалим аргументом впровадження до вирощування рослин на енергетичні та промислові цілі є загосподарювання виключених з використання сільськогосподарських ґрунтів. На таких ґрунтах можна висадити ліс, а також вирощувати вище названі рослини. Такі рослини повинні відрізнятися низькими вимогами до ґрунтів, живлення і добрив. Також від них вимагається утворення високого врожаю, який можна було

б використовувати у промисловості. Вирощування рослин такого роду могла б становити додаткове джерело доходів для селян.

Однією з рослин, яка могла би становити сировину для промисловості є *Miscanthus sinensis* форми “Giganteus”. Звернув він увагу науковців, які шукають нових, відновних джерел енергії з погляду на можливість усестороннього його використання, а також великий врожай і невеликі вимоги. Швидкі зміни глобального клімату, а також обмеження кількості опалювальної сировини, використання якої має свою межу, а ціни будуть зростати, стимулюють в останні роки пошук нових джерел енергії, так званих CO₂-нейтральних джерел. З цією метою беруться під увагу сонце, вітер, енергія води, а також спалювання біомаси. Згідно експертам, які працюють над зниженням впливу на середовище викопних палив, а також обмеженням емісії газів, що призводять до парникового ефекту, вуглекислий газ, що звільняється під час спалювання біомаси, не перевищує кількості раніше за абсорбованої рослинами під час фотосинтезу і тому не буде сприяти парниковому ефекту (утворюється замкнутий обіг). Прийнята в 1997 році «Біла книга» Європейського союзу передбачає зростання частки відновлювальних джерел енергії до 12% в 2010 році. Тим часом в Україні цей рівень є низьким. Але в затвердженій Верховною радою України у 1996 р. Національній енергетичній програмі України на період до 2010 р. передбачено покриття 10% потреб народного господарства в енергії за рахунок нетрадиційних відновлювальних та інших джерел енергії. В 2000р. актуальність цього пункту Програми була підтверджена в Рекомендаціях парламентських слухань відносно “Енергетичної політики України”. Якщо орієнтуватись на досвід країн ЄС (де доля біомаси складає 60% всіх відновлювальних джерел енергії), біомаса може покривати біля 6% потреб народного господарства України в енергії.

Біомаса в енергетиці може бути використана безпосередньо через спалювання, або як паливо, після попередньої переробки на дизельне паливо, етанол або газ. Передбачається, що за 10-15 років настане зміна двигунів внутрішнього згорання на водневі палива. Як паливо буде використовуватись головним чином етанол, з якого буде отримуватись водень. З вище описаних причин, розпочато в останні роки дослідження над продукуванням біомаси не призначеної на споживання. Великі надії покладаються на нові рослини, які дозволять використовувати їх цілу біомасу, а не тільки як є у випадку ріпаку, тільки насіння, чи так само зерна злакових культур.

Джерелом енергетичної сировини сільськогосподарського походження можуть бути культури, призначені на інші цілі, як продукт побічний, наприклад, солома, або рослини спеціально для цього призначені (однорічні або багаторічні). Важливо, щоб рослини, які вирощуються на енергетичні цілі, характеризувались би високим вмістом

лігніну і целюлози, а також як найвищою продукцією біомаси. Рослинами з високим вмістом лігніну і целюлози, які утворюють пагони відповідної якості, є тополя і верба, солома та трави. Найбільш перспективними, з погляду на продукцію біомаси, в помірному кліматі Європи є верба (*Salix* sp.) і тополя (*Populus* sp.), а також рослини типу C_4 : багаторічні трави, наприклад, міскантус (*Miscanthus* sp.), амарант (*Amaranthus* sp.), мальва пенсільванська, а також просо (*Panicum virgatum*).

Рослини C_3 (наприклад, верба і тополя) мають більшу потребу у воді при продукуванні тієї самої кількості біомаси, ніж рослини C_4 . Річна кількість води, яка транспірується вербою і тополею, є на 40-100 мм води більша, ніж у міскантуса. В багатьох регіонах чинником, який буде обмежувати вирощування верби та тополі, стане їх велика потреба у воді. Врожаї, які отримуються з них в помірному кліматі Європи, можуть досягати 10-12 т сухої маси на рік. Натомість, рослини типу C_4 , як міскантус і однорічні трави, показують відносно більшу здатність утворювати врожай біомаси.

Серед багаторічних трав типу C_4 з родини *Miscanthus* порівнювались багато генотипів: *M.sacchariflorus*, *M.giganteus*, *M.Sinensis*, *M.sinensis* hybrids. Досліди показали, що *M.giganteus* і *M.sinensis* дають найвищий урожай біомаси. З одного гектара в помірному кліматі можна отримати 25-35т сухої маси за рік і ще більше на зрошуваному полі в південних регіонах Європи.

Додатковою перевагою трави, що називається *Miscanthus giganteus*, є її вимоги до удобрення: азоту менше в порівнянні з іншими однорічними і багаторічними травами. Тривалість життя плантації також є привабливою і складає біля 20 років, а тривалість комерційного вирощування біля 15 років. Біомаса може збиратись щорічно. Вона трактується, насамперед, як відновлюване джерело енергії. З огляду на високий вміст целюлози і лігніну, він становить також цінну сировину для продукції будівельних матеріалів, в целюлозно-паперовій промисловості і в сільському господарстві.

Серйозною перешкодою розвитку українського суспільства тепер є несприятлива ситуація з енергією. Саме рівень забезпечення енергією (енергоресурсами) загрожує подальшому нарощуванню обсягів виробництва додаткової вартості і прогресу цивілізації. Це зв'язано з переважно екстенсивним розвитком паливно-енергетичного комплексу, що наближає настання «енергетичного голоду», тому що вимагає безперервного нарощування обсягів використання традиційних паливно-енергетичних ресурсів, запаси яких близькі до виснаження. Інша погроза – глобальна екологічна катастрофа, зв'язана з викидами в навколишнє середовище шкідливих інгредієнтів, насамперед парникових газів, що загрожує зникненням усього живого на Землі. Багато учених вважають, що

необоротна глобальна екологічна катастрофа вже почалася і розвивається з прискоренням.

Результати системних досліджень, виконаних за замовленням Програми розвитку ООН (ПРООН), свідчать: щоб зупинити ці руйнівні тенденції (або хоча б призупинити їхній розвиток), необхідно змінити пріоритети розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК). Насамперед варто відмовитися від екстенсивної моделі його розвитку, тобто забезпечити повномасштабне підвищення енергоефективності. (В Україні це називають енергозбереженням, але це не зовсім точно.) Однак винятково заходами енергозбереження вирішити проблему енергозабезпечення неможливо: досвід індустріально розвинутих країн свідчить, що ці міри лише сповільнюють підвищення потужностей ПЕК.

Відповідь дають результати тих же системних досліджень, замовлених ПРООН. Якщо коротко, то це широкомасштабне впровадження техніки і технологій використання нових (нетрадиційних) і поновлюваних джерел енергії (НПДЕ). Адже ресурси НПДЕ невичерпні; технології використання НПДЕ екологічно чисті; техніка і технології використання багатьох видів НПДЕ уже відпрацьовані настільки, що енергооб'єкти на їхній базі можуть бути не тільки промисловими, але і комерційними, тобто конкурувати з об'єктами традиційної енергетики, отже, можуть поступово них витіснити.

За свідченням Світової енергетичної конференції (ради), розвіданих запасів енергоносіїв для забезпечення потреб в енергії вистачить на такий час: нафти – на 25-30 років; природного газу – 50-60 років; вугілля – 500–600 років; урану для АЕС на повільних (теплових) нейтронах – 20-30 років; плутонію для АЕС на швидких нейтронах – 1000-3000 років.

Самі економічні й екологічно чисті первинні енергоносії – нафта і природний газ – є дефіцитними в Україні; їх споживають прискореними темпами, тому орієнтувати перспективу розвитку ПЕК України на їхній основі не можна. Використання плутонію для української економіки фінансово неможливо, і оскільки ці технології небезпечніше, ніж технології використання енергії теплових нейтронів, то, на перший погляд напрошується висновок, що Україні доцільніше розвивати енергетиків на вугіллі й урані, запасів якого в Україні більш ніж на 100 років. Але Чорнобиль показав, що експлуатація АЕС небезпечна й економічно нерентабельна. Це, утім, не може бути основою для негайної зупинки всіх діючих АЕС.

З погляду стратегії довгострокового розвитку ПЕК серйозні заперечення викликає і пріоритетне будівництво ТЕС (на вугіллі): витрати, зв'язані насамперед із забрудненням навколишнього середовища, можуть багаторазово перевищити дохід від виробництва електроенергії. До того ж Україні не вистачає інвестиційних засобів

на розвиток вугільної промисловості і на модернізацію вугільних ТЕС для того, щоб вони відповідали вимогам по охороні навколишнього середовища. Різке і неухильне зменшення обсягів видобутку газу в Росії, її політична нестабільність і усе більша недовіра до України не дозволяють розраховувати на широке застосування ПГУ і ГТУ.

Реалії життя змушують Україну орієнтуватися на широкомасштабне використання НПДЕ. Загалом, робота в цьому напрямку в Україні почате. Розроблено і реалізується ряд мір, що передбачають упровадження техніки і технологій використання НПДЕ, їхнє використання передбачене біля державних програм.

Державними програмами передбачене використання наступних НПДЕ: енергії вітра (будівництво ЄЕС); гідроенергії (переважно шляхом будівництва маленьких і міні-гес); енергії сонячного випромінювання; геотермальної енергії, тобто глибинного тепла Землі; тепла навколишнього середовища, тобто поверхневих шарів Землі, ґрунтових вод, води, озер, рік, морів за допомогою теплових насосів; вторинного тепла промислового виробництва; біомаси, біогазу, вугільного метанові, паливних твердих побутових і промислових відходів і деяких інших альтернативних видів палива. Проте через незадовільне фінансування практична реалізація цих державних програм дуже незначна. Це стосується навіть вітроенергетики, що має більш-менш стабільне фінансування: у середньому задачі НЕП (і Комплексної програми будівництва БЭС) виконуються на 3%. Що стосується інших НПДЕ, то темпи і масштаби їхнього впровадження ще менше, тому і техніка, і технології НПДЕ поки маловідомі масовому споживачеві й істотно не впливають на економію паливно-енергетичних ресурсів.

Варто звернути увагу яке можливості України в рішенні проблеми фінансового забезпечення розвитку і впровадження техніки і технологій використання НПДЕ. В першу чергу це створення консолідованого фонду розвитку і впровадження всіх НПДЕ, з виділенням на конкурсній основі засіб на нові розробки, будівництво пілотних об'єктів і субсидії для спорудження енергооб'єктів, що будуть використовувати НПДЕ для енергопостачання фермерів, сільських підприємств, муніципальних громад. Інший напрямок – залучення іноземних інвестицій, значні можливості для чого відкриються у випадку налагодження торгівлі квотами на парникові гази.

Тим часом Мінпаливенерго, з огляду на реальні досягнення, тобто практична відсутність внеску НПДЕ в економію ТЭР, самоусунулося від керівництва розвитком і впровадженням НПДЕ, залишивши це на відкуп «аматорам», не несущої ніякої відповідальності за розвиток ПЕК. Від цього страждають інтереси держави, оскільки лише компетентне керування з єдиного центра розвитком і впровадженням НПДЕ принесе

бажані результати, адже ресурси НПДЕ в Україні досить великі. По оцінках ІЕК НАН України, ресурси енергії вітри технічно доступні для освоєння на континентальній частині нашої території, приблизно в 200 разів перевищують нинішні обсяги генерування електроенергії в Україні.

Світова енергетична рада (конференція) відзначає, що самі використання НПДЕ, як засобу підвищення рівня децентралізації електропостачання, забезпечить найбільший економічний ефект і буде сприяти прискоренню розвитку і упровадження відповідної техніки і технологій. З урахуванням сказаного очевидна неправильність здійснюваної в Україні концепції розвитку вітроенергетики тільки шляхом будівництва промислових ВЕС. Дійсно, промислові ВЕС потужністю більш 50 Мвт можуть виступати як комерційні і паралельно як засіб зменшення перетікання струму на регіональному або субрегіональному рівні. Вітроенергетичні об'єкти меншої потужності (до 20 квт і менше), підключені до мережі, також будуть сприяти зменшенню втрат електроенергії на будь-якому локальному рівні (район, місто, селище, село, хутір, ферма).

Перспективним напрямком розвитку вітроенергетики в Україні може бути його інтеграція з гідроенергетикою, наприклад, у формі загального використання інфраструктури ГЕС або створення вітро-гідроаккумуляуючих електростанцій, що зможуть поставляти мережа електроенергією за графіком.

В Україні поступово розвертаються роботи з розвитку маленької гідроенергетики. Це потенціал, що в Україні оцінюють по-різному. Є думка, що він у три-чотири рази перевищує потенціал каскаду ГЕС на Дніпру, тобто маленька гідроенергетика може забезпечити генерування близько 30-40 млрд. Квт×г/рік. З урахуванням можливості гідроенергетики підтримувати графік навантаження енергосистеми, а також кращих економічних показників, цей напрямок удосконалювання ПЕК України надзвичайно актуально і перспективно.

В Україні є в наявності близько 63000 маленьких рік, сумарною довжиною до 13600 км. Якщо з потенційної можливості водних ресурсів України використовувати навіть 20% їхній, і ті щорічні виготовлення електроенергії може замінити десятки атомних реакторів типу Чорнобильської АЕС. До того ж система маленьких ГЕС не викликає негативних наслідків на екологічну ситуацію. Впровадження нетрадиційної технології маленьких ГЕС, не потребуючого створення величезних водоймищ.

Україна має великі ресурси для створення об'єктів геотермальної енергетики. Зокрема, значні геотермальні енергоресурси є в Криму, Закарпатській, Чернігівській, Сумській, Полтавській, Харківській, Львівській, Херсонській, Івано-Франківській областях. За винятком

невеликих експериментальних геотермальних об'єктів теплопостачання, цей напрямок практично не розвивається. Повільно йде розробка і впровадження теплонасосної техніки, хоча в цій сфері є підприємства, що можуть неї робити і вже частково роблять (АТ «Рефма», Мелітополь).

Що стосується сонячних фотоелектричних установок і станцій, то в цьому напрямку, завдяки «діяльності» колишнього Мінмашпрому, узагалі спостерігається регрес, хоча Україна мала все необхідне для його розвитку. І сьогодні наукова діяльність у цій сфері дозволяє сподіватися на успіх.

На наш погляд, необхідно звернути увагу на біо і геліоенергетику. Щорічно земна поверхня поглинає $5,2 \cdot 10^{23}$ Дж сонячної енергії. Усі створені людиною енергосистеми світу роблять незначну частину цієї енергії. Першість по засвоєнню і нагромадженню енергії Сонця по праву належить рослинам. У складі біомаси суші рослини складають 2400 млрд. тонн, тоді як загальна маса усіх тварин і мікроорганізмів - 23 млрд. тонн.

Ще знаходячись на «корені», зелена біомаса приносить величезну користь. Рослини нормалізують хімічний склад повітря, регулюють просування атмосферної і ґрунтової вологи, сприяють збагаченню ґрунту і перешкоджають її ерозії. Уже давно виявлений прямий зв'язок кількості опадів у регіонах з кількістю рослин, особливо дерев. Над позбавленими зелені ділянками суші дощі майже не випадають. І навпаки, найбільша кількість опадів спостерігається над великими лісами, особливо, якщо ці ліси розташовані в горах. Жителі півдня і Сходу України вже давно б'ють тривогу з приводу збільшення площі степів і зародження пустель унаслідок вітрової ерозії.

Думаємо, для того щоб збільшити площа і якість лісових насаджень, їх треба більше використовувати, у тому числі для енергетики. Адже збільшилася кількість і селекційна якість пшениці після того, як люди навчилися неї використовувати. Так само буде і з лісами. Треба тільки, щоб цією серйозною справою займалися дійсні хазяї своєї землі, а не прагнучі швидко розбагатіти комерсанти. Звичайно радять використовувати швидкоростучі види рослин (бамбук, верба, тополя), але сушити і перевозити таку біомасу - одні збитки. Проте, уже є позитивний досвід уживання як паливо гілок з верби, яка характеризується низькою вартістю та високим рівнем теплоємності (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Вартість різних видів палива, яке використовується в Україні, грн/кг

Вид палива	Вартість
Лоза верби	0,05
Дрова (в основна, сосна)	0,063
Кам'яне вугілля	0,078
Природний газ	0,092
Рідке паливо	0,17
Електроенергія	0,24

Для опалення житла, нагрівання води, виготовлення електроенергії сьогодні застосовують піролізні казани. У таких казанах спалювання біомаси відбувається в 3 етапи й у 3 окремих зонах казана. На 1 -м етапі паливо сушиться і перетворюється в газ, 2-й етап - спалювання газу у форсунках з подачею підігрітого вторинного повітря, 3-й етап - дожигання продуктів горіння в теплоізольованій камері.

Генератори на біомасі для безпосереднього обігріву приміщень уже продаються в Україні.

Тепер ідеальною культурою для цих цілей є міскантус. Рослина з його чотирьохметровим стеблом і метельчатим пухнатим суцвіттям без насіння є красивою енергетичною сировиною, тому що містить велика кількість целюлози 64-71%. При вирощуванні міскантуса кількість 32 т/га , що поглинається їм у процесі росту адекватно кількості 32 т/га , виділюваного при спалюванні. Тобто в даному випадку ми маємо замкнутий цикл вуглецю. Крім того, при вирощуванні міскантуса ми маємо позитивний енергетичний баланс у порівнянні з іншими культурами (верба, коноплі), позитивний баланс по гумусі, тому що після 4 років вирощування міскантус накопичує 15-20 т. підземної біомаси, що еквівалентна 7,2-9,2 т, вуглецю на гектарі.

У той же час, на вирощування міскантуса направляється значно менше роботи, чим на обробку кукурудзи або сої.

Розвиток біоенергетичних технологій зменшить залежність України від імпортованих енергоносіїв, підвищить її енергетичну безпеку за рахунок організації енергопостачання на базі місцевих поновлюваних ресурсів, створить значна кількість нових робочих місць (переважно в сільських районах), внесе великий вклад у поліпшення екологічної ситуації.

У затвердженій Верховною Радою України в 1996 р. Національній енергетичній програмі України на період до 2010 р. передбачене покриття 10% потреб народного господарства в енергії за рахунок нетрадиційних поновлюваних і інших джерел енергії. У 2000 р. актуальність цього пункту Програми була підтверджена в Рекомендаціях парламентських слухань відносно «Енергетичної політики України». Якщо орієнтуватися на досвід країн ЄС (де частка біомаси складає 60% усіх ВДЕ), біомаса може покривати близько 6% потреб народного господарства України в енергії.

Для України з її великим потенціалом сільськогосподарських земель дуже перспективним є організація спеціальних енергетичних плантацій швидкого обороту (верба, тополя, міскантус і ін.). Залучення біомаси, спеціально вирощеної на землях, що зараз не використовуються (землі, які підверглися радіоактивному забрудненню - 15 Ки/км^2 (555 кБк/м^2)) або використовуються неефективно в Україні, приведе до підвищення частки

біомаси в енергетичному балансі країни до 20-25%.

Виходячи з вищевикладеного, пропонуємо загальний проект по вирощуванню міскантуса гігантеусу в умовах Полісся України на землях, які підверглися радіоактивному забрудненню. Це важливо тому, що в зоні радіоактивного забруднення обмежене вирощування продовольчих культур, тому існує можливість замінити їхніми культурами енергетичними.

Необхідно вивчити особливості нагромадження радіонуклідів міскантусом, фізіологічні процеси в рослині в умовах високого і низького рівня забруднення ґрунту радіонуклідами, визначити оптимальні агроекологічні умови вирощування міскантуса для мінімізації коефіцієнта переходу радіонуклідів із ґрунту в рослину, а також визначити енергетичну й економічну ефективність вирощування міскантуса на дерено-підзолистих ґрунтах Полісся України.

За свідченням Світової енергетичної конференції (ради), розвіданих запасів енергоносіїв для забезпечення потреб в енергії вистачить на такий час: нафти – на 25-30 років; природного газу – 50-60 років; вугілля – 500–600 років; урану для АЕС на повільних (теплових) нейтронах – 20-30 років; плутонію для АЕС на швидких нейтронах – 1000–3000 років.

Самі економічні й екологічно чисті первинні енергоносії – нафта і природний газ – є дефіцитними в Україні; їх споживають прискореними темпами, тому орієнтувати перспективу розвитку ПЕК України на їхній основі не можна. Використання плутонію для української економіки фінансово неможливо, і оскільки ці технології небезпечніше, ніж технології використання енергії теплових нейтронів, то, на перший погляд, напрошується висновок, що Україні доцільніше розвивати енергетикові на кути й урані, запасів якого в Україні більш ніж на 100 років. Але Чорнобиль показав, що експлуатація АЕС небезпечна й економічно нерентабельна. Це, утім, не може бути основою для негайної зупинки всіх діючих АЕС.

З погляду стратегії довгострокового розвитку ПЕК серйозні заперечення викликає і пріоритетне будівництво ТЕС (на вугіллі): витрати, зв'язані насамперед із забрудненням навколишнього середовища, можуть багаторазово перевищити дохід від виробництва електроенергії. До того ж Україні не вистачає інвестиційних засобів на розвиток вугільної промисловості і на модернізацію вугільних ТЕС для того, щоб вони відповідали вимогам по охороні навколишнього середовища.

Різке і неухильне зменшення обсягів видобутку газу в Росії, її політична нестабільність і усе більша недовіра до України не дозволяють розраховувати на широке застосування ПГУ і ГТУ.

Реалії життя змушують Україну орієнтуватися на широкомасштабне використання НПДЕ. У загальному робота в цьому напрямку в Україні почата. Розроблено і реалізується ряд мір, що передбачають упровадження техніки і технологій використання НПДЕ, їхнє використання передбачене

біля державних програм.

Але цього недостатньо. Можливості НПДЕ конкурувати з об'єктами традиційної енергетики, їхню рентабельність можна продемонструвати на прикладі динаміки зміни собівартості (тарифів) електроенергії, генерованої на ВЕС: на початку експлуатації його вартість вище, ніж на об'єктах традиційної енергетики, але через якийсь час вона значно зменшиться.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

В останні десятиріччя в світі все більше уваги надають пошуку шляхів використання енергоресурсів, які одержують з відновлюваної енергії, особливо, шляхом переробки рослинної сировини. Перш за все, це пов'язано з нестабільністю світових цін на викопні джерела енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що на найближчу перспективу питома вага біопалива в загальних об'ємах пального складатиме до 10% з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які характеризується високою амплітудою коливань.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива (рис. 2.1).



Рис. 2.1 - Схема світового виробництва біологічних видів палива

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу, тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива. За даними світових експертів, в світі налічувалося 637 заводів з виробництва етанолу загальною потужністю 80,6 млн тонн. Завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти тільки в 2010 році, складала 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу в світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуваний об'єм виробництва біоетанолу в світі в 2020 р. за оптимістичним прогнозом складатиме 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд л. Об'єм світової торгівлі складатиме близько 10% від загального світового об'єму виробництва. Лідерами виробництва будуть США і Бразилія.

2.1. БІОЛОГО-БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ

Натуральними місцями походження рослин з родини *Miscanthus* є терени Японії, Південних Курил, Манджурії, Кореї, Тайланду, Полінезії і Східного узбережжя США. Росте він дико і вирощується для опалення на теренах майже цілої Південно-Східної Азії і Центральних США. Цей рід об'єднує понад двадцять різних морфологічних видів.

Особливо швидким ростом і високою якістю характеризується *M. sinensis*. В натуральному середовищі ці рослини dorостають до 6м висоти, діаметр стебел досягає навіть 6 см, а вегетація може тривати 30 років.

До початку п'ятого століття міскантус застосовувався тільки в Китаї, як протиерозійна рослина. До Європи найправдоподібніше потрапив в XVI столітті, але трактувався тільки як оздобна рослина, зважаючи на утворення великих купин.

В 1935 році датський вчений Ансель Ольсен завіз до Європи японський клон, який став вихідним пунктом для селекції рослин, які використовуються на даний час. З огляду на великий врожай, Карл Фостер дав цій рослині назву *Miscanthus sinensis* “*Giganteus*”. З наукової сторони почали займатись цією рослиною в 1983 році на Станції селекції рослин в Данії. З того часу проводяться інтенсивні дослідницькі праці в багатьох країнах Європи : Німеччині, Великобританії, Італії, Франції, Іспанії, Польщі.

Лінде-Лаурсен в 1993 році довів, що *Miscanthus sinensis* “*Giganteus*” є триплоїдом. У більшості верхівкових клітин коренів $2n=3x=57$ або 58.

Для роду *Miscanthus* основна кількість хромосом складає $x=19$. Клон, привезений Ольсеном, повстав найправдоподініше через схрещення *M. sinensis* - диплоїда ($2n=2x=38$) і аллеотрипоїда *M. Sacchariflorus* ($2n=4x=76$). Тому не може розмножуватись генеретивно (має стерильний пилок). Під впливом результатів подальших дослідів змінено його назву на *Miscanthus x Giganteus*.

Miscanthus належить до відділу покритонасінних (Angiospermales), класу однодольні (Monocotyledoneae), ряду (Glumiflorae), родини злакові (Gramineae), роду *Miscanthus* (Andersson), вид – *Miscanthus giganteus* Greef і Deu.

В Європі цілковита площа вирощування міскантуса в 1995-1996 рр. становила біля 170 га, в 1998 році була ще малою, а найбільша площа була в Швеції (300 га). В 1993 році встановлено Європейську Сітку в 10 країнах і вирощування проводилось вже у 18 місцях. З 1994 року започатковуються великі міжнародні проекти, наприклад в Німеччині, де проводиться фірмою Vaba Oel AG.

Miscanthus giganteus є багаторічною трав'янистою рослиною з добре розбудованою кореневою системою. Маса коренів перед появою сходів складає біля 15-25 т сухої маси з гектара. Корені сягають до 2,5 метрів вглиб землі. Така коренева система сприяє дуже доброму використанню елементів живлення і води. Стебло є дуже міцним, з волосками або без них, з добре видимими вузлами. Забарвлення однорідне. З огляду на великий вміст в стеблі лігніну і целюлози, відзначається він великою витривалістю до механічних ушкоджень. В європейських умовах рослини досягають від 200 до 350 см висоти. В перший рік вегетації рослини досягають 200 см, на другий рік – 350 см, а в наступні – 400-450 см. Листові пластинки довгі, сплюснуті і ланцетовидні (у небагатьох видів овальні), без поперечних жилок, довжина 60-100 см і ширина 0,8-3,2 см. Ростуть поодинокі вузли, майже по всій довжині стебла. Забарвлені вони однорідно, яскраво- або темно-зеленого кольору. По середині листка проходить товстий головний нерв. На рослині листя утримується дуже довго, навіть на протязі зими. Суцвіттям є волоть, або колосовидна волоть, слабо розвинута, яка також довго залишається на рослині. Велика кількість генотипів не квітне або не утворює насіння. Якщо внаслідок холодного клімату Східної Європи рослини не входять в стан спокою, то цвітуть вони між вереснем і листопадом.

Згідно з даними досліджень, проведених на Тайвані, рослини *Miscanthus* мають можливість адаптування і показують різну реакцію на умови середовища. Вчені помітили, що поверхня листків клонів, які походять з гірських районів з субтропічним кліматом, в більшій мірі, покрита воском і має меншу кількість продихів на верхній частині листка, ніж у тих, що походять з низин з тропічним кліматом. Клони з гірських

районів мають також меншу пропускну здатність продихів і іншу будову епідермісу, що запобігає надмірній втраті тепла під час транспірації.

Кліматичні умови територій походження міскантуса пристосували його до умов високої температури і інтенсивності сонячного опромінення. В нашому кліматі ріст рослин типу C_4 є обмежений низькими температурами. В Європі *Miscanthus* розпочинає ріст у квітні, коли температура ґрунту досягає 10-12°C, а закінчується під впливом приморозків в листопаді. Температура потрібна для початку у розвитку листя і коливається між +5 і +10°C, залежно від генотипу. Але це є одна з небагатьох рослин з механізмом фотосинтезу C_4 , яку можна вирощувати в умовах клімату Центральної та Східної Європи.

