

*А.О. ЛИМАР,  
В.А. ЛИМАР,  
С.В. КОКОВІХІН,  
Є.О. ДОМАРАЦЬКИЙ*

# **Агрокліматичні ресурси півдня України та раціональне їх використання**



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ПІВДЕННА ДОСЛІДНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА СТАНЦІЯ  
ІНСТИТУТУ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ**

*А.О. Лимар,  
В.А. Лимар,  
С.В. Коковіхін,  
Є.О. Домарацький*

**АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ  
ПІВДНЯ УКРАЇНИ ТА  
РАЦІОНАЛЬНЕ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Херсон

2015

4

**Лимар А.О., Лимар В.А., Коковіхін С.В., Домарацький Є.О.**  
**Агрокліматичні ресурси півдня України та раціональне їх використання :**  
**монографія. – Херсон: \_\_\_\_\_, 2015 . – \_\_\_\_\_ с., іл.**

ISBN \_\_\_\_\_

**Рецензенти:**

**Іващенко О.О.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік НААН України  
Національна академія аграрних наук України

**Лавриненко Ю.О.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
член-кореспондент НААН України  
Інститут зрошуваного землеробства НААН України

*У монографії висвітлені теоретичні, науково-методичні, технологічні, організаційно-економічні, біоенергетичні та екологічні основи використання теплових ресурсів сільськогосподарськими культурами в умовах Південного Степу України. Запропонований авторами агротехнологічний комплекс виробництва рослинницької продукції забезпечує раціональне використання теплових ресурсів та ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону, оптимізацію виробничих витрат, отримання високих економічних показників агросфери та зниження екологічного тиску на довкілля.*

*Для фахівців сільськогосподарської галузі зі спеціалізацією в рослинництві, зрошуваних меліораціях, агрометеорології, екології, викладачів вузів, аспірантів та студентів*

*В монографии освещены теоретические, научно-методические, технологические, организационно-экономические, биоэнергетические и экологические основы использования тепловых ресурсов сельскохозяйственными культурами в условиях Южной Степи Украины. Предложенный авторами агротехнологический комплекс производства продукции растениеводства обеспечивает рациональное использование тепловых ресурсов и почвенно-климатического потенциала региона, оптимизацию производственных расходов, получение высоких экономических показателей агросферы и снижение экологического давления на окружающую среду.*

*Для специалистов сельскохозяйственной отрасли со специализацией в растениеводстве, орошаемых мелiorациях, агрометеорологии, экологии, преподавателей вузов, аспирантов и студентов*

*The theoretical, scientific-methodical, technological, organizational-economic, bioenergy and ecological bases of the use of thermal resources by agricultural cultures in the conditions of South Steppe of Ukraine are lighted up in a monograph. The agro-technology complex of production plant-grower offered by authors provides the rational use of thermal resources and soil-climatic potential of region, optimization of production charges, receipt of high economic indicators of agro spheres and decline of ecological pressure on surrounding an environment.*

*For the specialists of agricultural industry with specialization in the plant-grower, irrigated land-reclamations, agricultural meteorology, ecology, teachers of institutes of higher, graduate students and students*

ISBN \_\_\_\_\_

© Лимар А.О., 2015  
© Лимар В.А., 2015  
© Коковіхін С.В., 2015  
© Домарацький Є.О., 2015

## ПЕРЕДМОВА

Головним завданням рослинництва й землеробства було і залишається створення необхідних умов стійкого ведення сільського господарства на основі інтенсивного використання природних і агрономічних ресурсів, збереження й підвищення родючості ґрунту. В реалізації цього завдання важливе значення мають прийоми, що сприяють ефективному використанню земель та забезпечують екологічну рівновагу довкілля.

Роль фактора часу в цих прийомах має виняткове значення. Стосовно агробіоценозів він виступає у вигляді сукупності окремих процесів, що чергуються за термінами їхнього проведення. Керування тимчасовими показниками (тривалість існування агрофітоценозів та їх елементів; чергування у часі етапів органогенезу, фаз розвитку рослин й інших біологічних процесів, заходів технології вирощування) поєднується в сівозміні, які є основою систем землеробства.

Безцінне природне багатство півдня України – ґрунти. За достатньої кількості світла і тепла в регіоні вони можуть ефективно використовуватися лише на основі регулювання факторів родючості, обумовлених зрошенням. Погіршення екологічного стану зрошуваних земель в сільському господарстві України викликано скороченням площі посіву культур, що відновлюють родючість (багаторічні трави, бобові культури), ігноруванням й недотриманням сівозмін. Недостатньо продуманий добір культур у сівозміні – часта причина зниження продуктивності й родючості ґрунту. У цих умовах досить актуальною є розробка структури посівних площ і системи сівозмін для кожного землевласника, незалежно від розмірів земельної ділянки. При цьому потрібно враховувати, що в умовах ринкових відносин та приватної власності на землю раніше застосовувана структура посівних площ має потребу в істотних змінах.

З одного боку, право спадковості на землю повинне сприяти дбайливому відношенню до неї, але з іншого – ринкові відносини створюють умови для активізації прибутку, не піклуючись при цьому про заходи захисту ґрунтів від деградації. Останнім часом на практиці спостерігаються такі явища, коли не приділяється належна увага правильному добору попередників при розміщенні

високоліквідних і рентабельних культур, зокрема озимої пшениці, соняшника, баштанних.

В умовах реформування сільського господарства і перерозподілу земель між землекористувачами, варто більше уваги приділяти структурі посівних площ із урахуванням зональної особливості їхнього розміщення. При доборі культур для сівозмін товаровиробники в першу чергу враховують їх попит на ринках збуту та економічну ефективність їх вирощування і мало приділяють уваги їх ґрунтозахисній здатності. Тому важливо встановлювати добір, співвідношення й чергування культур у сівозміні таким чином, щоб забезпечити не тільки максимальний вихід продукції з кожного гектара площі, а й зберегти та підвищити родючість ґрунту. В перспективі це на тривалий час може вирішити завдання підвищення ефективності використання землі, машин, трудових ресурсів та економіки землеробства в цілому.

Раніше рекомендовані 8-12-пільні сівозміни недостатньо повно відповідають сучасним потребам ведення системи землеробства в реформованих господарствах, У цьому плані, досить актуальним виявилось впровадження сівозмін з вузькою спеціалізацією й коротшою ротацією. На підставі великого експериментального матеріалу нами детально розроблена концепція вдосконалення структури посівних площ, на основі сівозмін скороченої ротації, що дозволяє істотно підвищити стійкість виробництва сільськогосподарської продукції, зменшити ерозійні процеси, підвищити родючість ґрунту, і на цій основі поліпшити екологічний і економічний стан господарств регіону.

У книзі представлений великий матеріал з питань конструювання агрофітоценозів, різних схем одержання двох-трьох урожаїв на рік з одиниці площі, що стає актуальним у зв'язку з тенденціями потепління клімату. Обґрунтована концепція вдосконалення структури посівних площ за рахунок встановлення оптимального співвідношення між просапними і культурами суцільної сівби, розширення сидеральних посівів. Особлива увага приділена питанням енергетичного балансу агроєкосистем, який значною мірою визначається структурою агрофітоценозу, а також нагромадженню, заощадженню й раціональному використанню вологи.

З метою поліпшення гумусового балансу і агрофізичних властивостей ґрунту обґрунтовується необхідність у найближчі 5-10

років через всю ріллю пропустити цикл посіву багаторічних бобових трав, сої, гороху й інших бобових культур. У посівах люцерни, еспарцету, буркуну швидше відновлюється біологічна рівновага окремих компонентів біосфери, підвищується біогенність самого ґрунту. Посіви цих культур поряд з нагромадженням органічної речовини й біологічного азоту є прекрасними фітомеліорантами, що дозволяє покращити якість обробітку ґрунту, сприяє зменшенню засміченості полів, потреби в азотних добривах на 30-40%.

Цим і багатьом іншим питанням присвячена монографія. Автори наводять результати власних досліджень, а також узагальнюють і систематизують роботи чисельних вчених. Багато матеріалів викладено вперше і представляють собою пізнавальну й практичну цінність.

# РОЗДІЛ 1

## ВПЛИВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РОСЛИН У ЗРОШУВАНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Основні фактори, що визначають продуктивність рослинного організму, поділяються на три складові групи: кліматичні – світло, тепло, вода, газовий склад повітря; едафічні – структура ґрунту, його хімічний склад; біологічні – різноманітні мікроорганізми, рослинні та тваринні організми як корисні, так і шкідливі). Причому певні види рослин мають специфічну потребу в кожному з факторів життя, а також оптимальному їх сполученні.

### **1.1. Динаміка надходження фотосинтетично-активної радіації та розробка нових методів встановлення її інтегральних значень**

Згідно з теоретичними дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених межі продуктивності рослин визначаються кількістю сонячної енергії, яку вони здатні акумулювати. Врахування обсягів надходження енергії і тепла від Сонця, а також прогнозування цих показників дозволяє скоригувати елементи технології вирощування для отримання найвищого рівня врожаю. Важливе значення на кількісні та якісні показники формування продуктивності посівів мають фізичні та фізіологічні процеси, які трансформують сонячну енергію в органічну речовину в системі "атмосфера-лист-рослина-агроценоз" (рис. 1.1).

Інтенсивність цього процесу значно залежить від особливостей і спектрального складу сонячного сяйва, енергетичного балансу між енергією, що поглинена, та витратами на фотосинтез, фотоокислювальні процеси, транспірацію, тепло- й вологообмін, наявністю необхідних поживних речовин та легкодоступної вологи тощо.

Відомо, що кількість сонячної радіації, що надходить на Землю, змінити неможливо, проте кількість використаної рослинами енергії можна регулювати у широких межах. Це досягається регулюванням світлового, водного, поживного та повітряного режимів посівів, а також впливом на інтенсивність продукційних процесів за допомо-

гою комплексу технологічних, агрометеорологічних, агрохімічних та інших чинників.

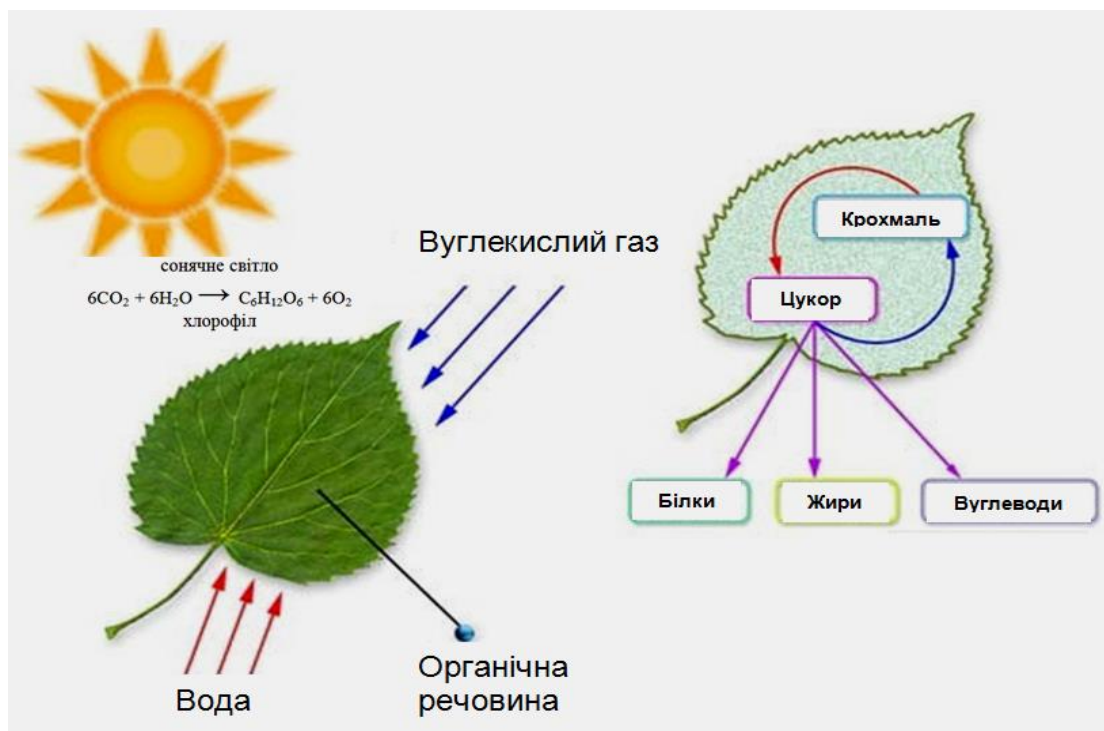


Рис. 1.1. Схематичне зображення процесу фотосинтезу за умов надходження сонячної енергії, води та вуглекислого газу

У багатьох польових дослідках встановлено найістотніший вплив на рівень урожаю сільськогосподарських культур і якісні показники продукції інтенсивності сонячної радіації та температури повітря, яка формується під впливом інсоляції. Урахування обсягів надходження енергії та тепла від Сонця та їх прогнозування дозволяє скоригувати елементи технології вирощування і передусім дози внесення добрив у підживлення.

Удосконалення традиційних і розробка нових альтернативних технологій сучасного землеробства спрямовані на створення оптимальних агробіологічних параметрів орного шару ґрунту, які можуть забезпечити найсприятливіші умови для максимального засвоєння сонячної енергії. У зв'язку з цим важливого значення набувають показники, що характеризують ефективність використання енергії фотосинтетично-активної радіації (ФАР) сільськогосподарськими культурами. ФАР є складовою частиною сонячної радіації (близько 45%) з довжиною хвилі 380-750 нм, що сприймається як видиме світло і поглинається хлорофілом, беручи участь у фотосинтезі.



У науково-дослідних роботах аграрного напрямку в 60-80 роках минулого століття широкого розповсюдження набули дослідження щодо вивчення реакції різних за біологічними та генетичними ознаками сільськогосподарських культур на кількісні параметри надходження фотосинтетично-активної радіації. Ці показники вчені мали змогу отримувати за даними агрометеорологічних станцій, а також за допомогою власних стандартних актинометричних і метеорологічних спостережень, на їх основі проводити розрахунок надходження ФАР, як за окремі міжфазні періоди, так і в цілому за вегетацію. На жаль, в останні роки внаслідок багатьох чинників дослідження такого характеру майже не проводяться, що потребує пошуку нових форм і методів встановлення величин надходження сонячної радіації. Тому актуальними є експерименти щодо вивчення впливу інтенсивності сонячної радіації у взаємодії з диференціацією водного та поживного режимів рослин на показники продуктивності фотосинтезу. Встановлення закономірностей у цих ланцюгах дозволить розробити комплекс заходів, який забезпечує акумуляцію заданого відсотка ФАР і отримання запланованого рівня врожаю.

Завданням проведених досліджень було встановлення науково-практичних аспектів використання розрахункового методу встановлення показників ФАР за різні терміни вегетації сільськогосподарських культур з можливостями використання інформаційних технологій.

Найбільш розповсюдженими у 70-80 роках ХХ ст. на території колишнього СРСР був метод визначення ФАР за показниками прямої та розсіяної сонячної радіації за допомогою актинометричних спостережень. За результатами цих даних проводили сумарні розрахунки показників ФАР. Проте цей метод – досить складний і потребує чисельних спостережень, розрахунків і спеціалізованого устаткування.

За відсутності актинометричних спостережень як місячні, так і добові величини інтегральної радіації можуть бути отримані розрахунковим методом за даними стандартних метеорологічних спостережень. У цьому випадку для основних вихідних даних використовується показник тривалості сонячного сьйва (у радянській літературі він позначається *ПСС*, в англійській – *SS*), а також кількість хмарності.

Серед низки методів розрахунків місячних величини інтегральної радіації  $\sum_m Q$  за місячними сумами тривалості

сонячного сяйва ( $\sum_m ПСС$ ) найбільш точним і досконалим є метод С. І. Сивкова (1973), де розрахунок  $\sum_m Q$  проводиться за формулою (1.1).

$$\sum_m Q = 0,0049 \cdot (\sum_m ПСС)^{1,31} + 10,5 (\sin \bar{h}_{ng})^{2,1}, \quad (1.1)$$

де  $\sum_m ПСС$  – місячна сума тривалості сонячного сяйва за показниками геліографу, годин;  
 $\sin \bar{h}_{ng}$  – синус полуденної висоти Сонця для середнього дня місяця

Висота Сонця в полудень у середньому для періоду розраховується за формулою (1.2).

$$h_{ng} = 90 - \varphi + \delta, \quad (1.2)$$

де  $\varphi$  – географічна широта станції, °;  
 $\delta$  – нахил Сонця, який знаходиться для дня, що відповідає середині розрахункового періоду, °

При проведенні науково-дослідних робіт з різними сільськогосподарськими культурами початок місяця можна відлічити від будь-якої дати (строк сівби, сходи, фази росту й розвитку, проведення поливів тощо) для того, щоб встановити залежності між надходженням ФАР і досліджуваними факторами. Відповідно до цього початку розрахункового періоду необхідно визначити середину місяця, яка не буде співпадати з 15 числом.

За останні десятиліття багатьма вченими були проведені дослідження з встановлення показників фотосинтетично-активної радіації та їх вплив на продуктивність сільськогосподарських культур. Для порівняння можна навести приклад встановлення показників ФАР для різних ґрунтово-кліматичних зон. Так, за даними А.О. Лимаря, С.Д. Лисогорова та ін. (1987), надходження ФАР за період з травня по жовтень становило по Херсонській обл. – 18900 ГДж, по Миколаївській – 18031, Запорізькій – 17924, Одеській обл. – 18224, АР Крим – 20480 ГДж/га. Для умов Київської обл. показник ФАР за цей період зменшується до 14834 ГДж/га (Тарарико Ю.О., 2007). Згідно з дослідженнями І.С. Шатілова та А.Ф. Чудновського (1980) в умовах Московської обл. прихід ФАР за ці ж місяці складає близько 12500 ГДж, а для районів Середньої Азії підвищується до 33415 ГДж/га.

З метою прискорення одержання показників, необхідних для розрахунків інтегральної ФАР, їх можна отримувати не лише безпосередньо на метеорологічних станціях, а також за допомогою баз даних з мережі Інтернет. Для цього у Всесвітній електронній мережі треба знайти сайти, які містять архівні бази даних з метеорологічною інформацією.

Також на метеорологічних сайтах можна встановити показник географічної широти точки спостережень. Уся інша інформація обирається за допомогою довідкових таблиць та встановлюється шляхом супутніх розрахунків.

З метою прискорення й полегшення розрахунків, а також для підвищення їх точності, нами створено з використанням засобів комп'ютерного проектування Microsoft Office Excel 2003 Програмний модуль "ФАР" (рис. 1.2).

**Програмний модуль "ФАР"**

Термін спостережень: 1 квітня → 31 жовтня → Середина періоду: 16 липня | Рік (роки): 1962-2008

$\sum ПСС = 1789,2$  , год.

$h_{ng} = 90 - \varphi + \delta$

МС: Херсон | Широта місця спостережень, °:  $\varphi = 46$

$\bar{h}_{ng} = 65,4$  ° |  $\sin \bar{h}_{ng} = 0,9092$

$\sum Q_c = 0,0049 \cdot (\sum ПСС)^{1,31} + 10,5 (\sin \bar{h}_{ng})^{2,1}$

$\sum Q_c = 89,36742 + 8,59825 = 97,9657$  ккал/см<sup>2</sup>

$\sum Q_{\phi} = \bar{c}_{\phi} \cdot \sum Q_c = 0,51 \cdot 97,9657 = 49,9625$  ккал/см<sup>2</sup>

$\sum Q_{\phi} = 209,3129$  кДж/см<sup>2</sup>

$\sum Q_{\phi} = 4996,25$  млн. ккал/га за період

$\sum Q_{\phi} = 20869,83$  ГДж/га за період

Число	Нахил Сонця залежно від календарних дат для середини періоду									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1	-7,7	4,4	13,0	22,0	23,1	18,2	8,4	-3,1	-14,3	
2	-7,3	4,8	15,3	22,2	23,1	17,9	8,0	-3,5	-14,7	
3	-6,9	5,2	15,6	22,3	23,0	17,8	7,7	-3,8	-15,0	
4	-6,6	5,6	15,9	22,4	22,9	17,3	7,3	-4,2	-15,3	
5	-6,2	6,0	16,2	22,5	22,8	17,1	6,9	-4,6	-15,6	
6	-5,8	6,3	16,5	22,6	22,7	16,8	6,6	-5,0	-15,9	
7	-5,4	6,7	16,7	22,7	22,6	16,5	6,2	-5,4	-16,2	
8	-5,0	7,1	17,0	22,8	22,5	16,2	5,8	-5,8	-16,5	
9	-4,6	7,5	17,3	22,9	22,4	16,0	5,4	-6,2	-16,8	
10	-4,2	7,8	17,5	23,0	22,3	15,7	5,0	-6,5	-17,1	
11	-3,8	8,2	17,8	23,1	22,2	15,4	4,7	-6,9	-17,3	
12	-3,4	8,6	18,1	23,1	22,0	15,1	4,3	-7,3	-17,6	
13	-3,0	8,9	18,3	23,2	21,9	14,8	3,9	-7,7	-17,9	
14	-2,6	9,3	18,6	23,3	21,7	14,5	3,5	-8,0	-18,2	
15	-2,2	9,7	18,8	23,3	21,6	14,2	3,1	-8,4	-18,4	
16	-1,9	10,0	19,0	23,3	21,4	13,8	2,8	-8,8	-18,7	
17	-1,5	10,4	19,3	23,4	21,3	13,5	2,4	-9,1	-18,9	
18	-1,1	10,7	19,5	23,4	21,1	13,2	2,0	-9,5	-19,2	
19	-0,7	11,1	19,7	23,4	20,9	12,9	1,6	-9,9	-19,4	
20	-0,3	11,4	19,9	23,4	20,7	12,6	1,2	-10,2	-19,6	
21	0,1	11,8	20,1	23,4	20,5	12,2	0,8	-10,6	-19,9	
22	0,5	12,1	20,3	23,4	20,3	11,9	0,4	-11,0	-20,1	
23	0,9	12,4	20,5	23,4	20,1	11,6	0,1	-11,3	-20,3	
24	1,3	12,8	20,7	23,4	19,9	11,2	-0,3	-11,7	-20,5	
25	1,7	13,1	20,9	23,4	19,7	10,9	-0,7	-12,0	-20,7	
26	2,1	13,4	21,1	23,4	19,5	10,5	-1,1	-12,3	-20,9	
27	2,5	13,7	21,3	23,3	19,3	10,2	-1,5	-12,7	-21,1	
28	2,9	14,1	21,4	23,3	19,1	9,8	-1,9	-13,0	-21,3	
29	3,3	14,4	21,6	23,3	18,8	9,5	-2,3	-13,4	-21,4	
30	3,7	14,7	21,7	23,2	18,6	9,1	-2,7	-13,7	-21,6	
31	4,0		21,9		18,4	8,8		-14,0		

Рис. 1.2. Зовнішній вигляд активного вікна Програмного модуля "ФАР" (пояснення в тексті)

Модуль складається з одного активного вікна, в яке необхідно внести чотири текстові блоки:

1. "Термін спостережень" – початок терміну розрахунків

надходження ФАР (в розглянутому прикладі – "1 квітня").

2. "Термін спостережень" – закінчення терміну розрахунків ("31 жовтня").

3. "Середина періоду" – обирається дата середини розрахункового періоду ("16 липня").

4. "МС" – вказується метеорологічна станція, з якої обрано необхідні для розрахунків показники ("Херсон").

Після цього вводяться чотири цифрові показники:

1. " $\Sigma ПСС$ " – наводиться показник тривалості сонячного сйва в годинах (за даними метеорологічної станції вказаної в пункті 4 попереднього блоку, які одержують розглянутими вище способами).

2. "Широта місця спостережень" – вказується географічна широта метеорологічної станції (для Херсонської МС –  $46^\circ$  північної широти).

3. "Нахил Сонця залежно від календарних дат для середини періоду" – обирається з довідкової таблиці залежно від дати середини періоду вказаного в пункті 3 попереднього блоку (для 16 липня  $\delta$  дорівнює  $21,4^\circ$  (див. рис. 3.7)).

4. " $C_o$ " – коефіцієнт переходу з сумарної радіації до інтегральної ФАР. Коефіцієнт обирається залежно від висота Сонця в полудень для середньої дати розрахункового періоду ( $h_{ng}$ ) за допомогою другої довідкової таблиці.

Миттєво після введення необхідної цифрової інформації користувач отримує кінцевий показник інтегральної ФАР за досліджуваній період у ккал/см<sup>2</sup>, кДж/см<sup>2</sup>, млн. ккал/га та ГДж/га.

Для використання на практиці існує необхідність представлення показників ФАР як ккал/см<sup>2</sup>, так і МДж/см<sup>2</sup>, для чого необхідно зробити перерахунок цих величин. При цьому загальноприйнятим є співвідношення  $1 \text{ ккал/см}^2 = 4,19 \text{ кДж/см}^2$  [441]. Щоб перейти від см<sup>2</sup> до гектарної площі посівів або насаджень, одержаний результат необхідно помножити на 100 млн. і одержати дані в млн. або млрд. ккал/га або ГДж/га за досліджуваній період. Зауважимо, що згідно з міжнародною практикою (єдина система одиниць *SI*) для виміру енергії використовується джоуль (Дж), а також кратні його одиниці (кДж, МДж, ГДж, ТДж).

## 1.2. Продуктивність пшениці озимої залежно від гідротермічних умов

Пшениця озима є однією з найважливіших сільськогосподарських культур сучасного землеробства. Вона є одним з найголовніших складових елементів світового ринку сільськогосподарської продукції, основою продовольчої безпеки України. Світова економічна криза негативно вплинула на розвиток зернового господарства й зокрема на виробництво пшениці, що істотно позначилося на експортних можливостях держави. Тенденції останніх років свідчать, що до теперішнього часу не вирішено проблему забезпечення сталості зерновиробництва, задоволення загальнодержавних потреб у продовольчому зерні високої якості продукції, забезпечення високого рівня конкурентоспроможності та прибутковості галузі.