Хоча оптимальна температура для процесу фотосинтезу складає у міскантуса +28-32°C, проте в умовах клімату Східної Європи сума добових температур є достатньою для досягнення високих врожаїв біомаси. В наших кліматичних умовах рослини *Miscanthus giganteus* піддаються впливу низьких від'ємних температур. Вони найбільше ускладнюють закладання і утримання плантації. У рослин типу C_4 вразливість від холоду є вищою при світлі, ніж в темноті. В таких умовах настає фотоінгібіція. Рослина абсорбує більше світла, ніж потрібно до виснаження процесу фотосинтеза. Це може призвести до ушкодження у фотосинтезі II, а в наслідок, до зменшення темпу вбирання вуглекислого газу. В умовах Європи висока концентрація сонячного опромінення з'являється однак рідко.

Найвища вразливість рослин виявляється під час першої зими після посадки. Доходить навіть до вимерзання 90% рослин. Це пояснюється наявністю холодних зим без снігового покриву. Помічено ріст толеранції рослин до низьких температур під час зими, коли одразу по посадці наступав спад температури нижче 0°C.

Одразу після мульчування соломною зернових або соломною міскантуса, зростає рівень перезимівлі рослин з 79% до 92%. Весняні приморозки також призводять до втрат, але є не такими суворими з огляду на високу регенераційну здатність рослин. В літературі не зазначаються проблеми із зимуванням рослин в наступні роки. Після другого року вирощування, рослини переносять температури нижче -20°C, навіть без снігового покриву.

Під час вегетації міскантус гігантеус потребує біля 700 мм опадів. Його вимоги до води набагато перевищують середньорічні опади в Україні. Такі великі вимоги до води, не дивлячись на мале вживання води на продукування 1 кг сухої маси (біля 250 л), спричинені великим врожаєм біомаси, який отримується з одиниці поверхні.

Також спосіб розмноження має вплив на перезимівлі в перший рік. Рослини, розмножені поділом кореневищ, зимували краще, ніж розмножені

з культур *in vitro*. Серед них краще перезимовували рослини великі (більше 5 бруньок), ніж малі (менше 5 бруньок). Кожна дія, яка призводить до покращення росту рослин в рік закладки плантації, підвищує рівень виживання. Головними чинниками є контроль забур'яненості, який в поєднанні зі зрошенням і азотно-фосфорним удобренням може покращити ріст рослин в рік закладання плантації. Іншим чинником, який покращує ріст, є мала глибина посадки кореневищ. Помічено кращий ріст рослин, коли кореневища були посаджені на 2 і 6 см, ніж на 10 см.

Досліджено також рівень ушкодження і здатність до регенерації після впливу на рослини *M. giganteus* морозом. Ці досліді показали, що етап сходів був вразливий вже при температурі мінус 2°C. Занотовано 40% ушкоджених рослин. Етап другого і четвертого листка не був вразливим на температуру до мінус 4°C включно. При застосуванні мінус 8°C зареєстровано 83% ушкоджених рослин, які були на етапі другого листка, які на 90% були здатні до регенерації, і 75% ушкоджених рослин, які були на етапі четвертого листка зі значно меншою здатністю до регенерації і складала 20%. У рослин, які не показали жодних видимих ушкоджень одразу після появи мороза, спостерігалось зниження темпу росту до 45 днів після його застосування. Головним чином загальмувався елонгаційний ріст стебла. Перші обстеження перезимівлі показали, що існує залежність між пошкодженнями, спричиненими пізніми морозами, та толеранцією до морозів в наступній зимі. При зниженні температури нижче 0°C одразу після посадки, з'являється підвищена кількість до морозу під час зими.

M. x giganteus не утворює насіння, бо є триплоїдом і має стерильний пилок. Тому його розмножують вегетативним шляхом. Відомі 3 способи вегетативного розмноження:

- саджанцями, отриманими з культур *in vitro*;
- поділом кореневищ;
- укоріненням міжвузлів.

Розмноження саджанцями з культур *in vitro*.

Вихідним матеріалом для отримання цього типу саджанців є недозрілі суцвіття, з яких беруть експлантати і викладають на відповідну поживну речовину. Найчастіше це є поживне середовище Марамиче і Скуча або Джонса. Регенерація рослин проходить через соматичний ембріогенез.

Ріст калюса і регенерація рослин є кращими на рідкому поживному середовищі. Встановлено, що протягом п'яти місяців з одного суцвіття можна отримати 1830 рослин. Окрім суцвіть відбираються експлантати з листя, а також верхівкових меристем стебел і коріння. Однак, результати, отримані під час регенерації рослин з тих експлантатів, не були такими добрими, як отримані з недозрілих суцвіть.

Не дивлячись на те, що цей метод є дуже продуктивним, має дві вади. Одна з них це висока вартість, яка робить вирощування *M. x giganteus*

нерентабельним. В 1993 році вартість закладки 1 га плантації складала 4600 єкю, при умові, що на 1м² висаджується одна рослина. В 1992 році в Німеччині 1 рослина коштувала 0,8 марки, в перерахунку на 1 га це складає 8000 марок (біля 4000 єкю). Висока вартість саджанців, отриманих з культур *in vitro*, спричинена необхідністю поміщення в початковий період, в тепличні умови. Термін цей може складати три місяці, під час якого рослини гартуються [7]. В 1994 році Йоргенсен провів дослід, в якому жодна рослина не перенесла першої зими [8]. Друга вада рослин, які розмножуються методом культур *in vitro*, є низький процент перенесення першої зими. Часто плантації, при використанні рослин, розмнжених таким методом, випадають в такому рівні, що подальше вирощування стає неможливим.

Розмноження саджанцями, отриманими через поділ кореневищ.

В 1990 році на дослідній станції в Данії зауважили, що при спробі усунути плантацію *M. x giganteus* із застосуванням активних машин, отримано зворотну дію і швидке відростання рослин. Це дало ідею нового методу закладання плантацій.

Розмноження поділом кореневищ можна виконувати кількома способами. Найчастіше в якості маточників використовуються трьохрічні плантації міскантуса, які ще нерозрослись дуже сильно.

Одним із способів отримання саджанців є подрібнення надземних і підземних решток після збору за допомогою ротаційної машини, викопування фрагментів рослин копачкою для квіткових цибулин або машиною для збору картоплі. Можна також виорювати цілі купини, а потім ділити їх на фрагменти довжиною біля 10 см. При такій довжині кореневищ найкращі результати отримано при посадці їх масою 0,1-0,2 кг на 1м².

Дуже важливим у цій методиці є недопущення пересушування зібраного матеріалу - максимальне скорочення часу зберігання саджанців. Основною перевагою саджанців, отриманих цим способом, є їх вища витривалість при низьких температурах під час першої зими, а також швидкий розвиток на початку росту.

Було виконано поділ маточних рослин за допомогою культиватора з активними робочими частинами в трьох термінах : 21 квітня, при висоті сходів від 0 до 0,5 см ; 28 квітня, коли сходи були від 5 до 7 см; 16 травня, коли рослини досягли 30 см. Третій термін виявився найменш придатним для цієї мети з огляду на слабший ріст рослин. Після поділу кореневища вибирались, вантажились і транспортувались на нове місце, де були розкладені в кількості 0,1 і 0,2 кг на м². Потім одразу їх приорювали на глибину 15-20 см. Після приорювання поле прикочували, що забезпечувало добрий контакт між ґрунтом і кореневищами.

Найкращими виявились кореневища довжиною, що найменше 10 см.

Також Джонс показав у своєму експерименті, що рослини, які виростили з малих кореневищ (менше 10г свіжої маси), показали зредуковану швидкість росту в порівнянні з рослинами, які виростили з кореневищ масою 25-40 г.

Головною проблемою цього методу є висихання кореневищ під час транспортування і розкладання на полі. Щоб отримати добрі результати, не можна цього допускати, тому всю операцію треба проводити як найшвидше. Вартість закладання 1 га плантації цим методом, при ступені розмноження 15, в 1993р. складала біля 900 екю, що становило 20% вартості закладання плантації з використанням саджанців з культур *in vitro*.

В Німеччині дослідницькі праці над цим методом почались раніше. В 1989 році вартість однієї рослини, отриманої цим методом, складала 1,5 марки, а в 1993 р. зменшилась до 0,5 марки. До зменшення вартості призвело впровадження до вирощування більш продуктивних машин. Передбачається подальше зниження вартості отримання саджанців по мірі технічного розвитку і удосконалення вирощування. Харві пише, що розмноження поділом кореневищ є дешевшим, ніж використання саджанців з культур *in vitro*.

Розмноження саджанцями з укорінених міжвузлів.

В 1997 році на кафедрі фізіології рослин Аграрного університету було зроблено дослід, в якому укорінювались міжвузля рослин. Найкращі саджанці отримано з найстарших міжвузлів. Саджанців не вдалося отримати з вузлів 7-го порядку (рахуючи від низу рослини) і молодших. Отримані таким чином рослини не перезимували, з причини дуже короткого часу, потрібного на пристосування до спокою.

Miscanthus x giganteus, як рослина типу C_4 , ощадливо використовує воду. На продукування 1 кг сухої маси потребує 250-300 кг води. Це вимагає біля 700 мм опадів на рік. Це пов'язано з високим врожаєм біомаси. Однак, зрошення плантації дає позитивні результати. В грецьких умовах додаткові опади 700 мм в порівнянні з додатковими опадами розміром 300 мм, дали ріст врожаю сухої маси на 34%. Беале і Лонг застосували на другий рік вирощування додатково 133 мм опадів при природних опадах біля 650 мм, які становлять 85% норми, щоб утримати вологість ґрунту на відповідному рівні і не допустити до її пересушення, що пов'язане з уповільненням процесів акумуляції сухої маси. В південно-східній Англії, де річні опади складають 1200 мм і ґрунт не пересихає, отримано добрі результати.

З фотосинтезом типу C_4 пов'язаний великий ріст врожаю при зростанні температури і інтенсивності опромінення. Оптимальна температура для росту *M. x giganteus* складає +28–30°C. Незважаючи на це, суми добових температур для Центральної Європи є достатньою для отримання високих

врожаїв сухої маси [1]. Досліди показали, що *M. x giganteus* здатний досягнути високої продуктивності в температурних умовах Англії (середньодобова температура в найтепліших місцях є 15°C). Вимоги міскантуса до якості ґрунту не є великими. З огляду на свою розбудовану кореневу систему, рослина може вирощуватись на середньозв'язаних ґрунтах, утворених з пісків та низьким рівнем ґрунтових вод. Ґрунти з відрегульованим водним режимом і більшим вмістом гумусу дають врожаї на 20-30 % більші. За Нальборчиком плантація може бути закладена на ґрунтах, які не придатні для інших сільськогосподарських культур.

Ґрунти не повинні бути кислими, рН 6,5, особливо впродовж перших двох років вирощування з рівнем ґрунтових вод нижче 1 м.

M. x giganteus може бути використаний комерційно кілька років. З огляду на багаторічність вирощування, треба звернути увагу на старання приготування ґрунту перед посадкою рослин. Восени необхідна поглиблена оранка, під яку застосовують велику дозу органічних добрив. У випадку низького рН ґрунту (нижче 5,5), належить провести вапнування. Весною, перед посадкою, необхідно провести боротьбу з бур'янами (з огляду на пізній термін посадки) механічним або хімічним методом.

Перед посадкою в ґрунт необхідно розрихлити на кілька сантиметрів.

Механізація процесу посадки значно знижує витрати на вирощування. Саджанці, отримані з мікророзмноження, можна садити, використовуючи саджарку для розсади. Саджанці, отримані з поділу кореневища – картоплесаджаркою. Процес розмноження поділом купин коштує біля 350 євро/га, а в недовзі його вдасться змінити до 200 євро/га.

Саджанці з кореневищ приорюють на глибину 15-20 см. Після посадки треба застосувати валування гладким валом і в разі необхідності – зрошення. Найкращі результати отримано при посадці кореневищ масою 0,1-0,2 кг/м² і довжиною біля 10 см. Проводилось дослідження, яке порівнює здатність перезимовування кореневищ різної маси. Використовували різоми довжиною 4,8 і 12 см. В найбільшій кількості перезимували найбільші кореневища. Мінімальна рекомендована глибина посадки біля 15 см (з огляду на можливість промерзання). Невеликі кореневища (менше 10 см), посаджені дуже глибоко, можуть не подолати відстань, необхідну для випускання нових стебел на поверхню ґрунту.

Проводилось дослідження, яке визначало вплив величини різомів, які висаджуються, та терміну закладання плантації (весняний, зимовий) на поновне відростання рослин. Відбулось майже 100% поновне відростання рослин з великих кореневищ (довжина різом біля 10-15 см).

Менші саджанці дали гірші результати. В цьому досліді саджанці, висаджені весною на глибину 10 см, показали майже дворазово вищий рівень поновного відростання, ніж висаджені восени на глибину 15 см. Саджанці з більших кореневищ мали значно більшу кількість стебел

і значно швидший ріст. Найчастіше застосовують густоту посадки: 1 рослина на 1м², або 10000 рослин на гектар, в інших дослідах добрі результати отримані при густоті 4 рослини на 1м². Пропонована густота відповідає відстані між рядами 1м і відстані між рослинами в рядах 0,5м. З огляду на швидкий ріст, утворення рослинною великих купин, більшість дослідників схиляються до висаджування 1 рослини на 1м².

Термін посадки є порівняно пізнім і припадає, з огляду на можливість ушкодження рослин пізніми приморозками, перша половина травня – кінець квітня, або середина травня.

Вимоги до удобрення у *Miscanthus x giganteus* є відносно малими. Азоту він потребує менше, ніж інші трави: одно – і багаторічні.

Високий рівень ефективності використання азоту є головним чином результатом переміщення його до стебел весною і до різомів під кінець вегетації. В дослідах Крістіана показано, що 38% з внесених в 60 кг/га NH₄ і NO₃, було поглинуто рослинами, з яких більше половини знайшли в різомі. Більша частина азоту, знайденого в рослинах, походила з мінералізації поживних речовин в ґрунті, а не з удобрення. Ці досліді показали причину малої потреби рослин в азоті.

З врожаєм 20т сухої маси на 1 га, міскантус виносить біля 60 кг N, 16 кг P₂O₅, 80 кг K₂O, при невисокому рівні удобрення. В дослідах з удобренням азоту стверджено позитивний його вплив на продукування біомаси при кількості азоту до 90 кг/га. Коли застосовували більші дози, продуктивність не зростала, а навіть зменшувалась. Загальні потреби в поживних речовинах: азоті (N), фосфорі (P), кальцію (Ca), складає відповідно: біля 2-5; 0,3-1,1; 0,8-1,0кг/т сухої маси. Пропоновані дози добрив і терміни їх застосування є наступні:

- азот 60-90кг N\га весною після появи сходів;
- фосфор 30-40 кг P₂O₅\га;
- калій 120-150 кг K₂O\га;
- магній 20-25 кг MgO\га ранньою весною або восени.

З огляду на багаторічний характер плантації, можна використовувати органічне добриво. Максимальна доза 30 м³\га, що відповідає 180 кг азоту, 75 кг фосфору, 150 кг калію і 30 кг магнію. Ця доза практично може замінити мінеральні добрива.

В перший та другий роки необхідно проводити боротьбу з бур'янами механічним способом, використовуючи для цієї мети традиційні машини для міжрядного обробітку або, у випадку сильного забур'янення, хімічним способом. Середня вартість річної боротьби з бур'янами на площі 1га складає 10 фунтів і є в 10 разів нищою від вартості боротьби з бур'янами на плантації верби та тополі. В наступні роки боротьба з бур'янами не є необхідною з огляду на інтенсивний ріст рослин, а також сильне затінення ґрунту [29]. В європейських умовах міскантус показує велику стійкість

до хвороб і шкідників. І тому не потрібно проводити заходи з хімічної охорони площ, що зменшує затрати і запобігає забрудненню середовища. Не має відомостей про хвороби, які значно зменшували продуктивність рослин.

Але не можна виключити те, що по мірі розповсюдження рослини, певні хвороби і шкідники не можуть спричиняти певну шкоду рослинам.

Серед багатьох трав'янистих рослин злакові займають важливе місце в плані їх розповсюдження у світі, значення та різнопланового використання. До найпродуктивніших злакових культур, які за останнє десятиріччя отримали широке визнання відносяться представники роду міскантус. Насамперед, це природний гібрид – міскантус гігантський. Рослини цього роду добре відомі як кормові, декоративні, технічні, целюлозоносні, фітомеліоративні тощо. В останній період основна увага, як наукової спільноти так і виробників привернута до напряму використання міскантусів у якості енергетичної рослини як джерело для виробництва різних видів біопалива.

Найважливіші властивості рослин міскантусу:

- Багаторічність – досліджувані в Україні представники роду міскантус характеризуються довголітнім періодом використання від 10-15 до 40 років.
- Висока урожайність – протягом тривалого періоду плантації міскантусу забезпечують від 60 до 150 т/га урожайності зеленої фітомаси.
- Висока продуктивність – за виходом сухої речовини рослини займають лідируючу позицію серед трав (забезпечують від 15-20 до 35 т/га на абс.суху. речовину).
- Високорослі рослини – формують високий травостій – 200-300 см, при достатній зволоженості рослини сягають висоти до 500 см.
- Є домінантами в трав'яних угрупованнях – часто утворюють суцільний травостій, а інколи невеличкими групами зростають спорадично (в природній флорі).
- Екологічна стійкість – посухо-, холодо-, морозо- (м.китайський), зимостійкість (всі інтродуковані).
- Висока адаптивна здатність рослин – швидко адаптується до умов культивування. Всі інтродуценти в Україні добре адаптуються.
- Успішність інтродукції – всі досліджувані види та форми в Україні пройшли етап інтродукції. Окремі з них розвиваються від насіння до насіння, а більшість представників не формують насіння. Розмножуються вегетативно - ризомами.
- Повна акліматизація рослин – інтродуковані в Україні види та гібриди успішно пройшли всі інтродукційні випробування, витримують вплив екологічних факторів, забезпечують на рівні

або вище продуктивний потенціал ніж в районі походження та повністю акліматизувалися. Без допомоги людини з другого, третього року життя можуть формувати багаторічні плантації та зростати протягом десятиліть.

- Повна натуралізація – в умовах України окремі види та форми здатні формувати повноцінне насіння. Це дозволяє відзначити про можливості їх насінного розмноження. Крім цього всі досліджувані інтродуценти вегетативно дуже рухливі (як м.цукроквітковий), середньо рухливі (як м. гігантський) або слабо рухливі (як окремі форми м. китайського). Тобто слід зазначити про те, що незалежно від можливостей насінного розмноження, вони чудово розмножуються вегетативно – ризомами, що в повній мірі забезпечує їм виживання в умовах культури або при потраплянні в природні умови так само ростуть, розвиваються та розмножуються успішно. На відміну від насінного розмноження, вегетативний спосіб обмежує їх швидке розмноження на певній території. Тому рослини можуть лише локально розповсюджуватися.
- Невибagliвість до ґрунтів – рослини здатні зростати у різних типах ґрунтів. В Україні обмеження може представити дуже заболочені, кислі та дуже засолені ґрунти. Але високу продуктивність рослини забезпечують на багатих поживними речовинами, добре зволжених ґрунтах.
- Невибagliвість до поживних речовин – є відомості про те, що рослини до внесення мінеральних добрив відзиваються неоднозначно. Результати наших біохімічних аналізів свідчать про те, що у кінці вегетації надземна маса рослин міскантусу має дуже низьку зольність. За рахунок відтоку поживних речовин з надземної частини рослин до кореневища у другу половину вегетації суттєво зменшується вміст мінеральних речовин у фітосировині. Серед багатьох видів досліджуваних енергетичних рослин (понад 500 зразків) міскантуси відзначаються найменшим вмістом золи під час технічної стиглості.
- Висока посухостійкість рослин. Міскантуси характеризуються високим рівнем посухостійкості протягом вегетаційного періоду. В той же час у посушливий період вегетації (липень-вересень 2015-2016 рр.) спостерігали суттєве в'янення надземної частини рослин, особливо листків. В окремих випадках форми м.цукроквіткового та м. гігантського повністю висихають без відновлення вегетації з початку вересня. Особливо суттєво рослини м.цукроквіткового страждають від дефіциту вологи. У м.гігантського сильніше висихають листки нижньої формації. Чим сильніша посуха, тим менше листків у верхньому ярусі пагонів лишається зеленими, у

яких відбувається фотосинтез. Наші спостереження дозволяють відзначити відносно високу посухостійкість форм та сортів м. китайського.

- Фітомеліоративна роль рослин – міскантуси характеризуються важливим значенням зростати відносно засолених, закислених, вологих або посушливих умовах. Добре закріплюють схили чим попереджують ерозійні процеси.
- Роль рослин у фіторе mediaції – міскантуси добре зростають в умовах забруднення радіонуклідами, важкими металами, хімічними речовинами ґрунтах та здатні поліпшувати екологічну ситуацію. Рослини іммобілізують шкідливі речовини та можуть виконувати виключну роль у виносі і утилізації їх та відтворенні ґрунтів і забрудненого середовища.

В НБС ім. М.М.Гришка НАН України і в Дослідному господарстві Інституту фізіології рослин та генетики НАН України «Глеваха» та Дослідному полі ДВНЗ «Херсонський ДАУ» було створено багаторічні плантації інтродукованих та виведених селекційним шляхом зразків (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Різні види, форми та сорти *Miscanthus* у період активної вегетації (серпень, 2016)

Аналіз видового та формового різноманіття *Miscanthus*, зібраного у відділі культурної флори НБС ім. М.М. Гришка НАН України, свідчить про те, що вони суттєво вирізняються за біоморфологічними особливостями, габітусом, ростом та розвитком рослин. В результаті інтродукційної і

селекційної роботи створено три сорти *Miscanthus*: 'Снігопад' (*Miscanthus sacchariflorus*), 'Велетень' (*M. Sinensis*), 'Гулівер' (*Miscanthus* × *giganteus*) (рис. 2.2-2.4). Після Державного сортовипробування на сорти Гулівер та Снігопад отримані авторські свідоцтва та патенти.



Рис. 2.2. Міскантус гігантський, сорт Гулівер



Рис. 2.3. Міскантус цукрокітковий, сорт Снігопад



Рис. 2.4. Міскантус китайський, сорт Велетень

Місце в культурі, вибір ділянки. Під плантацію міскантусу ділянку вибирають виходячи з біологічних особливостей рослин і вимог до екологічних факторів. Враховуючи, що вони продуктивно вирощується на одному місці до 25-30 років, то відповідно необхідно розміщувати їх на вивідному полі сівозміни, а також на закинутих, еродованих і рекультивованих землях. Завдяки потужній кореневій системі, вони становлять інтерес для закріплення схилів, ярів, піщаних ділянок. У зв'язку з цим, важливе значення рослини мають для вирощування в ґрунтозахисних сівозмінах.

Підготовка ґрунту. На ділянках, засмічених багаторічними коренепаростковими бур'янами, необхідно двічі лушити стерню дисковими знаряддями на глибину 8-10 см, а третій раз – лемішними лушильниками ППЛ-10-25 або плоскорізами КПП-2,2, КПЕ-3,8 або КПШ-9 на глибину 12-14 см.

Для знищення коренепаросткових бур'янів необхідно поєднувати механічні прийоми обробки ґрунту з хімічними. Гербіциди можна вносити після першого лушення, коли проростає максимальну кількість багаторічних бур'янів. Найбільш ефективні в боротьбі з осотом є ефіри 2,4-Д в дозі 1,5-2,0 кг/га д.р., аміачна сіль 2,4-Д в дозі 2,0-2,5 кг/га д. р. при середньодобовій температурі повітря 12-14 ° С. Високоєфективним

у боротьбі з багаторічними бур'янами є також застосування раундапа або його аналогів (3-6 л/га, дози по препарату), що проводяться по бур'янах, що вегетують (за висоти 8-12 см). Це дозволяє практично очистити ґрунт від багаторічних бур'янів. При цьому до наступного механічного обробітку ґрунту необхідно витримувати інтервал до 2-х тижнів. Зяблеву оранку необхідно проводити у вересні-жовтні на глибину 25-27 см плугами з передплужниками. Це сприяє значному зниженню засміченості. Для кращого накопичення вологи в ґрунті і запобігання водної ерозії на ділянках зі схилами вище 4° весь обробіток необхідно проводити впоперек схилів. Для оранки використовують плуги ПЛН-5-35, ПЛН-6-35, ПН-4-35. В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків розроблено Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу.

Добрива. Найважливішою умовою отримання високих врожаїв рослин роду міскантус є система добрив, яка визначається з певними умовами. В цілому, при закладці плантацій під основний обробіток ґрунту необхідно вносити 40-60 т/га органічних добрив (перегною) і 60-90 кг/га діючої речовини фосфорно-калійних добрив.

На кислих ґрунтах перед оранкою вноситься вапно в нормі, що дозволяє довести гідролітичну кислотність до 1,0 норми. Азотні добрива в дозі 60-90 кг/га краще вносити під весняну культивуацію або у вигляді підживлення при міжрядному обробітку в період вегетації рослин. Крім цього щорічно під посадку міскантусу необхідно вносити 60-120 кг/га NPK. Фосфорно-калійне добриво слід вносити восени після збирання культури, азотні добрива – при весняному підживленні на початку вегетації.

Способи розмноження. Основним способом розмноження рослин різних видів міскантусу є вегетативний або розсадний. При цьому використовуються ризоми з 5-6 ростовими бруньками для кращого вкорінення. Ризоми розділяють з багаторічних кореневищ 3-4-річного віку, які викопують перед садінням. Оптимальним для рослин є ширина міжрядь 70 см. Залежно від агрокліматичної зони та умов вегетаційного періоду ширина міжрядь може змінюватися від 50 до 110 см. Відстань між рослинами в рядках у більшості випадках становить від 50 до 70 см, практикується також відстань від 45 до 90 см. Садіння ризом проводиться вручну або під плуг. Глибина заробки ризом становить 7-12 см, залежно від механічного складу та вологозабезпеченості ґрунту.

Оптимальним строком розмноження рослин міскантусу ризомами є ранньовесняний, при якому досягається повна приживлюваність. Досить високий показник укорінення рослин забезпечується і при осінньому та підзимньому строках посадки. За багаторічний період дослідження ми встановили, що рослина міскантусу добре приживається також у

пізньовесняних та літніх строках садіння ризомами.

Для прискореного розмноження цінних форм та сортів міскантусу практикується культура *in vitro*. Доведено також перспективність розмноження рослин шляхом живцювання (частинами зелених пагонів). Крім міскантуса гігантського, всі інші види можна розмножувати насінням. Але таке розмноження потребує 3-4 роки, щоб рослини досягли продуктивного періоду.

Догляд за плантаціями. Протягом перших двох, інколи трьох років вегетації, догляд за плантаціями міскантусу проводиться в режимі просапної культури. За звичай в перші роки рослина формує потужну кореневу систему та не відбувається змикання рядків. З часом, завдяки значному збільшенню кореневища та кількості надземних пагонів, утворюється суцільний травостій. У цей період міскантус є дуже конкурентним до бур'янів і не потребує обробітків міжрядь.

В перші роки вегетації на початку відростання при висоті рослин 15-20 см необхідно проводити розпушування міжрядь з одночасним внесенням азотних добрив в дозі 45-60 кг/га. Глибина обробітку становить 8-10 см.

В кінці вегетації, восени, обов'язково проводиться культивування з внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі 60-90 кг/га діючої речовини.

В процесі експлуатації багаторічних плантацій через 4-5 років потрібно поверхнево вносити до 20 т/га органічних добрив. З метою уникнення ушкодження рослин, їх розкидають в кінці зими або рано навесні. Часткове внесення органічних добрив у ґрунт здійснюється при першій культивуванні. На кислих ґрунтах один раз в 4-5 років необхідно проводити вапнування.

Використовувати сировину можна вже на другий рік після посадки рослин міскантусу. Строки збирання надземної маси визначаються з напрямом використання сировини. Для переробки сировини на тверде паливо рослини збирають після висихання надземної частини. Залежно від видових особливостей цей період настає у кінці вересня на початку жовтня у міскантуса цукроквіткового, в кінці жовтня початку листопада – у м.гігантського, та з середини листопада – у м. китайського. Залежно від періоду настання сильних приморозків ці строки можуть змінитися. Варто також відзначити, що за сприятливі умови надземну масу міскантуса можна збирати протягом зимового періоду, завершуючи на початку весни до відростання рослин. За умови використання рослин у якості вуглеводовмісної сировини для біопалива другого покоління строки збирання їх припадає на період накопичення максимального вмісту цукрів в надземній масі. Це залежно від видових особливостей настає під час активної вегетації рослин з середини серпня до початку вересня, коли забезпечується значний вихід сухої речовини та цукрів.

Шкідники рослин. Є припущення про стійкість рослин міскантусу до шкідників та хвороб в умовах інтродукції. Результати спільних досліджень міжнародної групи вчених (Т.Р.Стефановська та Я.О.Лікар, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Д.Б.Рахметов, Національний ботанічний сад ім.М.М.Гришка НАН України, Е.Е.Льюїс, Каліфорнійський університет, США, В.В.Підліснюк, університет Матей-Белла, Словаччина) фітофагів міскантусу дозволяють спростовувати думку про повну стійкість рослин. Інтродуценти роду міскантус можуть ушкоджуватися спеціальними шкідниками з класу комах та нематод [23]. Вперше встановлено, що рослини може пошкоджувати гессенська муха. Міскантус є потенційним господарем для розвитку кукурудзяного жука та може сприяти розширенню його ареалу. Вирощування міскантусу в якості енергетичної культури на промисловому рівні, що передбачається в Україні найближчим часом, безперечно призведе до поступового його заселення шкідливими організмами. Існує загроза врожаю як міскантусу, так і продовольчих культур з родин *Poaceae* від спільних спеціалізованих шкідників. Отже, промислового вирощуванню міскантусу має передувати детальне вивчення оцінки ризиків, пов'язаних з фітофагами.

2.2. НАУКОВО ОБГРУНТОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

В останні десятиліття в світі все більше уваги приділяють пошуку шляхів використання енергоресурсів, які одержують з поновлюваної енергії, особливо, шляхом використання рослинницької сировини. Перш за все це пов'язано з очікуваним значним подорожчанням викопних джерел енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що у найближчій перспективі частка біопалива в загальних витратах пального становитиме до 10 % з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які постійно зростає.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизелю, біогазу тощо є пріоритетним напрямом у сучасному світовому виробництві моторного палива. За даними світових експертів, у світі (2011 р.) налічувалось 575 заводів із виробництва етанолу загальною потужністю 80,6 млн. тонн. Завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти у 2010 році, становила 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу у світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуємий

обсяг виробництва біоетанолу в світі у 2020 р. за оптимістичним прогнозом буде складати 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд літрів. Обсяг світової торгівлі становитиме близько 10% від загального світового обсягу виробництва. Лідерами виробництва будуть США та Бразилія. У теперішній час, у структурі енергетичного балансу України, переважають традиційні види палива, зокрема імпортовані нафтопродукти, що негативно впливає на рівень енергетичної безпеки держави, конкурентоспроможність вітчизняної продукції та стан навколишнього природного середовища.

Сорго цукрове – добра біологічна сировина для одержання етанолу. Якщо побудувати завод, що буде переробляти зелену масу сорго на сироп, потім – на етанол і вуглекислий газ, а корисні відходи (близько 70%) використовувати для годівлі тварин, зерно ж використовувати як насінний матеріал, то можна отримати значні економічні прибутки та вирішити багато господарських, транспортних і промислових проблем. З 1 т зерна сорго можна одержати 650-700 кг крохмалю, або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи. Розрахунки показують, що наявні сорти цукрового сорго можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 28-30 ц/га на незрошуваних землях і 45-50 ц/га – на зрошуваних. У зв'язку з тим, що цукрові буряки на півдні України практично не вирощують, то сорго може значно поповнити цукрові запаси. Так, із площі 100 га цукрового сорго (із середньою врожайністю зеленої маси 300 ц/га і 18% цукристістю) можна одержати понад 200 т цукру.

Згідно досліджень американських вчених виробництво етанолу з цукрового сорго є менш коштовним і вимагає менше етапів, ніж його виробництво з кукурудзи. Ця рослина містить прості цукри і може використовуватись безпосередньо для ферментативного виробництва етанолу, без необхідності перетворення крохмалю в цукор до бродіння, що економить енергію та кошти. Сорго також відоме низькими витратами з технології його вирощування. Ця культура може рости на ґрунтах з низьким рівнем родючості, вона не вимагає великої кількості добрив і має потребу лише у мінімальній кількості води – наполовину з того, що необхідне для вирощування цукрового буряку або в три рази менше, ніж необхідно для кукурудзи. Сорго цукрове добре росте майже у всіх районах світу з помірним кліматом, дозріває за 90-120 днів, що набагато менше, ніж у цукрового очерету, який дозріває за 12-14 місяців. Крім того, виробництво галона етанолу з сорго цукрового коштує \$ 1,74, порівняно з \$ 2,19 для цукрового очерету і \$ 2,12 для кукурудзи.

У біоенергетиці існує три напрями використання цукрового сорго: виробництво біоетанолу, твердого палива (брикети, пелети та ін.) і біогазу. Вихід біоетанолу залежить від вмісту цукру в соку. Залежно від сортових особливостей і фази збирання в соку сорго може міститися до 8-20% цукру. При середній врожайності зеленої маси 40 т/га можна

одержати 6-12 т спирту з 1 га і 12-15 т побічної продукції, які можуть бути використані в кормовиробництві або як тверде паливо.

Сорго з успіхом може вирощуватися на землях з незадовільним еколого-меліоративним станом, а також на територіях сільськогосподарського призначення, де спостерігається забруднення ґрунту в результаті господарської діяльності підприємств із здобичі й переробки корисних копалин. Вирощування сільгосппродукції поблизу таких промислових підприємств стає неможливим. Найбільш доцільно з наукової точки зору за такої ситуації створити біоенергетичну сівозміну, в якій центральне місце відводиться цукровому сорго. До того ж в таких умовах не виникає суперечок щодо розподілу земель під виробництво зерна і вирощування сировини для біоенергетики. При такому підході не потрібно відривати площі, зайняті під зерновими, на вирощування біоенергетичних культур. Більш того, завдяки вирощуванню сорго забруднені землі через певний проміжок часу стануть придатними для вирощування зернових.

Для виробництва етанолу необхідне використовувати сучасні сорти й гібриди сорго з високою посухостійкістю, високоврожайних, низькорослих, солевитривалих з високим вмістом цукрів та, особливо, моноцукрів.

Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* Pers.) відноситься до роду *Sorghum* (L.), Moench. – сорго, родини злакові (*Poaceae* Bernh.) і включає 60-70 видів оброблюваного сорго і групу напівдиких і диких рослин. У сільськогосподарській практиці найціннішим є однорічне культурне сорго, що підрозділяється на зернове, цукрове, вінничне і трав'янисте (суданська трава). До сорго цукрового відносяться велике число різновидів, що характеризуються тим, що у них (на відміну від зернового і вінничного сорго) в соку стебла міститься від 10 до 20% і більш цукрів. У природі не існує іншої рослини, яка могла б так швидко синтезувати сахарозу.

Рослина цукрового сорго є високорослим кущем (до 200-350 см) з соковитими стеблами (до 60% від загальної маси). Середня врожайність стебел сорго – 20-30 т/га.

Сорго – рослина короткого дня. Відноситься до теплолюбних культур. Мінімальна температура для проростання насіння 8-9°C, дружні сходи з'являються при 13-15°C на глибині закладення насіння. Оптимальна температура для проростання насіння 20-25°C. При пониженні температури до мінус 2-3°C сходи гинуть. Сума ефективних температур для вирощування сорго становить 3000-3500°C.

На утворення одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води (суданська трава – 340, кукурудза – 388, пшениця – 515), за посухостійкістю сорго перевершує кукурудзу й пшеницю. Для зменшення випаровування вологи листя сорго під час посухи ущільнюються

та приймають вертикальне положення.

Сорго перевершує кукурудзу за врожайністю зеленої маси, а іноді і зерна при вирощуванні без зрошення в районах з річною кількістю опадів менше 500 мм (наприклад, у Південному Степу України). Для набухання і проростання насіння сорго потребує 35% води від маси насіння, кукурудза – 40, а пшениця – 55-60%. Сорго – рослина перехреснозапилена, проте у нього може також проявлятися і самозапилення (до 30%).

Сорго цукрове забезпечує високі і сталі врожаї як на глинистих, так і на легких піщаних ґрунтах. Найкращими для нього є чорноземи легкого механічного складу. Погано переносить холодні заболочені і кислі ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод.

Сорго висівають після будь-яких культур польової сівозміни. Бажаними попередниками для нього є ті, після яких поля залишаються чисті, незабур'янені і з достатнім запасом невикористаної вологи. Кращими попередниками є озимі колосові, бобові культури, кукурудза на силос, баштанні.

Цукрові буряки, просо і соняшник є поганими попередниками через зневоднення ними ґрунту, виділення токсичних для сорго речовин та ускладнення догляду за посівами в період вегетації.

Сорго цукрове, при дотриманні рекомендованої технології, можна вирощувати як монокультуру впродовж 3-6 років.

Сорго є добрим попередником для всіх ярих зернових культур, а при належній агротехніці і для озимих колосових.

Обробітку ґрунту під посів сорго цукрового відповідно до вимог ДСТУ Обробіток ґрунту основний. Загальні вимоги.

Під час передпосівного обробітку ґрунту вирівнюють поверхню поля та ущільнюють ложе, що забезпечує рівномірне загортання насіння на задану глибину від 4 см до 6 см. Передпосівний обробіток ґрунту починають весною боронуванням (закриття вологи) при настанні фізичної стиглості ґрунту, яке проводять під кутом 45° до напрямку оранки коли верхній шар ґрунту в зоні гребенів стає сірим, легко кришиться і не прилипає до робочих органів машини.

Після ранньовесняного боронування, залежно від ступеня забур'яненості і ущільнення ґрунту, проводять від 1 до 3 допосівні культивування. Першу на глибину від 10 до 12 см, другу від 8 до 10 см, передпосівну на глибину загортання насіння від 4 до 6 см.

За наявності в посівному шарі ґрунту насіння бур'янів поєднують першу культивування з прикочуванням, для активізації проростання бур'янів, які в подальшому знищуються передпосівною культивуванням.

На ділянках, де з осені проводився напівпаровий обробіток ґрунту перед сівбою проводять лише боронування в 3 або 4 сліди, щоб розпушити ґрунт на глибину загортання насіння.

Дози внесення добрив визначають з урахуванням потреби рослин у поживних елементах, наявності рухомих їх форм у ґрунті, коефіцієнту використання та виносу їх із запланованим урожаєм. Для цього використовують формулу (2.1):

$$D = \frac{10000 \cdot [(U \cdot B) - (P \cdot V \cdot H \cdot \Gamma)]}{E \cdot D}, \quad (2.1)$$

де D – доза внесення добрив, кг/га д.р.;

U – запланована урожайність основної продукції, т/га;

B – винос поживних речовин у розрахунку на 1 т врожаю рослинами сорго з урахуванням побічної продукції, кг д.р.;

P – вміст поживних речовин у ґрунті, г/100г;

V – об'ємна маса ґрунту, г/см³;

H – глибина орного шару ґрунту, см;

Γ – використання елемента живлення із ґрунту, %;

E – вміст елемента живлення в добриві, %;

D – використання елемента живлення із добрива, %.

Винос і використання поживних речовин для кожної зони вирощування, або певного поля, визначають згідно з даними агрохімічної характеристики ґрунту.

Під культуру застосовують добрива згідно з «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Мікроелементи під сорго вносять шляхом застосування мінеральних добрив, збагачених мікроелементами, передпосівною обробкою насіння, або в за допомогою позакоренових підживлень у період вегетації.

Мікродобрива вносять за умови, що вміст їх у ґрунті нижче 0,3 мг/кг.

Перенесення будь-якого виду добрива з основного в підживлення не доцільно.

Сівбу сорго цукрового проводять насінням зареєстрованих та перспективних сортів і гібридів вітчизняної і зарубіжної селекції, відповідно до «Державного реєстру сортів рослин України» та рекомендованих для вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Для сівби використовують насіння, яке за посівними кондиціями відповідає ДСТУ Насіння зернових, зернобобових і круп'яних культур.

Посівні якості насіння визначають згідно з ДСТУ 4138.

Для знезараження насіння від шкідників і збудників хвороб його протруюють препаратами в нормах, згідно з «Переліком пестицидів та агрохімікатів, дозволених для використання в Україні» на відповідних машинах-протруювачах.

В день сівби насіння інокулюють бактеріальними препаратами згідно норм і умов, зазначених в інструкції, та обробляють рістрегулюючими препаратами і мікроелементами.

Насіння, протруєне ртутновмістими препаратами, інокулювати недоцільно, це пов'язано з його токсичністю для азотфіксуючих бактерій (АФБ).

Строки і способи сівби сорго визначають з урахуванням біологічних особливостей рослин та ґрунтово-кліматичних умов (тип ґрунту, його вологість і температура на глибині 10 см).

На півдні України оптимальні строки сівби настають у період з 5 до 15 травня.

Висівають культуру рядковим способом з шириною міжрядь 45 см і 70 см.

Норма висіву сорго залежить від біологічних особливостей сорта чи гібриду, посівних якостей насіння, природнокліматичної зони вирощування, вологості ґрунту та строку і способу сівби.

Для визначення норми висіву за масою необхідно врахувати посівну придатність насіння, яку визначають за формулою (2.2):

$$ПП = \frac{C \cdot Ч}{100}, \quad (2.2)$$

де ПП – посівна придатність насіння, %;

С – схожість насіння, %;

Ч – чистота насіння, %.

Фактичну посівну норму за масою (кг) визначають за формулою (2.3):

$$Н_{м} = \frac{Н \cdot Q}{ПП}, \quad (2.3)$$

де Н_м – посівна норма за масою, кг/га;

Н – рекомендована норма висівання тисяч схожих насінин на 1 га;

Q – маса 1000 шт. насінин, г;

ПП – посівна придатність насіння, %.

Оптимальна густина посіву сорго в неполивних умовах на час збирання рекомендується: для низкорослих ранньостиглих сортів і гібридів від 150 до 200 тисяч рослин на 1 га, а для пізньостиглих високорослих – від 90 до 120 тисяч рослин на 1 га.

Глибина сівби насіння сорго – оптимальна від 4 до 6 см, допустима за умов недостатнього вмісту ґрунтової вологи – від 7 до 8 см.

Після сівби насіння сорго обов'язковим агрозаходом є післяпосівне прикочування ґрунту.

При виникненні ґрунтової кірки необхідно провести боронування.

Боротьбу з багаторічними кореневищними і коренепаростковими бур'янами проводять на попередніх культурах згідно із рекомендаціями.

Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди за нормами та в термін згідно з прийнятими рекомендаціями та «Переліку пестицидів і

агрохімікатів дозволених для використання в Україні».

Вибір препарату визначають залежно від забур'яненості (видового складу бур'янів) згідно з картою забур'яненості полів.

Норма та термін внесення гербіциду встановлюють залежно від властивостей препарату, фази розвитку рослин, стану бур'янів, погодних умов на час внесення.

Вносити розчин препарату рекомендованого гербіциду слід методом обприскування ґрунту, або вегетуючих рослин.

Норма витрати ґрунтових гербіцидів залежить від механічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу. Не допускається застосування гербіцидів при вмісті гумусу менше ніж 1,5%.

Гербіциди контактної дії слід вносити по вегетуючих бур'янах або їх сходах, при відсутності опадів та за температури повітря не вище ніж 25°C і не нижче ніж 12°C.

Обробку пестицидами посівів сорго від хвороб (бактеріальна плямистість, штрихуватий бактеріоз, іржа, гельмінтоспориоз, аскохітоз, антракноз, склероспорооз) і шкідників (злакові попелиці, стебловий (кукурудзяний) метелик, совки, дротяники, псевдодротяники) проводять згідно з чинним «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні».

Рішення щодо необхідності застосування хімічних препаратів приймають з урахуванням фітосанітарного стану посівів та порівнювальної оцінки фактичної чисельності шкідників з кількістю, яка становить економічний поріг шкодочинності (ЕПШ).

Засоби щодо запобігання поширенню шкідників та хвороб передбачають:

- проведення спостереження за посівами;
- дотримання правильного чергування культур;
- своєчасне проведення обробітку ґрунту, збирання врожаю;
- добір сортів і гібридів сорго цукрового стійких до ураження поширеними шкідниками та хворобами.

Дозрівання зерна у волотях сорго проходить нерівномірно, тому неправильне визначення строків збирання призводить до значних втрат.

Фазу повної стиглості визначають за досягненням вологості зерна від 25 до 30 %. Листостеблова маса на цей час має вологість 60 % і більше.

Строки і способи збирання (одно – чи двофазне) залежать від напрямку використання сорго:

- отримання сухого зерна;
- переробка врожаю на біоетанол;
- консервування вологого зерна;
- отримання зернофуража (монокорму) із усього біологічного врожаю;

- збирання на насіннєві цілі.

При підвищенні вологості зерна застосовують однофазне збирання з попередньою десикацією посівів препаратами згідно з “Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні”.

Збирання насінників проводять двома способами:

- збирання волотей сорго з вологістю зерна від 30 до 35% з терміновим досушуванням їх до вологості 13% та наступним обмолочуванням і очищенням;
- збирання насінників прямим комбайнуванням при вологості зерна від 20 до 22%, з наступним доочищенням і сушінням зерна.

Збирання насінників сорго доцільно починати не раніше воскової стиглості зерна.

Технології збирання товарних посівів обирають залежно від погодних умов.

З метою зменшення втрат волотей при збиранні, на планки ексцентрикового мотовила жатки прикріплюють прогумовану смужку шириною 100 мм.

Швидкість обертів молотильного барабана встановлюють від 500 об./хв. до 600 об./хв.

Ворох, що надходить від комбайна, очищують на вітроочісних машинах від листостеблової маси.

Вологе насіння підсушують шляхом вентилявання як підігрітим, так і не підігрітим повітрям до вологості не вище ніж 13 %.

При сушінні товарного зерна застосовують ступінчатий режим. Режим сушіння залежить від типу сушарок і вологості зерна.

Насіннєвий матеріал за посівними якостями повинен відповідати вимогам ДСТУ. Насіння зернових, зернобобових, і круп’яних культур.

Насіння сорго цукрового зберігають за вологістю не більше 13 % у незаражених добре провітрюваних приміщеннях у мішках або насипом.

Очищене насіння сорго, доведене до кондиційної вологості, рекомендовано затарювати в мішки масою 50 кг.

Мішки штабелюють на дощатих піддонах. Висота штабелю не більше 5 мішків, ширина 2,5 м.

У разі зберігання насипом товщина шару насіння повинна бути не більше 1,5 м.

Контроль за зберіганням здійснюють згідно з ДСТУ*) Насіння сільськогосподарських культур. Вимоги до зберігання.

Для досягнення зменшення залежності від імпорту енергоносіїв, поліпшення екологічної обстановки, зменшення викидів вуглекислого газу, і згідно вимогам Киотського протоколу, в Україні була прийнята державна Програма «Етанол» і з 1999 року в нашій країні почалося промислове виробництво етанолу. Властивість біоетанолу збільшувати

октанове число дозволяє використовувати для сумішей дешевий низькооктановий бензин, і, що не менше важливе, виключити вживання отруйних антидетонаторів, таких як тетраетил-свинець, бензол, толуол тощо. При цьому значно зменшується токсичність вихлопних газів. Вміст вуглеводів у вихлопі зменшується на 4,5%, оксиду азоту – на 5,7%, окислів вуглецю – на 26,3% порівняно з чистим нафтовим бензином.

Технології і нормативно-технічну документацію з виробництва біоетанолу в Україні були розроблені в УкрНДІспиртбіопрод. Найвідомішим виробником обладнання для виробництва біоетанолу є ВАО «Ніжинський механічний завод», який має необхідну технічну документацію. На цьому підприємстві виготовляється устаткування, яке дозволяє одержувати біоетанол за двома методами:

1. Метод утворення потрійних нероздільнокип'ячих (азеотропних) сумішей.
2. Метод отримання біоетанолу за допомогою адсорбції води молекулярними ситами.

Найчастіше біоетанол одержують шляхом зброджуванням цукру за технологією, яка використовується у виробництві пива й харчового спирту. Крохмаль із зерна за допомогою ферментів перетворюють на прості цукри. Потім ці або природні цукри (з цукрового буряка, цукрового очерету або сорго цукрового) зброджують дріжджами у брагу, тобто суміш спирту, води і незброджених залишків. Етанол відділяють від браги в дистиляційних колонах і додатково очищають в колонах ректифікацій, на виході яких одержують суміш етанолу з водою. На етапі обезводнення з цієї суміші видаляють залишки води, і одержують безводний біоетанол, який можна змішувати з бензином як окислювач і високооктановий компонент.

Для виробництва біоетанолу розрізняються такі етапи:

1) *Подрібнення та підготовка сировини.* Сировина складає істотну частину собівартості біоетанолу. Рівномірне подрібнення зерна прискорює переробку, знижує собівартість і підвищує вихід кінцевого продукту. На етапі підготовки з сировини також відокремлюють компоненти, які не використовуються при отриманні біоетанолу, але є сировиною для виробництва інших продуктів. Наприклад, за допомогою мокрого помелу з сировини одержують крохмаль А і В. Крохмаль А переробляється в глюкозу й інші цукристі речовини, а крохмаль В служить сировиною для виробництва біоетанолу.

2) *Зріджування, оцукрювання і зброджування.* Зрідження і оцукрювання – це перетворення поліцукрів крохмалю в зброджувані моноцукри. Зрідження починається із затирання, тобто додавання в борошно теплої води з отриманням суспензії. Альфа-амілаза розщеплює молекули крохмалю (цей процес називається гідролізом), перетворюючи крохмаль в мальтодекстрин, тобто розчин олігоцукрів. Цей гідролізований

крохмаль піддається подальшій переробці – оцукрюванню, в ході якої глюकोамілазні ферменти в умовах регульованої температури і рН перетворюють декстрин на придатну для зброджування глюкозу. Частина оцукреного сусла відбирається і подається в дріжджовий генератор. Оцукрене сусло змішується із закваскою в бродильному апараті. Перемішування забезпечує оптимальний контакт дріжджів із цукрами, а регулювання температури і вміст поживних речовин підтримує необхідну швидкість зброджування. Дріжджі перетворюють молекули глюкози в 2 молекули етанолу і 2 молекули вуглекислого газу.

3) *Дистиляція і ректифікація*. Дистиляція починається з бражної колони. Тут з продуктів бродіння (браги) відганяється суміш етанолу й води. Подальше очищення відбувається в колоні ректифікації, де спирт максимально звільняється від води і склад пари наближається до азеотропної точки.

4) *Обезводнення і очищення етанолу*. Щоб одержати паливний етанол, із спирту-сирцю вимагається видалити воду. Воду можна видаляти за допомогою молекулярних сит, дифузійного випаровування через мембрану або азеотропної перегонкою з розділяючими агентами.

5) *Використовування відходів*. Відходам виробництва біоетанолу знаходиться широке вживання. Частіше за все з них проводять висушену дробину з розчинними речовинами барди, - багатий білками і живильними речовинами корм для КРС, свиней і птаха. Також одержану біомасу можна використовувати як паливо для виробництва електричної і теплової енергії або як сировина для вироблення іншого біопалива - Метану.

2.3. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНА ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ АМАРАНТА

Амарант – високопродуктивна однорічна рослина. Використовується як технічна, енергетична, кормова, харчова, лікарська, пергоносна та декоративна культура.

У світовій флорі налічується понад 800 видів і низка міжвидових гібридів амаранту. В Україні зустрічаються 12 видів, включаючи завезені із Західної півкулі та місцеві амаранти. В культурі найпоширеніші амаранта волотиста – *A. paniculatus* L., щ.хвостата – *A. caudatus* L., щ.білонасінна – *A. leucospermus* S. Wats.

Батьківщиною більшості видів амаранту вважають Північну і Тропічну Америку (Мексику, Аргентину, Венесуелу, Перу). В Україні всебічні інтродукційні та селекційні дослідження з видами роду амаранта широко проводяться в Національному ботанічному саду ім.М.М.Гришка (к.б.н. Андрущенко О.Л.), Харківському національному аграрному університеті ім. В.В.Докучаєва. (д.с.-г.н. Гопцій Т.І.), Інституті кормів

НААН.

Серед основних переваг амаранту – інтенсивне зростання, невибагливість до ґрунтів, висока посухо- і солестійкість, стійкість проти хвороб, пластичність, легка адаптивність до різних умов середовища, висока продуктивність зеленої маси і насіння та поживна цінність.

Амарант може широко використовуватися в їжу. З листків молодих рослин готується цінний салат, а насіння за смаком нагадує горіх.

Для амаранту характерна висока насінна продуктивність. Біологічна врожайність насіння різних сортів у зоні Лісостепу та Полісся України становить від 3,5 до 8,6 т/га. Реальна насінна продуктивність – 1,2-2,5 т/га. В господарствах при дотриманні елементів технології вирощування одержують 0,8-1,5 т/га якісного насіння.

Амарант як нова перспективна культура, особливо в посушливих регіонах. Можливості рослини вивчені поки що недостатньо. Вона може широко використовуватися для приготування силосу в чистому вигляді і в сумішках з іншими культурами. До позитивних якостей амаранту, крім посухостійкості, відносять добру поїданість, можливість тривалий час використовуватися в зеленому конвеєрі. Крім того, що рослини не витрачають кормових переваг від фази стеблуння до цвітіння, період годівлі може бути подовжений за рахунок сівби в 2-3 строки з інтервалами в 10-15 діб. Тому її можна вирощувати як проміжну культуру у післяукісних та післяжнивних посівах. В умовах південного Полісся та північного Лісостепу оптимальні строки останньої сівби – початок III декади липня.

Амарант – високоврожайна культура. Сорти Національного ботанічного саду ім.М.М.Гришка у виробничих посівах у різних умовах зон Полісся та Лісостепу забезпечують від 25-30 до 80-120 т/га зеленої маси.

Зелена маса амаранту добре поїдається різними видами сільсько-господарських тварин. З фази викидання волоті до утворення насіння поїданість амаранту незначно знижується і становить від 88 до 98%. Поживні речовини в зеленій масі найбільш високим коефіцієнтом перетравності вирізняються у фазі викидання волоті.

У 100 кг зеленої маси амаранту залежно від фази використання міститься 9-12 кг кормових одиниць, у такій же кількості сухої речовини – 57-69 кг кормових одиниць.

Зелена маса амаранту має високу енергетичну поживність. У 1 кг зеленого корму амаранту вихід валової енергії становить 2,3-2,5, обмінної – 1,1-1,3 МДж. Порівняно з традиційними культурами, перспективні енергетичні рослини забезпечують високу врожайність та вихід енергії з одиниці площі. За використання сировини на тверде біопаливо високопродуктивні культури забезпечують високу енергетичну цінність (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Високопродуктивні сировинні культури для закладання енергетичних плантацій

Культура	Урожайність, т/га		Калорійність, ккал/кг	Вихід енергії з 1 га, Гкал
	зелена маса	абс.суха маса		
Мальва мелюка	70-80	10-15	4339	65,10
Амарант	60-80	10-15	3998	59,97

Цінним хімічним складом відзначаються силос амаранту, в якому міститься: сухої речовини – 23,6%, протеїну – 3,5, білка – 1,9, БЕР – 9,6, ліпідів – 0,9, клітковини – 5,5 і золи – 4,2%. Вміст кормових одиниць на 100 кг маси силосу досягає 16,2 кг, перетравного протеїну – 2,4 кг. На кормову одиницю припадає 149 г перетравного протеїну. Перетравність протеїну амаранту становить 68%, білка – 48, ліпідів – 62, клітковини – 56, БЕР – 69%.