Узагальнення багаторічних показників температурного режиму повітря свідчить про стійку тенденцію щорічного збільшення сум позитивних температур за вегетацію пшениці озимої (рис. 1.3).

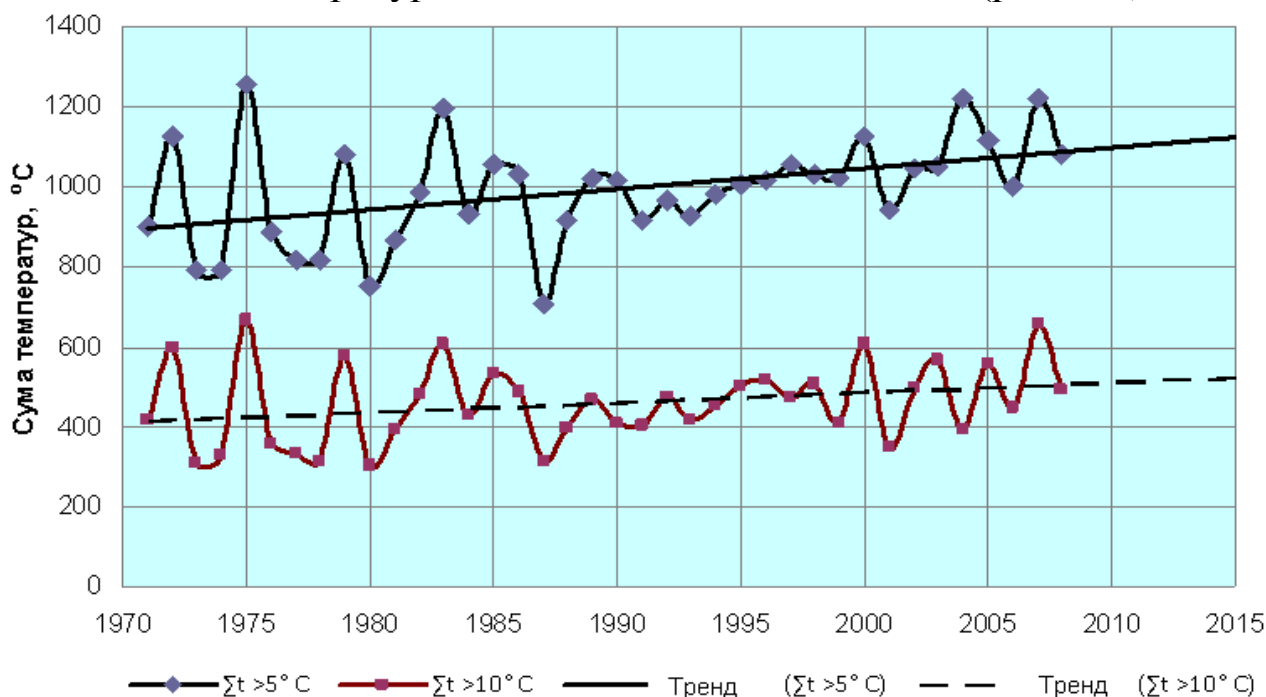


Рис. 1.3. Багаторічні коливання сумарних позитивних температур понад за  $5^{\circ}\text{C}$  та  $10^{\circ}\text{C}$  у період вегетації пшениці озимої та їх прогнозовані значення

Згідно з обліком температурного режиму встановлена різниця амплітуди коливань сум температур за десяти-двадцятирічними періодами й, особливо, відносно показників сум понад  $10^{\circ}\text{C}$ . Так,

період із 1970 по 1985 роки характеризувався істотними коливаннями, які дорівнювали в середньому 57-349°C, а період з 1990 по 2000 роки – відрізнявся стабільністю з відхиленнями від середньоарифметичного показника лише на 12,3-72,8°C. З 2000 року й по теперішній час також відмічається наростання амплітуди відхилень сум температур понад 5 і 10°C, що схоже на тенденцію за 1970-1985 роки.

Аналіз одержаних даних щодо сум атмосферних опадів за вегетаційний період пшениці озимої вказує на зниження їх кількості за досліджуваний період та прогнозовано до 2020 року (рис. 1.4).

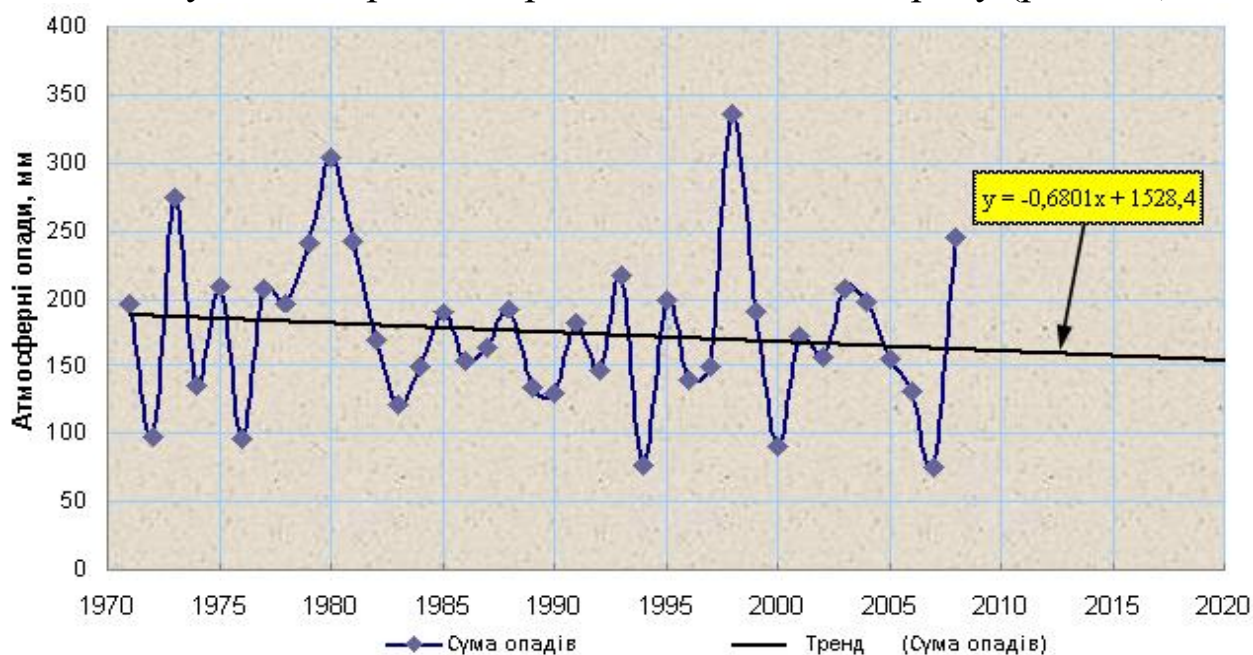


Рис. 1.4. Загальна сума опадів за вегетаційний період пшениці озимої (1971-2008 рр.) та прогнозування до 2020 р.

Фактичні показники сум опадів у різні за вологозабезпеченістю роки свідчать про істотну нестабільність надходження природної вологи, що може негативно відобразитись на продуктивності рослин. Крім того, це свідчить про поступово-неминучі зміни умов агроландшафтів зони південного Степу України, що зумовлено глобальним потеплінням клімату на Землі та потребує перегляду й адаптації до нових природних умов технологій вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й пшениці озимої.

За лініями трендів лінійної регресії, можна встановити тенденцію до наростання амплітуди відхилень сум ефективних температур та атмосферних опадів, що буде сприяти формуванню більш м'якої і теплої погоди в осінній період вегетації пшениці та швидке наростання температур і дефіциту опадів у весняно-літній

період.

Важливим показником, який сукупно характеризує особливості термічного потенціалу та природної вологозабезпеченості, є гідротермічний коефіцієнт (ГТК).

Нашими розрахунками доведено, що в південній підзоні Степу України відбувається процес поступової аридизації та зменшення показника гідротермічного коефіцієнта (рис. 1.5).

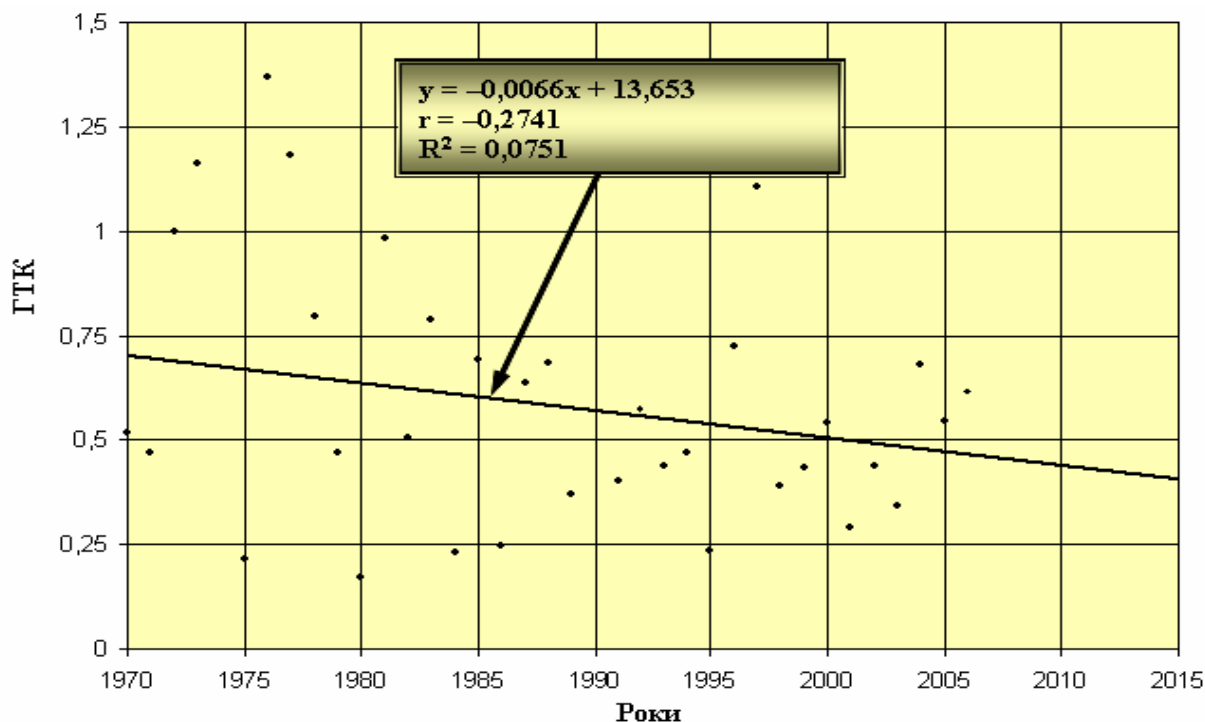


Рис. 1.5. Динаміка показників гідротермічного коефіцієнта за вегетаційний період пшениці озимої (1971-2007 рр.) та прогнозування до 2015 р.

У середньому за досліджуваний період ГТК за вегетацію пшениці озимої дорівнював 0,61 з діапазоном довірчого інтервалу від 0,505 до 0,695. Крім того, як бачимо на рисунку, показник ГТК має дуже велику розбіжність за окремими роками (коефіцієнт варіації за досліджуваний період дорівнює 49,7%).

Прогнозування за одержаним рівнянням лінійної регресії свідчить про зниження гідротермічного коефіцієнта у 2010 році до 0,39, а у 2015 році – до 0,35, відповідно.

Згідно з поставленими завданнями, нами проведено збір, систематизацію й узагальнення експериментальних даних польових і лабораторних дослідів, які проведені в зоні зрошення півдня України на південному чорноземі та темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті при глибокому рівні залягання

грунтових вод лабораторіями зрошення, агрохімії та меліоративного ґрунтознавства, а також в інших наукових підрозділах Інституту зрошувального землеробства НААН України.

За результатами проведеного математичного моделювання встановлені кореляційно-регресійні зв'язки між продуктивністю пшениці озимої та показниками сум атмосферних опадів, окремо або в сумі зі зрошувальною нормою. Крім того, встановлені закономірності впливу на врожайність, диференціації доз азотних і фосфорних добрив. Усі одержані математичні моделі характеризуються середнім і високим ступенем тісноти зв'язків зі зміною коефіцієнтів кореляції ( $r$ ) від 0,6740 до 0,9345.

За даними звітів лабораторії зрошення ІЗПР НААН України, накопичено інформацію про динаміку врожаю озимої пшениці за період 1971-2008 рр. з урахуванням передпосівних і вегетаційних поливів, які проводилися водою з Інгулецької зрошувальної системи. Встановлено, що середня врожайність озимої пшениці за 1971-2008 рр. дорівнювала 5,34 т/га й коливалась від 2,02 т/га в 2003 р. до 7,81 т/га в 1986 р. (рис. 1.6).

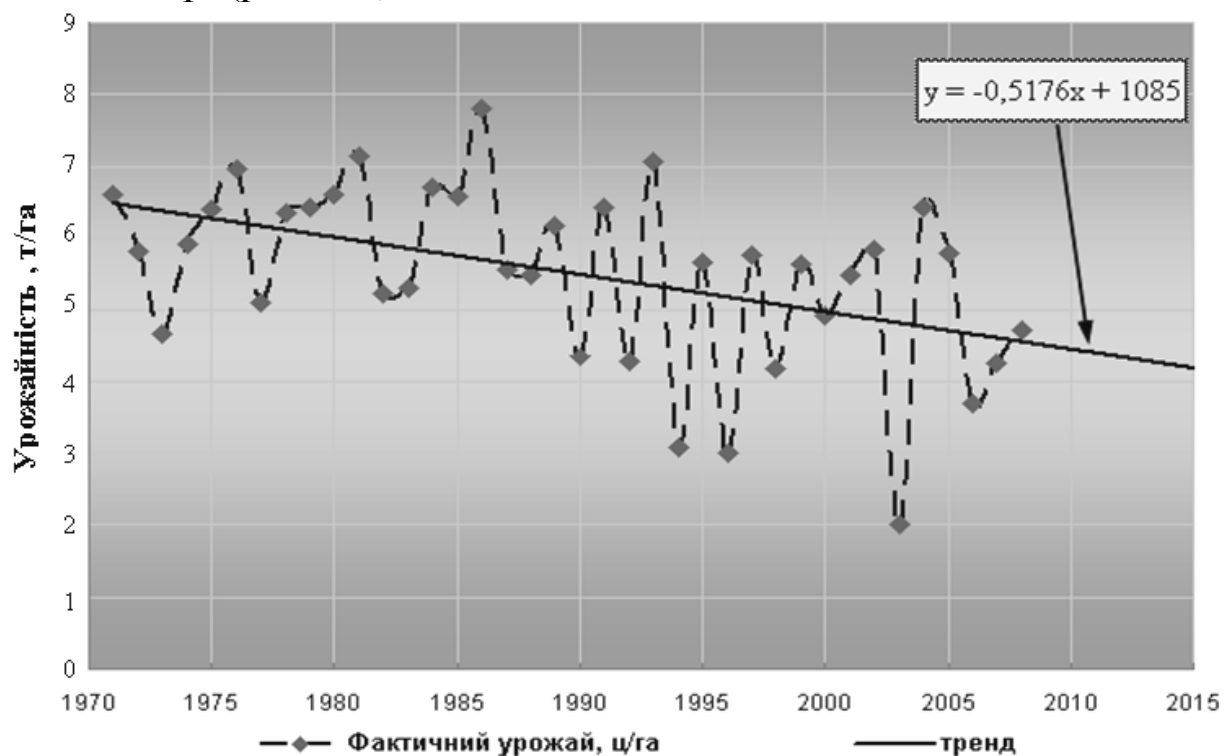


Рис. 1.6. Динаміка врожайності озимої пшениці та її трендові значення за період 1970-2015 рр. в умовах зрошення

На діаграмі бачимо, що, незважаючи на стимулюючу дію оптимального режиму зрошення, врожайність пшениці озимої знижується, що пов'язано насамперед з мінливістю



агrometeorологічних умов по роках і потребує вдосконалення існуючої технології вирощування.

Залежність рівня сприятливості агrometeorологічних умов вегетаційного періоду визначалася як відношення фактичного рівня врожаю певного року до її трендового значення за формулою (1.3) (згідно з методикою, яка наведена в праці Тараріко Ю.О. та ін., 2008).

$$I = Y_{\text{факт}} / Y_{\text{тренд}}, \quad (1.3)$$

де  $I$  – індекс оцінки агrometeorологічних умов вегетаційного періоду;

$Y_{\text{факт}}$  – фактична врожайність, т/га;

$Y_{\text{тренд}}$  – щорічна врожайність по тренду, т/га, яка розраховується за математичним рівнянням лінійної регресії для зони південного Степу України (формула (1.4):

$$y = -0,527x + 1104, \quad (1.4)$$

де  $x$  – роки

При проведенні розрахунків за вказаною методикою доведено, що рівень сприятливості агrometeorологічних умов для отримання високого врожаю озимої пшениці коливається за досліджуваний період від 0,42 до 1,36 при середньо-багаторічному значенні 0,98 (рис. 1.7).

Великий інтервал коливань рівня сприятливості агrometeorологічних умов, виражений через індекс, спричинений значними коливаннями окремих метеорологічних показників.

Теоретично обґрунтовані вимоги рослин до навколишнього середовища дали можливість використовувати інерційний метод для моделювання впливу агrometeorологічних умов на формування врожайності пшениці озимої протягом періоду вегетації.

Модель для оцінки індексу сприятливості агrometeorологічних умов протягом весняно-літньої вегетації пшениці озимої складається з комплексу рівнянь множинної регресії другого порядку (формула (1.5):

$$I_n = Z_n + a_n T_n + b_n T_n^2 + c_n R_n + d_n R_n^2 + e_n T_n R_n, \quad (1.5)$$

де  $n$  – порядковий номер місяця від 3-7, кожного року.

$Z_n$  – вільний член;

$a_n, b_n, c_n, d_n, e_n$  – коефіцієнти моделі розраховані через

регресію поверхні відгуку, відповідно з урахуванням місяцю;

$T_n$  – середньомісячна температура повітря за місяць, °C;  
 $R_n$  – місячна сума опадів по місяцях вегетації, мм

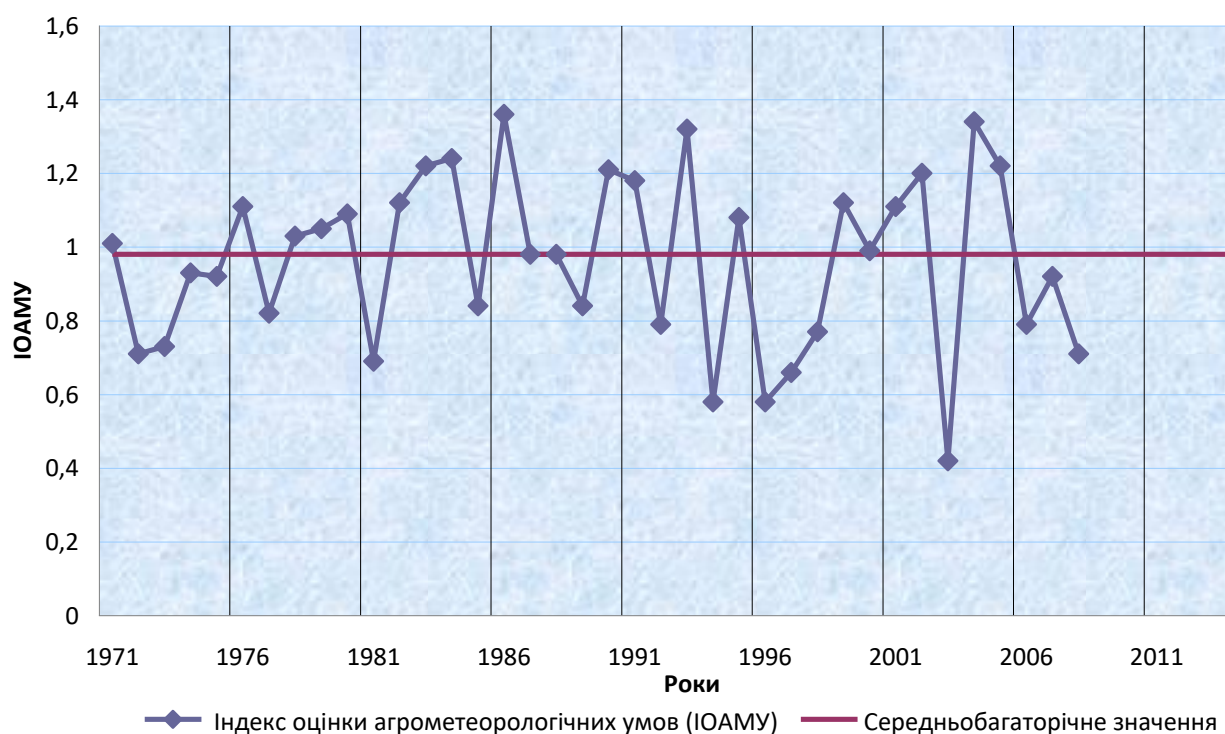


Рис. 1.7. Індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетації пшениці озимої за умов оптимального режиму зрошення

Розраховуємо річний індекс сприятливості агрометеорологічних умов, як суму впливу кожного окремого місяця з відповідними коефіцієнтами та визначаємо прогнозовані рівні врожаю за формулою (1.6):

$$Y_{\text{пр}} = I \times Y_{\text{тренд}}, \quad (1.6)$$

де  $Y_{\text{пр}}$  – урожайність прогнозна, т/га;

$I$  – індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетаційного періоду;

$Y_{\text{тренд}}$  – щорічна врожайність по тренду, т/га

Результати розрахунків урожайності озимої пшениці наведено на рис. 1.8. Отримана математична модель дозволяє одержати показники, близькі до фактичних, проте, вона виглядає дещо згладженою.

Враховуючи, що на точність прогнозних моделей суттєво впливає стабільність погодних умов, встановлено, що для зони ризикованого землеробства, до якої відноситься південь України, за рахунок нестійкого та недостатнього зволоження, великої амплітуди добових температур, при розрахунку моделей відмічені дещо менші

значення зернової продуктивності пшениці.

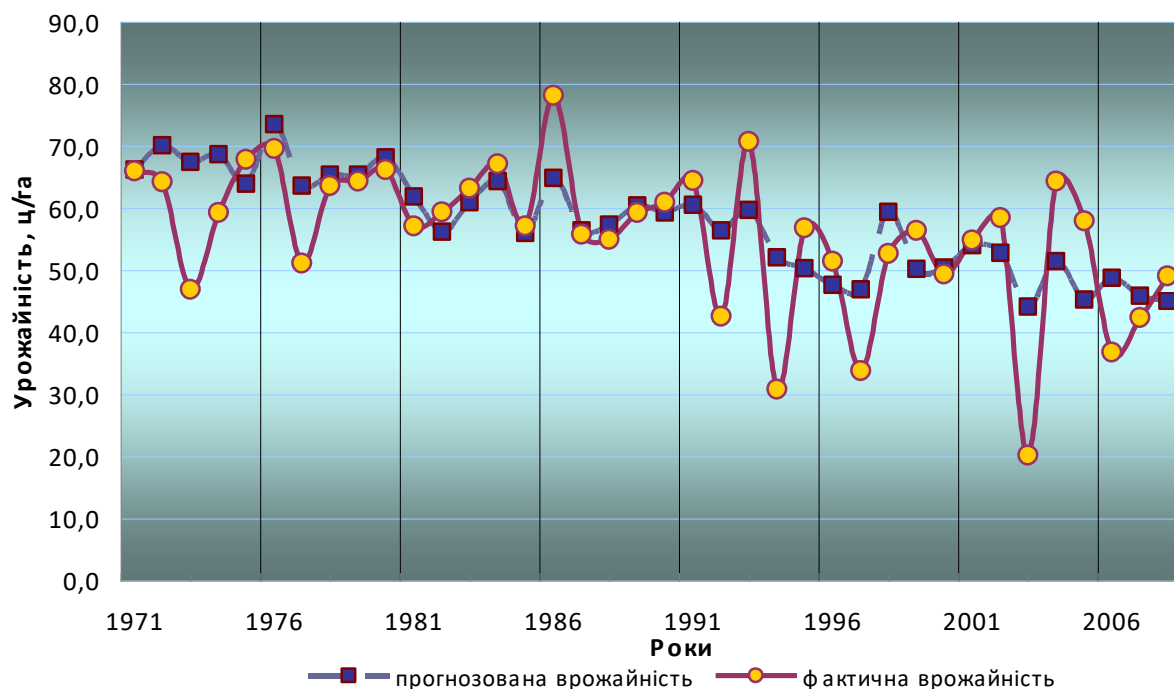


Рис. 1.8. Фактична та розрахункова (змодельована) врожайність пшениці озимої при оптимальному режимі зрошення

Зазначені особливості побудови моделей потребують розширення кількості висхідних показників при підборі найбільш вагомих чинників впливу на формування врожаю за вегетаційний період досліджуваної культури.

### 1.3. Ідентифікація сортів пшениці м'якої озимої за параметрами пластичності і екологічної стійкості за різних умов вирощування

У формуванні врожайності пшениці озимої значна роль належить сорту, при цьому вплив його може сягати до 50%. Ріст урожайності супроводжується підвищенням реакції сортів на високий агрофон, але з підвищенням інтенсивності сортів відбувається планомірне зниження їх адаптивного потенціалу. Останніми роками роль озимої м'якої пшениці, як основної продовольчої культури, зростає у зв'язку з двома основними мегафакторами: змінами клімату в напрямі підвищення загального температурного фону, збільшення тривалості та інтенсивності посух, ускладнення фіто-ентомологічної ситуації в культурних і природних

біоценозах та подовження тривалості осінньо-зимової вегетації озимої пшениці.

Нині значною мірою змінено природу пшеничної рослини: збільшено генетичний потенціал урожайності в 2,5-3,0 рази (з 30-40 ц/га до 100-120 ц/га), удосконалено ознаки і властивості стійкості до морозів, посух, проти хвороб і шкідників. Проте, у виробництві через несприятливі погодні умови та порушення технологій вирощування культури генетичний потенціал урожайності і якості зерна сортів пшениці м'якої озимої завжди реалізовується неповною мірою. Особливо низький рівень віддачі від сортозмін спостерігається в силу різних причин останніми роками, коли урожайність у виробництві становить лише 28-32% генетичного потенціалу сучасних сортів.

Питанням екологічної пластичності та стабільності сортів пшениці озимої, вивченню взаємозв'язку урожайності і параметрів екологічної пластичності присвячено ряд робіт. Використання наявної екологічної стійкості сортів пшениці озимої необхідно розглядати як одну із основних умов реалізації потенційної продуктивності за несприятливих умов довкілля.

Підвищення врожайності та якості продукції в цілому визначається системою «генотип – середовище», тому виникає необхідність комплексного підходу до формування врожайності залежно від сорту й агротехнічних заходів. Знання реакції різних сортів пшениці озимої на біотичні і абіотичні чинники зовнішнього середовища, характер прояву та взаємозв'язок кількісних ознак є основою для спрямованого використання даних сортів у програмі адаптивного рослинництва.

У несприятливі роки, які відрізнялись високою температурою у весняно-літній періоді, низькою відносною вологістю повітря, у більшості сортів пшениці озимої врожайність різко зменшується. Це свідчить, що в несприятливих екологічних умовах високий врожайний потенціал сорту втрачає свою цінність. У таких випадках стійкість і адаптивний потенціал є найбільш важливими факторами реалізації тих ознак, які є характерними для високоврожайного сорту. При цьому, чим більша невідповідність умов вирощування адаптивному потенціалу рослин, тим більшу частину продуктів асиміляції вони витрачають не на формування врожаю, а на захисні і компенсаторні реакції в результаті цього знижується врожайність.

Таким чином, показником екологічної стійкості необхідно розуміти відношення врожайності в стресових умовах до врожайності в оптимальних умовах. У цьому аспекті визначення стійкості і були проведені розрахунки екологічної пластичності за врожайністю ряду сортів.

Адаптивний сорт – це екологічно адаптивний сорт, пристосований не лише до оптимальних умов, але і до мінімальних і максимальних зовнішніх факторів довкілля. Практика показує, що у випадку рівної врожайності перевагу необхідно віддавати тому сорту, який володіє більшою екологічною пристосованістю, а такі сорти відібрати можливо лише в умовах максимально подібних до тих, в яких буде вирощуватися сорт. Адаптивні сорти необхідні також для того, щоб господарства, які використовують інтенсивні технології, могли одержувати значні прибутки від їх впровадження у виробництво.

Прогнозування мінливості врожайності різних сортів в межах умов вирощування можливе при регресивному аналізі, який характеризує середню реакцію сорту на зміну умов зовнішнього середовища, тобто визначає їх пластичність і стабільність (табл. 1.1).

Різниця  $Y_2 - Y_1$  має від'ємний знак і визначає рівень стійкості сортів до стресових умов вирощування. Чим менше розрив між мінімальною ( $Y_2$ ) і максимальною ( $Y_1$ ) врожайністю, тим вища стійкість сорту до стресової ситуації.

Показник  $(Y_1 + Y_2) / 2$  відображає врожайність сортів в контрастних (сприятливих і несприятливих) умовах та характеризує генетичну гнучкість сорту, його компенсаторну здатність. Чим вища ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами довкілля, елементами технології, тим вище цей показник. В наших дослідженнях цей показник був найвищий у всіх сортів при інокуляції насіння біологічним протруйником Триходерміном, він коливався в межах 3,81 – 4,47 т/га, що вище порівняно з контролем на 0,48 – 0,74 т/га (табл. 1.1).

Проведений факторіальний аналіз свідчить, що більша частина фенотипової мінливості ( $C_v$ , %) сортів за врожайністю була екологічною і технологічною за своїм походженням. Про це свідчать показники екологічної стабільності ( $S^2di$ ).

Вирішити проблему оптимізації реакції сорту на технологічні елементи вирощування можна у випадку прив'язки його до конкретних лімітуючих чинників. Згідно моделі Еберхарта і Рассела,

високоврожайний сорт в ідеалі повинен мати коефіцієнт регресії близький до одиниці і вище, а показник стабільності – близький до нуля. В наших дослідженнях у всіх досліджуваних сортів пшениці озимої при використанні біологічного протруйника насіння

Таблиця 1.1

**Параметри пластичності і екологічної стійкості врожайності (т/га) сортів пшениці озимої при інокуляції насіння біологічними протруйниками (2010 – 2012 рр.)**

Сорт	Протруйник насіння	У2 –У1	(У2 –У1)/2	Cv, %	bi	S <sup>2</sup> di
Вікторія одеська	Раксил ультра	-2,36	3,33	30,9	1,09	12,45
	Планриз	-2,93	3,77	32,4	1,12	13,28
	Триходермін	-2,10	3,95	27,8	0,98	10,40
	Фітоспорин	-2,79	3,80	32,4	1,45	15,64
	Контроль	-1,84	3,33	26,4	0,86	8,64
Пошана	Раксил ультра	-2,45	3,43	30,6	1,12	11,89
	Планриз	-2,25	3,95	26,4	1,44	14,50
	Триходермін	-2,03	4,47	22,5	0,86	6,40
	Фітоспорин	-2,01	3,76	20,8	0,96	8,51
	Контроль	-1,74	3,38	26,4	1,89	16,40
Дріада 1	Раксил ультра	-2,20	3,11	26,8	0,74	6,45
	Планриз	-2,52	3,52	34,5	1,12	10,40
	Триходермін	-2,15	3,81	24,8	0,83	8,40
	Фітоспорин	-2,30	3,72	29,4	0,98	9,28
	Контроль	-2,45	3,42	30,8	1,04	10,14
Селянка	Раксил ультра	-2,63	3,49	34,6	0,98	9,30
	Планриз	-2,54	3,85	30,9	0,74	6,45
	Триходермін	-2,23	3,91	20,8	0,68	7,40
	Фітоспорин	-2,30	3,77	30,4	0,61	6,48
	Контроль	-2,26	3,73	24,8	0,78	8,49
Писанка	Раксил ультра	-2,36	3,31	29,5	1,12	12,40
	Планриз	-2,39	3,73	26,8	1,34	14,50
	Триходермін	-2,19	3,91	22,4	0,98	10,60
	Фітоспорин	-2,59	3,60	32,6	1,89	16,80
	Контроль	-2,62	3,59	36,4	1,90	17,20

Триходерміна показник фенотипової пластичності (bi) був близьким до одиниці (bi = 0,68 – 0,98). З однієї сторони – це добре, а з іншої – не зовсім, так як підвищення пластичності не сприяє їх екологічній стійкості. Але в наших дослідженнях використання біологічних протруйників сприяло збільшенню пластичності (bi < 1)

і екологічній стабільності ( $S^2di$ ) врожайності. Особливо це було характерно для сортів Селянка і Пошана.

В цілому всі сорти пшениці м'якої озимої позитивно реагували на інокуляцію насіння біологічними протруйниками (Планриз, Триходермін, Фітоспорин) в контрастних умовах вирощування (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Пластичність і стабільність прояву середньої врожайності (т/га) сортів пшениці м'якої озимої за різних протруйників насіння в контрастних умовах  $(Y1 + Y2) / 2$ , (2010 – 2012 рр.)**

Протруйник насіння	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Коефіцієнт регресії, $b_i$	Дисперсія, $S^2di$
Раксил ультра	$3,33 \pm 0,24$	1,010	10,50
Планриз	$3,76 \pm 0,26$	1,151	11,83
Триходермін	$4,07 \pm 0,28$	0,866	8,64
Фітоспорин	$3,73 \pm 0,32$	1,178	14,47
Контроль	$3,49 \pm 0,16$	1,294	12,17

Як видно з даних таблиці 1.2 всі сорти пшениці озимої в сукупності дали більшу прибавку врожайності при інокуляції насіння Триходерміном порівняно з контролем (0,52 т/га) і відповідно з хімічним протруйником Раксил ультра (0,68 т/га). Крім того, використання Триходерміна забезпечило в контрастних умовах вирощування найвищу пластичність сортів пшениці м'якої озимої ( $b_i = 0,866$ ) і екологічну стабільність врожайності ( $S^2di = 8,64$ ). Прибавка врожаю в контрастних умовах  $((Y1+Y2)/ 2)$  від використання інших біологічних протруйників (Планриз, Фітоспорин) була відповідною порівняно з контролем – 0,24 – 0,27 т/га і хімічним протруйником – 0,40 – 0,43 т/га.

Ознаки стійкості сортів пшениці озимої до несприятливих умов достатньо коректно відображаються стабільністю врожайності за різних умов вирощування, частково і за різних строків сівби. Сучасна сортова політика потребує оптимізації сортового складу пшениці озимої з урахуванням комплексного підходу впровадження адаптивних сортів для кожного екологічного регіону. При впровадженні сортів з високим потенціалом продуктивності важливо визначати основні елементи структури врожайності, виявити рівень прояву їх пластичності і стабільності в мінливих умовах довкілля. Ознаки і властивості підбору того або іншого сорту для конкретного регіону повинні нести в собі максимальну інформацію про рослину

сортів, бути тісно пов'язаними кореляційними зв'язками між собою і знати їх внесок в загальну продуктивність.

Аналіз параметрів пластичності і стабільності врожайності за різних строків сівби в мінливих умовах вирощування представлено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

**Параметри пластичності і екологічної стійкості врожайності  
(т/га) сортів пшениці озимої за різних строків сівби  
(2010 – 2012 р.р.)**

Сорт	Строк сівби	Y2 – Y1	(Y2 – Y1)/2	Cv, %	bi	S <sup>2</sup> di
Вікторія одеська	10.09	-2,47	3,13	34,1	1,54	12,06
	20.09	-2,45	3,61	32,8	1,32	10,74
	30.09	-2,55	3,53	31,4	1,08	11,81
	10.10	-2,61	3,34	34,8	1,56	14,98
Пошана	10.09	-2,40	3,16	29,5	0,98	11,60
	20.09	-2,13	3,68	26,4	0,84	7,40
	30.09	-2,65	3,48	32,8	1,08	12,44
	10.10	-2,65	3,55	34,4	1,07	14,11
Дріада 1	10.09	-2,48	2,78	28,9	0,96	10,84
	20.09	-2,30	3,49	26,4	0,78	8,90
	30.09	-2,36	3,86	28,5	0,84	9,80
	10.10	-2,62	3,37	32,4	1,26	12,40
Селянка	10.09	-2,98	2,86	36,7	1,94	16,40
	20.09	-2,45	3,87	32,5	0,98	10,50
	30.09	-2,57	3,62	34,8	1,14	12,48
	10.10	-2,72	3,35	35,2	1,66	14,15
Писанка	10.09	-2,50	3,11	30,8	1,18	10,64
	20.09	-2,13	3,71	24,8	0,64	7,84
	30.09	-2,19	3,86	25,2	0,58	6,92
	10.10	-3,05	3,65	38,4	1,96	18,64

Аналіз одержаних експериментальних даних свідчить про те, що генетична гнучкість  $((Y1+Y2)/2)$  сортів пшениці озимої була вищою при оптимальних строках сівби (20.09 і 30.09). Так, у всіх досліджуваних сортів за оптимального строку сівби (20.09) цей показник перебільшував урожайність за раннього строку сівби на 0,48 – 1,01 т/га, відповідно за пізнього строку сівби – 0,06 – 0,52 т/га. Необхідно відмітити сорти пшениці озимої Пошана і Писанка, які володіли найвищою генетичною гнучкістю порівняно з іншими сортами. Цей показник за пізнього строку сівби був практично на рівні оптимального строку сівби. В наших дослідженнях оптимальні



строки сівби (20.09 і 30.09) сприяли збільшенню пластичності і екологічної стабільності врожайності у сортів Дріада 1, Пошана і Писанка.

В цілому всі досліджувані сорти пшениці озимої за оптимальних строків сівби (20.09 і 30.09) в найбільшій мірі проявили генетичну гнучкість  $((Y1+Y2)/2)$ . Як видно із даних таблиці 1.4 сорти пшениці озимої в сукупності формували найбільшу прибавку врожайності за оптимальних строків сівби порівняно з раннім строком (0,66 т/га) і відповідно з пізнім строком – 0,22 т/га.

Таблиця 1.4

**Пластичність і стабільність прояву середньої врожайності (т/га) сортів пшениці м'якої озимої за різних строків сівби в контрастних умовах  $(Y1 + Y2) / 2$ , (2010 – 2012 рр.)**

Строк сівби	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Коефіцієнт регресії, $b_i$	Дисперсія, $S^2 d_i$
10.09	3,01	1,32	12,31
20.09	3,67	0,91	9,08
30.09	3,67	0,94	10,69
10.10	3,45	1,51	14,86

За оптимальних строків сівби сорти пшениці озимої були більш пластичними ( $b_i = 0,91; 0,94$ ) і стабільними ( $S^2 d_i = 9,08; 10,69$ ) при формуванні врожайності зерна.

Максимальна врожайність зерна формується за оптимального співвідношення структурних елементів продуктивності. При недостатньому розвитку одного структурного елемента продуктивність значною мірою може компенсуватись іншими елементами, що формуються на певних етапах органогенезу, але для їх оптимального розвитку необхідні відповідні умови.

Аналіз параметрів пластичності і стабільності прояву маси зерна з колосу і маси 1000 зерен у сортів пшениці озимої за різних умов вирощування виявив, що їх мінливість залежить як від генотипу, так і від екологічних градієнтів. Так, за масою зерна з колосу сорти Дріада 1, Селянка, Вікторія одеська відрізнялись високою реакцією на зміну умов вирощування за різних строків сівби ( $b_i = 1,45 - 2,08$ ), а сорти Пошана і Писанка проявили досить високу пластичність ( $b_i = 0,45 - 0,64$ ), хоча при цьому всі аналізовані

сортів характеризувались високою стабільністю в формуванні продуктивності колоса (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

**Пластичність і стабільність прояву маси зерна з головного колоса у сортів пшениці м'якої озимої за різних строків сівби**

Сорт	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Коефіцієнт регресії, $b_i$	Дисперсія, $S^2 d_i$
Вікторія одеська	$1,17 \pm 0,06$	1,45	0,02
Селянка	$1,14 \pm 0,03$	2,08	0,03
Дріада 1	$1,16 \pm 0,05$	1,84	0,03
Пошана	$1,20 \pm 0,07$	0,45	0,01
Писанка	$1,24 \pm 0,06$	0,64	0,01

Деяка інша ситуація спостерігалась при формуванні маси 1000 зерен різних сортів пшениці озимої (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

**Пластичність і стабільність прояву маси 1000 зерен у сортів пшениці м'якої озимої за різних строків сівби**

Сорт	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Коефіцієнт регресії, $b_i$	Дисперсія, $S^2 d_i$
Вікторія одеська	$36,9 \pm 1,16$	1,240	3,48
Селянка	$36,6 \pm 1,21$	3,308	6,27
Дріада 1	$36,3 \pm 1,18$	1,919	5,40
Пошана	$38,1 \pm 1,10$	0,027	3,19
Писанка	$38,6 \pm 1,12$	0,240	3,28

Сорти Пошана і Писанка були більш пластичними ( $b_i = 0,027 - 0,240$ ) і стабільними за проявом маси 1000 зерен ( $S^2 d_i = 3,19 - 3,28$ ). Необхідно звернути увагу на сорт озимої пшениці Вікторія одеська, який при достатньо високій реакції на зміну умов вирощування ( $b_i = 1,240$ ) проявив високу стабільність ( $S^2 d_i = 3,48$ ) за цією ознакою, в той час як сорти Дріада 1 і Селянка при найбільшій реакції на зміну умов вирощування ( $b_i = 1,919 - 3,308$ ) були нестабільними у формуванні маси 1000 зерен ( $S^2 d_i = 5,40 - 6,27$ ).

Після проведення детального аналізу з ідентифікації сортів пшениці м'якої озимої за параметрами пластичності і екологічної стійкості за різних умов вирощування ми робимо певні висновки:

1. Показник генетичної гнучкості був найвищим у всіх сортів пшениці озимої при інокуляції насіння біологічним протруйником Триходерміном, він коливався в межах 3,81 –

- 4,47 т/га, що вище порівняно з контролем на 0,48 – 0,74 т/га і відповідно при використанні хімічного протруйника Раксил ультра – 0,70 – 0,98 т/га.
2. Використання біологічних протруйників сприяло збільшенню пластичності ( $b_i < 1$ ) і стабільності ( $S^2di$ ) врожайності, особливо це характерно для сортів Селянка і Пошана.
  3. Показник генетичної гнучкості в сортів пшениці озимої був вищим за оптимальних строків сівби (20.09, 30.09). У всіх сортів за оптимального строку сівби цей показник перебільшував врожайність за раннього строку сівби на 0,48 – 1,01 т/га, відповідно за пізнього строку сівби – 0,06 – 0,52 т/га.
  4. Оптимальні строки сівби (20.09, 30.09) сприяли збільшенню пластичності і екологічної стабільності врожайності, особливо це характерно для сортів Дріада 1, Пошана і Писанка.
  5. Аналіз параметрів пластичності і стабільності прояву маси зерна з колосу і маси 1000 зерен у сортів пшениці озимої за різних умов вирощування виявив, що їх мінливість залежить як від генотипу сорту, так і від екологічних градієнтів.

#### **1.4. Встановлення закономірностей продукційних процесів рослин кукурудзи залежно від теплоенергетичних умов**

Урахування показників продукційного процесу сільськогосподарських культур має велике значення в напрямках підвищення ефективності землеробської галузі та аграрного сектору економіки. Вивчення впливу на рівень урожаю показників ФАР дозволяє оптимізувати дію агротехнічних факторів й економічних умов, у яких здійснюється сільськогосподарське виробництво, а також підвищити ефективність організаційно-господарської діяльності кожного підприємства. Проте останнім часом майже відсутні аналітичні дослідження щодо оцінки показників ФАР на формування продуктивності рослин з врахуванням їх впливу на врожайність, якісні та інші показники. Крім того, енергетичний баланс дозволяє встановити кількісні та якісні зміни порівняно з минулими періодами та рівнями; розкрити, шляхом аналізу, причини динаміки і фактори, що зумовили відмінності в рівнях урожайності між зонами, районами, групами господарств; оцінити ефективність різних чинників на продуктивність рослин; з'ясувати невикористані резерви підвищення врожайності тощо.

Багатьма експериментами доведено, що 90-95% врожайності с.-г. культур формується за рахунок надходження сонячної енергії і вуглекислого газу атмосфери. У загальному сенсі, всі агротехнічні заходи (зрошення, внесення добрив, обробіток ґрунту тощо) повинні бути спрямовані на те, щоб максимально сприяти рослинам краще використовувати сонячну енергію та продукувати найвищу кількість органічної речовини.

Одним з основних завдань рослинницької галузі є підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) використання сонячної енергії ( $K_Q$ ), який відображає відношення кількості енергії, що акумулювалось у продуктах фотосинтезу або утворилась у біомасі врожаю, до кількості використаної радіації. Згідно з дослідженнями А. А. Ничипоровича, максимальний теоретично можливий ККД ФАР на засвоєння однієї молекули  $CO_2$  у процесі фотосинтезу потребує в межах 8-10 квантів сонячного світла.

В існуючому сільськогосподарському виробництві для формування врожаю використовується тільки 0,7-2,0% ФАР. При цьому коефіцієнт використання ФАР у звичайних виробничих умовах складає: озимої пшениці – 0,74-1,12% , кукурудзи на зерно – 0,69-1,63, кукурудзи на зелений корм – 1,23-1,47, цукрового буряку – 1,34-1,84%, відповідно. Згідно з дослідженнями А. А. Ничипоровича, середнє значення коефіцієнта використання ФАР становить: у звичайних виробничих умовах – 0,5-1,5%, у сприятливих – 1,0-3,0%, за максимальної оптимізації умов вирощування – 3,5-5,0% і в теоретично можливих – 6,0-8,0%. Отже, коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу всіх інших факторів на продуктивність культури, тому що будь-яке підвищення врожаю веде до збільшення його використання.

Вплив термічних чинників на ріст і розвиток сільськогосподарських культур має різноспрямований характер: термічні фактори у вигляді сум температур слугують показником енергетичних умов; рівнем термічного режиму визначається інтенсивність біохімічних процесів у рослинному організмі, які впливають на швидкість росту й розвитку рослин. Потреба рослин у теплі з цієї точки зору поділяється за трьома градаціями: біологічний мінімум температури (*min*), нижче за який рослини припиняють вегетацію; температурний оптимум (*opt*), за якого спостерігається найбільша продуктивність фотосинтетичної діяльності рослин; біологічний максимум температури (*max*) – рослини припиняють

біохімічні процеси внаслідок перегрівання, а вище за який – гинуть.

Порівняння показників тривалості вегетаційного періоду рослин кукурудзи (дослід 2) й суми біологічно активних температур понад 10°C та без врахування температур нижче 10°C виявляє чітку кореляційну залежність між цими показниками (рис. 1.9).

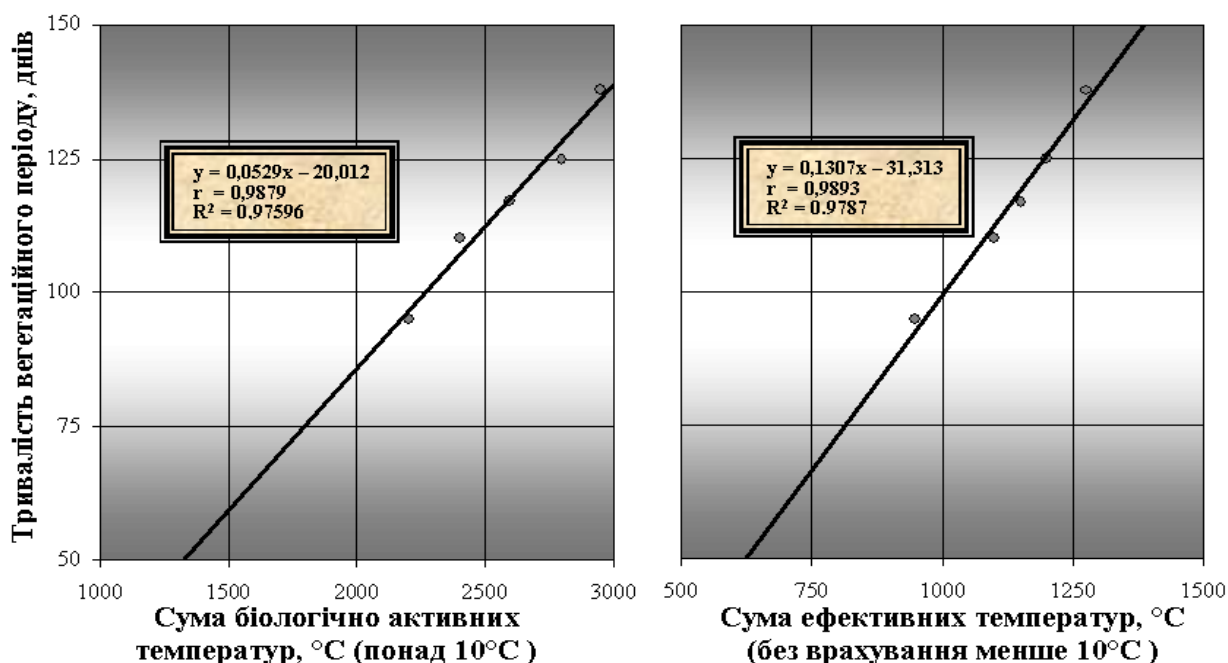


Рис. 1.9. Тривалість вегетаційного періоду рослин кукурудзи та показниками суми температур за розробленими для умов зрошення статистичними моделями

Отримані статистичні моделі дозволяють проводити розрахунки показників тривалості вегетаційного періоду на основі фактичних показників сум біологічно активних температур за допомогою розрахованих рівнянь лінійної регресії. Зауважимо, що найбільший вплив на тривалість вегетаційного періоду чинять температури вище 10°C, що підтверджують розроблені кореляційно-регресійні моделі.

У міжнародній практиці селекції і технологій вирощування кукурудзи існує кілька систем індексування гібридів за тривалістю вегетаційного періоду. В Україні загальноприйнятою є європейська система градації термінів стиглості гібридів кукурудзи за показником ФАО (від англ. FAO – Food Agronomy Organization – Департамент сільського господарства та продовольства Організації Об'єднаних Націй). За цією класифікацією сортове різноманіття розподіляється на 900 відносних одиниць – від 100 до 999. Умовно в

групу FAO 100-199 входять ранньостиглі гібриди, 200-299 середньоранні, 300-399, 400-499 – середньопізні, 500 і більше – пізньостиглі. Причому для кожної групи стиглості встановлюються відповідні лінії та гібриди-стандарти.

У США і Канаді прийняті системи класифікації термінів стиглості різних гібридів кукурудзи за одиницями накопичення тепла: у США за показником одиниць HU (Heat Units); в Канаді – CHU (Crop Heat Units). Певний науковий і практичний інтерес для півдня України має канадська система визначення стиглості кукурудзи, розроблена кліматологом Андре Буцманом. Дослідженнями цього вченого доведено, що кліматичні коефіцієнти для Канади й України практично ідентичні, тому систему Crop Heat Units можна використовувати для локального визначення стиглості кукурудзи. Також ця система придатна для застосування на сої.