Амарант у культурі – однорічна, високоросла, обліснена рослина. Стебло неправильно округле, жолобоподібне, пряме, сягає висоти 200 см і більше, зеленого, червоного, жовтогарячого кольору. Листки довгочерешкові, яйцеподібно-ромбічні, загострені, шорсткі. Корінь стрижневий, розгалужений в орному шарі, недостатньо могутній, нерідко вивалюється під тиском надземної біомаси. Суцвіття – велика пряма волоть, у верхівці нахилена, у хвостатих видів – як довга волоть. Насіння чорне, біле, рожеве, кремове, дрібне, плівчате, лінзо- чи сочевицеподібне, з кільцевим зародком, блискуче. Маса 1000 шт. 0,4-0,6 г. Квітки двостатеві безпелюсткові. Чашолистків 4-5, тичинок 3-5, приймачок 2-3, зав'язь одногнізда, з одним насінним зачатком.

На відміну від більшості сільськогосподарських культур, у амаранту відсутня так звана полуденна депресія фотосинтезу, коли рослини протягом 3-4 годин, не синтезуючи органічних речовин, активно їх витрачають на дихання. Це одна з причин високої продуктивності амаранту.

Оптимальна температура повітря для росту і розвитку амаранту 35°C, однак рослина добре росте й розвивається при різних перепадах денних і нічних температур. Температура 20-25°C особливо сприятлива для швидкого її росту.

За посухостійкістю амаранту відноситься до групи так званих C_4 – рослин субтропічного і тропічного походження. З високоефективним C_4 – фотосинтезом зв'язані висока біологічна продуктивність і низький транспіраційний коефіцієнт цих рослин.

Потреба амаранту у волозі в 2,0-2,5 раза менша, ніж у бобових і злакових культур на одиницю синтезованої органічної речовини.

Однією з важливих біологічних особливостей амаранту є екологічна пластичність і адаптивність, що виявляється в пристосованості рослин до

різних ґрунтово-кліматичних умов.

До основних екологічних факторів, що впливають на розвиток амаранту, відносяться тепловий режим, вологість, тип ґрунту, ФАР і конкурентоспроможність в агрофітоценозах із сегетальною рослинністю.

Амарант я добре культивується на різних типах ґрунтів, крім кислих. Але найбільший врожай надземної маси можна одержати на вилужених чорноземах: на 20-30% більше, ніж на звичайних чорноземах і на 40-50% вище, ніж на сірих лісових ґрунтах з важким механічним складом.

Для культури амаранту характерна висока фотосинтетична активність, чому сприяє її архітектоніка. Розміщення листків на стеблі дозволяє найбільш раціонально використовувати ФАР, оптимальне значення якого – близько 5 млрд ккал/га.

Як уже зазначалося, крім високих кормових властивостей, амаранту можна широко використовувати в їжу. При цьому слід вказати на те, зерно амаранту багате на білки, що дуже важливо в розв'язанні проблеми задоволення потреб населення в продуктах харчування. За вмістом білків, амінокислот, вітамінів макро- і мікроелементів, біологічно активних речовин, олії вона переважає основні традиційні харчові культури. За 100-бальною шкалою оцінки найвищий ступінь по біологічній цінності має білок зерна амаранту – 75 балів, пшениці – 56,9, соєвих бобів – 68 і коров'ячого молока – 72,2 бала.

За вмістом білка в насінні (15-18%) амарант перевершує пшеницю (12-14%), рис (7-10%), кукурудзу (9-10%) та інші зернові культури. Однак згадані зернові незбалансовані за амінокислотним складом, оскільки в них недостатньо лізину. У ліпопротеїновому комплексі амаранту кількість лізину становить 11,7 г на 100 г білка, що значно більше, ніж у пшеничному (2,0 г), рисовому (3,5 г), гороховому (3,8 г) і соєвому (5,0 г) борошні, у ядрі соняшнику (3,1 г) і в коров'ячому молоці (7,8 г). Отже, амарант може стати цінною добавкою у раціоні харчування і забезпечить підвищення поживної цінності харчових продуктів.

Насіння амаранту може бути використане для виробництва крохмалю, вміст якого тут дуже високий. Крохмаль зосереджений у центральній частині насінини. Гранули крохмалю надзвичайно малі (1-2 мкм) і можуть містити або восковий, або не восковий крохмаль. За властивостями крохмаль амаранту близький до крохмалю кукурудзи.

Переробляють амарант різними способами залежно від мети одержання кінцевих продуктів. Насіння може використовуватися цілком чи як борошно. Зародок і висівки можуть бути відділені від ядра за допомогою подрібнювального обладнання. Під час подрібнювання висівок – фракція, багата на протеїн і олію, може бути відділена від фракції, багатой на крохмаль. І навпаки – олія може бути екстрагована з грубо подрібненого насіння, а знежирене борошно використане як

джерело протеїну та крохмалю.

Насіння амаранту характеризується підвищеною зольністю і вмістом мінеральних речовин. Особливо багато в насінні амаранту кальцію, фосфору, магнію. Дослідження показали, що фосфор міститься в основному у зародку, а кальцій, магній та інші речовини – в оболонці насіння. Крім цих елементів, зародок насіння багатий на рибофлавін.

Таким чином, насіння амаранту має високу енергетичну і поживну цінність і може використовуватися для одержання олії чи харчового продукту.

Протягом вегетації рослина формує велику кількість зеленої маси. Встановлено, що хімічний склад останньої істотно змінюється за її фазами. З фази стеблуння до плодоношення вміст сирого протеїну в сухій речовині знижується від 18,5% до 12,3%, а вміст органічних речовин і клітковини збільшується від 76 до 82% і від 27 до 35% відповідно.

Порівняно з кукурудзою і суданською травою зелена маса амаранту позитивно вирізнялася за протеїном і клітковиною. У кормовій стиглості на абсолютно суху масу вміст протеїну становив у амаранту 20,6%, кукурудзи – 11,9, суданської трави – 13,8%. Клітковини виявилось найменше у амаранту – 13,2, тоді як у кукурудзи і суданської трави – 25,2 і 27,8% відповідно. Вміст поживних речовин, за даними багатьох дослідників, значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, у яких вирощується культура.

Протеїнова поживність амаранто-кукурудзяних сумішок найвища у фазі молочної стиглості. На 1 к.од. амаранто-кукурудзяної сумішки у фазі молочної стиглості припадає 94 г, кукурудзяно-соевої – 82 г перетравного протеїну.

Незважаючи на те, що в 1 кг сухої речовини силосу, виготовленого до фази цвітіння, міститься теж 0,92 к.од. і 10,65 МДжОЕ, силосування в цій фазі вегетації зумовлює до одержання перекислого, з великим вмістом (75-80%) оцтової кислоти корму, що погано поїдається тваринами, а втрати сухої речовини від бродіння на 40-50% більші порівняно із силосуванням у фазі цвітіння.

Якість подрібненої маси є одним з найважливіших факторів, що впливають на процес силосування. Вона знаходиться в прямій залежності від вологості маси: чим вище вологість маси і ступінь подрібнювання, тим більші втрати сухої речовини, і навпаки. Зелену масу амаранту вологістю 75-80% необхідно подрібнювати на частки довжиною до 50 мм, 71-75% – до 40 мм, 70% і вище – до 30 мм. Тому, щоб одержати якісний корм, при приготуванні силосу з амаранту до зеленої маси можна додати 20% добре подрібненої соломи ярих зернових культур чи до 50% зеленої маси кукурудзи.

Важлива умова якісного силосування і збереження поживних

речовин – ущільнення силосної маси гусеничними тракторами. Щільність трамбування, як і ступінь подрібнювання, зумовлені вологістю сировини: при вологості маси 70% і нижче – 650-750 кг/м³, вище 70% – 700-800 кг/м³.

Показником ступеня ущільнення силосної маси є температура, що не повинна перевищувати 37°C. Нагрівання силосної маси понад цієї температури приводить до значного збільшення втрат поживних речовин і до різкого зниження вмісту перетравного протеїну. Тому при підвищенні температури необхідно краще ущільнювати і запобігати доступу повітря в силосну масу.

Силосну масу найдоцільніше вкривати полімерною плівкою товщиною 0,12-0,15 мм. При цьому стежать за правильним формуванням рівної поверхні маси, щоб атмосферні опади не затримувалися в заглибинах, а стікали у водовідвідні канавки. За відсутності плівки силос можна вкривати шаром землі чи глини (15-20 см).

На даний час у селекції амаранту від простої інтродукції і дослідження колекції переходять до цілеспрямованого створення сортів і гібридів різної господарської спрямованості.

Науково-дослідними установами України різними селекційними методами створено ряд високопродуктивних сортів амаранту. Основними центрами з селекції та насінництва амаранту є Національний ботанічний сад ім.М.М.Гришка НАН України, м.Київ (6 сортів) (рис. 2.4-2.6), Інститут кормів НААН, м.Вінниця (6 сортів), Харківський державний аграрний університет ім.В.В.Докучаєва, м.Харків (6 сортів), Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону НААН, Львівська область (2 сорти), Інститут сільського господарства Полісся НААН, м.Житомир (1 сорт), Сумська державна сільськогосподарська дослідна станція, Сумська область (1 сорт).



Рис. 2.4. Амарант, сорт Кремовий ранній



Рис. 2.5. Амарант, сорт Стерх



Рис. 2.6. Амарант, сорт Геліос

До Державного Реєстру сортів рослин України на 2010 рік занесено 25 сортів амаранту, які рекомендовані для вирощування у різних агрокліматичних зонах. Основні напрями використання створених в Україні сортів амаранту наступні: зерновий – Ацтек, Галицька, Жайвір, Котигорошок, Легінь, Орхідея, Поліщук, Ультра, Лера, Сем, Геліос;

силосний – Атлант, Кармін, Кремовий ранній, Скіф, Стерх, Садівський; квітничково-декоративний – Надія, Роганський, Вогняна кулька, Рушничок.

Амарант розміщують у кормових і польових сівоzmінах. Попередниками її можуть бути однорічні й багаторічні трави, зернові і зернобобові культури, картопля та інші просапні культури. Оптимальними є ті, котрі рано звільняють поле, оскільки після них вдається краще очистити площу від бур'янів, застосовуючи напівпаровий обробіток ґрунту. Не бажано згадану культуру сіяти після буряків та капустяних видів рослин через спільних шкідників. Амарант не викликає ґрунтової мікрофлори ґрунту та очищати його від радіонуклідів, пестицидів, важких металів.

Головне завдання обробітку ґрунту під амарант – боротьба з бур'янами, вирівнювання площі, зароблення добрив. Після стерньових попередників проводять перше лушення в два сліди на глибину 6-8 см. На засмічених ділянках через 10-12 діб після першого проводять друге лушення на глибину 10-12 см.

Навесні, після закриття вологи важкими бородами в два сліди, необхідно максимально спровокувати проростання бур'янів і знищити їх за допомогою культивації з боронуванням і прикочуванням. Першу весняну культивацію проводять на глибину 8-10 см, другу – на 6-8, передпосівну – на 3-5 см. Це сприяє збереженню вологи в ґрунті, його кращому прогріванню і проковує проростання бур'янів.

Перед сівбою ґрунт ретельно вирівнюють, доводять до дрібногрудочкового стану, прикочують. Своєчасна і високоякісна підготовка ґрунту дає можливість рівномірно заробити насіння, одержати дружні сходи.

Амарант потребує внесення значних доз добрив, адже з урожаєм 10 т/га сухої речовини виноситься 150-170 кг N, 90-100 – P_2O_5 , 450-550 – K_2O , 210-250 – CaO, 80-100 кг – MgO.

Амарант – культура, яка здатна формувати велику листову поверхню. Рослина максимальних розмірів досягає у фазі цвітіння, приблизно через 55-60 діб після сходів. На ділянках, удобрених азотом, площа листків у цей період становить 97-136 тис.м²/га, на фоні $P_{60}K_{90}$ – 80 тис. м²/га. Протягом вегетації рослин відбувається відмирання нижніх великих листків і за збирання становить 73-111 тис.м²/га.

Найбільша врожайність амаранту, що досягає 60-70 т/га зеленої маси, 10-12 т/га сухої речовини, 7-8 кормових одиниць, отримана за внесення добрив у дозі $N_{90-120}P_{60}K_{90}$. Разом із тим, відзначені великі коливання показників урожайності за роками, що пов'язано з погодними умовами.

Аналіз структури врожаю амаранту показав, що від ранніх до пізніх строків сівби частка листків збільшувалася від 27 до 34 %. Це найцінніша

частина рослини. Листки амаранту містять протеїну удвічі більше, ніж стебла. Його вміст у рослинах зростає у середньому від 16,0 % за сівби 26 квітня, до 19,9 % за сівби 24 травня. Збір перетравного протеїну коливається в межах 0,6-0,7 т/га.

Норма сівби насіння амаранту залежить від ширини міжрядь: за ширини 60 см вона становить 0,8-1,0 кг/га, при 45 см – 1,2-1,4 кг/га, при 15 см – 2,5-3,0 кг/га. Глибина загортання насіння – 1,5-3,0 см. Для рівномірного розподілу насіння перед сівбою його змішують з будь-яким сипким матеріалом (дерть, прожарене насіння капустяних культур, пісок) у співвідношенні 1:10. Сіють овочевими (СОН-2,8, СОН-4,2), трав'яними та іншими сівалками точного висіву.

Насіння амаранту проростає за температури 6...8°C. Інтенсивне його проростання відбувається за температури плюс 20-25°C. У весняних строках сівби сходи з'являються через 10-12 діб, а при літніх – через 4-5 діб. Сходи амаранту дрібні і залежно від видових та формових особливостей мають різне забарвлення – від зеленого до червоного. На початку вегетації вони ростуть дуже повільно.

Основні строки сівби – весняний і післяукісний. Для одержання дуже ранніх сходів, щоб випередити початок вегетації бур'янів, можлива сівба підзимня – перед замерзанням ґрунту. Але пізні весняні приморозки на поверхні ґрунту можуть знищити сходи. Багато дослідників рекомендують пізніші строки сівби. Наприклад, у Лісостепу України 20-30 травня, на Півдні, в степовій зоні 1-15 травня, на Поліссі 1-15 червня. Інші вважають за необхідне орієнтуватися на температуру ґрунту (плюс 12-15°C) або сіяти одразу ж після сівби ранніх зернових. Насіння амаранту не втрачає схожості протягом 4-5 років. За сівби у III декаді квітня – I декаді травня через 65-70 діб одержують урожай на початку технічної стиглості. Післяукісну сівбу доцільно проводити наприкінці червня – на початку липня (не пізніше 20 липня). Так, за післяукісної сівби після озимих на зелений корм вегетація другого строку до початку цвітіння триває 75 діб.

Для кращого контакту насіння амаранту з ґрунтом поле після сівби прикочують кільчasto-зубчастими котками. Опади, що випадають після сівби, можуть призвести до утворення ґрунтової кірки. Це ускладнює появу сходів, затримує ріст і розвиток рослин, тому її потрібно руйнувати легкими кільчастими котками. Після появи сходів за потреби можна боронувати посіви поперек рядків.

Небажаною біологічною особливістю амаранту є те, що вона протягом 2-4 тижнів після появи сходів росте дуже повільно і надто пригнічується бур'янами. Без захисту від бур'янів амарант часто не витримує конкуренції з сегетальною рослинністю – із бур'янами у посівах, особливо у зріджених.

Для боротьби з бур'янами застосовують боронування посівів до або після сходів, розпушування міжрядь, хімічне прополювання.

Ефективність цих заходів визначається агротехнічними прийомами: добір ділянки, підготовка ґрунту, строки сівби, своєчасний догляд за посівами. Як тільки добре позначаться рядки сходів, необхідно провести перше розпушування міжрядь на глибину 3-4 см. Перший обробіток виконують плоскорізними органами (бритвами) зі сталевими пластинками чи захисними дисками для запобігання присипанню рослин амаранту і ґрунтом. Другий міжрядний обробіток здійснюють через 12-16 діб після першого, використовуючи стрілчасті лапи-підгортачі. Глибина обробки – 5-6 см. У рядках утворюється гребінь заввишки до 6 -7 см і завширшки 20-22 см, що присипає бур'яни.

На дуже засмічених ділянках необхідно застосовувати хімічний метод захисту амаранту від бур'янів. Як показали дослідження Санкт-Петербурзького НДІ захисту рослин, за використання гербіцидів на плантаціях амаранту боротьбу з багаторічними бур'янами доцільніше проводити до сівби культури, бажано з осені, після збирання попередньої культури. Обприскування раундапом чи його аналогами (3-6 л/га препарату), виконане по бур'янах заввишки 5-10 см, дозволяє практично цілком очистити ґрунт від багаторічних бур'янів. Після застосування раундапу слід витримати 1,5-2,0 тижні до наступного механічного обробітку ґрунту. Злакові бур'яни, зокрема, пирій повзучий, можна успішно знищити під час вегетації амаранту за допомогою гербіциду фюзілад у дозі 3-4 л/га, коли бур'яни досягають висоти понад 1 см.

У боротьбі з однорічними дводольними і злаковими бур'янами ефективними є ґрунтові гербіциди: ленацил (гексилур, вензар) (1,0-1,5 кг/га) і синбар (бутимур) (0,5 -1,0кг/га). Вони застосовуються після сівби амаранту до її сходів, що дозволяє знищити майже 90-96 % однорічних бур'янів. Застосування гербіцидів дає можливість істотно підвищити врожай амаранту, поліпшити її якість та зменшити витрати за вирощування культури на 19 – 31 %.

Із зеленої маси амаранту, незважаючи на високий вміст білка і низький вуглеводів, при виконанні вимог технологічного процесу можна одержати силос високої якості, що за поживністю не поступається перед кукурудзяним і перевищує силос із соняшнику. Кращим строком для збирання зеленої маси на силос є період від цвітіння до молочно-воскової стиглості насіння. Силос, виготовлений у цей період, у міру кислий. У 1 кг сухої речовини міститься 0,93 к.од. і 10,63 МДжОЕ.

РОЗДІЛ 3

ІННОВАЦІЙНІ ОСНОВИ

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ

ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ

АГРОЛАНДШАФТІВ ПІВДЕННОГО

СТЕПУ УКРАЇНИ

3.1. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З СОРГО

В останні десятиріччя в світі все більше уваги надають пошуку шляхів використання енергоресурсів, які одержують з відновлюваної енергії, особливо, шляхом використання рослинної сировини (рис. 3.1). Перш за все, це пов'язано з очікуваним значним подорожчанням викопних джерел енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що на найближчу перспективу питома маса біопалива в загальних об'ємах пального складатиме до 10% з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які постійно росте.

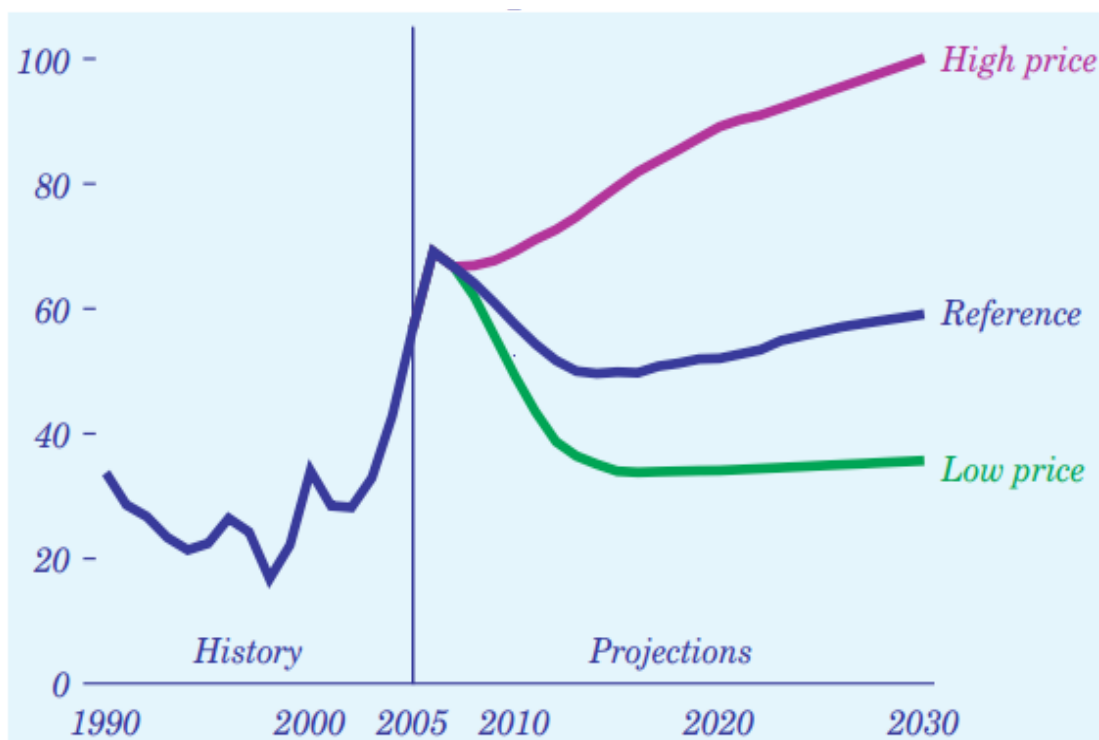


Рис. 3.1 - Динаміка цін на нафту та їх прогнозування до 2030 року за різними сценаріями (за даними ФАО ООН, 2007)

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу, тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива. Так, завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти тільки в 2010 році, складала 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу в світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуваний об'єм виробництва біоетанолу в світі в 2020 р. за оптимістичним прогнозом складатиме 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд л. Об'єм світової торгівлі складатиме близько 10% від загального світового об'єму виробництва. Лідерами виробництва будуть США і Бразилія.

Постійне підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану довкілля внаслідок варварського споживання викопних палив з кожним роком все більше турбують суспільство усіх країн світу. Майбутній рівень існування людства залежить від вирішення цих проблем. Актуальним напрямом розвитку аграрної сфери є виробництво енергії з біомаси (рис. 3.1). Біоенергетика – це об'єктивна реальність й нагальна потреба сьогодення.

Біомаса - четверте за значенням паливо у світі, дає близько 2 млрд т умовного палива на рік, що становить близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі. При цьому понад 70% поновлюваних джерел енергії походить з неї. Відбувається швидкий перехід до раціонального використання біомаси.

У світовій енергетиці відбувається інтенсивний супротивний рух двох процесів. З одного боку, споживання енергії зростає. Скажімо, порівняно з сьогоденням, у Європі потреба в моторних паливах до 2030 року збільшиться у 8 разів. З іншого боку, запаси викопних енергетичних ресурсів швидко скорочуються. Визначальним є те, що залежно від виду (нафта, газ, вугілля, уранові руди тощо) їх залишилось усього на 40-250 років. У той же час, надзвичайно гостро постало питання забезпечення населення продуктами харчування.

Україні дуже важливо не залишитись осторонь передових світових тенденцій у цьому напрямі, особливо зважаючи на недостатню власну забезпеченість викопними паливами.

У забезпеченні енергетичної незалежності України, в тому числі й АПК, важливу роль мають відігравати поновлювані джерела енергії (ПДЕ), яких згідно з вимогами ЄС, кожна країна повинна мати в 2010 році в загальному енергетичному балансі не менш як 10%, а 2020 році – 20%.

Підвищення площ, де вирощуються енергетичні культури для вирішення проблеми дефіциту традиційних неоновлюваних видів палива, призвело до відповідного зменшення площі земель для отримання

продуктів харчування.



Рис. 1. Схема використання сільськогосподарської продукції на енергетичні потреби

Рис. 3.1. Схема використання сільськогосподарської продукції на енергетичні потреби

Сорго цукрове – ця чудова біологічна сировина для отримання етанолу. Якщо побудувати завод, який перероблятиме зелену масу сорго на сироп, потім – на етанол і вуглекислий газ, а корисні відходи (близько 70%) використовувати для годування тварин, зерно ж використовувати як насінний матеріал, то можна одержати значний економічний прибуток і розв’язати багато господарських, транспортних і промислових проблем. З 1 т зерна сорго можна одержати 650-700 кг крохмалю або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи. Розрахунки показують, що наявні сорти сорго цукрового можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 28-30 ц/га на незрошуваних землях і 45-50 ц/га – на зрошуваних. У зв’язку з тим, що цукровий буряк на півдні України практично не вирощують, те сорго може значно поповнити цукрові запаси (рис. 3.2).

Основні небезпеки екстенсивного використання палива з біомаси – знищення лісів, ерозія ґрунтів, заміна врожаїв, що задовольняють харчові потреби «врожаями» палива.

Випереджаючи та прогнозуючи проблеми угод стосовно зменшення викидів парникових газів, важливим стає пошук нових альтернативних технологічних рішень одержання біоконверсної енергії в сільськогосподарському виробництві без зменшення виробництва сільгосппродукції.

В Україні зафіксовано понад 7-8 млн га земель, які через деградацію та засолення доцільно вивести з інтенсивного обробітку. Розрахунками доведено, що з площі 100 га сорго цукрового (з середньою врожайністю зеленої маси 300 ц/га і 18% цукристістю) можна одержати понад 200 т

цукру.

Молдавські вчені створили перспективні для України сорти Порумбень-4 і Порумбень-5, а також спільно з українськими селекціонерами вивели новий сорт Порумбень-6. Ці гібриди за своїми морфо-біологічними (товщина і висота стебел, наявність листя) й технологічними (відсоток вмісту цукру в соку і пристосованість до механізованого способу обробітку і збирання) показниками аналогічні цукровій тростині. З 1 га сорго цукрового цілком можливо без поливу гарантовано отримати до 100 т зеленої маси.

Різні форми енергії біомаси можуть використовуватися в якості автомобільного палива. Вважається, що саме паливний етанол має найбільший потенціал, враховуючи невичерпні витрати його отримання. Лідерами споживання автомобільного біопалива є Бразилія, де кожна друга машина, що продається, використовує спиртовмісне паливо з цукрової тростини (в цій країні 1 літр біоетанолу на 45% дешевше 1 літра бензину), і США.

Саме на них припадає близько 95% всього світового виробництва біоетанолу. Невисока собівартість виробництва етанолу (0,19 доларів за літр в Бразилії, 0,33 – в США, 0,55 – в ЄС) дозволяє одержати біопаливо дешевше бензину. У 2008 році в США було вироблено 34,7 млрд літрів етанолу, це майже в 2 рази більше, ніж в 2006 році, 90% його отримують з кукурудзи і 8% з сорго. На ці цілі йде вже зараз до чверті врожаю кукурудзи і 15% врожаю сорго США.

Інтенсивне використання рослинної сировини у виробництві біоетанолу спостерігається в останні роки в країнах Євросоюзу. Цьому сприяло прийняття ряду директив Євросоюзу і заходів державної підтримки, згідно з якими виробники зобов'язані забезпечити виробництво палива з вмістом біологічних добавок.

До 2010 року частку біоетанолу в загальному споживанні нафтового палива доведено до 5,75%, що вимагає додаткових витрат близько 10 млн тонн рослинної сировини (табл. 3.1).

Україна також має всі об'єктивні передумови для організації виробництва біоетанолу у великих масштабах. Доцільність цього буде визначатися наявністю доступної і дешевої рослинної сировини, в тому числі і сорго цукрового. У країнах СНД найближчим часом очікується зміна законодавства щодо біопалива. Наприклад, зараз в Росії починає змінюватися законодавча база: приймається повний перелік законодавчих актів, для того щоб етанол став окремим продуктом саме як паливна складова.

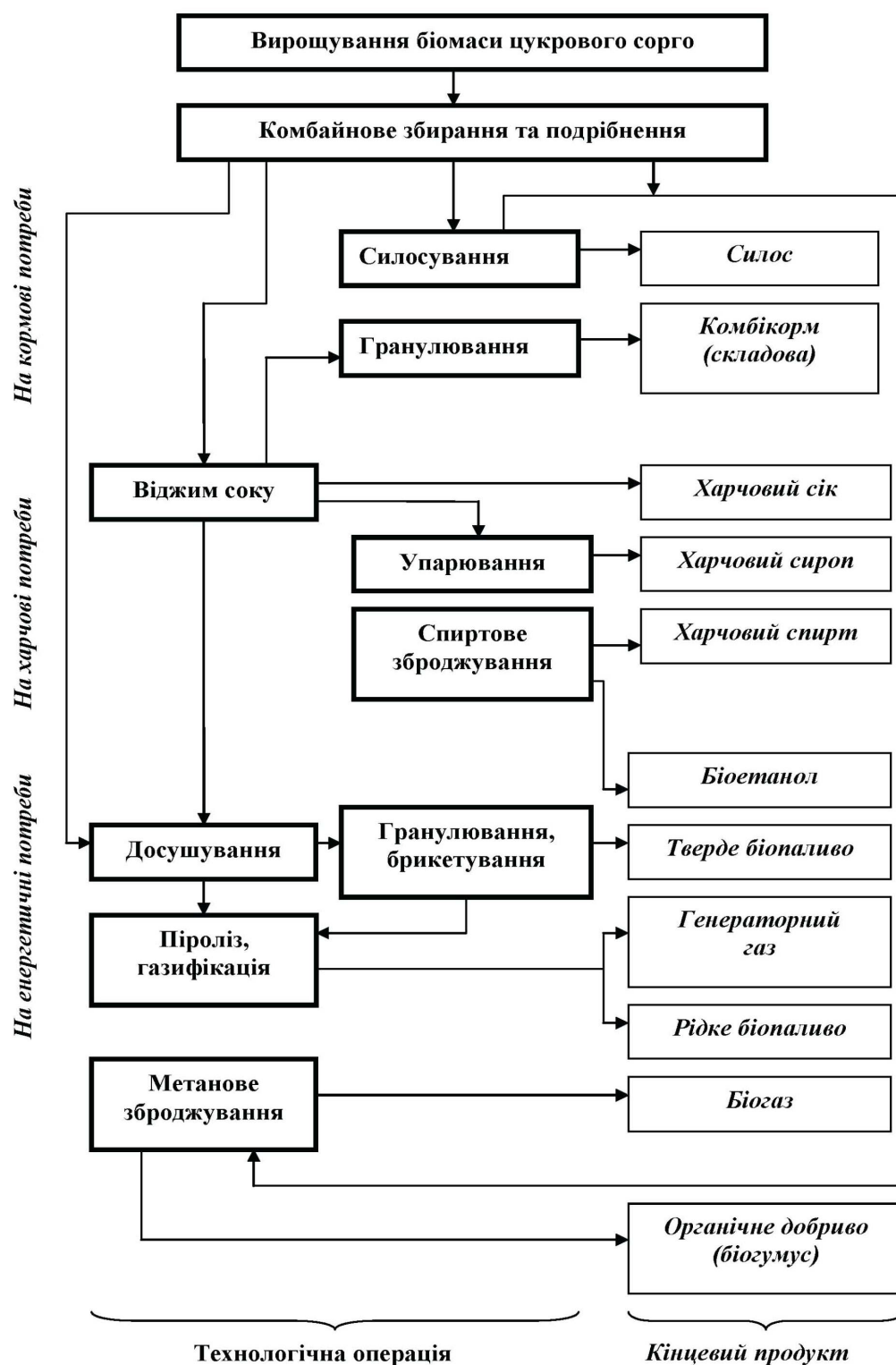


Рис. 2. Схема можливого використання біомаси цукрового сорго на кормові, харчові та енергетичні потреби

Рис. 3.2. Схема використання біомаси сорго цукрового на кормові, харчові та енергетичні потреби

Таблиця 3.1 - Обов'язкова частка (за законом) біоетанолу в паливі

Країна	Частка, %	Рік досягнення
Євросоюз	5,75	2008
Китай	5	2010
Бразилія	2	2008
	5	2013
Індія	5	2010
Таїланд	10	2010
Великобританія	5	2010
США	5	2010
	30	2030
Японія	5	2010

Досягнення різних країн – розвинених і країн, що розвиваються – в області виробництва і споживання біопалива відкривають значні перспективи для України як для вирішення локальних енергетичних проблем на сучасному етапі, так і в плані виходу на світові та європейські ринки (Китай, Індія, Японія, ЄС тощо). Експорт транспортного етанолу може стати в перспективі серйозним джерелом валюти і екологічно чистим енергетичним товаром України на міжнародному паливному ринку.

У країнах СНД традиційно для виробництва етилового спирту в різний час використовувалися зернові культури і картопля. Однак, в даний час найнижчу собівартість має виробництво біоетанолу з цукровмісного матеріалу і зерна кукурудзи (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Ефективність виробництва біоетанолу з різної сировини в країнах СНД

Сировина	Обсяг виробництва з площі 1 га, м ³	Вартість дол./м ³
Цукрові буряки	2,5–3,0	300–400
Цукрова тростина	3,5–5,0	160
Кукурудза	2,5	250–400
Пшениця	0,5–2,0	380–400
Картопля	1,2–2,7	800–900
Сорго цукрове	3,0–5,0	200–300

Порівняльний аналіз різних видів сировини для отримання етанолу

показує, що найбільш дешевим він виходить при використанні цукрової тростини – 160 дол. за 1 м³, сорго цукрового – 200-300 і зерна кукурудзи – 250-400 дол. за 1 м³.

З огляду на те, що сорго сіють по гіршим попередникам, на засолених землях і в районах з випаданням опадів менше 300 мм на рік, де кукурудза без зрошення взагалі не формує урожай зерна, використання культури сорго в якості альтернативного джерела палива найбільш актуальна.

Слід враховувати, що культура сорго є найбільш високоенергетичною, виходячи з таких показників:

- високий фотосинтетичний потенціал (у 2 рази вище, ніж у цукрових буряків, пшениці, сої та ін. культур);
- низька потреба у воді (значно нижче, ніж у кукурудзи, ячменю, рису, пшениці). Так на утворення одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води, кукурудза – 388, пшениця – 515, ячмінь – 543, горох – 730, соняшник – 895;
- висока стійкість до посухи (висока ксерофітність, потужна коренева система з виборчою здатністю, щільний епідерміс, білий воскоподібний наліт на листках у період високих температур). Більш того, сорго здатне припиняти ріст у період особливо несприятливих умов для росту й розвитку, залишаючись в анабіозі до настання сприятливих умов;
- висока врожайність (до 5-6 т/га зерна і до 60-80 т/га зеленої маси);
- можливість отримувати 4-5 т етанолу з 1 га посівів (вихід з однієї тонни сорго 0,5 т етанолу при утриманні крохмалю 70% і більше, з ячменю – 0,33 т, пшениці – 0,37 т, кукурудзи – 0,41 т) (рис. 3.2);

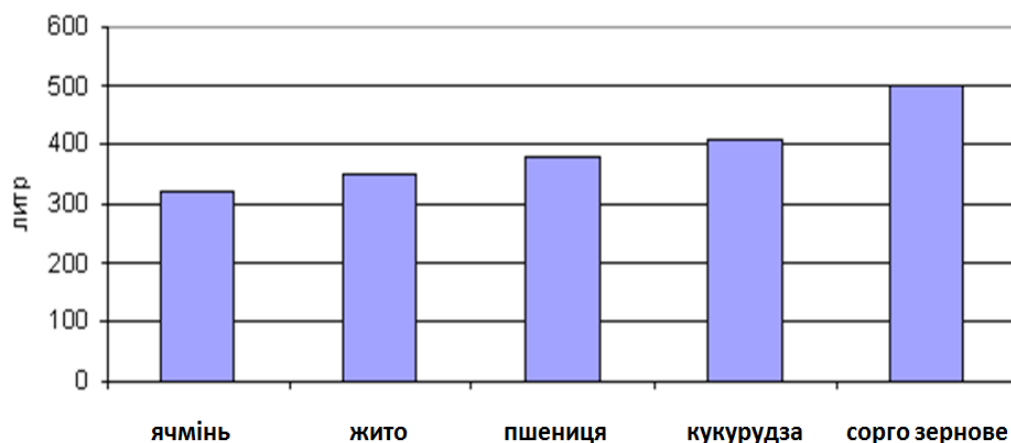


Рис. 3.2. Вихід етанолу в літрах з тонни сировини (90% конверсія крохмалю в етанол)

- низька норма висіву (в середньому 7-10 кг/га);
- вихід цукру 5-7 т/га і целюлози 15 т/га (сухої біомаси) з сорго цукрового, а також 3-5 м³ етанолу з 1 га посівів.

У ВНДІ зернових культур ім. І.Г. Каліненка були проведені дослід з визначення продуктивності сорго зернового та цукрового, а також виходу крохмалю і спирту (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Урожайність зерна, вміст крохмалю і вихід спирту з сортів і гібридів сорго зернового

Сорт, гібрид	Урожайність зерна, т/га	Вміст крохмалю, %	Теоретичний* вихід спирту з 1 га, л
Лучисте	5,8	75	2980
Харчовий 227 - F1	6,0	70	2880
Аіст	4,8	70	2304
Орловське	4,5	68	2088
Зерноградське 53	5,8	69	2405
Хазіне 28	5,4	73	2700

Примітка: * – теоретичний вихід безводного спирту з 1 т крохмалю дорівнював 71,98 дкл.

Встановлено, що витрати на виробництво зерна сорго в 2 рази нижчі за витрати на виробництво зерна пшениці, а вихід спирту з 1 тонни зерна сорго при вмісту крохмалю понад 70% становить 45, у пшениці – 37, у кукурудзи – 38 дкл.

Найкращим з точки зору виходу етанолу з одиниці площі (2980 л/га) був сорт Лучисте, який поєднує високу врожайність (5,8 т/га), з високим вмістом крохмалю в зерні (75%). Однак, для виробництва етанолу необхідні селекційні роботи для виведення нових білозерних сортів і гібридів сорго зернового з високою посухостійкістю, високоврожайних, низькорослих, солевитривалих з вмістом крохмалю в зерні 70-75%, з низькою збиральною вологістю зерна і не потребуючих додаткової сушки.

Крім того, в дослідях ВНПЗК вивчений новий селекційний матеріал для створення нових сортів і гібридів сорго цукрового з високим вмістом моноцукрів, що відповідають вимогам виробництва етанолу. І якщо раніше (на початку роботи) вміст цукрів у соку стебел не перевищувало 10-12%, то в даний час є сорти і селекційний матеріал з вмістом цукрів у соку стебел до 16-18% (табл. 3.4).

Нові сортозразки – К 470, К 1670, К 451, за вегетаційного періоду 110-120 днів, дозволяють отримувати біомасу сорго цукрового з вмістом цукрів у соці стебел 15-17% і з виходом спирту 5,0-6,2 т/га.

В Україні найдоцільніше розміщення сорго цукрового в південній і східній зонах країни, оскільки ареал вирощування сорго цукрового для виробництва сиропу обмежений температурним потенціалом. Високий

вміст цукрів у рослинах накопичується тільки в південній зоні України, де середньорічна сума активних температур перевищує 2800-3000°C. При наборі меншої суми температур йде зниження накопичення цукрів.

Таблиця 3.4 - Урожайність зеленої маси, вміст цукрів у соку стебел і вихід спирту з сортів і ліній сорго цукрового

Сорт, зразок	Урожайність зеленої маси, т/га	Вміст цукрів у соку стебел, %	Теоретичний* вихід спирту з 1 га, л
Зерноградський бурштин	40	14,1	3322
Зерноградське 33	41	13,9	3357
Зерноградське 28/49	40	13,6	3204
К 1670	64	15,0	5654
К 470	62	17,0	6208
К 451	50	17,0	5006

Примітка: * – теоретичний вихід безводного спирту з 1 тонни інвертного цукру становить 58,9 дкл.

Світова потенційна потреба за розрахунками експертів ФАО ООН в етанолі перевищує 4 млрд тонн на рік, а сучасне світове виробництво біоетанолу – досягло лише 2,8 млрд тонн на рік.

Відзначимо, насправді, що в світовому масштабі на частку європейського ринку припадає лише 4% випуску. Так, наприклад, США в даний час виробляють в місяць біопалива стільки ж, скільки Європа за рік. Низький попит на біоетанол в ЄС продиктовано домінуючим становищем іншого виду зеленого пального – біодизелю (80% сукупного споживання біопалива).

Виробничі потужності європейських заводів задіяні тільки на 46%. Загальний потенціал виробництва з урахуванням існуючих потужностей становить 6,1 млрд літрів. Додатково будуються потужності в обсязі 2,4 млрд. літрів. Ведучими постачальниками біоетанолу в Європі є Франція, Німеччина, Іспанія і Польща. Провідними споживачами – Франція, Німеччина, Швеція, Великобританія, Польща і Нідерланди. Внутрішні потреби значною мірою задовольняються за рахунок імпорту. За останні роки в Європу було поставлено 1,9 млрд літрів біоетанолу, причому до 80% поставок забезпечувала Бразилія.

3.2. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Планування штучного зволоження визначено як процес передбачення оптимальної кількості й розподілу в часі поливної води за окремими масивами, полями та ділянками. Прогнозування зрошення дозволяє вирішити задачі щодо подачі необхідної кількості поливної води на окремі поля сівозмін, а також для задоволення господарств у цілому.

Загальноприйнятим для визначення строків і норм поливів є метод контролю запасів доступної вологи в ґрунті. Якщо вологість ґрунту наближається до критичної (передполивного порогу), тоді доступна рослинам волога виявляється вичерпаною й проводиться полив с.-г. культур. Проте, значна кількість методів визначення вологості ґрунту, які використовуються на сьогодні, трудомісткі, тривалі і витратні.

Дані розробки спрямовані на впровадження у виробництво сучасних методів формування режимів зрошення за допомогою спеціального комп'ютерного програмного забезпечення. Роботи були виконані на основі аналітичного обробітку експериментальних даних, систематизації та узагальнення багаторічних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН України, статистичного аналізу й розробки кореляційно-регресійних моделей зв'язків природних і агрономічних чинників з процесами вологообміну та випаровування.

Оптимізація режимів зрошення заощаджує воду, енергоносії, технічні засоби, трудові ресурси, сприяє підвищенню врожайності, забезпечує економічну ефективність та екологічну безпеку землеробства на поливних землях. Важливою проблемою, яка в останні 10-15 років дуже часто зустрічається у виробничих умовах Південного Степу України, є відсутність дійових методів і засобів встановлення норм та строків поливів с.-г. культур на рівні господарств різних розмірів і спеціалізації.

В останні роки з'явилася можливість створення комп'ютерних програм за допомогою яких можна здійснювати планування та оперативне управління режимами зрошення. Наприклад, у Російській Федерації (ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2006) розроблена програма «*РОСК.xl*», яка прогнозує режим зрошення на основі декадних показників температури й вологості повітря, швидкості вітру та кількості атмосферних опадів, врахування біологічних особливостей сільськогосподарських культур тощо.

У країнах Європейського Союзу для визначення водного балансу в період вегетації використано модифікований метод Пенмана (*Penman*) для розрахунків потенційної евапотранспірації (випаровування) в комп'ютерному програмному комплексі *Daily ET*. Також для цих розрахунків може бути задіяна голландська модель «погода – врожайність»

WOFOST. Застосовується програма АДДАПІКС (*Addapix*), яка є спеціальним агрометеорологічним засобом для угруповання космічних знімків на рівні пікселя в системах точного землеробства.

Дистанційні методи (це переважно обробки даних сканувань супутників) використовуються, щоб покращити якість вимірювання атмосферних опадів, просторової інтерполяції вологозапасів, їх оцінки або гідрологічного прогнозу. Недоліком вищенаведених програм є підвищена кількість метеорологічних показників, які проблематично отримати у виробничих умовах півдня України без спеціального лабораторно-технічного обладнання, доступу до мережі Інтернет та значних коштів на проведення аерокосмічних та інших спостережень.

В основу розробленого Програмно-інформаційного комплексу «Іригація» покладено імітаційне моделювання процесів вологообміну в ґрунті, кореляційно-регресійні зв'язки випаровування з біологічними особливостями рослин, а також можливість прогнозування строків і норм вегетаційних поливів за допомогою автономних електронних розрахунків.

Для спрощення запропонованого способу встановлення строків і норм вегетаційних поливів було обрано напрям мінімізації вихідних показників для планування режимів зрошення, і, навпаки, одержання максимальної інформативності від імітаційного моделювання евапотранспірації та інших елементів водного балансу. Головними показниками, що впливають на прогнозовані дати й обсяги вегетаційних поливів є середньодобове випаровування та кількість опадів (рис. 3.3).

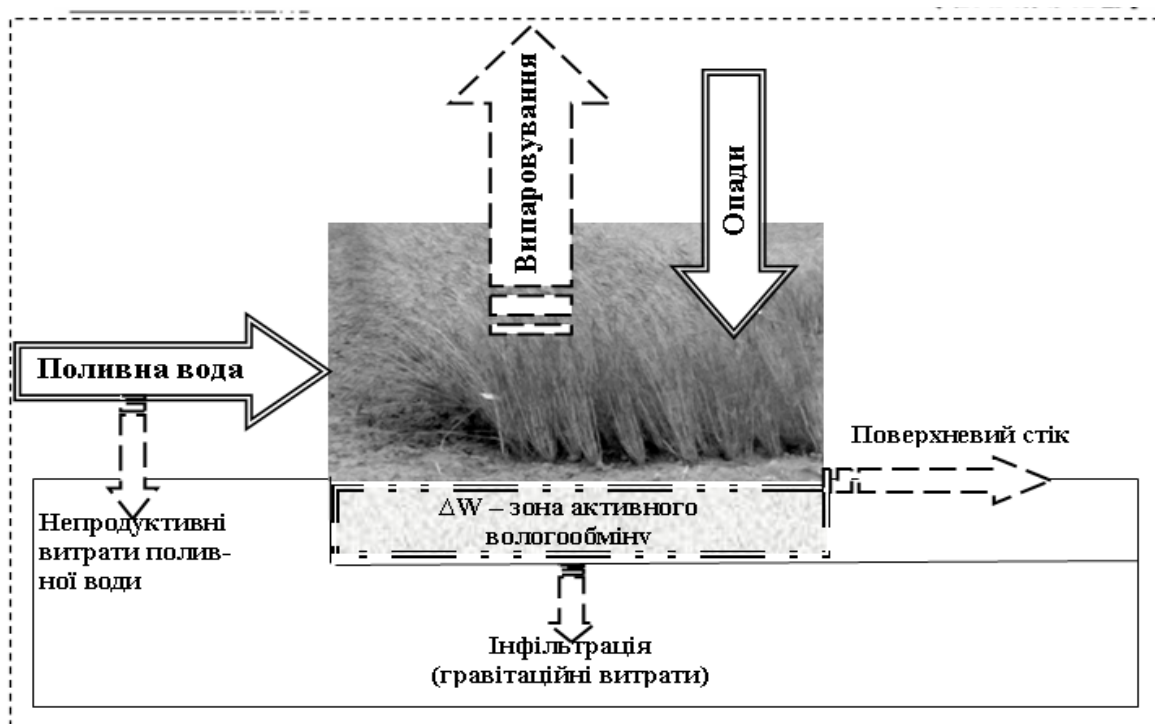


Рис. 3.3 - Загальне відображення елементів водного балансу поливної ділянки та напрями вологообміну

Випаровування з ґрунту – дуже складний і багатовекторний процес. В найбільшому ступені вода випаровується з вологого ґрунту (високий водний потенціал) та при сухому повітрі (низький водний потенціал, тобто низька вологість або тиск пари). Цим і пояснюється дуже високі показники випаровування в агроценозах Південного Степу України, порівняно з природними екосистемами.

Постійно змінні умови водного потенціалу призводять до безперервної диференціації швидкості потоку води на поверхню, через нестабільність стану навколишнього середовища. Кожне додавання води в ґрунт, наприклад, після випадання опадів або проведення поливу, наново починає цикл випаровування.

Загальноприйнятим показником, який приймається за верхню рису діапазону оптимальної вологості ґрунту, є найменша вологоємність (НВ) ґрунту, тобто найбільша кількість води, яку ґрунт може утримувати після повного вологонасичення (надходження атмосферних опадів або поливів) за відсутністю підпираючої дії ґрунтових вод.

Фізико-хімічні властивості мають суттєвий вплив на показники нижньої межі оптимальної вологості ґрунту, оскільки вони визначають його спроможність віддавати воду рослинам, а також накопичувати й утримувати доступну вологу. Найбільшу водоутримуючу здатність мають легкі глини та важкосуглинкові ґрунти, а найменшу – супіски та піски. В зв'язку з цим, при встановленні нижньої оптимальної межі вологості ґрунту треба зменшувати її для важких ґрунтів та, відповідно, підвищувати для легких.

Для більшості культур оптимальна нижня межа вологості ґрунту (так званий «передполивний поріг») становить: на легких глинах – 80-85% НВ, на важких суглинках – 75-80, на середніх суглинках – 65-70, на легких суглинках – 60-65, на супісках – 50-60 і на пісках – 40-50% НВ. Нижня межа оптимального вологозабезпечення змінюється, залежно від: температури і вологості повітря, кількості опадів та ін.

Застосування інформаційно-обчислювальних систем управління режимами зрошення забезпечує раціональне споживання зрошувальної води, отримання запрограмованих урожаїв, мінімізує негативний тиск на довкілля, завдяки своїй гнучкості.

Основою електронних розрахунків комп'ютерного комплексу є модель зміни запасів ґрунтової вологи з використанням рівняння водного балансу, а також фактичних і прогнозованих параметрів вологозапасів.

З метою проведення планування й оперативного управління режимами зрошення основних сільськогосподарських культур нами у вигляді надбудови до електронного процесора *Microsoft Office Excel 2003* розроблено програмно-інформаційний комплекс (ПІК) «Іригація» (рис. 3.4).

Для спрощення його використання у виробничих умовах для розрахунків використано показники, які найбільше впливають на вологообмін і забезпечують достатню точність імітаційного моделювання. До таких показників відносяться вихідні запаси вологи, середньодобове випаровування (евапотранспірація) та кількість опадів.

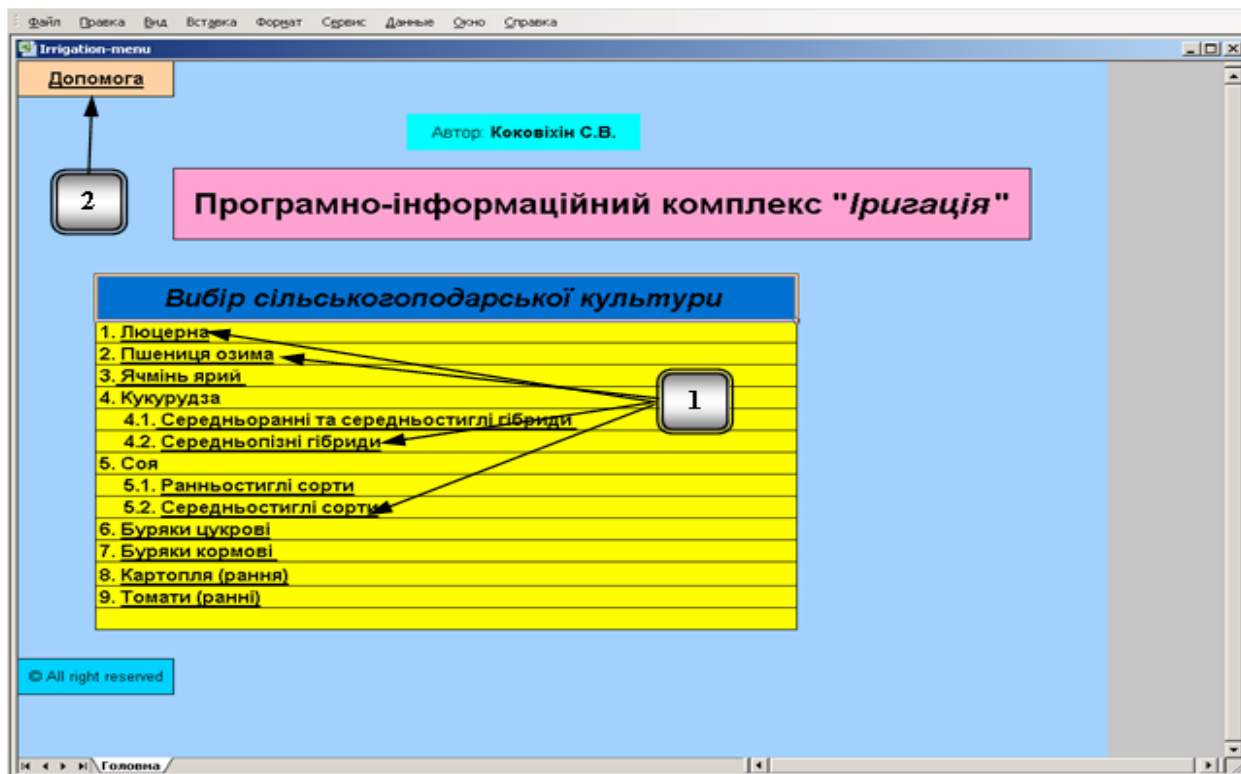


Рис. 3.4 - Головна сторінка ПІК «Іригація»

Перед початком використання цієї програми необхідно скопіювати всі папки і файли з оригінального CD-диску на жорсткий диск комп'ютера (наприклад, на диск C:). Після чого відкрити Папку PIC-Irrigation і в ній – файл Irrigation-menu.xls.

Після відкриття можна за допомогою натискування комп'ютерної миші обирати сільськогосподарські культури з метою планування режимів зрошення (позначка 1 на рисунку 3.4) або звернутися до розділу «Допомога» для отримання необхідної довідкової інформації та рекомендацій щодо проведення розрахунків (позначка 2).

При натискуванні на гіперпосилання «1. Люцерна» з'являється активне вікно програми, в яке необхідно ввести необхідну текстову й цифрову інформацію (рис. 3.5, позначка 1).

Переміщення по різних місяцях, декадах і днях вегетаційного періоду певної сільськогосподарської культури можна здійснювати шляхом натискування відповідних кнопок внизу або у верхньому правому кутку вікна (рис. 3.5, позначка 2).

Господарство:	Люцерна	Район:	Сівозілля, №	Область:	Рік:	Повернутися на Головну сторінку
Культура (сорт, гібрид):	1	Сівозміна, №	поля, площа:	Рівень ґрунтових вод, м:		
Режим зрошення, %НВ:		Розрахунковий шар, м:				
День місяця	Вихідні (контрольні) запаси вологості, м³/га	Середньодобове випаровування, м³/га	Надходження вологості за рахунок опадів, м³/га	Вегетаційні поливи, м³/га	Поточні запаси вологості, м³/га	Вологість ґрунту від НВ в розрахунковому шарі, %
КВІТЕНЬ						
1	1536,0	20,3			1515,7	102,7
2	1515,7	20,9			1494,7	101,3
3	1494,7	21,5			1473,2	99,8
4	1473,2	22,1			1451,1	98,3
5	1451,1	22,7			1428,4	96,8
6	1428,4	23,2			1405,2	95,2
7	1405,2	23,8			1381,4	93,6
8	1381,4	24,4			1357,1	91,9
9	1357,1	24,9			1332,2	90,2
10	1332,2	25,4			1306,7	88,5
11	1306,7	26,0			1280,7	86,8
12	1280,7	26,5			1254,2	85,0
13	1254,2	27,0			1227,2	83,1
14	1227,2	27,6			1199,6	81,3
15	1199,6	28,1			1171,5	79,4
16	1171,5	28,6			1142,9	77,4
17	1142,9	29,1			1113,9	75,5
18	1113,9	29,6			1084,3	73,5
19	1084,3	30,1			1054,2	71,4
20	1054,2	30,6			1023,7	69,3
21	1023,7	31,0			992,6	67,2
22	992,6	31,0			961,1	65,1

Рис. 3.5 - Активне вікно ПК «Іригація» для оперативного управління режимом зрошення люцерни

Для забезпечення точності розрахунків слід на початку вегетаційного періоду рослин (або під час відновлення вегетації у багаторічних культур) визначити вихідні запаси вологості ґрунту (рис. 3.6, позначка 1), які в подальшому приймаються за основу електронного водно-балансового моделювання.