Канадська система CHU визначає кількість температур, необхідну для кукурудзи з моменту сівби до досягнення фази "чорної точки" (для Канади умовна фізіологічна стиглість зерна кукурудзи при вологості близької до 30%), а для сої – з моменту сівби до настання 12% вологості. Відповідність показників системи CHU показникам HU і FAO наведено в таблиці 1.7.

*Таблиця 1.7*

**Система показників термінів стиглості гібридів кукурудзи**

Відносна стиглість, днів	FAO, СНД, Європейський Союз та ін.	HU (Heat Units), США	CHU (Crop Heat Units), Канада
70	100	1650	2100
75	150	1750	2300
80	200	1850	2500
85	250	1950	2600
90	300	2050	2700
95	350	2150	2800
100	400	2250	2900
105	450	2350	3200
110	500	2450	3400
115	550	2550	3500

Таким чином, якщо у виробничих умовах використовується гібрид іноземної селекції, можна провести приблизні розрахунки тривалості вегетаційного періоду, а також прирівняти американську

або канадську системи до показників ФАО. Точність визначення складає плюс-мінус 3-5 днів. Такі розрахунки дуже важливі для планування основних операцій, зокрема, збирання врожаю, завантаження техніки, трудових ресурсів, сушильного обладнання, елеваторів та ін.

Розрахувати, на якому гібриді буде менше грошових втрат, нескладно, особливо, коли відомий температурний потенціал місцевості, де буде вирощуватись обраний гібрид. Зниження врожайності від диференціації генетичного потенціалу нових гібридів кукурудзи зараз не є таким критичним, як це було 20-30 років тому. Однак багаторічні дослідження університетів у США та Канаді показують, що за одних і тих же умов (наприклад, гібрид з ФАО 140 і ФАО 350) мають різницю у врожайності до 12-15% і більше, тому необхідний точний розрахунок фінансових витрат від зниження врожайності та додаткових затрат на досушування.

Проведеним статистичним обробитком різних показників стиглості встановлено тісні кореляційно-регресійні зв'язки між показниками скоростиглості гібридів кукурудзи (рис. 1.10).

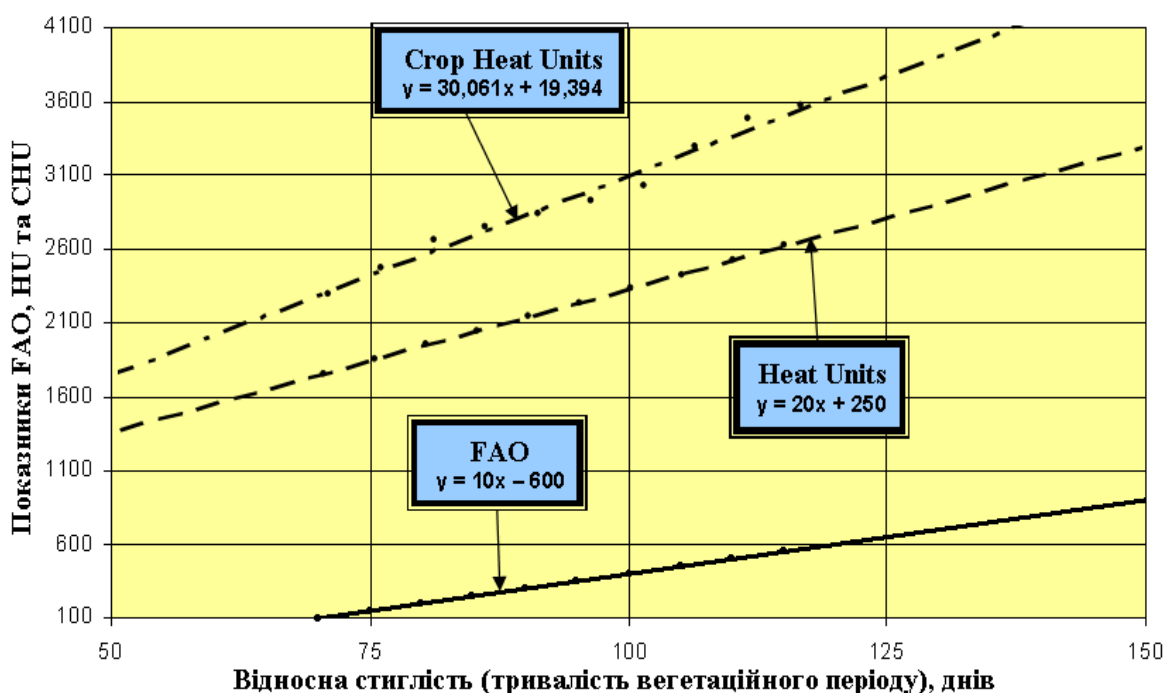


Рис. 1.10. Кореляційно-регресійне моделювання тривалості вегетаційного періоду та показників скоростиглості гібридів кукурудзи за різними системами (ФАО, НУ, СНУ)

За допомогою одержаних рівнянь регресії можна проводити визначення найбільш оптимального гібридного складу для певних агрокліматичних умов культури, а також розраховувати приблизні

показники тривалості періоду вегетації за різними системами (FAO, HU та CHU).

Проведеним угрупованням показників сум температур повітря та надходження фотосинтетично активної радіації за період вегетації різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи (рис. 1.11) встановлено, що вони мають взаємопов'язані тенденції практично в усі роки, крім сухих (2002, 2007 рр.). Навпаки, у вологі роки (1997, 2004 рр.) простежується закономірність щодо зростання продуктивності рослин кукурудзи зі збільшенням теплоенергетичних показників.

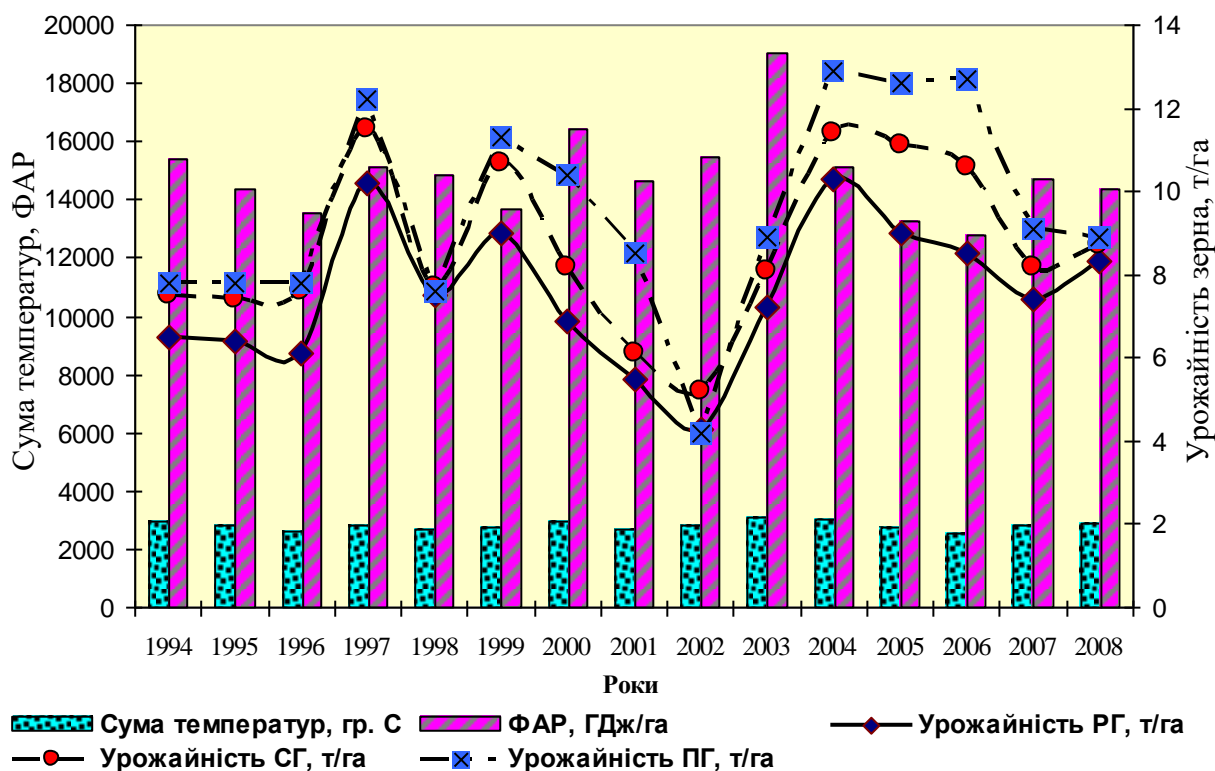


Рис. 1.11. Урожайність ранніх (РГ), середніх (СГ) і пізніх (ПГ) гібридів кукурудзи залежно від суми температур та показників фотосинтетично активної радіації в умовах зрошення (дослід № 2)

Результати досліджень дозволили виявити істотну амплітуду в коливаннях рівня врожайності зерна кукурудзи за окремими роками, зростання її у середньовологі та вологі роки та суттєве зниження у середньосухі та сухі. Причому найменші коливання врожайності відмічені у середньостиглих гібридів, а найвищі – у ранніх.

Систематизація й групування багаторічних агрометеорологічних показників, сумарного водоспоживання та режиму зрошення за вегетаційний період кукурудзи на зерно свідчать, що вони змінюються в дуже широких межах залежно від гідротермічних умов вегетації.



Статистичним аналізом встановлена дуже висока різниця у мінливості як метеорологічних, так і агрономічних показників. Так, сума температур повітря понад 5°C за досліджуваний період характеризувалась мінімальним діапазоном варіювання ( $V$  становив лише 7,4%) за довірчого інтервалу від 1900 до 1999°C.

Деяко підвищилася мінливість сум ефективних температур понад 10°C – коефіцієнт варіювання зріс до 11,2% при середньобагаторічному значенні цього показника  $1302 \pm 23,3^\circ\text{C}$ . Відносно надходження опадів встановлена дуже високий ступінь варіювання ( $V$  дорівнює 34,7% за довірчого діапазону 1730-2198 м<sup>3</sup>/га). Це свідчить про суттєву нерівномірність природного зволоження й обґрунтовує застосування зрошення в умовах південного Степу України.

Істотна мінливість надходження атмосферних опадів зумовила значне варіювання (25,2%) величини зрошувальних норм, які дорівнювали, в середньому за 1970-2008 рр.,  $1924 \pm 77,7$  м<sup>3</sup>/га. Проте, враховуючи взаємопов'язаний вплив опадів і зрошувальних норм на сумарне водоспоживання, цей показник характеризувався середнім ступенем мінливості (11,5%) у довірчому інтервалі 4275-4627 м<sup>3</sup>/га.

Урожайність кукурудзи на зерно, за аналізом багаторічного масиву даних, коливалася від 3,83 т/га (у посушливому 1996 р.) до 13,4 т/га (у вологому 1981 р.) при середньому значенні  $8,49 \pm 0,31$  т/га. Варіаційним аналізом доведено високий ступінь мінливості ( $V = 23,0\%$ ) показників продуктивності кукурудзи під впливом метеорологічних чинників, навіть за умов використання оптимального режиму зрошення, що обґрунтовує необхідність удосконалення технології вирощування на поливних землях з метою підвищення адаптивності гібридів до нестабільного надходження атмосферних опадів і змін термічного режиму.

Кореляційно-регресійний аналіз дозволив розробити математичну модель урожайності кукурудзи на зерно за досліджуваний період і прогнозувати вектор направленості цього показника (рис. 1.12). Отже, за роками досліджень встановлено поступове зниження продуктивності рослин, що пояснюється несприятливими природними факторами (зміни клімату, наростання нерівномірності надходження опадів тощо).

Багатофакторні дослідження (Тараріко Ю.О., 2008 та ін.), проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах, дозволили встановити індексний зв'язок між продуктивністю сільськогосподарських

культур і метеорологічними параметрами.

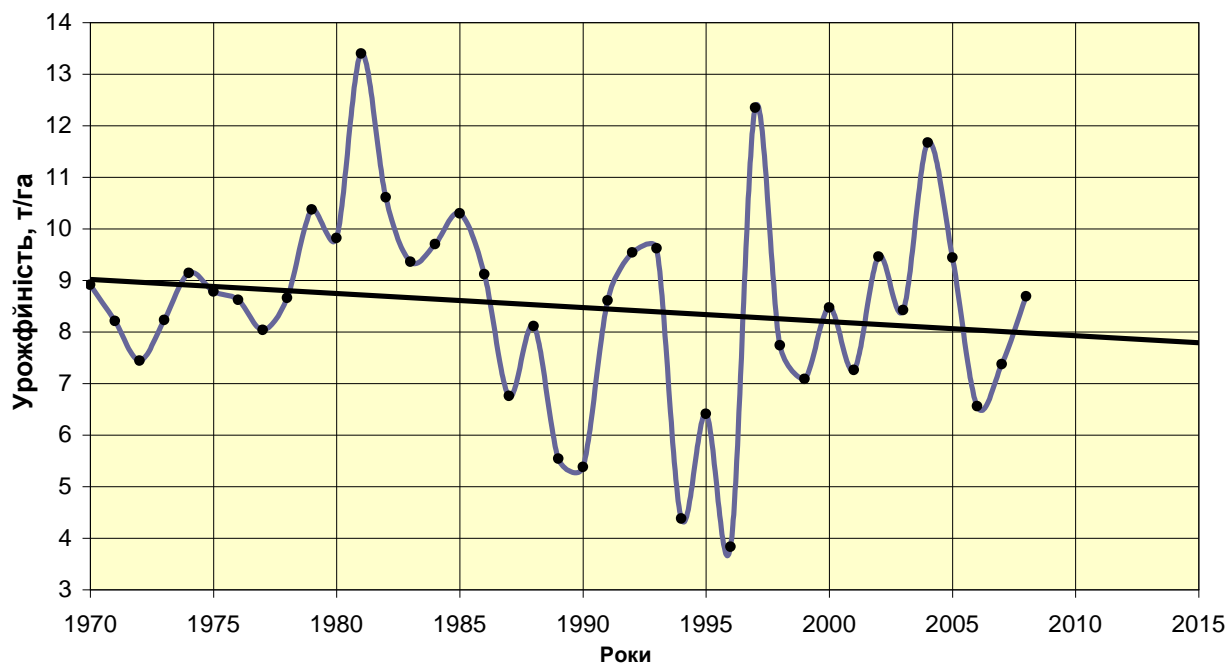


Рис. 1.12. Динаміка врожайності кукурудзи на зерно в умовах зрошення півдня України

Оцінка рівня сприятливості агрометеорологічних умов вегетаційного періоду для певних видів культур, у тому числі й для зернової кукурудзи, визначена як відношення фактичного рівня врожайності окремого року до її трендового значення з відображенням тісноти взаємозв'язку між досліджуваними агротехнічними та природними факторами.

Нашими розрахунками встановлено, що за оптимального режиму зрошення рівень сприятливості агрометеорологічних умов для росту й розвитку кукурудзи на зерно коливається за період 1970-2008 рр. від 0,42 до 1,49, при середньобогаторічному значенні 1,0 (рис. 1.13).

Значні коливання індексу оцінки агрометеорологічних умов викликані річними коливаннями окремих метеорологічних показників. Статистичне моделювання показує, що найбільш сприятливі погодні умови склалися у періоди 1980-1983, 1991-1993, 1997 і 2004 рр. У зазначені роки спостерігалось підвищене надходження атмосферних опадів і помірний температурний режим.

Навпаки, у 1994-1996, 1998-1999 і 2006-2007 рр. відмічене різке зниження продуктивності кукурудзи внаслідок надзвичайно високих температур повітря, різкого дефіциту природного зволоження, суховіїв тощо.



Рис. 1.13. Індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетації кукурудзи на зерно

Статистичний аналіз метеорологічних даних за окремими місяцями за період 1970-2008 рр. свідчить, що, як і в цілому за рік, температурний режим відзначається стабільністю ( $V$  коливається від 3,0 до 4,8%), а атмосферні опади – суттєвим варіюванням (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

**Статистичні характеристики середньомісячної температури повітря та місячної суми опадів протягом вегетації кукурудзи на зерно (середнє за 1970-2008 рр.)**

Місяці	Показники					
	температура			опади		
	min, °C	max, °C	коефіцієнт варіації ( $V$ ), %	min, мм	max, мм	коефіцієнт варіації ( $V$ ), %
Травень	13,42	19,47	3,9	6,3	143,3	22,0
Червень	18,21	23,66	4,8	4,1	99,5	17,5
Липень	19,93	26,63	3,0	1,0	138,9	26,7
Серпень	18,46	25,51	3,9	0	120,2	42,9
Вересень	13,51	20,75	3,7	0,8	120,2	33,5

Найвища мінливість (коефіцієнт варіації – 42,9%) відмічена щодо надходження опадів у серпні місяці від 0 до 120,2 мм, що свідчить про необхідність ретельного дотримання режиму зрошення в цей період.

За допомогою індексного методу можна змоделювати вплив агрометеорологічних умов на формування врожаю кукурудзи на зерно впродовж вегетаційного періоду.

При цьому треба провести розрахунок індексу сприятливості агрометеорологічних умов протягом всього вегетаційного періоду, який здійснюється на основі індексів оцінки кожного місяця шляхом визначення регресійних коефіцієнтів їх впливу на врожайність зерна кукурудзи.

Статистична модель оцінки індексу сприятливості агрометеорологічних умов за період вегетації кукурудзи на зерно складається з комплексу рівнянь множинної регресії.

Для оцінки індексу сприятливості агрометеорологічних умов для вегетаційного періоду кукурудзи на зерно в цілому за період вегетації використали суму впливу кожного окремого місяця з відповідними коефіцієнтами впливу. Крім того, розрахункові індекси агрометеорологічних умов вегетації зернової кукурудзи можна використати для прогнозу врожайності з використанням фактичних показників середньодобової температури повітря й опадів.

Результати наших розрахунків прогнозованої врожайності кукурудзи на зерно та порівняння її з фактичною продуктивністю рослин свідчать про несуттєві похибки ( $\pm 2,2-3,7\%$ ) і можливість використання наведеного вище методу для встановлення рівня врожаю зерна як в науково-дослідних цілях, так і у виробничих умовах.

Розрахунки показників температурного індексу та коефіцієнта корисної дії ФАР виявили їх залежність від вологозабезпеченості року та продуктивності рослин.

Найвищі витрати теплових ресурсів на тонну зерна кукурудзи ( $T_u=677,8$ ) були у сухому 2002 році у пізньостиглих гібридів, також у цьому варіанті встановлено мінімальний коефіцієнт корисної дії ФАР ( $\eta_\phi=0,87\%$ ). Це пояснюється дуже несприятливими погодними умовами цього року (високою температурою та низькою відносною вологістю повітря) під час наливу зерна гібридів пізньостиглої групи. Найоптимальніше використовували термічні ресурси ( $T_u=201,6$ ) і прихід фотосинтетично активної радіації ( $\eta_\phi=3,20\%$ ) пізньостиглі гібриди у середньосухому 2006 р.

Зведення одержаних п'ятнадцятирічних результатів польових дослідів по блоках років за природною вологозабезпеченістю та групами стиглості дозволило виявити різницю в динаміці врожайних

даних зерна кукурудзи в напрямі її стійкого зростання від сухих років до вологих (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

**Урожайності зерна різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи залежно від природної вологозабезпеченості та теплоенергетичних показників**

Вологозабезпеченість років	Група стиглості гібридів	Показники						
		$\bar{x}$ , т/га	$\Sigma T$ , °C	$T_u$	$E_B$ , ГДж/га	$Q$ , ГДж/га	$Q_\phi$ , ГДж/га	$\eta_\phi$ , %
Вологі	ранньостиглі	10,3	2318,1	226,4	330,1	22245	11345	2,91
	середньостиглі	11,5	2697,4	234,9	370,4	26889	13714	2,72
	пізньостиглі	12,6	2914,7	232,6	403,9	29630	15112	2,68
Середньовологі	ранньостиглі	7,7	2292,5	302,6	248,9	24590	12541	2,08
	середньостиглі	9,1	2586,6	291,6	293,6	27541	14045	2,19
	пізньостиглі	10,6	2956,9	285,2	342,9	31847	16242	2,20
Середні	ранньостиглі	7,4	2156,3	293,9	239,7	21897	11168	2,15
	середньостиглі	8,0	2509,4	317,2	256,2	25115	12809	2,00
	пізньостиглі	8,1	2839,5	351,8	261,1	29141	14862	1,76
Середньосухі	ранньостиглі	7,4	2092,0	296,2	237,0	21222	10824	2,21
	середньостиглі	8,7	2416,1	293,8	280,4	24506	12498	2,27
	пізньостиглі	10,1	2706,9	281,4	324,1	27169	13857	2,37
Сухі	ранньостиглі	5,9	2124,9	378,2	190,9	22732	11593	1,65
	середньостиглі	7,0	2474,3	368,2	225,4	25785	13150	1,73
	пізньостиглі	7,0	2759,5	441,0	226,9	28554	14563	1,58
У середньому за 1994-2008 рр.	ранньостиглі	7,5	2181,7	304,1	243,1	22469	11459	2,16
	середньостиглі	8,7	2518,0	305,1	279,2	25808	13162	2,14
	пізньостиглі	9,5	2821,6	321,6	306,5	29104	14843	2,10
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,37						

**Примітки:**  $\bar{x}$  – врожайність зерна кукурудзи при 14% вологості, т/га;

$\Sigma T$  – сума температур повітря за період вегетації, °C;

$T_u$  – температурний індекс;

$E_B$  – загальна валова енергія отримана з урожаєм основної та побічної продукції, ГДж/га;

$Q$  – сумарна сонячна радіація, що надійшла за вегетаційний період, ГДж/га;

$Q_\phi$  – фотосинтетично активна радіація, що надійшла за вегетацію кукурудзи, ГДж/га;

$\eta_\phi$  – коефіцієнт корисної дії ФАР, %

Найвища врожайність (10,3-12,6 т/га) гібридів усіх груп стиглості формується у вологі роки, а найменша (5,9-7,0 т/га) – у сухі. Такі ж тенденції виявлені й у оцінці показників температурного індексу та коефіцієнта корисної дії ФАР. Так, у вологі роки  $T_u$  коливався в межах 226,4-234,9, а сухі роки - збільшився на 36,2-47,3%.

Протилежна ситуація відмічена щодо ефективності використання сонячної радіації, оскільки у вологі роки  $\eta_\phi$  складав

2,68-2,91%, а в сухі роки зменшився до 1,58-1,73%, або в 1,6-1,8 рази. Отже, рослини кукурудзи найкраще використовують теплоенергетичний потенціал зони півдня України у вологі роки, що пояснюється найвищою інтенсивністю продукційних процесів і формуванням максимальної урожайності зерна.

В середньому за роки досліджень встановлено, що теплоенергетичні фактори найкраще використовують ранні та середньостиглі гібриди, які мають показники температурного індексу 304,1 і 305,1 та коефіцієнти корисної дії ФАР – 2,16 і 2,14%. У пізньостиглих гібридів відмічене зростання  $T_u$  на 5,1-5,4% та зниження  $\eta_f$  на 2,3-2,5%, відповідно.

Варіаційний і кореляційний аналіз дозволив встановити різні за силою та направленістю взаємозв'язки врожайності кукурудзи з основними теплоенергетичними чинниками (табл. 1.10).

Таблиця 1.10

**Результати статистичного аналізу мінливості та взаємозв'язків теплоенергетичних факторів з урожайність кукурудзи на зерно**

Вологозабезпеченість року	Коефіцієнти	Показники				
		$\bar{x}$ , т/га	$\Sigma T$ , °C	$T_u$	$Q_f$ , ГДж/га	$\eta_f$ , %
Вологі	Варіації, $V$ , %	9,2	11,4	5,1	13,5	6,5
	Кореляції, $r$	–	0,90	0,23	0,91	0,49
	Детермінації, $R^2$	–	0,81	0,05	0,82	0,24
Середньовологі	Варіації, $V$ , %	10,4	12,4	18,6	19,7	31,6
	Кореляції, $r$	–	0,31	-0,80	-0,17	0,77
	Детермінації, $R^2$	–	0,10	0,64	0,03	0,59
Середні	Варіації, $V$ , %	9,2	12,3	12,4	12,6	12,8
	Кореляції, $r$	–	0,36	-0,41	0,34	0,40
	Детермінації, $R^2$	–	0,13	0,17	0,11	0,16
Середньосухі	Варіації, $V$ , %	25,8	11,7	23,2	11,5	26,2
	Кореляції, $r$	–	0,41	-0,89	0,16	0,90
	Детермінації, $R^2$	–	0,17	0,78	0,03	0,81
Сухі	Варіації, $V$ , %	26,6	12,1	33,5	11,2	26,7
	Кореляції, $r$	–	0,20	-0,86	0,03	0,92
	Детермінації, $R^2$	–	0,04	0,73	0,00	0,85

**Примітка.** Пояснення умовних позначень див. у табл. 1.9

Варіаційний аналіз урожайних даних свідчить про їх стабільність у вологі, середні та середньовологі роки, оскільки коефіцієнт варіації коливається в межах 9,2-10,4%. Проте, у середньосухі та сухі роки спостерігається зростання показників продуктивності зернової кукурудзи у 2,5-2,9 рази ( $V$  становить 25,8 і 26,6%).

Оцінка варіювання термічних ресурсів довела стабільність показника суми температур за період вегетації, але й істотну відмінність температурного індексу, який у вологі роки має незначну мінливість ( $V = 5,1\%$ ), середню ( $V = 18,6$  і  $12,4\%$ ) – у середньовологі та середні роки, суттєву ( $V = 23,2$  і  $33,5\%$ ) – у середньосухі та сухі роки. Це явище свідчить про позитивний вплив підвищеної температури повітря у вологі роки на інтенсивність продукційних процесів рослин.

Показники надходження фотосинтетично активної радіації ( $Q_{\phi}$ ) відрізнялися середнім ступенем мінливості з варіюванням у межах від 11,2 до 19,7%.

Коефіцієнт корисної дії ФАР найвищу стабільність виявив у вологі роки ( $V = 6,5\%$ ), середній рівень ( $V = 12,8\%$ ) – у середні, а в інші – відрізнявся високим ступенем мінливості ( $V = 26,2-31,6\%$ ).

Цікаві результати показав кореляційний аналіз показників природної теплозабезпеченості. У вологі роки встановлена дуже високий ступінь зв'язку суми температур повітря з рівнем урожайності зерна кукурудзи з коефіцієнтом кореляції 0,90 та визначення рівня врожаю на 81%, що зумовлено стримуючою дією температури повітря за умов високої вологозабезпеченості. В інші за дефіцитом випаровування роки спостерігається зниження ступеня зв'язків у 2,2-4,5 рази. Відносно температурного індексу, то так само, як і у вологі роки, встановлено позитивний вплив на врожайність підвищеної температури повітря, проте в інші роки зафіксовано середній і сильний від'ємний кореляційний зв'язок. Найгірше підвищення суми температури повітря впливало на продуктивність рослин кукурудзи у сухі ( $r = -0,86$ ,  $R^2 = 0,73$ ) та середньосухі ( $r = -0,89$ ,  $R^2 = 0,78$ ) роки, що пояснюється дефіцитом природної вологозабезпеченості, низькою відносною вологістю повітря, суховіями та, як наслідок, зниженням рівня врожаю.

Схожі залежності щодо продуктивності кукурудзи встановлені й відносно показнику фотосинтетично активної радіації, оскільки лише у вологі роки зафіксовано високий ступінь зв'язку ( $r = 0,91$ ) при 81% рівні впливу формування врожаю зерна досліджуваної культури. В інші роки спостерігається слабкий додатний і від'ємний зв'язок між цими показниками при коефіцієнтах кореляції від -0,17 до 0,34, а у сухі роки – зв'язок практично відсутній ( $r = 0,03$ ). Слід зауважити, що зростання показники ККД ФАР позитивно вплинуло на врожайність зерна в усі роки досліджень, проте найвищий ступінь

зв'язків відмічено у середньосухі ( $r = 0,90$ ) та сухі ( $r = 0,92$ ) роки, коли дія цього фактора зумовлювала продуктивність рослин на 81,0 та 85,0%, відповідно.

Кореляційно-регресійне моделювання показників урожайності зерна кукурудзи залежно від суми температур повітря за вегетацію довело найкращу реакцію на покращення термічного режиму середньостиглих гібридів (рис. 1.14).

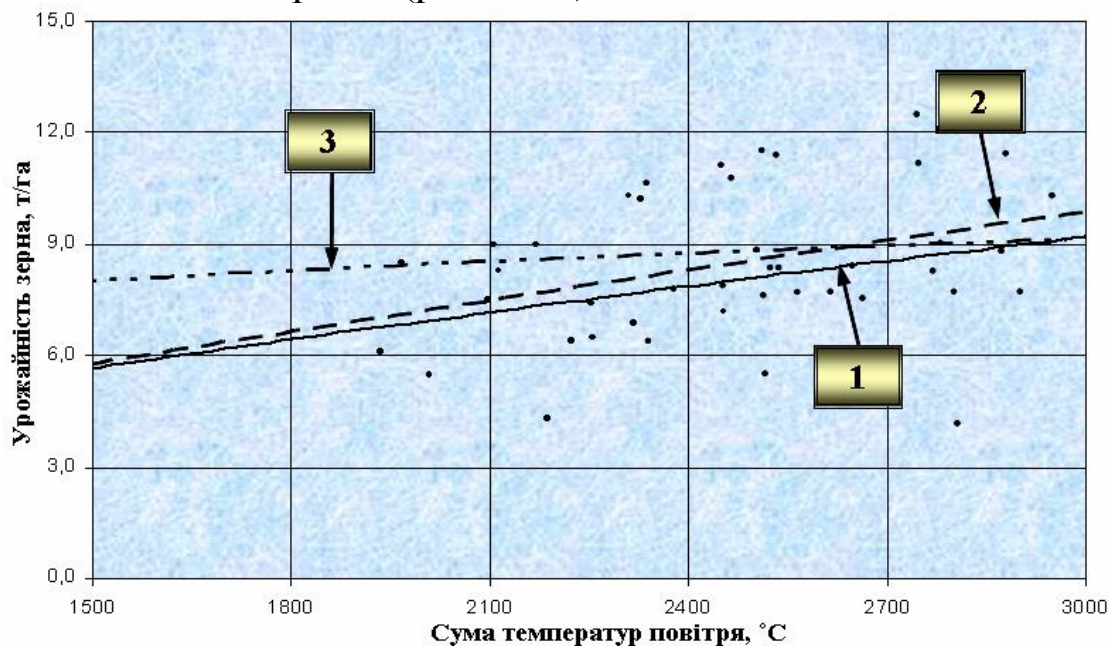


Рис. 1.14. Кореляційно-регресійна залежність між сумою температур за період вегетації та врожайністю зерна гібридів кукурудзи:

- 1 – ранньостиглих ( $y = 0,0336x^{0,7013}$ );
- 2 – середньостиглі ( $y = 0,0125x^{0,8327}$ );
- 3 – пізньостиглі ( $y = 2,0233x^{0,1895}$ )

Навпаки, ранньостиглі гібриди потребують менших сум температур повітря та знижують приріст урожаю, вже починаючи з показників 1500-1600°С.

Пізньостиглі гібриди кукурудзи відрізняються певною стабільністю наростання продуктивності мірою збільшення сум температур, що пов'язано з тривалим періодом вегетації та зменшенням показників термічного режиму наприкінці літа й особливо восени в кінцеві фази розвитку рослин.

Від'ємна направленість зв'язків продуктивності рослин відмічена відносно фотосинтетично активної радіації (рис. 1.15).



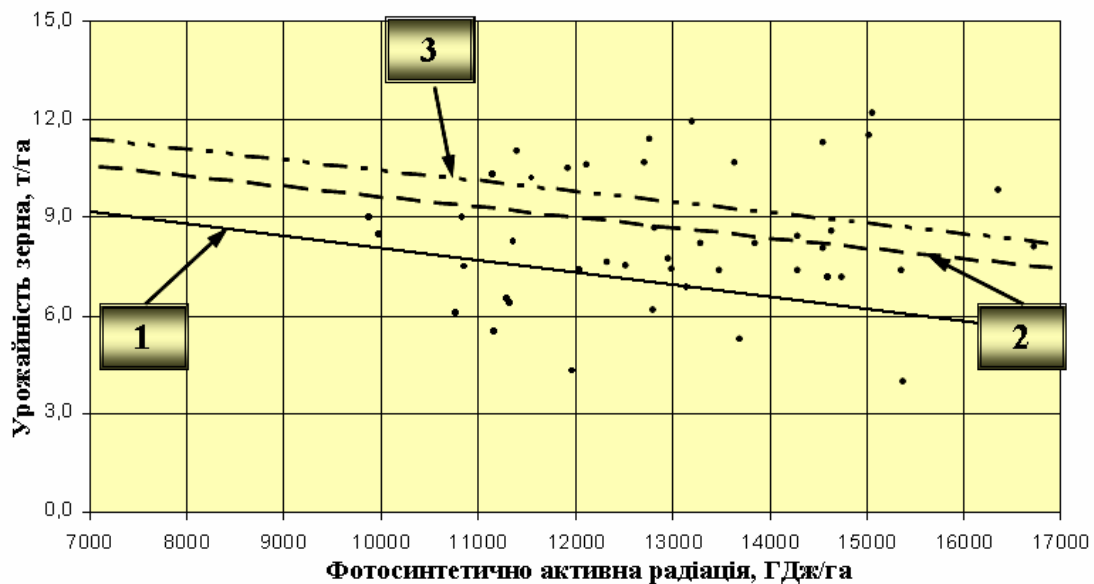


Рис. 1.15. Статистична модель між показниками фотосинтетично активної радіації та врожайністю зерна гібридів кукурудзи:

- 1 – ранньостиглих ( $y = -0,0004x + 11,809$ );
- 2 – середньостиглі ( $y = -0,0003x + 12,906$ );
- 3 – пізньостиглі ( $y = -0,0003x + 14,441$ )

Розрахунками аргументовано повільне зниження врожайності гібридів усіх груп стиглості з підвищенням надходження ФАР, що пояснюється особливостями кліматичних умов південного Степу України, який характеризується високими ресурсами сонячної радіації та дефіцитом природної вологи.

## РОЗДІЛ 2

# ОЦІНКА ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ І ЇХ РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ

### 2.1. Загальна характеристика природних ресурсів

Одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур базується на високоефективному використанні ґрунтово-кліматичних ресурсів. У сільськогосподарському виробництві, на відміну від інших галузей народного господарства, ці умови є найважливішими складовими засобами, без чого неможливий сам процес одержання рослинницької продукції.

Разом з тим, природні ресурси відрізняються від звичайних засобів виробництва тим, що здатні природним шляхом відновлювати свої властивості, втрачені повністю або частково в процесі використання. При цьому ступінь відновлення властивостей одних видів ресурсів (сонячна радіація, тепло й інші) мало залежать від характеру виробництва продукції, а ступінь відновлення інших (агрофізична структура ґрунту, запаси поживних речовин і продуктивної вологи в ґрунті) визначаються інтенсивністю їх використання у процесі вирощування врожаю.

Природні ресурси, що піддаються безпосередньому активному регулюванню, підлягають керуванню за рахунок основних факторів інтенсифікації сучасного землеробства – хімізації (внесення добрив, гіпсування ґрунтів, використання гербіцидів), удосконалення структури посівних площ, обробітку ґрунту й поповнення запасів ґрунтової вологи шляхом зрошення. На основі цих факторів підвищується родючість ґрунту, поліпшується водозабезпеченість і створюються найкращі умови для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Характерною рисою інтенсивного землеробства є посилення залежності від ресурсів життя рослин. Ступінь їхнього використання обумовлена характером об'єкта (сільськогосподарської культури) і взаємодії з ними ресурсів життя рослин в процесі формування врожаю. Завдання в одержанні сталих урожаїв зводиться переважно до максимально можливого наближення умов зовнішнього середовища до потреб рослин.

Найважливішою умовою подальшого підвищення ефективності землеробства є правильна оцінка й дослідження природних ресурсів регіону, засновані на глибокому аналізі залежності врожайності сільськогосподарських культур від ґрунтово-кліматичних особливостей. Постійно зростаюча потреба обліку ґрунтово-кліматичних факторів обумовлена посиленням їхнього впливу на кінцевий результат. Співставлення даних реального рівня агрокліматичних ресурсів з потребами рослин дозволяє з досить високою точністю встановити фактори, що лімітують одержання високих урожаїв.

Важливо відзначити, що в інтенсивних системах зрошеного землеробства такі фактори, як тепло, світло, волога, поживні речовини використовуються з більшим коефіцієнтом корисної дії. За недостатнього рівня агротехніки ґрунтово-кліматичні ресурси витрачаються більшою мірою не на нагромадження біологічної маси, а на фізіологічні процеси, що призводить до втрат накопиченої органічної речовини.

Для раціонального дослідження ґрунтово-кліматичних ресурсів необхідно більш точно визначення для кожної культури першорядних біокліматичних констант. Біокліматична класифікація рослин дозволяє правильно оцінити потенційні кліматичні можливості регіону. А це, у свою чергу, відкриває можливості для розробки раціональних сівозмін, добору таких культур, гібридів, сортів, які забезпечать максимальне використання всього вегетаційного періоду, створення високого фотосинтетичного потенціалу посіву й найбільший вихід продукції з одиниці площі.

До основних і найважливіших біокліматичних характеристик рослин відносяться тривалість вегетації, вимоги до термічних факторів, ступінь корисного використання води, особливості фотоперіодичної реакції (В.И. Разумов, 1961; Д.И. Шашко, 1967; В.И. Колосков, 1965). Для основних польових і овоче-баштанних культур дані характеристики наведено в таблиці 2.1.

На біокліматичні параметри рослин впливає не тільки варіювання погодних умов, але й сортовий склад. Останнє має велике значення, тому що міжсортіві розходження можуть бути досить значними, а вибір сорту часто відіграє вирішальну роль у визначенні можливостей вирощування тієї або іншої культури чи групи культур.

Таблиця 2.1

## Біокліматична характеристика сільськогосподарських культур

Культура	Веgetаційний період (включно з періодами спокою), діб	Біологічний мінімум температур по періодам, +°C		Біологічний оптимум формування господарсько-корисних органів, +°C	Температури, що викликають загибель сходів, або озимих рослин при змівці, °C	Необхідна сума активних температур за вегетацію, °C	Транспіраційний коефіцієнт	Фотоперіодична реакція культури
		формування вегетативної маси	формування господарсько-корисних органів					
Озима пшениця	280-300	4-6	12-14	18-24	17-25	1400-1800	400-300	довгого дня
Озиме жито	260-280	4-6	12-14	16-20	25-30	1200-1600	350-550	довгого дня
Озимий ячмінь	255-275	4-6	12-14	17-22	12-15	1200-1600	450-600	довгого дня
Яра пшениця	80-120	4-6	12-14	18-24	6-8	1100-1600	400-550	довгого дня
Ярий ячмінь	60-90	4-6	10-12	15-22	6-9	1000-1800	450-600	довгого дня
Овес	80-100	4-6	10-12	16-22	6-8	1000-1800	450-600	довгого дня
Кукурудза	90-150	10-13	13-15	20-25	24	2000-3000	250-400	короткого дня
Суданська трава	100-130	10-12	14-16	25-30	2-4	1300-1700	300-400	короткого дня
Просо	70-110	10-12	15-17	18-24	1-2	1200-1800	200-300	короткого дня
Горох	65-100	4-6	10-12	15-16	5-7	1200-1600	453-700	довгого дня
Соя	90-150	12-13	15-18	18-22	2-3	1600-3000	450-550	нейтральна
Соняшник	100-150	6-8	12-14	20-26	3-5	1800-2600	600-900	нейтральна
Ріпак ярий	80-100	4-6	10-12	18-20	8-10	700-900	400-600	довгого дня
Ріпак озимий	300-320	4-6	10-12	18-20	18-20	1200-1400	500-700	довгого дня
Цукрові буряки	150-180	6-8	10-12	18-22	4-5	2000-2700	250-450	довгого дня
Гречка	60-120	8-10	10-12	16-20	2-3	1100-1500	500-600	короткого дня
Рис	90-130	14-15	16-18	20-25	0,5-1,0	2500-3000	500-700	короткого дня
Сорго	100-150	12-14	15-17	25-30	2-4	2000-3000	125-250	короткого дня
Кавун	65-100	16-18	20-22	25-30	0,5-1,0	1200-1300	550-650	короткого дня
Диня	65-90	15-16	18-20	24-28	0,5-1,0	1200-1700	560-660	короткого дня
Гарбуз	90-140	14-16	18-20	22-25	1-2	2400-2800	800-850	короткого дня
Кабачок	45-60	12-15	15-17	20-27	0,5-1,0	1000-1500	500-550	короткого дня
Томат	90-160	10-14	12-15	22-25	0,5-1,0	2400-3100	300-350	короткого дня
Огірок	55-70	12-16	15-17	20-25	1-2	1400-2300	400-500	короткого дня
Капуста	70-160	6-10	12-14	16-18	3-5	1200-2800	500-560	довгого дня
Цибуля	130-150	6-8	12-14	20-26	2-3	1800-2600	300-350	довгого дня

## 2.2. Енергетичні ресурси й раціональне їх використання

Джерелом енергетичних ресурсів для всіх процесів, що протікають в рослині, є сонячна радіація. Видатний учений К.А. Тімірязєв відзначав, що за рахунок світлової енергії відбувається найбільш важливий біологічний процес на Землі – утворення рослинами органічних речовин з неорганічних – вуглекислого газу і води, який одержав назву фотосинтезу.

Дія світлової енергії на рослину визначається інтенсивністю світлового потоку, його спектральним складом, тривалістю освітлення, Інтенсивність світлового потоку протягом року і дня неоднакова. Найбільша вона влітку – 60-80 тис. люкс, найменша – з другої половини листопада до першої половини січня – 4 тис. люкс. Світлова енергія сонця надходить до рослин у вигляді прямої і розсіяної радіації. За суцільної хмарності неба до поверхні ґрунту надходить не більше 20 % світлової енергії. Пряма радіація потрапляє переважно до верхніх ярусів листків. Розсіяна радіація є більш проникною, оскільки падає і на нижні яруси листків. Пряма і розсіяна радіація, що проникає на земну поверхню, складають сумарну радіацію.

За даними ряду авторів (Л.І. Сакалі, 1970; О.Р. Константинова, 1976 та ін.) у ясну погоду в полуденні години інтенсивність загальної радіації у степовій частині країни в червні становить 5,5 Дж/см<sup>2</sup>/хв. Близько 22 % цієї кількості відбивається листками рослин, майже 25 % пропускається до посівів. Таким чином, кожний квадратний сантиметр листків поглинає за 1 хвилину майже 2,9 Дж. загальної радіації.

Відомості про спектр освітлення, особливо його фотосинтетично-активної частини є основою для розрахунків агрокліматичного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Фотосинтетично-активна радіація (ФАР) це випромінювання Сонця довжиною хвиль 0,38-0,71 мікрон, що забезпечує процеси фотосинтезу. У сонячному спектрі ФАР становить близько 45-50 %, решта припадає на інфрачервоні (теплові) і ультрафіолетові промені. Протягом доби і року інтенсивність ФАР змінюється. Найменша вона взимку, вранці і увечері. На даний період в актинометрії виконано значні роботи із кліматичної оцінки ФАР на території півдня України (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Надходження ФАР (МДж/м<sup>2</sup>) по місяцям за вегетаційні періоди (ВП) із середньодобовою температурою > 5 і 10°C і післяжнивний період по областях зони зрошення**

Місяць і період	Регіон, область									А.Р. Крим
	Донецька	Дніпропетровська	Одеська	Миколаївська	Херсонська	Запорізька	Хмельницька	Вінницька	Київська	
I	55-64	60-64	60-70	55-64	60-70	60-68	68-85			
II	94-98	90-94	94-102	90-98	94-102	94-98	98-111			
III	171-183	171-179	175-188	171-188	179-192	175-188	175-209			
IV	230-252	235-239	222-264	239-256	243-256	226-256	252-299			
V	318-345	320-328	303-354	326-350	333-354	328-350	316-367			
VI	337-358	345-350	341-384	337-363	352-367	241-363	363-375			
VII	320-363	345-367	341-384	358-384	367-384	358-375	363-392			
VIII	303-320	303-316	303-328	305-324	316-333	311-324	316-175			
IX	213-235	218-230	226-247	223-243	237-252	226-239	243-273			
X	124-149	127-145	136-158	136-154	145-158	141-149	162-175			
XI	55-68	55-60	60-70	58-58	60-72	60-68	58-94			
XII	38-43	38-43	47-60	47-60	47-60	43-45	51-64			
Рік	2300-2470	2311-2407	2372-2576	2354-2552	2437-2580	2384-2506	2544-2734			
ВП при t >5° C	1790-1996	1851-1996	1928-2218	1898-2111	2005-2175	1919-2043	2184-2260			
ВП при t >10° C	153-1715	1595-1715	1659-1877	1633-1813	1727-1834	1655-1757	1872-1962			
Післяжнивний період (15.07-15.10)	724-930	785-930	862-1152	832-1045	939-1109	853-977	1118-1194			

Протягом року найбільша кількість ФАР надходить у теплий період року. Так, за період, обмежений температурами вище 5°C, прихід ФАР складає близько 80-85% від річної норми, а за період, обмежений температурами вище 10°C, відповідно 69-72%.

Протягом доби найбільша інтенсивність радіації спостерігається в полуденні години. Максимальна різниця по окремих регіонах південного Степу України в надходженні ФАР не перевищує за рік 11%, а за теплий період року (при  $t > 5^\circ\text{C}$ ) - 13%. Найбільш енергетично забезпеченими південними регіонами є АР Крим і Херсонська область, менш забезпеченими – Миколаївська та Запорізька області.

Незважаючи на регіональні відмінності, сонячна радіація забезпечує необхідною кількістю енергії всі культури, що вирощуються на півдні України, з надлишком. Як показали дослідження (Н.И. Гойса й ін., 1983), енергетична потреба рослин практично не залежить від умов вологозабезпеченості й рівня мінерального живлення. Саме тому вона є основою для розрахунку максимально можливого врожаю при заданому коефіцієнті використання ФАР, що виявляється вихідним пунктом програмування.

Знаючи надходження фотосинтетичної активної радіації за потенційний вегетаційний період або за час, що становить будь-яку іншу його частину, можна поставити завдання раціональної акумуляції цієї енергії культурними рослинами. І вже на основі такого показника визначити потенційний урожай основної або проміжної культури, сорту.

Потенційний урожай визначається біологічними можливостями рослини, надходженням і використанням рослинами фотосинтетичної активної радіації. Це можливо за умови повного задоволення потреб рослин у теплі й матеріальних факторах життя, тобто, коли рівень агротехніки й меліорації дозволить довести коефіцієнт використання ФАР до максимального рівня. Потенційний урожай визначаємо за формулою (А.А. Собко, 1984):

$$Y_{\text{п}} = K_{\text{ф}} \cdot K_{\text{м}} \cdot (\Sigma Q_{\text{н}}/g),$$

де,  $Y_{\text{п}}$  – потенційний урожай, ц/га;

$K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт використання рослинами ФАР;

$K_{\text{м}}$  – коефіцієнт господарської ефективності врожаю, що показує частку корисної частини врожаю в загальній біомасі;

$Q_{\text{н}}$  – прихід ФАР за період вегетації, млрд. ккал/га;

g – калорійність урожаю, ккал/га.

У деяких практичних розрахунках (М.К. Колосов, 1997) прийнято вважати, що врожай сухої біомаси в 100 ц/га відповідає 40 ц/га зерна (при коефіцієнті виходу зерна 0,4) і 600 ц/га сирової (зеленої) маси.

Виходячи із цього нами зроблений розрахунок можливих урожаїв сухої біомаси, зерна та зеленої маси польових культур відповідно до рівня надходження ФАР у регіоні й різних коефіцієнтів його використання (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Можливий урожай біологічної продукції в умовах південного Степу України залежно від коефіцієнту використання ФАР**

Прихід ФАР по періодам, млрд. ккал/га	Коефіцієнт використання ФАР, %	Можливий урожай, ц/га		
		сухої біомаси	зерна при 14%-й вологості	зеленої маси
За вегетаційний період при $t > 10^{\circ}\text{C}$ (4,0-4,5)	1	100-112	46,2-52,1	600-675
	2	200-225	93,0-104,6	1200-1350
	3	300-337	139,5-156,7	1800-2025
	4	400-450	186,0-100,9	2400-2700
	5	500-562	232,5-261,4	3000-3372
За післяжнивний період (2,0-2,5)	1	50-60	23,2-30	300-400
	2	100-120	46,5-60	600-800
	3	150-180	69,8-90	900-1200
	4	200-240	93,0-120	1200-1500
	5	250-300	116,2-150	1500-2000

Наведені розрахунки показують, що надходження ФАР не обмежує формування високого врожаю як за весь потенційний вегетаційний період, обумовлений наявністю активних температур, так і за післяжнивний – від початку збирання озимої пшениці до осіннього переходу температур через  $10^{\circ}\text{C}$ .

Кількість сонячної радіації, що надходить до поверхні землі, змінити не можливо, але використання її можна значно збільшити. Якщо вирішальним фактором і рушійною силою фотосинтезу рослин



є енергія сонячної радіації, то посів повинен являти досконалу оптичну систему, здатну поглинати велику кількість енергії ФАР і використовувати її на фотосинтез з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД). Тому конструювання посівів з високим ККД ФАР має бути одним з основних завдань у технології підвищення врожаїв і якості зерна. Це досягається шляхом комплексу технологічних агроеліоративних, агрохімічних та інших заходів. Дуже важливим прийомом у цьому напрямку є цілеспрямована селекція на зміну біологічних особливостей культури через створення нових сортів, гібридів, що добре використовують ґрунтово-кліматичні ресурси регіону. У відкритому ґрунті умови освітлення рослин можуть у певних межах регулюватися їх розміщенням, густотою посіву, напрямком рядків та ін.

Недостатньо ефективно використовується ФАР і в кінці вегетації, що пов'язано з процесами старіння листків, недостатнім водопостачанням та ін. Лише при оптимальному поєднанні всього комплексу зовнішніх і внутрішніх факторів, що як правило є характерним для середини вегетації, забезпечується вищий коефіцієнт корисної дії ФАР - 5-7 % і більше.