Господарство:	СТОВ "Дніпро"	Район:	Білозерський	Область:	Херсонська	Повернутися на Головну сторінку
Культура (сорт, гібрид):	Люцерна (сорт Хер 2 року використання)	Сівозміна, №	2/4, 42 га	Рік:	2008	
Режим зрошення, %НВ:	70-75	Розрахунковий шар, м:	0,7	Рівень ґрунтових вод, м:	понад 3 м	
День місяця	Вихідні (контрольні) запаси вологості, м³/га	Середньодобове випаровування, м³/га	Надходження вологості за рахунок опадів, м³/га	Вегетаційні поливи, м³/га	Поточні запаси вологості, м³/га	Вологість ґрунту від НВ в розрахунковому шарі, %
ТРАВЕНЬ						
1	1227,9	35,5			1192,4	80,8
2	1192,4	35,9			1156,5	78,3
3	1156,5	36,3	20,0		1140,2	77,2
4	1140,2	36,7	7,0		1110,6	75,2
5	1110,6	37,1			1073,5	72,7
6	1073,5	37,5			1038,0	100,7
7	1038,0	37,9	8,0		1000,0	98,6
8	1000,0	38,2			961,1	96,1
9	961,1	38,6	75,0		921,5	93,6
10	921,5	39,0			881,1	91,1
11	881,1	39,3			840,7	88,6
12	840,7	39,7	33,0		800,0	86,1
13	800,0	40,0	8,0		759,3	83,6
14	759,3	40,4			718,0	81,1
15	718,0	40,7			676,7	78,6
16	676,7	41,0			635,4	76,1
17	635,4	41,3	33,0		594,1	73,6
18	594,1	41,7			552,8	71,1
19	552,8	42,0			511,5	68,6
20	511,5	42,3			470,2	66,1
21	470,2	42,6			428,9	63,6
22	428,9	42,9			387,6	61,1

Рис. 3.5 - Введення поточної інформації для розрахунків строків і норм вегетаційних поливів

В умовах виробництва їх можна здійснювати термостатно-ваговим або іншими методами. Крім того, у період вегетації рекомендуємо для забезпечення високої точності розрахунків проводити контрольні заміри вологості ґрунту й внесення їх результатів у цю колонку.

В третій колонці див. (рис. 3.5, позначка 2) наведені показники середньодобового випаровування за періодами, які отримані шляхом кореляційно-регресійного моделювання по календарних датах. В цю колонку можна також заносити фактичні показники добових вологовитрат, які розраховані будь-яким методом, охарактеризованими у файлі «Допомога»).

Наступний і дуже важливий елемент програми – надходження вологи за рахунок атмосферних опадів (див. рис. 3.5, позначка 3). Контроль за кількістю опадів, розподіл яких по площі може суттєво різнитися, слід організовувати окремо по зрошуваних ділянках за допомогою комп'ютерно-сенсорного моніторингу, автономного електронного устаткування, механічних дощомірів, лізиметрів і, навіть, з використанням найпростіших саморобних приладів (збирання опадів в ємкості з відомою площею з подальшим перерахунком надходження води в м³/га).

У колонці «Поточні запаси вологи» (позначка 4) відбувається автономний розрахунок вмісту вологи на кожен день кожного місяця вегетації с.-г. культур за винятком витрат на випаровування та додаванням надходження води з опадами й поливами. Для заповнення календарних дат, які знаходяться нижче за зображеними в активному вікні, треба скористатися колесом миші або смугою прокрутки в правій частині програми.

Для спрощення визначення дати проведення чергового поливу в наступній колонці наведена поточна вологість ґрунту у відсотках від найменшої вологоємкості. При зниженні цього показника до значення передбаченого встановленим режимом зрошення (в розглянутому прикладі для люцерни – це передполивний поріг 70% НВ, в шарі ґрунту 0,7 м), тобто близькому до 70% НВ (72,7% – позначка 5), на наступний день передбачається проведення поливу з нормою, яка доведе вологозапаси приблизно до 100% НВ.

В даному випадку було потрібно проведення поливу нормою 450 м³/га, яким запаси вологи були доведені до 100,7% НВ. Таким чином, відбувається планування строків і норм поливів у подальший період, причому, поточні вологозапаси вегетаційного періоду рослин для останнього дня кожного місяця автоматично синхронізуються з першим числом наступного місяця й, відповідно, з подальшими датами.

З метою візуалізації контролю над рівнем вологозапасів внизу кожного активного вікна побудовано графік динаміки вологовитрат, який відображає лінійну функцію вмісту вологи в ґрунті та показники

її надходження за рахунок атмосферних опадів та вегетаційних поливів (рис. 3.6).

Виробнича перевірка розробленого програмно-інформаційного комплексу показала його високу точність, швидкість отримання результатів та простоту у використанні.

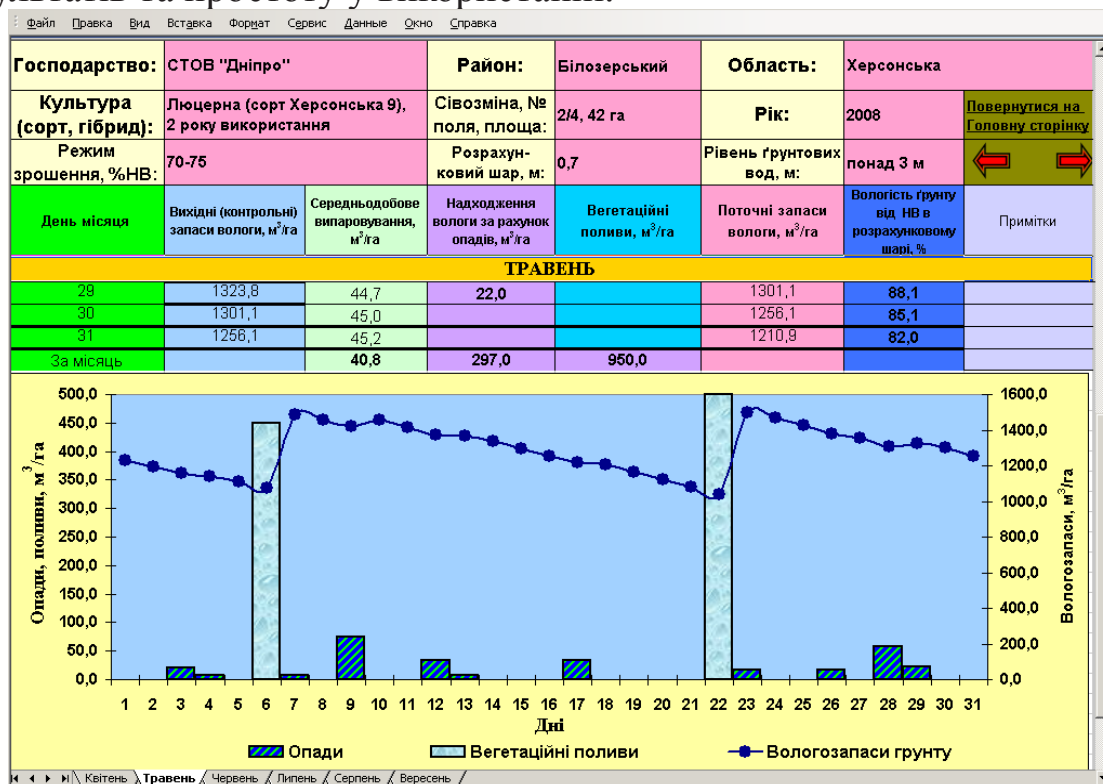


Рис. 3.6 - Графік динаміки вологозапасів в ґрунті та показників надходження вологи

Крім того, відмічене скорочення витрат поливної води внаслідок зниження кількості поливів і їх норм. Це обумовлено більш ефективним контролем рівня вологозапасів ґрунту, що свідчить про перспективність застосування цієї розробки та обґрунтовує необхідність продовження науково-дослідних робіт з обраного напрямку.

3.3. ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Роль прогнозування полягає у виявленні найважливіших проблем, з якими зіткнеться суспільство в майбутньому. Це дозволяє скоротити частку невизначеності на перспективу.

Оскільки зрошення на півдні України відіграє суттєву економічну роль і є впливовим фактором екології, то розгляд дії цього фактора в майбутньому, має значення для управління еколого-економічними процесами в області.

Оцінюючи екологічні обставини, варто враховувати всі параметри, що стосуються зрошення. Особливістю запропонованого методу прогнозування є обов'язкова характеристика стану соціальної сфери.

Починаючи з 2003 року загальна площа зрошувальних земель Херсонської області коливається в межах 425,8-426,8 тис. га. Тобто, можна вважати, що зростання площ за цим напрямком навряд чи відбудеться. Набагато важливішим для області є скорочення ступеня недовикористання наявних виробничих потужностей.

Як показав попередній аналіз, існує тенденція до скорочення обсягу невикористаних зрошуваних земель, особливо за рахунок фермерських господарств. Тому, визначимо темпи скорочення цих земель за допомогою побудови лінії тренду та аналізу трендового рівняння. Вихідною інформацією служать дані таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Вихідна інформація для побудови лінії тренду невикористаних площ зрошуваних земель, тис. га

Показники	Роки				
	2007	2008	2009	2010	2011
1. Порядковий номер року	1	2	3	4	5
2. Площа невикористаних зрошуваних земель, тис. га	200,6	175,6	150,6	141,8	133,9

Аналіз еколого-економічної ситуації в зоні зрошення за останні 20 років, відповідає загальним тенденціям української економіки. Так, через зміну форм власності, замість великих сільськогосподарських підприємств з'явилася значна кількість невеликих за розмірами дрібнотоварних господарств, які через нестачу коштів та подорожчання меліоративної води не використовують зрошення.

Таке положення справ призвело до зменшення водоподачі й, одночасно, значно знизило негативний тиск на екологію. Однак, незадовільний технічний стан зрошувальних систем і скорочення площі дренування погіршили гідролого-меліоративні обставини у населених пунктах зони зрошення.

Найбільш складні екологічні обставини склалася по управлінням зрошувальних систем, розташованим у районах, прилеглих до Чорного та Азовського морів, а також в районі ріки Інгулець.

Екологічна ситуація в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи пов'язані з незадовільною якістю зрошувальної води. Поліпшення стану істотно залежить від зміни промислових технологій на підприємствах, які використовують інгулецьку воду.

Негативний тиск екологічних обставин в зоні Причорномор'я,

пов'язаний з вторинним осолонцюванням, засоленням і підтопленням ґрунтів. Він залежить від природних умов, у першу чергу, від механічного складу ґрунтів і близькості моря. Зона розташована на темно-каштанових ґрунтах у комплексі із солонцями, які характеризуються значною водопроникністю на слабо солонцюватих ґрунтах та дуже низькою на сильно солонцюватих і солонцях. Це створює технологічні труднощі при поливі: такий склад сприяє тому, що ґрунт після проведення поливів ущільнюються, і відбувається концентрація солі.

Дані обставини майже не були враховані при введенні зрошення в Причорномор'ї. Наприклад, при введенні рисосіяння в Причорноморській зоні передбачалося, що воно буде сприяти зниженню засоленості ґрунтів, однак за останні двадцять років цей показник по Херсонській області знизився усього на 1,2%. Значну площу засолених ґрунтів складають землі рисосіючих господарств, які прилягають до приморських територій.

Екологічні обставини в Приазов'ї (Генічеське управління зрошувальних систем) аналогічні станом в Причорномор'ї. Землі, які зрошувалися протягом багатьох років мінералізованими артезіанськими водами, вдруге осолонцювані, засолені і мають потребу в меліоративному поліпшенні.

Як відзначає ряд авторів, меліоративний стан ґрунтів мало залежить від застосування добрив і пестицидів, тому що останнім часом вони використовуються в невеликій кількості, а площа засолених ґрунтів залишається практично на минулому рівні. У цілому ж, зменшення обсягів використаних добрив і пестицидів сприяло поліпшенню екологічних обставин в приморських зонах через зниження промислових скидів у моря.

Аналіз стану зрошуваного землеробства передбачає вивчення показників, які впливають на наступний хід розвитку еколого-економічних процесів. До таких показників відносяться:

- 1) еколого-економічні обставини в зоні зрошення, які включають історично сформовану взаємодію між господарською діяльністю людини і природним середовищем на даній території;
- 2) домінуючі життєві цінності членів соціуму (у даному випадку мова йде про цільові настанови і цінності виробника сільськогосподарської продукції);
- 3) ступінь впливу екологічних та соціальних факторів на фізичне і психічне здоров'я людей;
- 4) існуючий природно-ресурсний потенціал суспільства.

На початку 90-х років ХХ сторіччя українське суспільство обрало шлях до капіталізації економіки. Такий вибір був закономірним історичним результатом процесу етногенезу. Слід зауважити, що перелічені вище екологічні проблеми вже стояли перед суспільством. До них додалися

ще й економічні. За результатами проведеного аналізу стану екології та економічних обставин в зоні зрошення, була побудована модель прогнозу, методом знакових орграфів (орієнтованих граф).

З огляду на проведені І.А. Мухіною дослідження стану етно-соціальної системи, економічна криза пов'язана з переходом української етнічної системи з фази надлому в інерційну фазу, що призводить до панування нових життєвих цінностей у суспільстві. Дослідження енергетичного рівня системи дає можливість визначити напрямок вектора соціальної активності через виділення базових життєвих цінностей.

Іншим фактором, який слід враховувати є ступінь впливу екологічних та економічних обставин на фізичне і психічне здоров'я людей. Якщо цей вплив відчутний, то людина вимушена переглядати стан свої взаємодії як до оточуючих людей, так і використання природних ресурсів. В українській етно-соціальній системі фізичне і психічне здоров'я людей знаходяться під подвійним «пресингом»: з одного боку - незадовільний стан екології, а з другого – адаптація до нових умов усередині соціальної сфери

При моделюванні ситуації в зоні зрошення був використаний метод знакових орграфів, який відображає прямі і зворотні зв'язки в складній системі. Головна увага при моделюванні еколого-економічних систем приділяється саме відображенню зворотних зв'язків. Завдяки цьому результати моделювання стають більш достовірними, ніж при використанні математичного апарата, який не спроможний відобразити зворотний зв'язок.

Орієнтовані графи – основа побудови багатокomпонентних систем. Як вершини використовуються показники, а дуги вказують на якість впливу зміни одного показника на інший. Знаковим орграфи називають, коли дугам призначається знак «+» або «-». Знак «плюс» ставиться, якщо при збільшенні значення показника, показник до якого приходить дуга збільшується, знак «мінус» – в зворотному випадку.

Основою моделювання багатокomпонентних задач є імпульсні процеси, сутність яких у тому, що якій-небудь вершині задається визначена зміна. Ця вершина актуалізує всю систему показників і називається активною або активізуючою.

Обмеженість ресурсного потенціалу призводить до недостатніх вкладень коштів, як на розвиток меліорації, так і на охорону природи, що негативно позначається на меліоративному стані ґрунтів і призводить до негативного впливу на екологію. У свою чергу, стан навколишнього середовища впливає на фізичне і психічне здоров'я людей.

Зворотний зв'язок у цьому процесі носить наступний характер: через обмеження вкладень у сільськогосподарську меліорацію, скорочується кількість одержаної рослинницької продукції. Це відображається на добробуті суспільства, призводить до обмеження споживання. Одночасно

вимушено обмежується бажання виробників отримати максимальний прибуток. Все разом призводить не лише до психологічного дискомфорту виробників с.-г. продукції, але й прямо впливає на психічне і фізичне здоров'я значної кількості споживачів, які купують продукцію за більш високою ціною, або вимушені відмовлятися від неї через брак коштів.

Недостатність вкладень у природоохоронну діяльність негативно позначається на стані екології, але зниження інтенсивності виробництва відновлює дію процесу самовідтворення в природі. Меліоративний стан ґрунтів у зоні зрошення покращився, саме через відсутність зрошення. В той же час критичною є гідролого-меліоративна ситуація в населених пунктах зони зрошення. Отже в цілому можна характеризувати еколого-економічні обставини як незадовільні.

Негативний вплив факторів зовнішнього середовища на здоров'я людей і обмежений ресурсний потенціал суспільства впливають на зміну цільових настанов етно-соціальної системи у бік переваги екологічного імператива над економічним. З огляду на проведені попередні дослідження в цьому напрямку, раціональне використання природних ресурсів буде зловбоденною потребою у виробничій діяльності соціальної сфери.

Характерною ознакою цих процесів стало активне використання крапельного зрошення у багатьох господарствах області, або відмова від зрошення і виробництво посухостійких культур.

Розроблена модель може прийняти позитивний характер у випадку, якщо збільшиться ресурсний потенціал суспільства. Це можливо вирішити: або за рахунок державної підтримки виробників сільськогосподарської продукції, або за рахунок власних коштів виробників, що збільшує час на реалізацію поставленої задачі.

Необхідність виробництва сільськогосподарської продукції змушує вишукувати нові методи використання зрошуваного землеробства. Так, колективом авторів Херсонського державного аграрного університету давно розроблений спосіб вирощування рису, заснований на замкнутому циклі використання води рисових чеків, який все ще є лише проектом, хоч рисівництво досить швидкими темпами відроджується у південному регіоні.

Варто зазначити, що даний спосіб виробництва є не лише економічно ефективним з точки зору сільського господарства, а й допомагає уникати промислових скидів у Чорне та Азовське моря, тобто зберегти рекреаційну зону, а це додатковий економічний бонус для економіки Херсонської області.

На думку професора С.В. Коковіхіна структурна схема екологобезпечного зрошуваного землеробства повинна складатись за ієрархічними принципами і включати такі основні елементи (рис. 3.8):

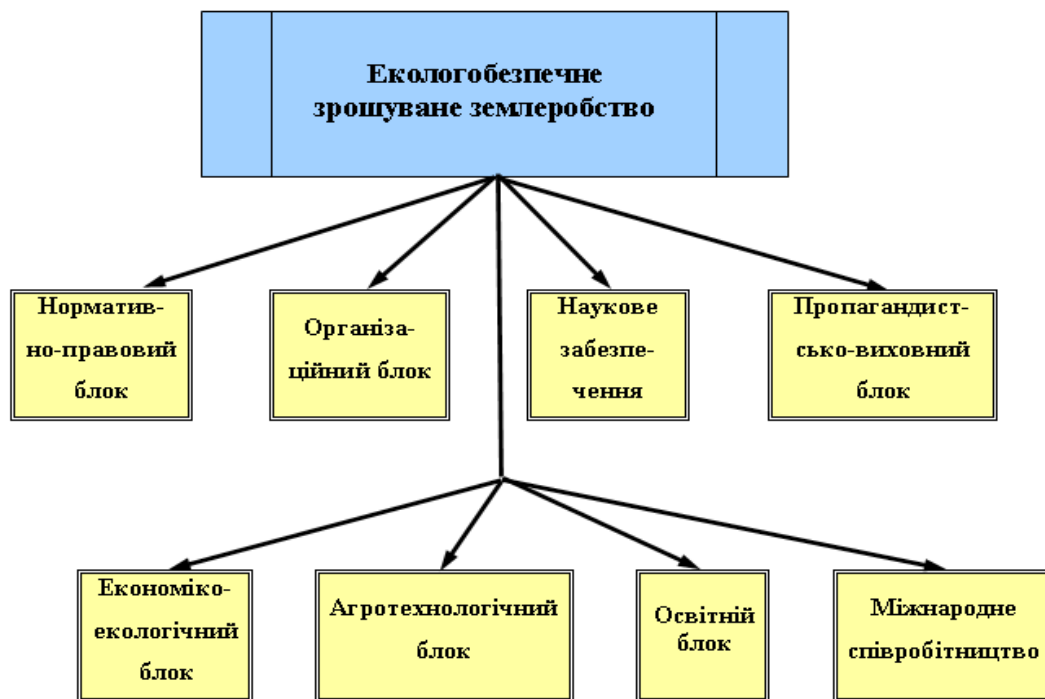


Рис. 3.8 - Структурна схема екологічно безпечного зрошуваного землеробства

1) Нормативно-правовий блок:

- створення законів і нормативно-правової бази у галузі зрошуваного землеробства;
- розробка нормативних документів.

2) Економіко-екологічний блок:

- встановлення джерел і порядку фінансування агро меліоративних та природоохоронних заходів;
- створення механізму економічного стимулювання землекористувачів, які використовують агро меліоративні та природоохоронні заходи.

3) Організаційний блок:

- координація діяльності установ, організацій і підприємств галузі зрошуваного землеробства для вирішення проблем оптимізації витрат водних ресурсів, захисту родючості ґрунтів, підвищення продуктивності поливних земель та економічної ефективності, зниження екологічного навантаження на агроценози;
- удосконалення методів і підходів до формування системи екологічно безпечного зрошуваного землеробства.

4) Агротехнологічний блок:

- організаційно-господарські заходи (організація території зрошуваних агроландшафтів, раціональний розподіл угідь, оптимальне розміщення культур у сівозміні, вибір напрямів

- діяльності за еколого-економічними критеріями, планування агро меліоративних заходів, формування режимів зрошення залежно від локальних господарсько-екологічних умов (оптимальні, ресурсоощадні або ґрунтозахисні режими зрошення);
- лісомеліоративні заходи (підтримання в належному стані лісосмуг та створення нових з оптимальним видовим складом та конструкцією);
 - агротехнічні заходи (оптимізація елементів технологій вирощування, водозатримання, диференційований обробіток ґрунту, мульчування, внесення у ґрунт спеціальних хімічних структуроутворюючих та водоутримуючих сполук, внесення органічних, мінеральних та бактеріальних добрив і мікродобрив, диференціація режиму зрошення тощо);
 - гідротехнічні заходи (створення та підтримання в належному стані гідротехнічних інженерних споруд, які регулюють та перерозподіляють водний стік, реконструкція зрошувальних систем та ін.).
- 5) Наукове забезпечення:
- розробка й впровадження у виробництво науково обґрунтованих й екологічно безпечних технологій вирощування с.-г. культур на поливних землях;
 - впровадження сучасних, теоретично, інформаційно та технологічно забезпечених методів контролю волого запасів ґрунту, вмісту макро- й мікроелементів, а також прогнозу й моделювання цих показників;
 - розробка новітніх методів охорони ґрунтів від ерозії, оцінки ерозійної небезпеки й ефективності протиерозійних заходів;
 - створення сучасних технологій моніторингу зрошуваних масивів;
- розробка й реалізація сучасних науково-технічних програм у галузі зрошувального землеробства.
- 6) Освітній блок:
- підготовка спеціалістів для галузі зрошувального землеробства;
 - дорадча допомога агровиробникам, які впроваджують системи екологічно безпечного зрошувального землеробства.
- 7) Пропагандистсько-виховний блок:
- формування природоохоронного світогляду в суспільстві, зокрема, серед працівників агросфери.
- 8) Блок міжнародного співробітництва:
- розробка й участь у реалізації міжнародних програм із зрошувального землеробства;
 - обмін досвідом між фахівцями зі зрошувального землеробства різних держав з екологічних, економічних та технологічних питань.

РОЗДІЛ 4 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Належне опанування нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та зменшення антропогенного впливу на довкілля. Необхідність економії природних ресурсів в умовах глобальних змін клімату і загострення енергетичних проблем стає найважливішою умовою екологізації та природокористування. Концепція екологічно збалансованого розвитку ґрунтується на збільшенні використання відновлювальних джерел енергії серед яких біоенергетика відіграє все більш вагомую роль. В ряді держав світу заохочується використання відновлювальних видів сировини. Для сільськогосподарських підприємств, які через несприятливі ґрунтово-кліматичні умови не можуть конкурувати на ринку продовольства, при виробництві поновлювальної сировини з'являються нові джерела доходу, що стабілізує розвиток сільських регіонів, забезпечується зайнятість і збільшуються прибутки сільського населення. Для дотримання екологічних аспектів вирощування енергетичних культур необхідно знати методи контролю та оцінки якості агротехнічних прийомів вирощування цих культур.

Контролювання показників якості робіт здійснюють у присутності виконавців.

Глибину обробітку ґрунту визначають вручну за допомогою лінійки ГОСТ 427 або глибиноміра ГОСТ 162 шляхом проведення замірів ріллі в 10-15 місцях по діагоналі ділянки.

Рівномірність глибини обробітку ґрунту встановлюють за формулою (4.1):

$$E = \frac{K \cdot 100}{H}, \quad (4.1)$$

де E – рівномірність глибини обробітку ґрунту, %;

K – найбільше відхилення фактичної глибини від заданої, см;

H – задана глибина, см.

Брилистість поверхні ґрунту визначають по діагоналі ділянки у 10 місцях на поверхні ріллі. Накладають рамку розміром 1 м х 1 м та підраховують площу всіх брил розміром більше ніж 10 см в середині рамки.

Брилистість (%), розраховують шляхом ділення сумарної площі всіх

брил на площу рамки та множенням на 100.

Глибину сівби перевіряють за середнім показником від 10 до 15 вимірювань лінійкою (ГОСТ 427) або глибиноміром (ГОСТ 162) в триразовій повторності шляхом розкриття борозенок по кожному сошнику.

Ступінь знищення бур'янів визначають шляхом накладання рамки площею 0,5 м² по діагоналі ділянки у 5 різних довільних місцях і порівнянням середньої кількості бур'янів до та після проведення обробітку.

Фактичну дозу внесення добрив визначають у польових умовах. Розкидач заповнюють певною кількістю добрив в розрахунку на 1 га (А) і вносять до повного їх використання. Потім вимірюють площу, на яку внесли добрива і розраховують фактичну дозу внесення добрив (кг/га) за формулою (4.2):

$$C = \frac{A \cdot L \cdot B}{1000}, \quad (4.2)$$

де С – фактична доза внесення добрив, кг/га;

А – рекомендована доза внесення добрив, переведена у фізичні туки, кг/га;

Л – довжина (шлях) який пройшов агрегат, м;

В – ширина захвату агрегату, м.

Відхилення фактичної дози внесення добрив (Д) від заданої (у відсотках) визначають за формулою (4.3):

$$D = \frac{A - C}{A} \cdot 100, \quad (4.3)$$

де Д – відхилення фактичної кількості внесених добрив від заданої, %;

А – норма внесення фізичних туків, кг/га;

С – фактична доза внесення добрив, кг/га.

Рівномірність внесення добрив (Е) визначають за найбільшим відхиленням (К) фактичної кількості внесення від заданої за формулою (4.4):

$$E = \frac{K}{A} \cdot 100, \quad (4.4)$$

де Е – рівномірність внесення добрив %;

К – найбільший відхил фактичної кількості від заданої, кг/га;

А – норма внесення добрив, кг/га.

Норму фактичної витрати робочого розчину пестицидів на 1 га визначають один-два рази за зміну. Для цього оприскувач заповнюють певною кількістю води (Р) і на робочій швидкості задіюють апарат до повного використання води. Вимірюють оброблену площу і розраховують фактичну витрату розчину (Q) на 1 га за формулою (4.5):

$$Q = \frac{P}{S}, \quad (4.5)$$

де Q – фактична витрата розчину, л/га;

P – кількість води в баку, л;

S – оброблена площа, га.

Норму препарату на 1 га розводять у такій кількості води, яка витрачається фактично.

Відрегулювати сівалку на задану норму можна за кількістю насінин, висіяних на одному погонному метрі. Зокрема при нормі 100, 200 і 300 тис. насінин на 1 га при міжрядді 70 см необхідно висівати відповідно 7, 14 і 21 насінини.

Перевіряють фактичну норму висіву і рівномірність підрахунком кількості висіяних насінин на одному погонному метрі рядка за формулою (4.6):

$$C = \frac{H \cdot M}{Q}, \quad (4.6)$$

де C – кількість насінин на 1 м;

H – норма висіву, кг/га;

M – ширина міжряддя, см;

Q – абсолютна маса, маса 1000 зерен в г.

Якість виконаних робіт оцінюють за показниками зазначеними у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники якості виконаних робіт

Перелік контрольованих показників		Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
1. Післязбиральне луцення			
1.1. Глибина обробітку ґрунту, см	норма	8-10	1,0
	відхилення	7-11	0,9
		6-12	0,8
		понад 2,0	0
1.2. Вирівняність (середня висота гребенів), см		до 4,0	1,0
		4,1-4,5	0,9
		4,6-5,0	0,8
		понад 5,0	0
1.3. Підрізування та знищення бур'янів, %		100	1,0
		99-95	0,9
		94-90	0,8
		менше 90	0

Перелік контрольованих показників	Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
2. Внесення добрив		
2.1. Відхилення від заданої норми внесення, %	до 5,0	1,0
	5,1-7,0	0,9
	7,1-10,0	0,8
	понад 10,0	0
2.2. Нерівномірність внесення, % для розкидачів	до 10	1,0
	10,1-15,0	0,9
	12,1-20,0	0,8
	понад 20,0	0
3. Оранка		
3.1. Нерівномірність обробляння від заданої глибини, %	до 8,0	1,0
	8,1-10,0	0,9
	10,1-15,0	0,8
	понад 15,0	0
3.2. Брилістість поверхні поля (наявність грудок більше ніж 10 см), %	менше 10,0	1,0
	10,1-15,0	0,9
	15,1-20,0	0,8
	понад 20,0	0
4. Внесення пестицидів		
4.1. Відхилення від норми витрат робочого розчину, %	до 5,0	1,0
	5,1-8,0	0,9
	8,1-10,0	0,8
	понад 10,0	0
4.2. Нерівномірність внесення розчину, %	до 8,0	1,0
	8,1-10,0	0,9
	10,1-15,0	0,8
	понад 15,0	0
5. Передпосівне культивування		
5.1. Відхилення від заданої глибини обробляння, см	1,0	1,0
	1,5	0,9
	2,0	0,8
	5,0-6,0	0
5.2. Брилістість (кількість грудок діаметром від 5см до 10см), %	відсутні	1,0
	1,0-3,0	0,9
	4,0-5,0	0,8
	понад 5,0	0
6. Сівба		

Перелік контрольованих показників	Рівень якості виконання операцій	Коефіцієнт якості
6.1. Відхилення від норми висівання насіння, %	до 5,0	1,0
	5,1-10,0	0,9
	10,0-15,0	0,8
	понад 15,0	0
6.2. Відповідність глибини загортання, см: для легких ґрунтів;	4,0-8,0	1,0
	0,5	0,9
	1,0	0
для важких ґрунтів.	1,0-1,5	1,0
	0,5	0,9
	1,0	0
6.3. Вирівняність поверхні засіяного поля (висота гребнів), см	до 4,0	1,0
	4,1-5,0	0,9
	5,1-6,0	0,8
	понад 6,0	0
7. Догляд за посівами		
7.1. Ступінь механічного пошкодження рослин, %	пошкоджень немає	1,0
	до 0,3	0,9
7.2. Знищення бур'янів, %	90-100%	1,0
	менше 70%	0
8. Збирання		
8.1. Загальні втрати насіння, %	до 4,0	1,0
	4,1-8,0	0,9
	8,1-10,0	0,8
	понад 10,0	0
8.2. Загальні пошкодження насіння та досушування, %	до 0,5	1,0
	0,6-0,7	0,9
	0,8-1,0	0,8
	понад 1,0	0

ВИСНОВКИ

1. Природно-кліматичні умови та потужний народно-господарський потенціал Південного Степу України дозволяє розпочати масштабне вирощування енергетичних культур як на неполивних, так і на зрошуваних землях. Крім того, внаслідок наявності кваліфікованих фахівців у сільськогосподарській та переробній галузях, можливості розробки вітчизняних та освоєння найкращих світових технологічних розробок є можливість створити потужні кластери виробництва альтернативних видів біопалива з повним циклом від вирощування біоенергетичних культур до переробки і реалізації готової продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках.

2. При вирощуванні біоенергетичних культур важливе значення мають заходи щодо екологічному обґрунтуванню технологій виробництва альтернативних видів палива. Зазначені складові елементи мають утворювати єдину систему еколого-безпечного землеробства на зрошуваних і неполивних землях, які за умов координації між водогосподарськими організаціями, агровиробниками та науковцями, дасть можливість отримувати високі й стабільні врожаї енергетичних культур, підвищить економічну ефективність та екологічну безпеку сільськогосподарського виробництва в умовах Південного Степу України.

3. В останні роки значно збільшився інтерес свчених і товаровиробників сільськогосподарської продукції до цукрового сорго, як універсальної культури харчового, кормового та промислового призначення. Крім того, сорго може бути джерелом дешевої сировини для виробництва різних видів біопалива. Ця рослина має унікальні біологічні властивості, а саме – здатність акумулювати в стеблах значну кількість розчинних вуглеводів навіть при несприятливих ґрунтово-кліматичних умовах. Завдяки високій посухостійкості, низькій потребі у воді та короткому вегетаційному періоду вчені й практики розглядають цукрове сорго як найбільш перспективну енергетичну культуру, придатну для вирощування на малопродуктивних землях.

4. У виробництві енергії використовують швидкорослі дерева й багаторічні трави з швидким відновленням після скошування та високими приростами урожаю біомаси. Ці культури є маловимогливими до ґрунтово-кліматичних умов, в результаті багаторічного беззмінного вирощування покращують структуру ґрунту, а опале листя і кореневі залишки, що залишаються в ґрунті, здатні покращувати його родючість. Територія України має земельні площі, на яких з успіхом можна вирощувати енергетичні рослини, зокрема міскантус. Це дозволить ефективно використовувати незайняті малородючі ділянки і задіяти їх для отримання нового виду сільгосппродукції (біоенергетичної сировини), забезпечить

енергетичну незалежність нашої держави.

5. При вирощуванні амаранту свба при температурі 18-20°C в 0-10 см шарі ґрунту забезпечує одержання своєчасних сходів з мінімальним впливом забур'яненості на перших етапах розвитку. При закономірному зниженні вмісту білка та олії в зерні за умов сівби 15 травня їх загальний збір зростає за рахунок підвищення врожайності на 49,1%. Серед елементів мінерального живлення рослин амаранту на темно-каштанових ґрунтах вирішальне значення належить азоту. Фосфорні та калійні добрива не впливають на підвищення урожайності цієї культури. Найбільш ефективну, для реалізації продуктивного потенціалу амаранту, слід вважати розрахункову норму мінеральних добрив, яка забезпечує одержання найвищого урожаю зерна 26,1 ц, або 17,2 ц прибавки, з максимальним збором білка – 303,5 кг та олії – 120,7 кг/га. Високий енергетичний коефіцієнт і низька енергоємність продукції при високих показниках економічної ефективності та окупності мінеральних добрив дають підставу вважати розрахункову норму добрив оптимальною.

ІТЕРАТУРА

1. Алабушев А.В. Способы основной обработки почвы при возделывании зернового сорго / А.В. Алабушев, Н.В. Шишкин, А.И. Стешенко // Кукуруза и сорго. – 1996. – №6. – С. 15-16.
2. Алабушев А.В. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / Алабушев А.В., Анипенко А.Н., Гурский Н.Г. и др. – Ростов-на-Дону: Книга, 2003. – 368 с.
3. Альтернативное использование продуктов переработки и сельскохозяйственных отходов для экономического производства топливных гранул (пеллет из биомассы): эффективное использование в условиях Украины (Scopus) - журнал «Canadian Journal of Agricultural Economics» (Канада, США)
4. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств / В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
5. Афендулов К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лантухова. – М.: Колос, 1973. - 236 с.
6. Ахмедов А.А. Основные приемы выращивания сорго в Чечено-Ингушской АССР / А.А. Ахмедов // Сб. Сорго. – М.: МСХСССР, 1961. – С. 128-135.
7. Барвиченко В.М. Вынос питательных веществ зеленой массой / В.М. Барвиченко // Кукуруза и сорго. – 1985. – № 6. – С. 24-25.
8. Биленко П.Я. Сорго в одновидовых и смешанных посевах / П.Я. Биленко, Н.Я. Шевников // Кормопроизводство. 1985. - № 12. - С. 30-31.
9. Биленко П.Я. Урожай и кормовая ценность зеленой массы злаково-соевых посевов в зависимости от удобрений / П.Я. Биленко, Н.Я. Шевников // Науч. тр. Харьк. СХИ. – 1986. -Т. 319. - С.39-45.
10. Биоэнергетика как инструмент обеспечения устойчивого развития инновационной экономики Украины (Scopus) – журнал «Growth and competitiveness factors» (Польша, Варшава)
11. Білозор Л.В. Особливості формування ринку інноваційної продукції в аграрній сфері / Л.В. Білозор // Економіка АПК. – 2005. - №2. – С.106-111.
12. Бондаренко В.П. Сорго в зеленом конвейере / В.П. Бондаренко, Ю.Ф. Олексенко // Кукуруза и сорго. 1985. - № 6. - С. 26-27.
13. Борина Л.П. Опыт возделывания смешанных посевов сорго и соей и сорго с кукурузой / Л.П. Борина, Н.Г. Березкин. – Информационный листок Краснодарского МТЦНТИ. – № 476-89. – 4 с.
14. Борисова В.А. Економіко-екологічні засади аграрного землекористування / В.А. Борисова // Економіка АПК. – 2001. - № 7. –

С.16-22.

15. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії. Навчально-методичний посібник/ Є.А. Бузовський. – К.: ННІ ПО НАУ, 2007. –21.
16. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії. Навчально-методичний посібник/ Бузовський Є.А. – К.: ННІ ПО НАУ, 2007. –21.
17. Вавилов Н.И. Проблемы селекции. Роль Евразии и нового света в происхождении культурных растений // Избранные труды, Т. II. – Л.: Ленинградское отделение академии наук СССР. -1965.-519 с.
18. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. –Л.: Наука, 1987. - 440 с.
19. Вітков М.С. До теоретичних і методологічних засад інтенсифікації аграрного виробництва / М.С. Вітков // Економіка АПК. – 2004. - №11. – С.33.
20. Волкова Л.Д. Сорго и сорго-суданковые гибриды в Запад. Сибири // Науч.-техн.бюл. СО ВАСХНИЛ, 1983 – 53 с.
21. Волощенко С. Сорго плюс соя. – М., 1984. - С. 4-31.
22. Гавриш В.І. Обґрунтування стратегії щодо використання рослинної сировини для виробництва дизельного біопалива // Економіка АПК. – № 12. –2007.– С.28-35.
23. Гавриш В.І. Формування цін на пальне рослинного походження // Економіка АПК. - 2006. - №12. - С.93-99.
24. Гайко Н.Т., Бескровный В.И., Корнеев А.Г. Сорго ценная кормовая культура. - Ростов-на-Дону: РГУ, 1984. – С. 35-38.
25. Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б., Марчук О.О., Герасименко Л.А. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність та вуглеводний склад цукрового сорго // Цукрові буряки. – 2011. – № 5. – С. 14-16.
26. Гиренко А.П., Богатая З.Ф. Продуктивность сорго-суданковых гибридов в зависимости от способа посева и норм высева семян // Бюл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1970. - Вып.5. - С. 27-31.
27. Голубева Г.С. Достижения в технологии возделывания сорго. – М.: Колос, 1983. – 41 с.
28. Горпиниченко С.И. Перспективы производства биоэта-нола из сорго / С.И.Горпиниченко, В.В. Ковтунов // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 4. – С. 27-33.
29. Данилишин Б. Науково-інноваційне забезпечення сталого економічного розвитку України / Б. Данилишин, В. Чижова // Економіка України. – 2004. - №3.- С.4-11.
30. Демиденко Б. Г. Сорго. – М.: Сельхозиздат, 1957. – 158 с.
31. Демин В. А. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные

- культури в севообороте.- М.: Изд-во ТСХА, 1981. – 93 с.
32. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – К., 2015. – 229 с.
33. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – Київ., 2008. – 229 с.
34. Дишлюк С.М. Світові тенденції виробництва олійних культур та перспективи використання біодизеля // Економіка АПК.- 2008. - №1. – С. 145-150.
35. ДНАОП 2.00-1.01-00 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені Міністерством праці та соціальної політики України від 11.08.2000р.
36. Добрива на півдні України. – Одеса: Маяк, 1971, 221с.
37. Добрива на півдні України. – Одеса: Маяк, 1971. – 221с.
38. Добрынин В. А. Экономика сельского хозяйства [3-е изд., перераб. и доп.] / В. А. Добрынин. – М. : Агропромиздат, 1990. – 467 с.
39. Добрякова Е. П. Урожайность смесей сорго и сои в зависимости от способа посева // Научно-обоснованное производство и использование кормов в Поволжье: Сб. научных трудов. – Саратов, 1989. - С. 35-40.
40. Драненко И. А. Сорго. – Ставрополь, 1957. - 32 с.
41. ДСП 8.8.1.2.001-98 Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві.
42. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Конеченков А.Є., Драгнєв С.В. Енергетичний гектар України // Посібник Українського хлібороба / Міністерство аграрної політики України. – 2007. - С. 218 – 227.
43. Еденбаев Д. Выращивание программированных урожаев сорго на силос // Земледелие. – 1987. - № 5. - С.39-40.
44. Жигулев А.К. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и качество сахарного сорго / А.К. Жигулев В.М. Конов // Агрохимия. – 1985. - № 11. - С. 51-58.
45. Жуйков Г.Є. Порівняльна економіко-енергетична оцінка вирощування основних с.-г. культур на Півдні України / Г.Є. Жуйков, О.М. Димов // Вісник аграрної науки південного регіону. - 2000. - № 2. – С. 85-89.
46. Жукова М.П. Выбор и обоснование элементов технологии возделывания сорго / М.П. Жукова, П.П. Гончар-Зайкин // Кормопроизводство.– 2002. – №4. – С. 22-24.
47. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (эколог-генетические основы). –Кишинев: Штиинца, 1999. – 768 с.
48. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (эколог-генетические основы). –Кишинев: Штиинца, 1999, – 768 с.
49. Жученко А.А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / А.А. Жученко, Д.И. Афанасьев. – Кишинев, 1988. - С. 45-53.
50. Забарний Г.М., Шурчков А.В. Енергетичний потенціал нетрадиційних

- джерел енергії України. – К.: ПТФ НАНУ, 2002. – 211 с.
51. Заварзин А.И. Сорго / А.И. Заварзин, А.П. Царев. – Саратов, 1989. – 56 с.
 52. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
 53. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессрабова, Л.Д. Халенеева, О.А. Антонова. - 2 изд., доп. и перераб. – М.: Агропроиздат, 1989. – 239 с.
 54. Зубенко В.Х. Сорго-суданковый гибрид высокоурожайная культура / В.Х. Зубенко, К.С. Сейпулаев // Кормопроизводство. - 1986. - № 1. - С.42-45.
 55. Инструкция по апробации сортовых посевов. – М: Колос, 1979. – 185 с.
 56. Интенсивная технология возделывания и использования сорго: Сборник научных трудов. – зерноград, 1986. – 154 с.
 57. Ирисов А.С. Спирт как моторное топливо // Гос. научно-техническое изд-во по машиностроению, металлообработке и черной металлургии. – М.-Л.,1933. – 136 с.
 58. Исаков Я.И. Сорго. - 2 изд., перераб. и доп. / Я.И. Исаков. – М.: Россельхозиздат, 1982. - 134 с.
 59. Ищин А.Г. Динамика содержания сахаров в вегетативной массе сорго / А.Г. Ищин, И.Г. Ефремова // Селекция, биология и агротехника сорго. – зерноград, 1984. - С. 54-56.
 60. Кабак О.О. Актуальні проблеми використання біоенергетичних ресурсів в АПК України / О.О. Кабак // Вісник Житомирського державного технологічного університету. / Економічні науки. – 2013. – № 55. – С. 202 – 209.
 61. Кабак О.О. Аналіз потенціалу альтернативної енергетики в Миколаївській області / О.О. Кабак // матеріали регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу (Миколаїв, 18 – 20 квітня 2012 р.) / М-во аграрної політики та продовольства України, Миколаївський національний аграрний університет, 2012. – 234 с. [С. 111-113].
 62. Кабак О.О. Биоэкономика как перспектива инновационного развития страны / О.О. Кабак // Актуальные проблемы управления экономики: теория и практика (Воронеж, 12-13 сентября 2013 г.). – Воронеж, 2013. – 335 с. [С.181-183].
 63. Кабак О.О. Еколого-енергетичний аналіз вирощування біоенергетичних культур / О.О. Кабак // Нові технології вирощування сільськогосподарських енергетичних культур (Київ, 14-16 грудня 2013р). – Київ: М-во аграрної політики та продовольства України, НУБіП, 2013. – 354 с. [С.84-86].

64. Кабак О.О. Економічний потенціал енергетичних культур / О.О. Кабак // Сучасні вектори економічного розвитку (Харків, 2011 р) / Нац. академія агр. наук України, Нац. наук. центр «Інститут аграрної економіки». – Київ. : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2011. – 340 с. [С.140-143].
65. Кабак О.О. Економічні проблеми використання енергетичних ресурсів сільськогосподарських підприємств / О.О. Кабак // Розвиток країн в умовах глобалізації: технологічні, економічні, соціальні та екологічні проблеми: матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, (Тернопіль, 23 – 24 травня 2013 р.) / М-во аграрної політики та продовольства України, Тернопільська ДСГДС. – Тернопіль. : Крок, 2013. – 203 с. [С.77-78].
66. Кабак О.О. Забезпечення ефективного використання біоенергетичних ресурсів в АПК / О.О. Кабак // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2013. – №57. – С. 156 – 163.
67. Кабак О.О. Методичні рекомендації щодо економічної та еколого-енергетичної оцінки виробництва та використання біоенергетичних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах / О.О. Кабак. – Миколаїв: МНАУ, 2014.– 31 с.
68. Кабак О.О. Перспектива впровадження різних сортів цукрового сорго у біоенергетику / О.О. Кабак, О.А. Коваленко // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012. – №47. – С. 106 – 111.
69. Кабак О.О. Розвиток альтернативних джерел енергії в Україні / О.О. Кабак // Стратегія економічного розвитку харчової промисловості та забезпечення продовольчої безпеки країни, (Одеса, 29 – 31 жовтня 2012 р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Одеська нац. акад. харчових технологій. – Одеса. : Фенікс, 2012. – 248 с. [С.79-82].
70. Кабак О.О. Розробка економіко-математичної моделі врожаю енергокультур / О.О. Кабак // Таврійський науковий вісник. – 2008. – Випуск 57.– С. 289 – 294.
71. Кабак О.О. Україна на шляху до «зеленого» зростання / О.О.Кабак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2011. – № 3(54). – С. 134-137.
72. Калетник Г.М. Розвиток ринку енергетичних культур для виробництва біоетанолу // АгроІнком. – 2008. - № 5 – 6. – С.10 – 15.
73. Каплуновский С.П. Возделывание и кормовое использование сорго в засушливой степной зоне УССР / С.П. Каплуновский // Сорго. М.: изд. МСХ СССР, 1961. – С. 89-97.
74. Кеферов К. Смешанные посевы кукурузы с сахарным сорго при возделывании на зерно и силос / К. Кеферов, В. Татуев // Рекомендации по интенсификации и повышения качества с.-х. продукции в Кабардино-Балкарии. – Нальчик, 1977. - С.98-104.

75. Кириленко І.Г. Виробництво альтернативного пального як відповідь на сучасні виклики глобалізації // Економіка АПК. –2006. – №11. С.9 –12.
76. Коломиец Н. Что может дать сорго / Н. Коломиец // Сельские зори. –1985. – № 12. - С. 41-42.
77. Комплексные исследования по селекции сорго: Сборник научных трудов. – Зерноград, 1987. – 166 с.
78. Кононов В.М. Эффективность однолетних кормовых культур в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области / В.М. Кононов, И.А. Пиманов // Научно обоснованное производство и использование кормов в Поволжье: Научные труды ВНИИЖК. – Саратов, 1989. - С.79-84.
79. Коренев Г.В. Растениеводство / под ред. Коренева Г. В., 2-е изд., доп. и перераб. / Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. – М.: Колос, 1983. - 511 с.
80. Корма: Справочная книга / В.А. Бондарев, Е.С. Воробьев, В.С. Гульцев и др. / Под ред. М.А. Смурыгина. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
81. Коростянова Р.С. Преимущество смешанных посевов / Р.С. Коростянова // Кукуруза и сорго. – 1989. - № 2. - С. 35-36.
82. Красненков С.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на врожайність зернового сорго / С.В. Красненков // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – 1999. – №9. – С. 38-40.
83. Красненков С.В. Рациональные приемы применения минеральных удобрений под сорго в Степени УССР / С.В. Красненков // Материалы 4 всесоюзного научн.-техн. конф. молодых ученых по пробл. кукурузы. - Днепропетровск, 1985. – Ч. 1. - С. 176-178.
84. Крылов А.В. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы высева / А.В. Крылов, В.И. Филатов // Кукуруза и сорго. – 2002. – №3. – С. 21-24.
85. Кузнецов М.И. Опыт возделывания сорго в Оренбургском институте молочно-мясного скотоводства / М.И. Кузнецов // Сорго. – М.: Изд. МСХ СССР, 1961. - С. 141-145.
86. Кукуруза и сорго. – М.: Агропромиздат, 1991. – 50 с.
87. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высш. шк., 1982. – 314 с.
88. Лапа О.М. Вирощування зернового сорго в умовах України / Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я., Барбарук В.Т., Фарафонов В.А., Чикалюк П.Б. – К.: Глобус-Принт, 2008. – С. 52-59.
89. Лачуга Ю.Ф. Нетрадиционная энергетика в сельском хозяйстве / Ю.Ф. Лачуга // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. – Зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 9-14.
90. Лачуга Ю.Ф. Нетрадиционная энергетика в сельском хозяйстве /

- Ю.Ф. Лачуга // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. – зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 9–14.
91. Леуто И.Э. Зерновые культуры на мелиорированных землях / И.Э. Леуто, С.В. Кулеш. – Минск: Урожай, 1981. – С. 54-59.
92. Лупашко-Стальсый И.П. Некоторые экономические вопросы производства и использования сорго в США / Лупашко-И.П. Стальсый. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1974. – 128 с.
93. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
94. Макаров Л.Х. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія / Л.Х. Макаров, М.В. Скорий. – Херсон – Айлант, 2009, 224 с.
95. Макаручук О.Г. Світові та вітчизняні тенденції розвитку виробництва біопального // Економіка АПК. - 2008. - №7. - С.152-155.
96. Максименко Л.Д. Смешанные посевы кукурузы и сорго / Л.Д. Максименко.– М.: Колос, 1964. 72 с.
97. Малиновский Б.Н. Проблемы и перспективы производства и использования новых энергетических технологий в сельскохозяйственном производстве России / Б.Н. Малиновский // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве. Сб. науч. тр. – зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 81–86.
98. Малиновский Б.Н. Проблемы и перспективы производства и использования новых энергетических технологий в сельскохозяйственном производстве России / Б.Н. Малиновский // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве. – Сб. науч. тр.– зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 81–86.
99. Малиновский Б.Н. Влияние удобрений и накопление сахаров в сорго / Б.Н. Малиновский, А.А. Смиловенко // Кукуруза и сорго. – 1985. - № 6. - С. 25-26.
100. Малиновский Б.Н. Сахарное сорго / Б.Н. Малиновский // Кукуруза и сорго. - 1988. – Ч. 5. - С. 26-27.
101. Малиновский Б.Н., Образцы сорго для селекции сорго с повышенным содержанием сахаров / Б.Н. Малиновский, Л.А. Смиловенко // Селекция и семеноводство. -1986. – № 5. - С. 29-30.
102. Малых И.П. Густота растений в смешанном посеве кукурузы, сорго и сои / И.П. Малых // Резервы создания полноценной кормовой базы в Зап. Сибири: Сб. науч. тр. Ом. СХИ, 1984. – С. 8-14.
103. Мангуш П.А. Агроклиматическое обоснование возделывания сорго / П.А. Мангуш // Кукуруза и сорго. – 1998. – №2. – С. 20-22.

104. Масло І.П., Віршовка М.І., Калінчик М.В., Вишнівський П.С. Еколого-економічне обґрунтування використання та виробництва моторного палива на основі ріпакової олії для виробників сільськогосподарської продукції // Економіка АПК. – 2004. - №11. – С.30-33.
105. Массино И.В. Состояние и перспективы производства сорго в Узбекистане / И.В. Массино. – Ташкент, 1977. – 32 с.
106. Махортов Ю.А. Еколого-економічна оцінка системи застосування мінеральних добрив / Ю.А. Махортов // Вісник аграрної науки. – 2001. - №7. – С. 64-66.
107. Медведев Г.А. Продуктивность зернового сорго в зависимости от предпосевной подготовки почвы и нормы высева / Г.А. Медведев, А.М. Кулешов // Кукуруза и сорго. – 1997. – №5. – С. 19-20.
108. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в с.-г. виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. - К. Урожай, 1988.- 206 с.
109. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – К. : Урожай, 1986. – 117 с.
110. Методические указания по производству гибридных и сортовых семян сорговых культур. – М.: Колос, 1968. – 48 с.
111. Микитенко В.В. Інноваційні підходи до оцінки прогнозування ефективності технологій / В.В. Микитенко // Проблеми науки.- 2002.- №3.-С. 32-34.
112. Муминов Х.Р. Возделывание сорго (джугары) в Каракалпакии / Х.Р. Муминов. – Ташкент: Фан, 1977. - С. 86.
113. Назаров Ю.И. Определение оптимальных доз минеральных удобрений для силосного сорго / Ю.И. Назаров // Селекция и семеноводство сорго. – Зерноград, 1985. - С. 120-127.
114. Назаров Ю.И. Расчет доз удобрений под сорговые культуры / Ю.И. Назаров, Н.А. Шепель // Вестн. с.-х .науки. – 1986. - № 6. - С. 67-72.
115. Насер А.С. Продуктивность и качество поздних яровых культур в чистых и смешанных посевах на корм без полива на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья : автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Насер Абади Сайд. – Краснодар, 1993. - 16 с.
116. Немгиров Д.В. Сорговые культуры на черноземах Калмыкии / Д.В. Немгиров, М.М. Оконов // Кормопроизводство. – 2004. - № 4. - С. 23-25.
117. Немудров А.И. Для получения высокобелковых кормов (сорго с долихосом) / А.И. Немудров // Сел. хоз-во Туркменистана. – 1987. – № 4. - С. 22.