Зазначимо, що у звичайних умовах коефіцієнт використання ФАР не перевищує 1%. За недостатньої забезпеченості факторами росту він знижується до 0,2-0,5% (А.П. Федосєєв, 1979; О.О. Ничипорович, 1979). В оптимальних умовах посіви здатні використати 3 і більше відсотків енергії фотосинтетичної активної радіації. Це є середніми показниками для всього вегетаційного періоду, які окремими етапами онтогенезу помітно змінюються. Так, мінімальне значення припадає на початок вегетації, коли у рослин ще мало листя. Використання ФАР у цей період становить лише декілька десятих відсотка. Лімітується дія фактора невисокою температурою, що характерно для цього етапу онтогенезу рослин. За спостереженнями Ф.М. Пруцкова (1982) озима пшениця добре використовує квітнево-червневу енергію сонця і майже не засвоюють її рослини в липні й серпні. Пшениця, вирощувана на зерно в умовах України, за вегетаційний період використовує 1,74 %, а за рік 1,12% ФАР. Урожай сухої речовини при цьому становить 133, а зерна 39 ц/га. У період інтенсивного приросту надземної маси і листової поверхні спостерігається найповніше використання рослинами радіації. При цьому посіви, вирощувані на багатому

агрофоні, з кращою просторовою структурою, поглинали більшу кількість ФАР.

Коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу усіх інших факторів на продуктивність агрофітоценозу. Зокрема, рівень у три і більше відсотків ФАР досягнуто у багаторічних дослідах Інституту зернового господарства (А.І. Лівенський та ін., 1980), де при надходження ФАР за період сходи – повна стиглість зерна у 2,9 млрд. ккал/га одержують по 100 ц/га і більше зерна кукурудзи. Такі результати досягнуто завдяки максимальній стимуляції умов вирощування, у першу чергу створення високого фотосинтетичного потенціалу (ФП).

З метою одержання високих значень ФП важливо створити сприятливі умови для інтенсивного наростання площі листків до оптимальної величини й тривалого перебування їх в активному стані. Для умов зрошення розроблена технологія вирощування люцерни, що дозволяє довести максимальну площу листків у першому укосі до 80-90 тис. м<sup>2</sup>/га, у другому – 70-80, у третьому – 60-70 й у четвертому – 50-60 тис. м<sup>2</sup>/га. Це забезпечує одержання 200 ц/га високобілкового сіна з рівнем використання ФАР близько 3%. Люцерна як багатоукісна й багаторічна культура, найбільше повно використовує ФАР протягом усього вегетаційного періоду й завдяки цьому відрізняється винятково високою продуктивністю. Але можна також різко збільшити використання ФАР за період вегетації рослин і забезпечити їхню високу продуктивність шляхом добору культур, їхніх сумішок для весняної, літньої й осінньої сівби, тобто створення продуктивних агрофітоценозів. У наших дослідах максимальна величина ФП досягала при використанні ущільнених і багатоукісних схем вирощування як у основних, так і проміжних посівах. Кращі результати забезпечували посіви на зелений корм за такою схемою: перша культура - озиме жито з викою, друга - післяукісна кукурудза із соєю, третя - сумішка гороху, вівса та соняшнику. Такі посіви порівняно з вирощуванням однієї культури мали у 2-4 рази більшу площу листків і забезпечували щорічно врожай вище 900 ц/га зеленої маси, що на 250 ц/га більше, ніж забезпечують високоврожайні чисті посіви люцерни. При цьому коефіцієнт використання ФАР таких посівів становив більше 2,5%.

Наведені дані можливої врожайності не є кінцевими, тому що коефіцієнт використання енергії сонячної радіації сумарно протягом всієї вегетації рослин за теоретичними розрахунками може досягти 8

і більше процентів. Безперечно, такі високі врожаї можна одержати лише за сприятливих умов: високого рівня агротехніки, достатньої забезпеченості посівів елементами живлення, водою, за оптимальної густоти посіву, відповідних урожайних властивостей сортів. В.П. Гудзь (1989) вважає, що для одержання високих, урожаїв необхідно, щоб у розрахунку на кожну одиницю енергії ФАР, яка надходить за період вегетації, і на кожний відсоток її використання на фотосинтез та накопичення в урожаї, рослини мали близько 750 м<sup>3</sup>/га доступної для транспірації води, 25-30 кг/га доступного для засвоювання азоту, а в цілому 150 кг/га елементів мінерального живлення в оптимальних співвідношеннях.

Крім надходження ФАР на рослини суттєво впливає тривалість світлового дня. Установлено, що одні рослини швидше проходять розвиток за довгого світлового дня, а інші - за короткого (табл. 1). Світловий день в період весняної сівби наближається до 14 годин, у червні досягає 17 годин, а потім починає скорочуватися до 15 годин до середини серпня і до 11,5 години до кінця вересня. Тому при весняних строках сівби умови найбільш сприятливі для росту й розвитку рослин довгого дня, а при літніх посівах - короткого. Фактор тривалості світлового дня особливо важливо враховувати при плануванні вирощування проміжних посівів і а доборі компонентів агрофітоценозу.

### **2.3. Термічні ресурси**

Термічні ресурси є одним з основних факторів диференціації сільськогосподарського виробництва й продуктивності землеробства. Південь України характеризується достатком тепла. Тривалість теплового періоду становить у середньому 280-290 днів, холодного періоду – відповідно 75-85 днів. В оцінці забезпеченості теплом важливо насамперед визначити число днів з певними температурними переходами, за яких можлива вегетація різних сільськогосподарських культур, а також суму активних температур, що характеризує відповідність потребам в теплі окремих культур (табл. 2.4).

Для більшості культур, що вирощують на півдні України, найбільше значення має період, коли середньодобова температура перевищує плюс 5°C, а для теплолюбних - плюс 10°C. Суми позитивних температур вище 5°C за вегетаційний період на півдні

України становлять 3430°C, вище 10°C - 3075°C, вище 15°C - 2540°C. Середньорічна температура повітря на півдні України перебуває в межах від 8 до 10,8°C. Середня температура самого теплого місяця (липня) становить від 20,6 до 23,9°C, а самого холодного (січня) – від 0,6 до мінус 5,8°C.

Таблиця 2.4

**Термічні ресурси півдня України (за даними Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту)**

Регіон, (область)	Кількість днів з температурами вище			Середні дати при-морозків в повітрі, число/місяць		Сума активних температур, °С
	0° С	5° С	10° С	останнього	першого	
Запорізька	251-269	207-220	167-180	14/04	15/10	2940-3450
Миколаївська	281-315	226-242	178-190	25/04	10/10	3080-3600
Одеська	259-272	212-224	172-183	9/04	27/10	3020-3480
Херсонська	257-306	212-245	169-192	13/04	24/10	2880-3610
АР Крим	265-290	218-232	177-187	15/04	16/10	3260-3500

Вегетаційний період в південній частині регіону починається 20-31 березня, в північній - 1-5 квітня. Кінець вегетаційного періоду припадає на 15-25 листопада в південно-західній частині й на 1-15 листопада - у північно-східній. Порівняння фактичних ресурсів тепла на півдні України (табл. 2.5) з наведеними потребами в ньому культур вказує на повне задоволення потреб самих теплолюбних культур: рис, баштанні, овочеві, а також про доцільність застосування повторних посівів після вирощування деяких культур.

При вирощуванні окремих культур використовується тільки частина вегетаційного періоду й залишається деякий енергетичний резерв, який можна спрямувати для вирощування проміжних культур. Залишок ресурсів тепла й періоду вегетації після збирання деяких культур або змішаних посівів і можливості їхнього використання для вирощування проміжних посівів визначають за таблицею 2.6.

При вирощуванні культур у післяжнивний період (після збирання озимої пшениці) варто враховувати їхню здатність скорочувати тривалість вегетації через більш високі температури в початковий період росту й характерну фотоперіодичну реакцію.

Таблиця 2.5

**Тривалість безморозного періоду і залишок тепла після збирання врожаю окремих культур**

Культура	Період збирання врожаю		Число днів до заморозків	Сума активних температур, °С
	фаза вегетації	дата/місяць		
Озиме жито з ріпаком з викою	Поодинокі колосіння	25/04-05/05	160-170	2750-3350
	Початок колосіння	05/05-10/05	155-160	2700-3250
Озима пшениця з викою	Початок колосіння	12/05-20/05	145-150	2550-3100
Ячмінь з горохом	Поодинокі колосіння	30/05-05/06	130-135	2300-2850
Овес з горохом	Поодинокі колосіння	10/06-15/06	120-125	2100-2700
Озима пшениця	Повна стиглість	05/07-10/07	90-100	1600-2150
Картопля рання	Технічна стиглість	15/06-30/06	100-120	1800-2600
Кукурудза на силос	Молочно-воскова стиглість	05/08-15/08	60-70	900-1350
Овочевий горох на лопатку	Технічна стиглість	10/07-15/06	120-125	2100-2400
Огірки	Останній збір	10/08-15/08	65-70	950-1350

Культури довгого дня в післяжнивних посівах відрізняються більш інтенсивним ростом. Хоча проходження фаз розвитку у них затримується, однак зростає здатність до більшого наростання вегетативної маси. При цьому на 200-300 °С (сумарно) зменшується потреба у теплі. Все це визначає сприятливість умов для післяжнивного вирощування сільськогосподарських культур.

Тривалість вегетації рослин і кількість необхідного тепла визначають з таблиці 2.6 на основі узагальнення матеріалів наших досліджень.

Перелік вирощуваних на півдні України культур відрізняється значним розмаїттям. Теплові ресурси тут забезпечують можливість одержання високих урожаїв, у тому числі пізньостиглих культур (кукурудза, просо, соя) не тільки в основний строк посіву, але й у післяжнивний період. Важливо не допустити великих розривів між збиранням попередньої основної культури й посівом повторної. Так,

за десятиденного розриву зазначених строків втрачається 200-250°C активних температур, що рівноцінно втраті майбутнього врожаю зерна в 7-12 ц/га.

Таблиця 2.6

**Тривалість вегетаційного періоду потреб в теплі при вирощуванні польових культур у післяжнивний період**

Культура	Фаза вегетації при збиранні	Веgetаційний період, дні	Мінімальна сума активних температур, °C
Ранньостиглі сорти проса, гречки, гороху, картоплі, гірчиці	Повна стиглість	70-85	1100-1200
Середньостиглі сорти цих культур Пізнньостиглі сорти картоплі,	Повна стиглість	95-105	1550-1650
Пізнньостиглі сорти картоплі, ранньостиглі сорти кукурудзи	Повна стиглість	115-125	1900-2100
Овес, ячмінь, просо, райграс, горох, соя, вика, гречка	Цвітіння	60-65	950-1050
Кукурудза, сорго, суданська трава, африканське просо, соняшник	Повна стиглість	60-90	1400-1600

На півдні України дуже обмежені ресурси вологи в цей період, тому вирощування проміжних культур ефективно лише при зрошенні.

## 2.4. Ресурси вологозабезпеченості

Умови вологозабезпеченості як важливий фактор життєдіяльності рослин, нерідко лімітують одержання високих і стабільних урожаїв. Головною особливістю цього фактору є те, що деякі його величини (вологість ґрунту, вологість повітря в посіві), можна змінювати за допомогою комплексу агротехнічних і меліоративних заходів і таким шляхом поліпшувати умови вирощування сільськогосподарських культур.

Величини, що входять у комплекс умов вологозабезпеченості, характеризують режим зволоження приземного шару атмосфери й фунту. До них відносяться: абсолютна й відносна вологість повітря, її дефіцит, характеристики режиму атмосферних опадів і запасів

вологи в ґрунті, комплексні показники умов тепло- й вологозабезпеченості. Ці величини між собою тісно пов'язані. Розглянемо найбільш важливі з них.

Основним джерелом вологозабезпеченості земної поверхні є атмосферні опади, які випадають у краплинній або твердій фазі і мають товщину шару води певної кількості міліметрів. Режим опадів характеризують такими показниками, як вид, кількість, інтенсивність, число днів з опадами різної кількості.

Із всіх метеорологічних величин кількість опадів одна з найбільш мінливих у просторі і часі. Характерною рисою просторового розподілу опадів є значна строкатість їхнього випадання, особливо зливових, які у окремих пунктах досягають, а іноді й перевищують абсолютний місячний максимум. Наприклад, у м. Миколаїв 30 травня 1955 року за одну зливу випало 190 мм опадів.

Характер опадів залежить як від пори року, так і від фізико-географічних особливостей самих областей. Найбільша просторова мінливість властива приморським районам. Для тимчасової мінливості місячних сум опадів характерними ознаками є значні коливання по роках - вони можуть бути у кілька разів менше або більше багаторічної норми.

Кількість атмосферних опадів на півдні України характеризується найменшими значеннями порівняно з іншими кліматичними зонами. У регіоні спостерігається негативний водний баланс через високу випаровуваність, що майже вдвічі перевищує норму опадів. Відношення кількості опадів до випаровуваності, тобто коефіцієнт зволоження, служить надійним показником вологозабезпеченості території. Для спільної оцінки дії умов тепло- і вологозабезпеченості використовують також гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що характеризує відношення суми опадів до суми активних температур, зменшених удесятеро, за певний період часу.

Середнє значення ГТК по областях півдня України за період активної вегетації перебуває в межах 0,7-0,9 (АР Крим) до 0,6-0,7 (Херсонська область). Це свідчить про посушливість зони при достатній забезпеченості теплом.

Найбільші коливання сумарного випадіння опадів протягом року в регіоні спостерігаються в АР Крим. Найменша їх кількість випадає у степовій частині, найбільша - у прибережній частині

Чорного моря (табл. 2.7). За період активної вегетації найменша кількість опадів характерна для Херсонської області.

Таблиця 2.7

**Розподіл опадів на півдні України**

Регіон, область	Кількість опадів по періодах, мм			Число посушливих днів за вегетаційний період (квітень - жовтень)	Гідротермічний коефіцієнт	Коефіцієнт зволоження
	за рік	за період активної вегетації (квітень-жовтень)	за післяжнивний період (з 15 липня-жовтень)			
Запорізька	379-472	213-303	100-132	80-90	0,6-0,7	0,6
Миколаївська	387-484	258-302	113-158	60-90	0,6-0,8	0,5
Одеська	340-430	213-343	90-156	50-90	0,6-0,8	0,5
Херсонська	325-382	198-247	95-114	80-90	0,6-0,7	0,4
АР Крим	329-514	199-312	96-127	80-90	0,7-0,9	0,5

Післяжнивний період характеризується дефіцитом вологи. Це пов'язано з літніми посухами, малою кількістю опадів (менше 50 % від суми за весь вегетаційний період), високою випаровуваністю і значним виснаженням ґрунтової вологи за попередній період.

Якщо середні багаторічні запаси вологи в зоні Степу під час посіву пізніх культур становлять 25-35 мм в орному шарі ґрунту, або 100-150 мм у метровому шарі, то при своєчасному проведенні весняних польових робіт й оптимальних строків сівби з'являються нормальні сходи. В післяжнивний період запаси ґрунтової вологи зменшуються до 5-10 мм в орному шарі і до 20-50 мм - у метровому. Такої кількості вологи недостатньо для проростання насіння. Варто пам'ятати, що зниження запасів продуктивної вологи в орному шарі до 20 мм вважається початком посушливого періоду, а до 10 мм - початком сухого періоду. У той же час звернемо увагу на значне збільшення випадання опадів на півдні України в останні роки, що підтверджує проведений нами аналіз по метеостанціях Херсонської області (табл. 2.8).

Величину можливого врожаю сухої біомаси (У, ц/га) залежно від вологозабезпеченості визначають шляхом ділення суми запасів продуктивної вологи метрового шару ґрунту перед сівбою (W, мм) і



суми опадів за вегетаційний період культури (P, мм) на коефіцієнт водоспоживання культури (K<sub>в</sub>), тобто:

$$Y=100 (W + P) / K_{в.}$$

Таблиця 2.8

**Середньорічна сума опадів по метеостанціям Херсонської області, мм**

Роки	Метеостанції:			
	Херсон	Бехтери	Н. Серогози	Генічеськ
Середнє за 1979-2004	454,2	387,3	458,8	397,4
Середнє за 1995-2004	503,5	456,0	499,4	434,7

Цією формулою користуються за відсутності даних непродуктивних витрат води на стік і випаровування. Розрахункові величини врожайності польових культур на основі даних про опади наведено в таблиці 2.9. Згідно з ними можна приблизно визначити продуктивність посівів в зоні південного Степу України.

Таблиця 2.9

**Теоретичні величини врожайності польових культур, розраховані за кількістю опадів, ц/га**

Культури	Строки сівби	
	весняні	післяжнивні
Рані зернові: - на зерно - на зелену масу	20-26 225-325	- 150-200
Пізні зернові: - на зерно - на зелену масу	30-36 375-450	16-22 200-275
Цукровий буряк	210-240	-

В умовах зрошеного землеробства створюється найбільш сприятливий для рослин водний режим. Проте, важливе значення має раціональне використання наявних водних ресурсів. У зв'язку із цим необхідно знати кількість дефіциту вологи у різні за вологозабезпеченістю роки. Тому розрахунок вологозабезпеченості доцільно встановлювати не за опадами, а за дефіцитом водоспоживання, що є комплексним показником водного балансу кореневмісного шару ґрунту, який визначає потребу рослин у додатковій волозі.

Це пояснюється тим, що у величині водоспоживання беруть участь не тільки опади вегетаційного періоду, але й запаси вологи ґрунту, наявність яких, особливо на початку вегетації, залежить в основному від опадів попереднього періоду. Роль ґрунтових запасів вологи значна, вони можуть становити 40-50 % загального водоспоживання. Певна кількість вологи заощаджується завдяки близькому до поверхні ґрунту рівню (до 3 м) заляганні ґрунтових вод, що приймають участь у водоспоживанні рослин. У середньосухі роки, що відповідають рокам 25 %-ній водозабезпеченості, і в середньовологі роки, еквівалентні 75 %-ній водозабезпеченості, найбільший дефіцит водоспоживання зернових культур спостерігається в Запорізькій, Миколаївській, Херсонській областях і АР Крим. В умовах Півдня України має місце різка диспропорція, що виражається в достатку енергетичних і теплових ресурсів при дефіциті опадів. Тому тут зрошення є особливо ефективним.

## **2.5. Екстремальні явища**

Найважливішими характеристиками екстремальності умов вологозабезпеченості південних областей України є показники інтенсивності й повторюваності посушливих явищ: тривалість і повторюваність бездощових періодів, тривалість, повторюваність і охоплення території посухами, число днів із суховіями та їх інтенсивність.

Бездощовим називається період, коли протягом 10 і більше днів опадів не було зовсім, або їхня добова кількість менше 1 мм. За мінімальну кількість опадів, що переривають бездощовий період після 10 таких днів, варто вважати 5 мм, якщо ці опади випадають протягом 1-5 днів. Відомо, що опади теплого періоду року випаровуються інтенсивніше. Тому їх кількість до 1 мм не досягає кореневої системи й не засвоюються рослинами, а опади більше 5 мм здатні зволожувати поверхневий шар ґрунту.

У степовій зоні України щорічно спостерігаються бездощові періоди, тривалість яких перевищує 1 -2 місяця. Бездощові періоди тривалістю 10-20 днів бувають щорічно протягом вегетаційного періоду два-три рази. Перші дні бездощових періодів не представляють небезпеки для розвитку сільськогосподарських культур. Починаючи з десятого дня, відсутність дощу негативно позначається на стані рослин, особливо у фазах колосіння й цвітіння,

коли потреба у волозі найбільша. Починаючи з десятого дня бездощів'я, наступні дні вважають посушливими.

Отже, число посушливих днів у бездощовому періоді буде на 9 менше від загального числа днів періоду. У степовій зоні число посушливих днів зростає від 50 на межі з лісостеповою зоною - до 90-94 у приморській смузі. Бездощові періоди служать причиною посух і суховіїв.

Посуха – складне явище, обумовлене тривалою відсутністю опадів у теплий період року при підвищеній температурі повітря, внаслідок чого вичерпуються запаси вологи в ґрунті через інтенсивне випаровування й транспірацію. При цьому створюються несприятливі умови для розвитку рослин, а врожай знижується або гине.

Розрізняють атмосферну посуху, для якої характерна ясна погода, тривалий бездощовий період, висока температура й знижена вологість повітря. Дослідженнями агрометеорологів і біологів встановлено, що оптимальні умови для життєдіяльності рослин складаються за відносної вологості повітря в посіві 60-80 %. Якщо вологість повітря нижче 60 %, то відбувається поступове зниження інтенсивності фотосинтетичної активності рослин, а нижче 30 % (умови повітряної посухи) – припиняється засвоєння вуглекислоти рослинами. Як наслідок атмосферна посуха переходить у ґрунтову, тобто висушування ґрунту, що спричиняє недостатню забезпеченість рослин вологою.

Повторюваність весняних посух у регіонах південного Степу України становить близько 40 %, літні посухи досягають 80-90 %, а осінні – всього 20 %, Імовірність посух, що охоплюють весь літній період, змінюється з півночі на південь від 20 до 50 %. На півдні Херсонської області, у прибережній смузі, їхня ймовірність становить 50-60 %.

Дні, коли відносна вологість повітря менша 30 %, вважаються сухими. Найчастіше вони спостерігаються у південній і східній частинах степової зони. Сухі дні відзначаються переважно в теплий період року. Узимку число таких днів незначне. Навесні їхня кількість зростає і у квітні-травні в окремих пунктах досягає 7-9 днів. У весняний період велику шкоду озимим культурам наносить поєднання низької вологості повітря (менш 30 %) зі зниженими температурами (холодна посуха). Особливо шкідливі такі умови наприкінці квітня-початку травня, коли в озимих рослин

відбувається формування колоскових горбків і квіток у колосках. Під впливом таких умов може значно знизитися число зерен у колосі, що, в остаточному підсумку, помітно позначається на врожаї.

Липень і серпень є найбільш сухими місяцями року. Інтенсивний прогрів повітря й зменшення кількості опадів приводить у районах, віддалених від морського узбережжя, до збільшення числа сухих днів до 9-12 та зменшення вологості повітря нижче 30 %. Найбільша кількість суховійних днів протягом року спостерігається в Херсонській області - від 16 до 22, найменша - Одеській - від 5 до 15 днів; на іншій частині регіону, крім районів, що прилягають до морського узбережжя, число суховійних днів становить від 11 до 20.

Південний регіон характеризується значною тривалістю днів з температурою вище 30 °С (25-30 днів) і відносною вологістю повітря нижче 30 % (30-35 днів). Ці показники погодних умов у поєднанні з вітром вище 5 м/с становлять елементи суховійного періоду. Такі вітри бувають в усі місяці теплого періоду з максимумом у серпні. У теплий період року тут виділяються найбільш значні території з підвищеною кількістю днів із суховіями. Найбільш активні з них займають Миколаївську та Херсонську області, де щорічна повторюваність суховіїв перевищує 15 днів. В Одеській області середнє число днів із суховіями за рік дорівнює 7. В окремі роки суховії в південному Степу тривають від 36 до 50 днів.

Початковою ознакою ушкодження зернових культур від суховію є зів'янення, а потім скручування листків. Надалі спостерігається пожовтіння або висихання листків у зеленому вигляді, а також побіління остей колосу. Такі ознаки носять незворотний характер. Найбільшу шкоду суховії наносять у період наливу й дозрівання зерна. У сполученні із ґрунтовою посухою дія суховію протягом 3-5 днів зменшує масу зерна на 40 % і більше.

Часто спостерігаються тут і посушливі вітри, що переходять в пилові буревії. У значній частині регіону відзначається 7-9 днів у році з пиловими буревіями. Найбільше пилових буревіїв (10-13 днів) буває в центральній частині Херсонської та півночі Кримської областей і найменше - півночі Миколаївської та Одеської областей (4-6 днів).

Внаслідок пилових буревіїв губляться важливі поживні елементи ґрунту, ушкоджуються рослини, заносяться посіви, дороги, лісосмуги, господарські будівлі. У роки з пиловими буревіями ґрунт

видувається до глибини 3-5 см за кілька днів. В окремих господарствах Генічеського та Чаплинського районів Херсонської області після пилового буревію навесні 1960 року вміст гумусу в орному шарі ґрунту знизився на 0,65-1,17 абсолютних процента, а під час пилового буревію взимку 1969 року в окремих господарствах Іванівського району тієї ж області - на 0,56%. Поля, що пошкоджені дією ерозії, знижують урожай зернових культур у посушливі роки - на 30-50%, а в роки з пиловими буревіями - у три-п'ять разів.

Головна причина виникнення вітрової ерозії - суцільна оранка ґрунту полицевими плугами. Зі збільшенням розораності території частота прояву вітрової ерозії зростає. Важливим фактором зниження негативного впливу суховіїв і пилових буревіїв є зрошення. Під впливом поливу зменшується їх ймовірність, тому що збільшується вологість орного шару ґрунту й поліпшується мікроклімат посіву. Дія зрошення особливо ефективна у жаркі, суховійні дні. Внаслідок посиленого випаровування вологої з поверхні ґрунту й транспірації рослин температура повітря у посівах знижується на 4-6 °С, а відносна вологість збільшується на 20-40 %.

## 2.6. Ґрунтові ресурси

Умови росту й розвитку рослин залежать від зміни й поліпшення властивостей ґрунту. Тому при розробці структури посівних площ, сівозмін, заходів щодо інтенсивного використання ріллі необхідно враховувати специфіку ґрунтового покриву.

Ґрунтовий покрив на півдні України відрізняється розмаїтістю. Основна ґрунтоутворна порода – лес (табл. 2.10). Північна частина представлена переважно звичайними середньо- та малогумусними чорноземами. Із просуванням на південь переважають чорноземи південні, які переходять в темно-каштанові ґрунти в комплексі із солонцями. Потужність гумусового горизонту чорноземів зменшується з півночі на південь та з заходу на схід. Якщо в районі Первомайська (Миколаївська область) потужність гумусового горизонту становить 70-80 см, то 90 км південніше, у районі Березівки (Одеська область), вона зменшується до 60-70 см, а на сході регіону (Розівський район Запорізької області) - до 65-75 см.

Кількість гумусу у звичайних чорноземах також знижується з півночі на південь, однак залишається досить високою завдяки значній глинистості цих ґрунтів (3,6-4,8%).