118. Ненайденко Г.Н. Рациональное применение удобрений при интенсивных технологиях зерновых в Нечерноземье / Г.Н. Ненайденко, М.Ф. Трифонова. – М.: Агропромиздат, 1991. - 223 с.
119. Ничипорович А.А. О фотосинтезе растений / А.А. Ничипорович. – М., 1948. - 32 с.
120. Огурцов В.Н. Итоги работ по селекции и семеноводству суданской травы и сорго в Куйбышевской области / В.Н. Огурцов // Селекция и семеноводство полевых культур. – Ульяновск, 1977. - С. 41-450.
121. Огурцов В.Н. О сравнительной оценке новых сорго-суданковых гибридов и методах их семеноводства / В.Н. Огурцов // Пути увеличения производства растительных кормов и улучшения их качества / Труды Ульяновского СХИ. – Ульяновск, 1975. - С. 71-76.
122. Олейник П.П. Сахарное сорго в ЦЗП / П.П. Олейник // Сорго. – М.: Изд.-во МСХ СССР, 1961. - С. 136-140.
123. Олексенко Ю.Ф. Агротехнические основы возделывания сорго в степи Украинской ССР : автореф. дисс. д-ра с.-х. наук / Ю.Ф. Олексенко. – Харьков, 1984. - 44 с.
124. Олексенко Ю.Ф. Минеральные удобрения и продуктивность сорго / Ю.Ф. Олексенко, С.В. Красненков // Кормопроизводство. – 1987. - № 5. - С. 28-29.
125. Олексенко Ю.Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго / Ю.Ф. Олексенко. – К.: Урожай, 1986. – 80 с.
126. Олексенко Ю.Ф. Как продлить период использования сорго и суданки / Ю.Ф. Олексенко // Кормопроизводство. – 1983. - № 6. - С.20-21.
127. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні, - К., Офіційне видання, 2015 р.
128. Подозерный С.Н. Особенности выращивания сорго в Херсонской области / С.Н. Подозерный // Сорго. – М.: Изд.-во МСХ ССР, 1961. - С. 98-103.
129. Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджені наказом МВС України від 22.06.95 №400.
130. Рекомендації по вирощуванню сорго у степовій зоні Української РСР. – К.: Урожай, 1977. – С. 32-34.
131. С.И.Горпиниченко, В.В. Ковтунов. Перспективы производства биоэтан-ола из сорго // Зерновое хозяйство России. – 2009. – № 4. – С. 27-33.
132. Свиридов А.М. Скоростиглі гібриди сорго / А.М. Свиридов, В.Т. Барбарук, В.А. Фарафонов // Пропозиція. – 2006. – №5. – С. 44-45.
133. Селекция, агротехника и экономика производства сорго: Сборник научных трудов. – Зерноград, 1989. – 212 с.
134. Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в

- основных зонах страны // Сборник научных трудов. – Днепропетровск, 1984. – 130 с.
135. Смиловенко П.А. Продуктивность соргового поля / П.А. Смиловенко // Кормопроизводство. – 1995. – №3. – С. 29-32.
136. Смиловенко Л.А. Оценка образцов сахарного сорго в условиях Ростовской области / Л.А. Смиловенко // Селекция и семеноводство сорго: сб. науч. тр. ВНИИ сорго. – 1985. – С. 28-32.
137. Смиловенко Л.А. Характеристика коллекции сахарного сорго по содержанию сахара / Л.А. Смиловенко // Селекция, биология и агротехника сорго. – зерноград, 1984. – С. 51-53.
138. Смолієнко Н.Д. Методичні рекомендації до складання і розрахунку технологічних карт на вирощування і збирання сільськогосподарських культур / Н.Д. Смолієнко, С.М. Торська, Г.Є. Паламарчк, І.О. Гарболінський. – Херсон : Колос, 2007. – 34 с.
139. Совместный посев кукурузы и сорго на зеленый корм и силос (Венгрия) // Науч.-произв. опыт в сел. хоз-ве. – 1987. – С. 13-14.
140. Сорго – ценная кормовая культура: Сборник научных трудов. – Ростов, 1984. – 80 с.
141. Соргові культури: монографія Макаров Л.Х. – Херсон: Айлант, 2006, 263 с.
142. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія Макаров Л.Х., Скорий М.В. – Херсон – Айлант, 2009, 224с.
143. Сорокин В.А. Некоторые вопросы возделывания сорго на силос в орошаемом земледелии Астраханской области / В.А. Сорокин // Труды Астрах. с.-х. оп. станции, 1967. – Вып. 2. – С. 108-116.
144. Сроки посева и продуктивность сорго в предгорностепной орошаемой зоне Казахстана // С.-х. экспресс- информ., 1983. – №20.-С. 35-36.
145. Стропа И.Г. Общее семеноведение полевых культур / И.Г. Стропа. – М.: Колос, 1966. – 164 с.
146. Сунатов М.С. Минеральные удобрения на смешанных посевах сорго с соей / М.С. Сунатов // Сел. хоз-во Таджикистана. – 1985. – № 10. – С. 50-53.
147. Тараненко В.И. Сорго как кормовая культура / В.И. Тараненко. – Харьков: Изд-во Харьк. с.-х. ин-та, 1969. – 184 с.
148. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю.О. Тараріко // Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. – К.: ДІА, 2011. – 576 с.
149. Тахтаров В.П. Основная обработка почвы под сорго / В.П. Тахтаров // Земледелие. – 2003. – №2. – С. 25-26.
150. Телитников Н.Я. Кормовые свойства силоса из сахарного сорго

- / Н.Я. Телитников, Б.М. Михальчевский // Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны. Днепропетровск, 1984. – С 104-109.
151. Телих К.М. Сравнительная оценка продуктивности сорго в Тульской области / К.М. Телих // Крмопроизводство. 2005 - № 2. - С. 19-21.
152. Тетюнник Б.А. Сроки сева и густота растений сорго при выращивании на зерно и силос в условиях юга Украины / Б.А. Тетюнник // Корма и кормопроизводство. – К.: Урожай, 1982. – Вып. 13. - С. 26-28.
153. Типенок Л.Н. Хранение семян сорго / Л.Н. Типенок. – М.: Колос, 1984. – 46 с.
154. Ткаченко Ф.М. Силосные культуры / Ф.М. Ткаченко, А.П. Синицына, Г.В. Чубарова. – М.: Колос, 1974. - 227 с.
155. Тохтаров В.П. Возделывание сорго в чистых и смешанных посевах в нижнем Поволжье / В.П. Тохтаров // Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны.– Днепропетровск, 1984. – С. 89-97.
156. Трибель С.О. Совки / Трибель С.О., Федоренко В.П., Лапа О.М. – К.: Колобіг, 2004. – С. 72.
157. Устенко З.Ф. Агротехника сорго на зерно, силос и зеленый корм в юго-западных районах Одесской области З.Ф. Устенко // Сорго. Изд. МСХ СССР, 1961.– С. 104-106.
158. Ушкаренко В.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В.О. Ушкаренко, П.Н. Лазар, А.І. Остапенко, І.О. Бойко. – Херсон : Колос, 1997. – 21 с.
159. Фарафонов В.А. Сорго – потенційно стратегічна культура / В.А. Фарафонов // Хімія. Агрохімія. Сервіс. – 2003 – №17. – С. 4.
160. Фатеева О. Ценная культура / О. Фатеева, С. Дюсембеков // С.-х. хоз-во Казахстана. – 1984. - № 1. - С. 29-30.
161. Филатов Ф.И. Основные вопросы агротехники сорго в Поволжье / Ф.И. Филатов // Сорго. – М.: Изд. МСХ СССР. 1961. - С.112-114.
162. Филиппова Н.И. Сорго как сырье для производства крахмалопродуктов / Н.И. Филиппова. – М., 1978. – 40 с.
163. Хлиннюк С.А. Биологические особенности и селекционная ценность сортов и образцов сахарного сорго в условиях Северного Казахстана : автореф. дисс... канд. с.х. наук / С.А. Хлиннюк. – Санкт-Петербург, 1993. - 16 с.
164. Худенко М.Н. Продуктивность чистых и смешанных посевов кукурузы и сорго / Худенко М.Н., Анюшин Е.И., Анютина Р.И., Тихомирова Е.И. // Научно обоснованное производство и пользование

- в Поволжье: Сб. научных трудов ПНИИЖК. – Саратов, 1989. - С. 26-34.
165. Цупенко Н.Ф. Климат Украины и урожай / Н.Ф. Цупенко. – К.: Урожай, 1975. – 50 с.
166. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности / Г.М. Шекун. – М.: Колос, 1964. – 140 с.
167. Шекун Г.М. Культура сорго в юго-западных районах СССР / Г.М. Шекун, И.А. Драненко. – Кишинев: Катря Молдовенескэ, 1968. – 159 с.
168. Шекун Г.М. Культура сорго на корм / Г.М. Шекун. – Кишинев: Катря Молдованяска, 1969. - 131 с.
169. Шепель М.А. Соргові культури просяться на лани України / М.А. Шепель // Пропозиція. – 2004. – №6. – С. 54-55.
170. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура / Н.А. Шепель. – Симферополь: Таврия, 1989. – 192 с.
171. Шепель Н.А. Сорго. – Волгоград, 1994. – 448 с.
172. Шепель Н.А. Селекция и семеноводство гибридного сорго / Н.А. Шепель. – Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского университета, 1985. - 256 с.
173. Шиплятников И.Д. Возделывание сорго в условиях Волгоградской области / И.Д. Шиплятников, В.П. Стоканов. – Волгоград, 1966. – 35 с.
174. Шиповский А.К. Повышение устойчивости зерновых культур к полеганию / А.К. Шиповский. – Минск: Урожай, 1983. - 111 с.
175. Шорин П.М. Технология возделывания и использования сахарного сорго / П.М. Шорин. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 187 с.
176. Шурыгина А.В. Способы и нормы высева сахарного сорго на светло каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.В. Шурыгина, В.Г. Соколов // Проблемы биол., селек. и тех. возделывания и переработки сорго. – Волгоград, 1992. - С. 16-18.
177. Щербаков В.Я. Зерновое сорго / В.Я. Щербаков. – К.: Выща шк., 1983. – 191 с.
178. Щербаков В.Я. Сорго: засміченість посівів за різних прийомів вирощування / В.Я. Щербаков // Захист рослин. – 1997. – №9. – С. 11.
179. Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник з енергоощадності та відновних джерел енергії. – Вид. 4-е, допов. і перероб. – Ужгород: Вид-во В.Падяка, 2007. – 340 с.
180. Agronomic and nutritional evaluations of forage sorghum silage // South Louisiana Exper. St. – 1978. – P. 181-188.
181. Annual Energy Outlook 2007 with Projections to 2030 ([http://www.eia.gov/oiaf/archive/aeo07/pdf/0383\(2007\).pdf](http://www.eia.gov/oiaf/archive/aeo07/pdf/0383(2007).pdf))
182. Ball R. O. Water analytic indexing and scoring / R. O. Ball, R. Z. Church // J. Environ. Eng. Div. – 1980. – Vol. 106. – P.757-771.
183. Bishop C. Extremely well-written, up-to-date. Requires a good

- mathematical background, but rewards careful reading, putting neural networks firmly into a statistical context / C. Bishop // *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford: University Press, 1995. – P. 124-129.
184. Bonnel M. How can we pass from ideas to actions? Program role HELP / M. Bonnel // *Water Resour. Develop.* – 2004. – Vol. 20. – № 3. – P. 12-14.
 185. Brase P. Successful implementation of computerized irrigation scheduling / P. Brase // *Irrigation scheduling for water and energy*. – 1981. – P. 213-218.
 186. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently / J. Bright // *New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference*. – 2002. – P. 185-188.
 187. Definitions of sustainable, agriculture a brief review // *Agrochemical News in Brief*. – 1990. – Vol. 13. – № 2. – P. 11.
 188. Dupont G. Oscillations and waves of ions calcium: insights from theoretical models / G. Dupont, A. Goldbetter // *Bioessays*. – 1992. – № 14. – P. 485-493.
 189. Effects of seedling rates with grain sorghum for silage grain production. – Louisiana dairy and experimental station. 1978. – P. 11-13.
 190. Factor of safety method application pollution / A. Lreen, T. Buckley, D. Rio et al // *Atm. Environ.* – 1987. – Vol. 14. – № 3. – P. 137-144.
 191. Faugere L. Astion oles pollutans atmospheriques sur les pierres en ceuore / L. Faugere, P. Dufoirf, G. Derion. – *Poll. Atm.* 1980. – Vol. 22. – № 86. – P. 239-242.
 192. Financing of water infrastructure / Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure // *Camdessus panel*. – GWP, 2003. – 44 p.
 193. Forman R. Landscape Ecology / R. Forman, M. Lodron. – New York, 1986. – 619 p.
 194. Frasier G. Runoff farming – Irrigation technology of the future. Future irrigation strategies / G. Frasier // *Visions of the Future. Proceedings of the 5-rd National Irrigation Symposium, 2003*. – Phoenix. – P. 124-137.
 195. Gilman E. F. Irrigation and Container Type Impact Red Maple / E. F. Gilman // *Journal of Agriculture*. – 2003. – № 29. – P. 31-36.
 196. Harris T. Transference of computerized irrigation cost budget generator / T. Harris, M. Glover, T. Wood, C. Ulrich // *The Nevada experience. Computers Electronics in Agronomy*. – 1998. – № 5. – P. 161-165.
 197. Hess T. M. Irrigation advisory services: experiences in the UK / T. M. Hess, J. W. Knox // *FAO/ICID International Workshop on Irrigation Advisory Services and Participatory Extension in Irrigation Management*. – Montreal, 2002. – P. 21.
 198. Hillel D. Salinity Management for Sustainable Irrigation / D. Hillel // *AgroTech*. – 2000. – Vol. – P. 34-37.
 199. <http://journal.agrosector.com.ua/archive/19/336>

200. <http://journal.agrosector.com.ua/archive/19/336>.
201. http://sorgo.inf.ua/index_4_12.html.
202. <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/766-2011-12-14-10-55-44.html>.
203. <http://www.autoeco.info/makebe.php>
204. <http://www.bioethanol.ru/bioethanol/technology>.
205. <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologii-vozdelyvaniya-sakharnogo-sorgo-v-smesi-s-kukuruzoi>.
206. <http://www.ecosystema.ru/07referats/cultrast/005.htm>.
207. http://www.gea-pe.ru/gpru/cmsresources.nsf/filenames/Bioethanol_01.pdf
208. http://www.sugarconf.com/custom/files/ua_2012_04/krugl_stol/179-184.pdf.
209. <http://www.zerno-ua.com/?p=2413>.
210. http://www.zhros.ru/num04_2009/st7_gorpinichenko.html.
211. Kincaid D. Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage / D. Kincaid, R. Cann, I. Busch, V. Hasheminia // Visions of the future. Proceedings of the Third National Irrigation Symposium held in conjunction with the Annual International Irrigation Exposition. – 1999. – Oct. 28/Nov. 1. –. P. 54-59.
212. Knox J. W. Trickle Irrigation in England and Wales / J. W. Knox, E. K. Weatherhead // Environment Agency. – Bristol: Rio House, 2003. – 53 p.
213. Kudiyarov V. N. The effects of biocide treatments on metabolism in soil. Fumigation with carbon disulphide / V. N. Kudiyarov, D. S. Lenkinson // Soil Biol. and Biochem. – 1976. – Vol. 8. – P.375-378.
214. Lavrinenko U.A. Selection corn for condition in a South Steppe of Ukraine / U.A. Lavrinenko, V.A. Zinchenko // Sustainable use of land and water (19 th European Regional Conference of ICID 4-8 June 2001, Brno and Prague, Czech Republic), 2001. – P. 75.
215. Molenaar J. G. The impact of agrohydrological management on water, nutrients, and fertilizers in the environment of the Netherlands / J. G. Molenaar // Ecological studies. – 1990. – P. 275-304.
216. Munson R.D. Farmer CAN produce high corn yields economically / R.D. Munson // Better Crops. – 1979. – № 63. – P. 18-20.
217. Naveh Z. Landscape Ecology. Theory and Application / Z. Naveh, A. Lieberin. – Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1984. – P. 356-362.
218. Patterson D. Good wide-ranging coverage of topics, although less detailed than some other books / D. Patterson // Artificial Neural Networks. Singapore: Prentice Hall, 1996. – P. 51-52.
219. Ross R. Hottest corn hybrids for world / R. Ross // Irrigation Age, 1979. – V. 79. – № 5. – P. 18.
220. Sandor S. Crop monitoring and forecasting / S.Sandor, A.Bussey //

- FAO: Intensified Monitoring of Food Security in 5 CIS Countries (GCP/INT/814). – 2002. – P. 39-49.
221. Seda A. Organization and productivity of the production of grain and silage maize / A.Seda – Boegrad, 1980. – P 122-123.
222. Smith R. Influence of season to season variability in weather on irrigation scheduling of wheat / R. Smith, J. Steiner, W. Meyer, D. Erskine // Irrigat. Sc. – 1985. – P. 172-179.
223. Soil Mar of the World. Revised Logend. FAO Rome // Technical paper. – 1999. – V. 20. – P. 29-30.
224. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by ing. // Agron. J., 1980. – 72. – № 3. – P. 523-524.
225. Sweet sorghum variety yield and sugar performance // Agr. Exper. St., 1980. – P. 36-46.
226. Weatherhead E. K. Drip irrigation revisited / E. K. Weatherhead, J. W. Knox // Irrigation News. – 1997. – № 25. – P. 77-79.
227. Weber E. Air pollution control strategy in the Federal republic of Germany / E. Weber // Air Poll. Control Assos. – 1981. – Vol. 31. – № 1. – P. 24-30.
228. Westervelt J. GIS on local Agricultural site / J. Westervelt, H. Reetz, Jr. Hreetz // Computers Electronics in Agronomy. – 2004. – № 12. – P. 16-25.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А.1

Галега східна, козлятник (*Galéga orientális*)



Продуктивність рослин становить 10 років і більш. Добре переносить суворі і безсніжні зими з морозами до мінус 25°C. Володіє високою продуктивністю завдяки ранньому відрощуванню весною і швидкому росту. До середини травня врожайність зеленої маси складає 300 ц/га, за два укоси – від 570 до 750 ц/га, збір сухої речовини – 120-140 ц/га. Здатна вегетувати до глибокої осені.

Корми, які готують з галеги характеризуються високою поживністю: в 100 кг зеленої маси міститься 20-28 к.од. і 3,0-3,5 кг перетравного протеїну. Загальний збір перетравного протеїну – 18-25 ц/га. Висока облистяність, немає обсіпання листя при висушуванні. Зелена маса галеги використовується для підгодівлі тварин, є доброю сировиною для приготування силосу, сінажу, сіна, трав'яної муки, білково-вітамінного концентрату для всіх видів сільськогосподарських тварин і домашньої птиці. Собівартість кормової одиниці сіна з галеги на 37% нижче, ніж сіно з інших багаторічних трав, і на 21% дешевше за кормову одиницю сіна культурних сінокосів.

Для галеги характерна стійка насіннева продуктивність — на рівні 4 ц/га і більш. Високий коефіцієнт насінневого розмноження (1:30) сприяє прискореному впровадженню культури у виробництво. Галега здатна розмножуватись вегетативно (частинами куща). Після себе накопичує в ґрунті 200-250 ц і більш органічної речовини у вигляді корінцевих та

післяжнивних залишків, з якими поступає в орний шар ґрунту не менше 400 кг азоту. Позитивний вплив галеги на подальші культури продовжується не менше 2-3 роки. Не потребує застосування мінерального азоту.

Очищає ґрунт від бур'янів і збудників хвороб, перешкоджає розвитку водної і вітрової ерозії ґрунтів. Добрий медонос. Враховуючи багаторічний цикл господарського використання галеги, ділянки під її посіви необхідно відводити у позасівозмінні поля або в спеціальні кормові сівозміни.

ДОДАТОК А.2

Верба чагарникова (*Salix viminalis*)



Найпоширенішою енергетичною культурою в світі, зв'язано з тим, що генотип верби один з багатючих після рису, і це дає можливість створювати нові сорти і гібриди для різноманітного використання. Продуктивність верби, за оцінками експертів, складає 10-15 т/га (за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов врожайність зростає до 25-30 т/га) сухої маси в рік, що перевищує по продуктивності традиційні лісові насадження в 14 разів. Заготівку біомаси верби можна здійснювати щорічно, проте доведено, що економічно вигідно збирати урожай кожні три роки. Продуктивність плантацій продовжується більше 20-25 років.

Верба є морозостійкою культурою, добре переносить осінні і весняні (до початку й після припинення вегетації) затоплення і короткочасні під час вегетації (до 1 місяця). Завдяки тому, що має добре розвинену кореневу систему, може рости як на заболочених з відносно легким гранулометричним складом, так і на мінеральних, супіщаних, суглинних ґрунтах.

Розмножують вербу саджанцями (відрізки стебла 20-25 см), які висаджують в ряди з міжряддям 70 або 150 см (залежить від системи збору) в середньому на гектар від 20 до 25 тис. штук. Протягом першого року плантації потребують захисту від бур'янів, в подальші роки у зв'язку з інтенсивним ростом верби, а отже затінюванням ґрунту, бур'яни не витримують конкуренції і не завдають шкоди насадженням. Обов'язковим агрозаходом після першого року вирощування є зрізання однорічного приросту на висоті 10-12 см до поверхні ґрунту з метою стимулювання кущення і формування більшої кількості біомаси. Через 2-3 роки рослини формують кущ, в якому налічується 15-20, а іноді і більше, пагонів. Середній діаметр пагона складає 2-4 сантиметри. За три роки, коли рослини досягають висоти 4-6 м, в осінньо-зимовий період проводять збір біомаси спеціальною технікою, яка дозволяє за один прохід агрегату зрізати та подрібнювати біомасу.

ДОДАТОК А.3

Тополя канадська (*Populus deltoides*)



Останнім часом користується все більшою популярністю при вирощуванні за короткоротаційною схемою (1-3-5 років). В зоні півдня України є всі умови для отримання високих урожаїв культури. До ґрунту тополя, як і верба, маловимогливий і може рости практично на всіх типах ґрунтів, проте погано переносить підвищену кислотність ґрунту, оптимальний рівень рН.

Нові гібриди тополі не утворюють насіння (чоловічі форми), тому розмножуються тільки живцями завдовжки 20-30 см та діаметром 6-11 мм. Садити тополю можна восени і весною. Восени під зиму доцільно

садити на площах з достатньою вологозабезпеченістю. Живці тополі садять вертикально, а на перезволожених ділянках – під кутом 45° з метою кращого насичення ґрунту повітрям.

В основному при вирощуванні тополі формують плантації з густотою стояння 7-10 тис./га, при цьому середня врожайність складає 10-12 т/га сухої маси. Збирають біомасу так само, як і вербу.

ДОДАТОК А.4

Світчграс, просо лозовидне (*Panicum virgatum*)



Відноситься до багаторічних злакових культур. Світчграс може рости на всіх типах ґрунтів, він невимогливий до вмісту води й поживних речовин в ґрунті, стійкий до шкідників і хвороб. Коріння світчграса добре розвинене та може досягати 2 м вглибину. Є посухостійкою культурою, добре переносить спеку в літні місяці. Багаторічна трав'яниста рослина може рости на одному місці протягом 10-15 років. При низькій собівартості й малих ризиках при вирощуванні культура не вимагає великих витрат на створення плантацій та відхід, даючи при цьому високі урожаї біомаси.

Розмножується насінням. При сівбі добрі результати одержують при розміщенні насіння на глибину 0,5-1,0 сантиметрів. Вимагає доброго вологозабезпечення у період проростання насіння. В перший рік після сівби дуже чутливий до засміченості (особливо сходи), вимагає інтенсивного захисту. Врожайність світчграса в перший рік невисока і збільшується поступово з 5-6 т/га в перший рік до 10-12 т/га другого і 18-20 т/га третього року вирощування. Невисокий вміст золи (4,1 %) в сухій біомасі робить культуру перспективною для створення низькозольної паливної продукції.

ДОДАТОК А.5

Сіда багаторічна (*Sida hermaphrodita*)



Належить до роду багаторічної мальви. Погано росте на перезволожених, запливаючих ґрунтах, не витримує затоплення. Сіда є морозостійкою і посухостійкою культурою. Формує могутню кореневу систему, росте і на схилах. Багаторічна рослина може рости на одному місці протягом 15-20 років.

Розмножується як кореневищами, так і насінням. Весною сіють до III декади квітня рядковим способом нормою висіву 5-6 кг/га на глибину 2-3 см з міжряддями 45 см. Насіння потребує стратифікації, дружні сходи одержують при підзимових посівах.

Молоді однорічні сходи, внаслідок того, що коріння не достатньо розвинене, є вимогливими до світла й вологи. Рослини ростуть у висоту 1,2-2,1 метри. Збір біомаси проводять щорічно, врожайність складає від 12 до 25 т/га сухої маси (залежно від умов вирощування).

Зібрана біомаса характеризується низкою зольністю (2-3%) і низьким вмістом води (19,3%), що є дуже важливим, оскільки при переробці на паливні гранули знижуються витрати на досушування біомаси.

ДОДАТОК А.6

Сільфія пронизанолиста (*Silphium perfoliatum* L.)

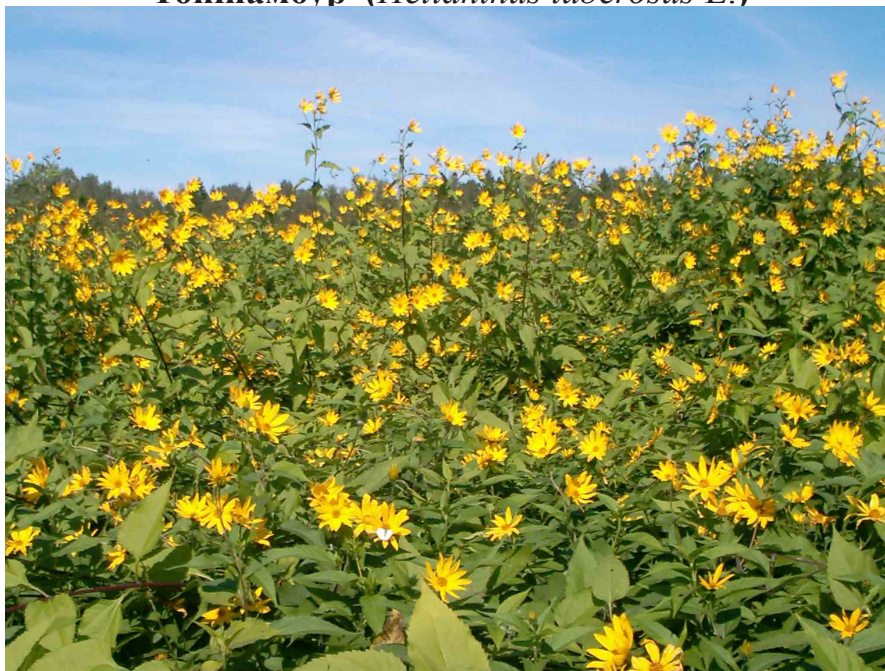


Багаторічна рослина, невибаглива до ґрунтових і кліматичних умов, має велику тривалість цвітіння (до 3-3,5 місяців) і високу нектаропродуктивність. За даними Чернівецької сільськогосподарської дослідної станції, медопродуктивність сільфії (при середній густоті стояння 23 рослини на 1 м²) - близько 150 кг цукру з гектара. Дослідження Української сільськогосподарської академії показали, що медопродуктивність при більш рідкісному травостое зменшується до 96 кг цукру з гектара. Сільфія пронизанолиста - багаторічна трав'яниста рослина, яку можна вирощувати на одному місці не менше 15 років, після чого її потрібно перенести на інше місце або зорати та перекопати під нею ґрунт, внести добрива й знову посадити. Як показав досвід вирощування, сільфія добре росте на вологому і родючому ґрунті, торф'яних болотно-лучних ґрунтах, в заплавах річок, по берегах іригаційних каналів і водойм, на пасіках, садових і городніх ділянках, а також у парках як декоративна рослина. У цих умовах на незатінених місцях сільфія на другий-третій рік вегетації досягає висоти 3,0-3,5 м і рясно цвіте.

Сільфія цінна кормова та енергетична рослина, урожай її зеленої маси досягає 100-120 т з гектара. Зелена маса може бути використана для згодовування худобі у свіжому вигляді, у вигляді трав'яного борошна, а також для виготовлення пілет або брикетів, які будуть використовуватись як біопаливо.

ДОДАТОК А.7

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.)



Топінамбур - багаторічна трав'яниста рослина висотою близько півтора метра (іноді до чотирьох метрів) з прямим опушеним стеблом, яйцевидними листям і жовтими суцвіттями-кошиками діаметром 6-10 см. У кущі буває 1-3 стебл та до 30 компактно зібраних бульб на коротких столонах. Коріння на глибині 10-15 см відходять горизонтально до 4-4,5 м в пухкому ґрунті, а вертикально - до 1,3 м, що дозволяє рослинам витримувати посуху. На одному місці може рости до 30 років. Бульби важать від 20 - 30 до 100 грамів, кольору різні (в залежності від сорту) - білі, жовті, рожеві, фіолетові, червоні; м'якоть ніжна, соковита, з приємним солодкуватим смаком.

Етиловий спирт використовується як харчовий продукт і як сировина для виготовлення біоетанолу. Перевагою даної культури є його висока врожайність (бульби – до 50 т/га, 100-120 т/га – зеленої маси), невибагливість до погодних умов і ґрунтів, а також спрощена агротехніка. У технології виробництва спирту з топінамбура є можливості вдосконалення спрямовані на зменшення енерговитрат при досить високому виході кінцевого продукту і якості.

ДОДАТОК А.8

Щавнат (*Rumex*)



Щевнат характеризується багаторічним використанням, стабільною врожайністю, високим виходом абсолютно сухої маси (до 20 т/га). Він має оптимальні якості для виробництва біопалива (брикетів, гранул, біогазу). У середньому ця рослина дає 50-160 ГДж/га енергії. Для порівняння: приблизно стільки ж енергії можна отримати з сировини тополі або верби - 160-220 ГДж/га. При цьому собівартість фітотопалива значно нижче. Для задоволення потреби в енергоресурсах села на 100 дворів досить посіяти 100 га щевната.

Трав'яну масу на спеціальному обладнанні переробляють на «дрова», тобто роблять з неї брикети. Все більшим попитом користуються і гранули.

Навчальний посібник

ФЕДОРЧУК Михайло Іванович
КОКОВІХІН Сергій Васильович
КАЛЕНСЬКА Світлана Михайлівна
РАХМЕТОВ Джамал Бахлулович
ФЕДОРЧУК Валентина Григорівна
ФІЛПОВА Інна Михайлівна
РАХМЕТОВ Сергій Джамалович
КОВАЛЕНКО Олег Анатолійович
ДРОБІТЬКО Антоніна Вікторівна
ПАНФІЛОВА Антоніна Вікторівна

Науково-методичне видання

Підписано до друку 27.10.2016 р. Формат 148x210мм.
Папір офсетний. Друк лазерний. Гарнітура Times New Roman.
Тираж 300 прим.

Друк: ФОП Бояркін Д.М.
73034, Україна, м. Херсон, вул. Полк. Кедровського, 1.
Тел.: +38 (050) 692-46-26

 **skoroprint.com**