Таблиця 2.10

### Характеристика орного шару основних типів ґрунтів півдня України (Н.И. Крупский, Н.И. Полупан, 1979)

Показник	Чорноземи звичайні середньо-потужні	Чорноземи південні	Темно-каштанові солонцюваті ґрунти	Каштанові солонцюваті ґрунти	Солонці каштанові
Фізико-хімічні показники ґрунтів					
Глибина відбору, см	0-40	0-30	0-40	0-30	0-12
pH водний	7,1-7,2	6,9-7,6	6,5-6,8	7,7-7,8	7,3-7,6
Поглинені катіони, мг-екв на 100 г ґрунту:					
Ca	31,4-31,5	24,0-26,0	23,7-24,0	16,8-20,8	10,1-10,3
Mg	5,5-7,9	7,4-8,3	6,9-7,4	8,0-10,7	4,8-5,3
Na	0,2	0,4-0,5	0,5-0,6	1,0-1,3	0,5-0,7
K	0,5-0,8	0,6-0,9	0,9-1,1	0,8-1,0	1,2-1,5
Гідролітична кислотність, мг-екв на 100 г ґрунту	0,5-1,1	1,2-1,6	0,4-1,8	-	-
Ємність поглинання, мг-екв на 100 г ґрунту	36,4-37,1	34,6-36,4	-	26,5-29,4	-
Ступінь насиченості основами, %	97,1-98,7	95,7-96,4	94,7-98,8	-	-
Фізичні та водно-фізичні показники ґрунтів					
Об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	1,17-1,19	1,0-1,3	1,17-1,32	1,15-1,24	-
Питома маса, г/см <sup>3</sup>	2,62-2,67	2,60-2,62	2,64-2,65	2,67-2,69	-
Загальна пористість, %	54,6-56,2	51,6-61,8	55,7-56,2	53,6-56,3	-
Максимальна гігроскопічність, % від маси ґрунту	8,4	8,2-8,3	9,5-10,0	-	-
Вологість в'янення, %	12,1-12,4	11,0-11,1	12,9-13,4	-	-
Найменша вологоємність, %	24,4-29,8	27,9-31,9	25,5-29,5	-	-
Діапазон активної вологи, мм	14,3-20,7	20,9-21,1	16,0-19,5	-	-
Аерація за найменшої вологоємності, % від об'єму ґрунту	21,3-25,6	16,4-29,7	16,5-22,2	-	-
Механічний склад, % на абсолютно суху безкарбонатну наважку					
Фракції, мм					
1-0,25	0,1-0,2	0,2-0,3	1,2-1,4	0,7-0,8	0,4-0,8
0,25-0,05	8,9-9,8	3,6-5,6	5,3-8,7	5,2-2,6	3,6-11,6
0,05-0,01	32,4-35,3	34,8-36,2	20,6-26,4	33,1-33,5	38,9-50,7
0,01-0,005	9,5-11,9	8,0-12,0	8,6-10,3	12,8-13,6	4,5-6,2
0,005-0,001	10,0-12,5	5,2-11,7	14,2-15,1	7,2-8,1	13,9-18,1
< 0,001	36,3-36,7	40,3-42,0	38,4-39,8	40,2-42,2	22,3-29,0
Сума < 0,001	54,7-58,6	59,3-60,0	62,9-63,5	61,0-63,1	44,9-49,1
Вміст гумусу та азоту					
Гумус, %	3,6-4,0	2,6-3,1	2,3-3,4	2,4-3,6	2,4-4,1
Валовий азот, %	0,18-0,25	0,15-0,16	0,12-0,16	0,18-0,21	0,13-0,20

Гумус є одним із важливих агрохімічних показників родючості ґрунтів, накопичення якого є обов'язковою умовою відновлення та підвищення родючості. Проте в останні роки за сучасних умов господарювання щорічні втрати гумусу суттєво збільшилися (табл. 2.11). Тенденції цього процесу в степовій зоні України близькі до інших кліматичних зон.

Таблиця 2.11

**Динаміка балансу гумусу в шарі ґрунту 0-30 см, кг/га**

Роки	Кліматичні зони України			Україна
	Степ	Лісостеп	Полісся	
1961-1980	-260	-210	-230	-250
1981-1991	-120	-80	-100	-100
1991-1995	-240	-250	-270	-250
1996-2000	-530	-480	-600	-520
1961-2000	-288	-255	-300	-280
2003	-560	-580	-690	-600

Основна причина значної втрати гумусу полягає у скороченні обсягів застосування органічних добрив. Так, за останні 15 років внесення органічних добрив скоротилися майже у 9 разів і становило у 2003 році 17449 тис. тонн, або 1,0 т/га. Втрата гумусу ґрунтом веде до зниження рівня родючості. Щорічні недобори сільськогосподарської продукції в результаті зниження вмісту гумусу становлять в останні роки близько 3 млн. тонн умовного зерна. Для бездефіцитного балансу гумусу внесення органічних добрив необхідно збільшити у зоні Степу до 8,8 тонн на гектар щорічно (О.А. Корчинська, 2005),

Багатство чорноземів гумусом, інтенсивна міграція біогенного кальцію визначають фізико-хімічні властивості цих ґрунтів. Вони відрізняються високою ємністю поглинання, насиченістю поглинаючого комплексу основами, близької до нейтральної реакції верхніх шарів і високою буферністю. Чорноземи звичайні глинисті, важко- й середньосуглинкові мають виражену зернисту структуру у вигляді агрегатів не менше 80-90%. Це надає зазначеним ґрунтам такі фізичні властивості, як водопроникність, достатню волого- і повітряємність, що створює сприятливий водний, повітряний і тепловий режими.

Характерною ознакою південних чорноземів є невелика потужність горизонтів проникнення й фіксації гумусових речовин - на глибині 50-60 см і відкладення гіпсу на глибині 2,0-2,5 м. У чорноземів південних кількість гумусу зростає в північному напрямку – у бік чорноземів звичайних і зменшується з переходом до темно-каштанових ґрунтів, становлячи 2,3-4,2%. Зі зменшенням глинистості й збільшенням піскуватості кількість гумусу різко падає, наприклад, у межах дельти Дніпра (Херсонська область) – до 1%.

У південних чорноземах зменшується кількість поглиненого кальцію, зростає вміст поглиненого натрію, внаслідок чого ґрунти набувають солонцюваті властивості. За зниження насиченості основами до 93% проявляється гідролітична кислотність. У цілому структура південних чорноземів аналогічна структурі чорноземів звичайних, однак міцність агрегатів перших дещо нижча через наявність поглиненого натрію й меншої кількості гумусу.

Загальна площа чорноземів південних становить 3,5 млн. га. У центральній частині їхнього поширення частіше зустрічаються осолоділі й карбонатні різновиди, а з переходом до темно-каштанових ґрунтів помітно підсилюється солонцюватість.

Загальна площа темно-каштанових солонцюватих ґрунтів становить 1,27 млн. га. Ці ґрунти поширені на знижених приморських плато правобережжя Дніпра й на безстічних рівнинах вододілу рік Дніпро й Молочна. Вміст гумусу в таких ґрунтах коливається від 2,5% (середньосуглинкові) до 3,2% (важкосуглинкові).

У поглинаючому комплексі темно-каштанових ґрунтів збільшується частка поглиненого натрію, що у поєднанні з більшою кількістю магнію обумовлює фізичну солонцюватість. Через дефіцит перегною, верхні горизонти мають розпилену структуру тому за своїми водно-фізичними властивостями темно-каштанові ґрунти поступаються чорноземам південним.

Каштанові ґрунти загальною площею 0,22 млн. га поширені в Присивашській смузі Причорноморської низовини. Вони не утворюють суцільних масивів, залягають комплексно й створюють домінуючий фон. Важкосуглинкові різновидності ґрунтів містять 2,6-2,7% гумусу в орному шарі. Хоча ці ґрунти й придатні для вирощування сільськогосподарських культур, районованих в зоні сухого Степу, їх ефективне використання обмежене через надто виражену солонцюватість і сухість.



Солонці каштанові поширені плямами серед каштанових ґрунтів і менше - серед чорноземів південних і темно-каштанових ґрунтів. Вони мають низьку природну родючість у зв'язку з поганим фізичними властивостями, і значно знижують продуктивність ґрунтів. Солонці на півдні України за кількістю гумусу й здатності до швидкої мінералізації мало відрізняються від каштанових солонцюватих ґрунтів. Тому за усунення солонцюватості можна збирати високі врожаї сільськогосподарських культур.

Чорноземи звичайні, південні й темно-каштанові ґрунти (не еродовані) на півдні України характеризуються низьким вмістом валового азоту в орному шарі, про що свідчать дані Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН станом на 1980 рік (табл. 2.12).

Таблиця 12

**Вміст азоту в ґрунтах півдня України**

Ґрунт і місце відбору зразків	Глибина шару, см	Вміст азоту в ґрунті			
		валовий, %		що гідролізується, мг/кг ґрунту	
		не еродовані	середньо-еродовані	не еродовані	середньо-еродовані
Чорнозем звичайний важкосуглинковий (Запорізька область)	0-20	0,25	0,22	100	119
	20-40	0,21	0,17	101	93
	40-60	0,19	0,17	65	74
Чорнозем звичайний легкосуглинковий (Миколаївська область)	0-20	0,22	0,22	123	115
	20-40	0,20	0,18	122	100
	40-60	0,15	0,11	103	63
Чорнозем південний легкосуглинковий (Миколаївська область)	0-20	0,22	0,21	78	70
	20-40	0,21	0,18	75	72
	40-60	0,15	0,11	55	29
Чорнозем південний остаточно солонцюватий (Запорізька область)	0-20	0,15	-	129	55
	20-40	0,11	-	79	42
	40-601	0,07	-	65	28
Темно-каштановий важкосуглинковий (Запорізька область)	0-20	0,22	0,16	101	67
	20-40	0,21	0,12	69	28
	40-60	0,13	0,09	50	28

Чорноземи південні остаточно солонцюваті містять мало валового азоту, однак мають більший вміст азоту, що гідролізується. На відміну від чорноземів звичайних і ґрунтів, що не піддаються солонцевому процесу, чорноземам південним властиво значне зменшення азоту, що гідролізується за середньої еродованості. Те саме спостерігається в розподілі загального азоту й азоту, що гідролізується при розвитку ерозійного процесу стосовно темно-каштанового слабо солонцюватого ґрунту.

Таким чином, при переході від чорноземів південних до ґрунтів солонцюватого типу за середньої еродованості вміст азоту в орному шарі істотно зменшується. Тому виникає необхідність у збільшенні норми азотних добрив на 20-25%.

Відповідно до агрохімічного обстеження інститутом ґрунтознавства і агрохімії УАН має місце деяка зональність у розподілі ґрунтів за вмістом рухомого фосфору й доступного калію (табл. 2.13).

*Таблиця 2.13*

**Розподіл орних земель за ступенем вмісту рухомих форм фосфору й засвоюваного калію, площа в % від обстежуваних земель**

Регіон (область)	Вміст рухомого фосфору				Вміст засвоюваного калію			
	низь- кий	серед- ній	підви- щений	висо- кий	низь- кий	серед- ній	підви- щений	висо- кий
Запорізька	14,7	44,6	32,8	7,9	10,5	13,6	27,6	58,6
Миколаївська	16,5	74,6	7,4	1,5	-	0,3	5,0	94,7
Одеська	64,4	30,5	4,2	0,9	6,5	33,7	29,6	30,2
Херсонська	50,6	43,3	-	6,1	12,8	50,4	-	36,8
АР Крим	70,1	22,3	4,3	3,3	7,5	26,4	35,8	30,3

Там, де переважають чорноземи звичайні (Запорізька область), спостерігається значне поширення ґрунтів з підвищеним вмістом рухомого фосфору. Найменше фосфору в темно-каштанових ґрунтах, що залягають у Херсонській, Одеській областях і АР Крим.

Рівень забезпеченості калієм тісно пов'язаний з механічним складом. Так, ґрунти легкого механічного складу (великі піщані масиви в Херсонській області) відрізняються невисоким вмістом калію. У міру зміни механічного складу забезпеченість калієм зростає (від піщаного і глинистого до середньо- й

важкосуглинкового). Найбільше площ із високим вмістом калію розміщено в Миколаївській області.

В останні роки проблема із балансом поживних речовин значно загострилася. Щорічні втрати поживних речовин з ґрунту досягли 112 кг/га. Спостерігається виснаження ґрунтів і зменшення рівня їх потенційної родючості, який був досягнутий в результаті діяльності попередніх років. Так, за період з 1966 року по 1990 рік вміст рухомого фосфору в ґрунтах збільшився на 35%, а обмінного калію – на 16%. Проте за результатами VI туру агрохімічного обстеження ґрунтів середньозважений вміст рухомого фосфору порівняно з попереднім туром обстеження зменшився на 3,8%. За період з 1991 року по 2000 рік частка ґрунтів з високим вмістом калію знизилася до 33,3%, що на 12% менше від даних попереднього туру обстеження (О.А. Корчинська, 2005).

Одна з основних причин зниження родючості ґрунтів полягає у різкому скороченні обсягів застосування мінеральних добрив. За останні 15 років внесення мінеральних добрив скоротилося майже у 8 разів і становило у 2003 році 22 кг поживних речовин на один гектар посівної площі. Тому необхідну кількість поживних речовин для формування врожаю рослини одержують не за рахунок мінеральних добрив, а із запасів ґрунтів, тим самим виснажуючи їх.

Ґрунти та їх родючість мають розглядатися як основний природний ресурс, а тому зниження їх родючості до теперішнього рівня можна розглядати як проблему національного масштабу, що потребує негайного вирішення на державному рівні.

## **2.7. Агроекологічні підходи в оцінці природного потенціалу регіону**

Агроекологічний потенціал є однією зі складових природно-ресурсного й економічного потенціалу. Виходячи з визначення цих понять, наведених у словнику-довіднику «Природокористування» (Н.Ф. Реймерс, 1990), агроекологічний потенціал (АЕП) орних земель регіону визначається як здатність ґрунтів, атмосфери, гідросфери й біоти регіону давати певну господарську продукцію у конкретних соціально-економічних умовах використання земель, засновану на біологічній продуктивності, без приведення системи природних ресурсів до необоротного руйнування й різкого погіршення її динамічних якостей.

Одними з перших методологічні розробки ефективного використання агроекологічного потенціалу виконали І. Петранович (1985) та І. Бога (1984) для умов Угорщини. У вітчизняній літературі ряд питань цієї проблеми висвітлено у роботах В.І. Жарінова (1988). Вся складна система ресурсів, що становлять агроекологічний потенціал, розділяється на ряд підсистем або часткові потенціали, такі як кліматичний потенціал, потенціал ґрунту, агрогідропотенціал. Нами розроблені методичні підходи до оцінки агроекологічного потенціалу конкретного регіону й деяких його складових.

У кожному господарстві вирощують набір різних культур, кожна з яких має специфічний біолого-генетичний потенціал із властивими їм потребами у факторах життєдіяльності. Тому стосовно кожної культури регіон має характерний для нього агроекологічний потенціал  $АЕП_k$ . Значення потенціалу регіону  $АЕП_{рег}$  стосовно всієї одержуваної у регіоні рослинницької продукції може бути отримане як середньозважене значення з величини  $АЕП_k$  за формулою:

$$АЕП_{рег} = \frac{\sum АЕП_k \cdot J_k}{\sum J_k},$$

де  $J_k$  - площа земель під кожною культурою.

Таким чином, подальше завдання визначення  $АЕП_{рег}$  зводиться у визначенні його складових стосовно кожної вирощуваної культури. На практиці  $АЕП$  конкретного регіону стосовно певної культури часто виражає вже досягнутий максимум її врожайності:  $АЕП = Y_{max}$ . Однак, таке значення врожайності - величина досить випадкова, вона істотно залежить від рівня культури землеробства й не завжди відображує потенційні можливості регіону. Тому необхідно одержати таку кількісну характеристику  $АЕП_k$ , що по можливості менше залежала б від рівня технології, оскільки продуктивність агрофітоценозів є результатом багатofакторних зв'язків зі складовими агроекологічного потенціалу. Більш об'єктивним підходом в оцінці є статистичні методи визначення екстремальних значень при обмежених розмірах вибірки.

Суть методу зводиться до наступного. Спочатку з розглянутого тимчасового ряду врожайності (більше 10-11 років) виключають постійну складову або тренд (А). Останній являє собою усереднене за якийсь період стійке значення врожайності (У, ц/га за рік),

викликане зміною рівня культури землеробства: якщо тренд позитивний ( $A < 0$ ), то врожайність зростає, культура землеробства підвищується; значення  $A = 0$  свідчить про застійні явища або стійку тенденцію його рівня; при негативному тренді ( $A > 0$ ) має місце деградація культури землеробства.

Виключивши тренд за наведеною вище методикою, ряд показників урожайності інтерполюють до рівня технології заданого року. Дані ряди врожайності, як показали дослідження, статистично однорідні і, як правило, підкоряються закону нормального розподілу. Це дозволяє визначити статистичний максимум урожайності культури ( $Y_{\max k}$ ) за формулою:  $Y_{\max k} = Y_{\text{пр}} + 3 \sigma Y$  з імовірністю 0,99, де  $Y_{\text{пр}}$  – середнє за період значення урожайності,  $\sigma Y$  – її середнє квадратичне відхилення. Значення статистичного (господарського) максимуму врожайності даної культури  $Y_{\max k}$  може бути прийнято як характеристика агроекологічного потенціалу ( $АЕП_k = Y_{\max k}$ ) регіону (господарства) стосовно цієї культури.

У таблиці 2.14 як приклад, наведено реалізацію статистичного максимуму врожайності для основних зернових культур у вигляді процентного відношення середньої обласної врожайності в південних областях України за станом на 1986 р. до статистичного максимуму врожайності. Тут же для порівняння представлені середні багаторічні значення врожайності цих же культур.

У свою чергу реалізація господарського потенціалу врожайності у виді фактичної врожайності значно коливається залежно від ступеню сприятливості для даної культури у конкретному році агроекологічних умов. Так, у нашому прикладі умови 1985-1986 рр. були сприятливими для озимих культур, у результаті чого їхня врожайність була істотно вище середньої за період 1962-1986 рр., і реалізація господарського потенціалу цих культур усіх областей була досить високою: для озимої пшениці 74-82%, для озимого жита 66-84%.

Для ярих культур (кукурудзи, ячменю, вівса) умови 1986 р. були менш сприятливими (дефіцит опадів для них склав 200-300 мм), і їхня врожайність в областях з відносно малим відсотком зрошуваних земель (Одеська, Миколаївська й Запорізька) виявилася нижчою за середньої багаторічної, а реалізація господарського потенціалу знизилася до 44-54%. У Херсонській області і АР Крим частка зрошуваних площ істотно більша, що дозволило деякою мірою компенсувати вплив дефіциту опадів і тим самим підвищити

реалізацію потенціалу врожаю вівса і ярого ячменю до 56-59%, кукурудзи в АР Крим – до 84%.

Таблиця 2.14

**Реалізація статистичного (господарського) максимуму  
урожайності основними зерновими культурами  
у південних областях України за 1986 рік**

Статистичні показники урожайності	Область				
	Запорізька	Миколаївська	Одеська	Херсонська	АР Крим
<b>Озима пшениця</b>					
Середня врожайність (1962-1986 рр.), ц/га	23,5	23,7	24,2	25,2	23,4
Статистичний максимум, ц/га	44,0	40,0	39,0	43,0	42,0
Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	32,6	30,7	29,7	35,3	30,9
Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	74,1	76,8	76,2	82,1	73,6
<b>Озиме жито</b>					
Середня врожайність (1954-1986 рр.), ц/га	19,1	17,7	17,7	17,1	17,0
Статистичний максимум, ц/га	34,0	30,0	30,0	32,0	34,0
Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	23,0	21,6	19,7	22,7	28,4
Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	67,6	72,0	65,7	70,9	83,5
<b>Ярий ячмінь</b>					
Середня врожайність (1954-1986 рр.), ц/га	19,3	18,2	18,7	18,5	20,3
Статистичний максимум, ц/га	34,0	31,0	35,0	36,0	38,0
Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	20,6	18,3	18,7	21,6	25,7
Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	60,6	59,0	53,4	60,0	67,6
<b>Овес</b>					
Середня врожайність (1962-1986 рр.), ц/га	17,6	17,7	18,3	17,6	17,9
Статистичний максимум, ц/га	39,0	34,0	33,0	35,0	40,0
Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	17,3	15,8	15,4	19,5	23,3
Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	44,6	46,5	46,7	55,7	58,2
<b>Кукурудза</b>					
Середня врожайність (1962-1986 рр.), ц/га	23,1	22,5	27,4	23,4	29,8
Статистичний максимум, ц/га	47,0	38,0	41,0	47,0	52,0
Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	21,5	20,1	21,6	27,4	43,4
Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	45,7	53,0	52,7	58,3	83,5

У південних областях України основним фактором, що лімітує реалізацію біолого-генетичного потенціалу сільськогосподарських культур і знижує ефективність агроекологічного потенціалу, є дефіцит вологи. Зрошувальні меліорації значною мірою усувають цей дефіцит і тим самим сприяють збільшенню ефективності агроекологічного потенціалу та ступеню його реалізації у вигляді фактичного рівня врожаю.

Ефект зрошення ілюструється у таблиці 15. У 1986 р. за період квітень-серпень випало у південних областях від 110 до 170 мм опадів при біологічній потребі кукурудзи в опадах 360 мм. Через дефіцит опадів середня обласна врожайність зерна кукурудзи на богарі становила всього 13,0-19,6 ц/га.

Крім загальної оцінки, АЕП становить інтерес розгляд і його окремих складових, зокрема потенціалу клімату. Є різні підходи до рішення цього завдання. Розглянемо деякі з них на прикладі кукурудзи.

З таблиці 2.15 видно, що абсолютні значення недоборів врожаю при зрошенні і на суходолі наближені один до одного, а відносні - на суходолі вище, ніж при зрошенні в середньому у 1,7 рази, що пояснюється відзначеним вище зниженням у богарних умовах ефективності агроекологічного потенціалу і його реалізації.

Зрошення зменшує відносний недобір урожаю за рахунок метеофакторів (зниження дефіциту ґрунтової вологи) майже у тричі (з 36 до 13%). Але абсолютні недобори врожаю по п'ятьох регіонах становлять на богарі й при зрошенні відповідно 19,7 й 19,3 ц/га. З них на частку метеофакторів припадає на богарі 13,4 ц/га, і на зрошуваних землях - 7,8 ц/га.

Таким чином, статистичний максимум урожайності конкретної культури може служити мірою агроекологічного потенціалу регіону для конкретних історичних і соціально-економічних способів і форм землекористування (тобто в певний рік і при заданому рівні технології вирощування).

Загальна оцінка агроекологічного потенціалу може бути виражена в потенційному валовому зборі зерна всіх орних земель регіону або як середньозважене значення статистичного максимуму врожайності за вище зазначеною формулою. При цьому необхідно мати на увазі нерівноцінність продукції різних культур, вирощуваних у регіоні. Тому пропонується в якості однакового показника продуктивності використати вихід кормових одиниць з

гектара ріллі або із всіх орних земель регіону. Такий підхід дозволяє одержати більш узагальнену оцінку АЕП, ніж за врожайністю зерна.

Таблиця 2.15

**Вплив зрошення на реалізацію статистичного (господарського) максимуму урожайності зерна кукурудзи у південних областях**

Регіон, область	Тип землеробства	Статистичний максимум, ц/га	Фактична врожайність за 1986 рік, ц/га	Реалізація статистичного максимуму у 1986 р., %	Недобір врожаю		
					загальний		за рахунок метеумов, %
					ц/га	%	
Запорізька	зрошення	52,6	35,9	58	26,7	42	13
	богара	42,0	17,9	43	24,1	57	38
	співвідношення	1,50	2,01	1,35	1,11	0,75	0,34
Миколаївська	зрошення	49,0	34,3	30	14,7	30	17
	богара	37,0	18,2	49	18,8	51	33
	співвідношення	1,32	1,89	1,43	0,78	0,59	0,52
Одеська	зрошення	60,6	42,0	69	18,6	31	13
	богара	39,4	19,6	50	19,8	50	31
	співвідношення	1,54	2,14	1,24	0,94	0,62	0,42
Херсонська	зрошення	63,0	43,3	69	19,7	31	13
	богара	36,0	13,0	36	23,0	64	40
	співвідношення	1,75	3,33	1,92	0,86	0,48	0,32
АР Крим	зрошення	67,5	50,8	76	16,7	21	11
	богара	32,0	19,8	70	12,7	40	38
	співвідношення	2,10	2,64	1,08	13,3	0,62	0,29
Середнє по областям	зрошення	60,5	41,3	68	19,3	32	13
	богара	37,3	17,6	46	19,7	53	36
	співвідношення	1,62	2,35	1,45	0,98	0,56	0,37

Однак і цей підхід не охоплює повного набору сільськогосподарських культур: не включаються овочеві, баштанні, плодоягідні й ряд технічних культур. Тому загальну оцінку АЕП регіону можна визначити виходом енергії, накопиченої в органах (у Мдж/га) через урожай їх сухої маси. Але найбільш загальна оцінка агроєкологічного потенціалу може бути отримана якщо статистичний максимум урожайності всього комплексу культур виразити через економічні показники (чистий прибуток, споживчу здатність й ін.).



## РОЗДІЛ 3 АГРОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ

### 3.1. Основні принципи побудови зрошуваних сівозмін

Основні принципи побудови сівозмін є науково-обґрунтоване чергування культур, спрямоване на оптимізацію позитивних факторів взаємодії рослин з ґрунтом і між собою. Утворення ґрунту є наслідком діяльності рослин, мікроорганізмів, ґрунтових тварин при певних природних умовах. І на сьогодні їх дія на ґрунт і антропогенних факторів відчутна, що призводить до зміни структури і його властивостей. Найбільший вплив у фітоценозах на ґрунт виявляють рослини і мікроорганізми. Вони впливають за допомогою рослинних метаболітів при розкладі корневих решток, що залишилися після збирання врожаю, запобігають впливу агресивних факторів, захищають його від руйнування вітрової і водної ерозії. Все це дає підстави вважати, що рослинність є головним фактором за допомогою якого можна змінити властивості ґрунту.

Впродовж багатьох років окультурена велика кількість рослин різних за біологічними особливостями, хімічним складом і технологією їх вирощування. Групи цих культур по різному реагують і діють на ґрунт. В цьому особливо значна різниця між зерновими колосовими, бобовими і просапними культурами, що відрізняються за біологією, хімічним складом і агротехнікою вирощування. Якщо кожен із цих груп культур, вирощувати беззмінно, то ґрунт погіршує свої властивості, а при чергуванні - навпаки. Тому сівозміну можна вважати прийомом, направленим на зміну властивостей ґрунту за допомогою рослин.

Теоретичні основи плодозміни в Росії розвивав професор І.М. Комов (1788). Він вважав, що досягнення більшого прибутку від ґрунту можливе тільки «якщо по черзі то овоч, то хліб, то траву сіяти». Подальший розвиток ця теорія одержала в роботах А.А. Столетова (1867) та інших вчених. У другій половині XVIII століття у Західній Європі була відкрита плодозміна – суворе чергування зернових культур (озима пшениця, ячмінь), багаторічних бобових і просапних культур.

Важливу роль бобових культур у збагаченні ґрунту азотом і цінність чергування культур для більш повного використання

родючості ґрунту експериментально доведено французьким дослідником Ж. Бусенго.

Це відкриття сприяло розвитку наукових основ землеробства. Впровадження його, як підкреслював Д.П. Прянишников, дозволило підвищувати врожай, більш ефективно використовувати рілля.

Розвиток вчення про фізику ґрунту переконав у тім, що родючість залежить не тільки від хімічного а й від фізичного його стану. Відзначалося, що багаторічні трави, особливо травосуміши, значно поліпшують фізичні властивості ґрунту, а значить і підвищують його родючість. Це положення лягло в основу теорії травопільної системи сівозмін В.Р. Вільямса.

В.Г. Ротмістров (1910) у результаті тривалих досліджень на Одеському дослідному полі зробив висновок про важливе значення чергування культур з різною кореневою системою, підтверджуючи цим ощадливе і більш раціональне використання ґрунтової вологи. Всі польові культури поділено на три групи:

- 1) з неглибоким проникненням кореневої системи до 1,5 м. (просо, картопля, гречка, горох, сочевиця, льон);
- 2) середнім – до 3 м (жито, пшениця, ячмінь, вика);
- 3) глибоким – (люцерна, соняшник, кукурудза та ін.).

Д.М. Прянишников довів своїми дослідженнями необхідність встановлення чергування культур з чотирьох причин, які полягають у наступному:

- різні групи сільськогосподарських культур відрізняються неоднаковим виносом поживних речовин і різною здатністю засвоювати їх з ґрунту. Розходження в особливостях корневих систем дозволяють рослинам споживати поживні речовини з різних ґрунтових шарів. Якщо посіви бобових культур збагачують ґрунт органічними речовинами й азотом, підвищується його родючість, то чергування культур сприяє більшій рівномірності використання ґрунтової родючості;

- неоднакова реакція культур до щільності орної о шару, повітряного режиму, впливу на раціональне використання вологи. Це вимагає чергування посівів бобових культур з іншими; культур з кореневою системою, що проникає глибоко і дрібно; просапних з культурами суцільної сівби;

- неоднакове відношення рослин до засміченості ґрунту і посівів різними групами бур'янів, збудниками хвороб, шкідників. Чергування культури може бути використане як важливий засіб в

інтенсивній системі захисту рослин;

- чергування культур у сівозміні визначається різними витратами засобів і часу на їх вирощування, обумовленими неоднаковими строками сівби, збирання.

На даний час проведено і проводиться багато досліджень щодо вивчення теоретичних основ побудови сівозміни (І.І. Андрусенко, С.А. Воробйов, І.С. Годулян, П.Т. Кібасов, Є.М. Лебідь, В.О. Пастушенко, І.С. Сидоров та ін.). Всебічно вивчено вплив різних культур і їхнього чергування на хімічні, фізичні і біологічні властивості ґрунту, визначена продуктивність окремих ланок і цілих ротацій сівозмін, що дозволило прийти до ряду нових теоретичних висновків, які мають важливе значення з урахуванням зональних ґрунтово-кліматичних особливостей.

В останні роки багатьма дослідженнями відкриті суттєві особливості впливу рослин та їх чергування на властивості ґрунту і процеси, що відбуваються в ньому. За даними М.І. Сидорова (1987) при беззмінних посівах зернових втрати гумусу із ґрунту значно більші ніж у сівозміні. Це підтверджується тим, що у ґрунті зі збідненням легкорозчинними органічними речовинами в якості джерела енергії гетеротрофна мікрофлора використовує гумус. Ї як наслідок у ґрунті беззмінних посівів зернових, мікроорганізми добувають азот шляхом розкладання гумусу.

Культури, що мають підвищений вміст азоту, активують амоніфікацію і нітрифікацію, забезпечують мікроорганізми азотом за рахунок розкладу біомаси, і збагачують гумусом ґрунт. Мінеральні добрива поповнюють запаси азоту в ґрунті, що в свою чергу знижує деструкцію гумусу. Таким чином, чергування культур на основі плодозміни – потужний засіб ліквідації токсичності ґрунту. Подальший розвиток теоретичних основ землеробства відкрив нові закономірності зміни ґрунту під впливом рослин і мікроорганізмів, що дає можливість більш глибоко зрозуміти роль сівозмін.

Відомо, що при беззмінному вирощуванні культур посилюється вплив негативних біологічних (токсичні виділення рослин, накопичення фітопатогенних бактерій, грибів та інших шкідливих мікроорганізмів) фізичних і хімічних факторів, що спричиняє явище ґрунтовтоми і зниження продуктивності рослин. Мікробіологічні процеси у ґрунті беззмінних посівів пригнічені. Зрошення дещо зменшує токсичність ґрунтів, але не усуває.

У дослідях проведених в умовах темно-каштанових ґрунтів (В.І. Остапов та ін. 1984) при беззмінному вирощуванні озимої пшениці протягом десяти років, внесення навіть досить високих доз мінеральних добрив не запобігло зниженню врожаю на 8,5 ц/га або на 17,5% у порівнянні із урожаєм у сівозміні. За цей період за монокультури врожай коренеплодів цукрового буряка зменшився на 81 ц/га, або на 13,2%, зерна кукурудзи – на 9,6 ц/га. За даними І.П. Кружиліна та ін. (1989). Урожай озимої пшениці знизився в беззмінних посівах у порівнянні із сівозмінами на 16,4 ц/га, зеленої маси люцерни – на 422, кукурудзи на силос – 190, кукурудзи на зерно – 17 ц/га.

Д.М. Прянишников говорив про те, що з виснаженням ґрунту можна боротись внесенням вапна, органічних речовин, але з розмноженням паразитів сільськогосподарських культур не можна справитися без надійної сівозміни. І сьогодні ця думка не втрачає своєї актуальності стосовно зрошуваного землеробства.

У дослідях Інституту землеробства південного регіону УААН (А.М. Коваленко та ін., 1999) ураженість озимої пшениці кореневими гнилями при розміщенні її після люцерни й кукурудзи на силос у середньому за три роки становила 40,4-54,7%, а за повторної сівби пшениці після пшениці підвищувалася на 8,4-47,3%. Пошкодження рослин злаковими мухами, а також хлібними пильщиками після люцерни й кукурудзи на силос було на одному рівні, а при повторній сівбі – на 26,6-93,8% і беззмінному вирощуванні на 30,6-50,3% вище. У згаданих вище посівах забур'яненість озимої пшениці була вищою після люцерни та кукурудзи на силос – 6,9-11,1 шт./м<sup>2</sup> і підвищувалась у двічі - тричі в повторному посіві озимої пшениці. Найпоширенішою групою у посівах озимої пшениці були озимі та зимуючі бур'яни, які становили після люцерни 62,2-73,0%, після кукурудзи на силос та озимої пшениці 84,9-92,3% і при беззмінному вирощуванні 59,2%.

Головне в плодозміні – суворе дотримання чергування бідних азотом зернових культур і культур з біомасою збагаченою азотом. При цьому в результаті активного розкладання органічної речовини ґрунт вивільняється від токсинів, підтримується висока ефективна його родючість, забезпечуються умови нормального росту рослин і одержання високого врожаю.

Таким чином, науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні – це оптимальний правильний підбір попередників,

сприятливих для вирощування наступних культур з оптимальним насичення сівозміни однovidовими культурами з врахуванням допустимості періодичності чергування їх в полях сівозміни. Такі сівозміни максимально виконують свою основну біологічну і екологічну функції – позбавлення посівів сільськогосподарських культур від зайвого застосування хімічних засобів захисту врожаю. Ураженість рослин хворобами і шкідниками в такій сівозміні порівняно з беззмінними посівами культур зменшується у 2-4 рази.

Сільськогосподарські культури по різному відносяться до терміну повернення їх на попереднє місце вирощування в сівозміні і за цими ознаками діляться на 3 групи.

До першої групи відносяться кукурудза, картопля, просо, гречка, гарбуз, цибуля, які завдяки специфічності своїх кореневих виділень і складу ризосферної мікрофлори можуть протягом певного часу вирощуватися беззмінно без істотного зниження врожайності. Ці культури вважають умовно самосумісними та переносять повторні посіви у сівозміні.

До другої групи відносяться бобові, соняшник, кавун та ін. Вони різко реагують не тільки на беззмінне вирощування, а навіть не витримують повторних посівів у сівозміні. Такі культури вважають самонесумісними.

До третьої групи відносяться культури, що мають спільні хвороби і шкідники, а тому зближення цих культур у сівозміні, або послідовне їх розміщення є недоцільним. Це такі культури як ріпак, цукровий буряк, озима пшениця, ячмінь.

На основі наведених у таблицях 3.1 і 3.2 нормативів періодичності чергування і оцінки повернення культур у сівозміні будується будь яка сівозміна. Довжину ротації сівозміни визначає культура з найбільшим тривалим періодом повернення на попереднє місце вирощування. Порушення цих наукових основ побудови сівозмін призводить до накопичення в ґрунті інфекцій, розповсюдження шкідників сільськогосподарських культур, зростання забур'яненості посівів, погіршення водно-фізичних і поживних режимів ґрунту. Для підтримання належного рівня врожайності культур в таких несприятливих умовах викликає необхідність збільшення норм внесення добрив, пестицидів і гербіцидів, що в свою чергу породжує екологічні проблеми забруднення навколишнього довкілля.

**Нормативи періодичності чергування культур  
у сівозміні для Степу України**

Культура	Роки	Культура	Роки
Озима пшениця	2-3	Суданська трава	3
Озиме жито	1-2	Кукурудза	0-5
Озимий ячмінь	1-2	Сорго	3-4
Овес	1-2	Столовий буряк	2-4
Гречка	1-2	Томат, перець, баклажан	2-4
Просо	3-4	Овочевий горох, квасоля	5-6
Горох, вика, соя	3-4	Цибуля	2-4
Ріпак	3-4	Морква	1-3
Цукровий і кормовий буряк	3-4	Огірки	1-3
Соняшник	8-9	Часник	3-4
Еспарцет	2-3	Капуста	5-7
Люцерна	3-4	Кавун, диня	5-7
Багаторічні злакові трави	3-4	Гарбуз	2-4

На зрошуваних землях, на відміну від незрошуваних, сівозміни формуються без чорних і зайнятих парів. Крім того запаси вологи в ґрунті створюють можливості для одержання другого і третього врожаю сільськогосподарських культур, що в посушливих умовах без зрошення не можливо.

Важливим досягненням науки є висновок, що в умовах інтенсивного землеробства при впровадженні науково обґрунтованих систем добрив, обробітку ґрунту, засобів боротьби з бур'янами, шкідниками й хворобами, зрошення дає можливість спеціалізувати сівозміни, тобто насичувати їх провідними культурами й використовувати повторні посіви однієї й тієї ж самої культури у сівозміні. Це дозволяє рекомендувати для зрошеного землеробства сівозміни різної спеціалізації з підвищеним насиченням їх окремими культурами з врахуванням періодичності їх вирощування у полях сівозмін. За такої побудови сівозміна виконує основну біологічну функцію - підтримує задовільний фітосанітарний стан посівів.

Отже сівозміна є центральною ланкою системи землеробства на зрошуваних землях. До її складу входять найважливіші взаємопов'язані комплекси: науково обґрунтоване чергування

культур у часі і просторі: система внесення добрив, зрошення, захисту рослин, та інших засобів ведення землеробства, які відповідають природо-кліматичним умовам, біологічним особливостям культур. Сівозміна повинна бути націлена на раціональне використання ґрунтового-кліматичного потенціалу регіону, ріллі, ефективного використання добрив, поливної води, технічних засобів, направлених на захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, на оптимізацію умов вирощування і систематичне підвищення культури землеробства.

Таблиця 3.2

**Агротехнічна оцінка попередників в сівозмінах  
на зрошуваних землях**

Культура	Попередник													
	Озима пшениця	Кукурудза на зерно	Кукурудза на силос	Соняшник	Соя	Люцерна	Цукровий і кормовий буряк	Томат	Перець, баклажан	Цибуля	Огірок	Картопля	Кавун, диня	Гарбуз
Озима пшениця	Д	Н	Х	Д	Х	Х	Н	Д	Н	Х	Х	Х	Х	Н
Кукурудза на зерно	Х	Д	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Кукурудза на силос	Х	Д	Д	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Соя	Х	Х	Х	Н	Н	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Соняшник	Х	Д	Д	Н	Х	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Люцерна	Х	Д	Д	Д	Н	Н	Д	Х	Д	Х	Х	Х	Х	Х
Цукровий і кормовий буряки	Х	Н	Д	Н	Х	Д	Н	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Томат	Х	Д	Д	Н	Х	Х	Д	Н	Н	Х	Х	Н	Х	Х
Перець, баклажан	Х	Н	Д	Н	Х	Х	Д	Н	Н	Х	Х	Н	Х	Х
Цибуля	Х	Н	Н	Н	Х	Н	Д	Х	Х	Н	Х	Х	Х	Х
Огірок	Х	Д	Д	Н	Х	Х	Д	Х	Х	Х	Н	Х	Д	Д
Картопля	Х	Д	Д	Н	Х	Х	Х	Н	Н	Х	Х	Н	Х	Х
Кавун, диня	Х	Н	Х	Н	Х	Х	Д	Х	Х	Х	Н	Х	Н	Н
Гарбуз	Х	Н	Х	Н	Х	Х	Д	Х	Х	Х	Н	Х	Н	Н

**Примітки.** Х - добрий, Д - допустимий, Н - недопустимий

Комплекс агротехнічних і організаційних заходів, що об'єднується у сівозміні, також вирішує важливі завдання ведення землеробства - це зменшення енергоємності технології вирощування культур, покращення ефективності земельних ресурсів, зменшення забруднення довкілля та одержання екологічно чистої продукції завдяки раціональному використанню засобів хімізації.

За науково обґрунтованого розміщення культур досягається найбільш повне забезпечення вимог рослин до умов вирощування, раціональне використання дії і післядії мінеральних та органічних добрив, системи обробітку ґрунту, зменшення руйнівної дії важких ґрунтообробних машин, поліпшення фітосанітарного стану ґрунтів.

Принципи побудови сівозміни на зрошуваних землях мають такі особливості:

- добір попередників здійснюють головним чином із врахуванням строку їхнього збирання та створення здорового фітосанітарного стану ґрунтів та посівів, чому сприяє регульований водний режим ґрунту;

- при вирощуванні культур з коротким періодом вегетації у сівозміні вводять проміжні посіви для більш ефективного використання вегетаційного періоду;

- для підтримання родючості ґрунту обов'язковим є включення у сівозміну бобових багаторічних трав;

- передбачають заходи щодо запобігання підняттю рівня ґрунтових вод вище критичного, засоленню і заболоченню земель та іригаційній ерозії (мінімалізація режимів зрошення, фітомеліорація, сидеральні добрива);

- підвищення вимог щодо фітосанітарної ролі чергування культур у сівозміні у запобігання негативної дії біотичних факторів (бур'яни, хвороби, шкідники);

- посилення впливу економічних чинників, пов'язаних із різною кількістю та розподілом праці, коштів і поливної води на культури сівозмін протягом періоду вегетації.

Невід'ємною частиною зрошуваних сівозмін повинні бути багаторічні бобові трави які підтримують позитивний баланс гумусу, оздоровлюють фітосанітарний стан ґрунту та стримують негативні процеси, що відбуваються в ґрунті при зрошенні.

При розробці сівозміни для конкретного господарства по виробництву відповідної продукції спочатку визначають кількість сівозмін, що залежить в основному від ґрунтових відмінностей, а



також добору основних груп культур з врахуванням їх вимог до ґрунтових умов і спеціалізації галузі. Потім встановлюють найбільш ефективно для даних умов чергування культур. На зрошуваних землях півдня України в основному вирощують люцерну, кукурудзу на зерно і силос, озиму пшеницю, озимий ячмінь, горох, цукровий буряк, сою, овочеві, баштанні та інші культури. При цьому важливо максимально використати переваги раціонального чергування культур.

При складанні кожної сівозміни і визначені структури посівних площ враховують і виробничо-економічні принципи. Так, при вирощуванні озимої пшениці на зерно 50-55% усіх витрат приходить на липень в період збирання врожаю. Витрати праці при вирощуванні люцерни розподіляються більш рівномірно протягом чотирьох місяців. Пікову напругу створюють посіви кукурудзи, для яких 70-85% всіх витрат приходить на збирання в серпні - вересні. Виходячи з цього, культури сівозмін треба підбирати із різною трудомісткістю, що не збігаються по періодах робіт. Тоді легше забезпечити рівномірний і ефективний розподіл праці протягом вегетаційного періоду для виконання агротехнічних прийомів у оптимальні строки.

Таким чином сівозміна – це спосіб формування структури і складу фітоценозу агроєкосистеми з метою забезпечення максимуму її продуктивності й стійкості (А.П. Щербаков, В.М. Володін, 1991). Шляхи досягнення стійкості агроєкосистеми зводяться до вирощування культур і сортів з різними біотичними особливостями (гетерогенність посівів), створення бездефіцитного балансу гумусу й поживних речовин, що відповідає біологічним вимогам культур й еко типу. Будучи основою раціонального ведення господарства, сівозміна виходить із структури посівних площ і зв'язує систему землеробства з усією системою господарства. В сучасних умовах сівозміна виступає як природно охоронний буфер ґрунту від руйнування. Тому мають велике значення заходи дотримання сівозмін від їх порушення.

### **3.2 Особливості формування структури посівних площ сівозмін у різні періоди**

Зрошення на півдні України розпочалося з поливних городів, де більше третини всієї площі відводили під овочеві культури і

картоплю. Пізніше з виходом поливу на широкий простір колективної ниви (до початку будівництва зрошуваних систем) загальне зрошуване поле країни використовувалось так: під зерновими – 25%, технічними – 3,8%, картоплею – 5,6%, овоче-баштанними – 29,2 кормовими культурами – 35,7% (Лісовський Я., 1966).

Таку структуру посівних площ неможна було поширити на великі масиви зрошення, які зводилися (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Ріст площ зрошуваних земель на півдні України (тис./га)**

Регіон, область	Роки				
	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Запорізька	44,5	84,4	154,7	200,3	245,9
АР Крим	163,1	246	299,2	320,2	295,9
Миколаївська	61,8	93,1	133,5	159,8	179,2
Одеська	54,4	103,1	153,8	187,3	211,8
Херсонська	131,1	195	307,5	376,4	414,8
Всього по регіону	454	723,2	1048	1244	1347

Починаючи з 1957 року вводяться в експлуатацію державні зрошувані системи і масиви так званого малого зрошення. Першими масштабними інженерними зрошуваними системами півдня України є Інгулецька (60,1 тис. га) і Краснознам'янська (55,0 тис. га) системи. В подальшому будуються і вводяться в експлуатацію ряд інших зрошуваних систем. Серед них Каховська, Північнокримський канал, Явкінська, Північнорогачицька, Південнобузька, Спаська та ін.

Більш сучасні масштабні гідротехнічні комплекси відкривали можливості для якісно нового зрошуваного землеробства, що дозволяло підвищувати використання його багатofакторний потенціал на великих площах, Але вони висовують свої напружені вимоги, у яких особливе місце приділяється структурі посівних площ, сівоzmіні. Структура посівних площ зрошуваних земель є частина загальної структури посівних площ господарства. Тут вимальовується певна тенденція: у приміській зоні помітна питома вага овочів, кормів у більш віддалених від промислових центрів зонах – переважно культивуються на зрошуваних землях зернові кормові культури.

У 1966 році Я. Лісовським був узагальнений досвід введення і освоєння сівозмін у господарствах на великих зрошувальних системах України (Каменській під, Інгулецька і Краснознам'янська системи). Це дозволило намітити перспективну структуру посівних площ, встановити найбільш раціональні схеми сівозмін, оцінити їх з агрономічної точки зору, рекомендувати їх виробництву й закладати в проекти по освоєнню зрошуваних земель, як економічно ефективні.

У системі заходів, спрямованих на введення і освоєння сівозмін було науково обґрунтовано раціональне використання землі, розміщення посівів відповідно до їх вимог до родючості ґрунту й попередників з урахуванням комплексної механізації польових робіт. Зауважено, що ведення сівозмін на зрошуваних землях має свої специфічні агроеліоративні особливості, насамперед у необхідності посівів багаторічних трав.

Проведений аналіз також показав, що на практиці в умовах зрошення добре показали себе комбіновані сівозміни, у яких поряд із зерновими, овочевими, технічними розміщаються й інші культури (табл. 3.4).

Застосування комбінованих сівозмін дає можливість, зменшити їх загальну кількість у господарстві, нарізати поля більшою площею, забезпечити нормальну роботу машино-тракторного парку, раціонально організувати виробництво.

Наведені схеми сівозмін ні в якому разі не обмежують можливість підбору найбільш економічно вигідної структури посівних площ для умов кожного господарства. Навпаки, велике їх розмаїття показує, що оптимального добору схеми сівозмін на зрошуваних землях з урахуванням агротехнічних вимогах є можливість одержання двох - трьох урожаїв за рік з однієї площі.

Освоєнню і одержанню високих і сталих врожаїв на введених в експлуатацію зрошуваних землях приділялася особлива увага. Велика робота проводилася з підготовки господарств до прийому «великої води», що допомогло уникнути багато труднощів і помилок у ході освоєння зрошуваних земель. Навчали кадри механізаторів освоювати нову поливну техніку, розробляли структуру посівних площ, раціональну систему обробітку ґрунту, використання добрив, захисту рослин від шкідливих організмів.

Так, у Херсонській області для підготовки кадрів для зрошуваного землеробства будувалися експериментальні ділянки з

використанням для зрошення артезіанських вод. На цих ділянках освоювали технології вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваних умовах і сівозмінної організації території.

Таблиця 3.4

**Сівозміни, рекомендовані для освоєння  
зрошуваних земель (Лісовський А., 1966)**

Число полів сівозмін	Структура посіву, %					Вихід продукції, ц/га				
	зернові	кормові	у т.ч. багаторічні трави	овочі	повторні посіви	зерна	кормів (к. од.)	перетравного протейну	овочі	цукровий буряк
<b>Сівозміни для господарств зерно - тваринницької спеціалізації</b>										
Восьмипільна 1	50,0	41,7	25,0	4,1	25,0	21,4	53,8	3,6	13,0	-
Восьмипільна 2	56,3	37,5	25,0	3,1	25,0	21,4	51,0	3,7	9,0	-
Дев'ятипільна 1	55,5	36,2	22,3	3,7	22,2	23,4	48,5	3,2	-	-
Дев'ятипільна 2	55,5	36,2	22,3	3,7	11,2	25,6	53,1	3,3	11,0	-
Одинадцятипільна	54,6	39,3	27,3	3,0	18,2	19,2	37,9	3,5	9,0	-
<b>Сівозміни для господарств овоче-молочної спеціалізації</b>										
Восьмипільна 1	25,0	43,7	25,0	25,1	37,5	8,9	47,7	3,6	56,4	-
Восьмипільна 2	12,2	47,5	25,0	40,0	25,0	7,5	39,4	3,0	63,2	-
Дев'ятипільна	11,0	42,4	22,2	35,4	11,1	8,9	43,1	3,0	66,4	-
<b>Сівозміни для господарств по виробництву рису</b>										
Восьмипільна	68,8	31,2	25,0	-	-	25,5	19,5	2,4	-	-
Семипільна	64,4	35,6	28,5	-	-	24,8	18,0	2,5	-	-
<b>Сівозміни для господарств по виробництву цукрового буряка</b>										
Восьмипільна	41,7	25,0	25,0	4,2	25,0	18,9	38,5	3,2	13,3	100
Дев'ятипільна 1	44,5	37,0	22,2	3,7	11,0	16,8	40,4	2,9	11,8	44,4
Дев'ятипільна 2	44,4	38,9	22,3	2,8	16,6	15,1	37,1	3,0	8,9	66,4

Важливим організаційним фактором ефективного освоєння зрошуваних земель стали спеціальні бригади і ланки, які одержували стабільно високі врожаї. Вони мали постійний склад і постійно закріплені за ними поля сівозмін і техніку. Бригади, ланки склалися у міцні дружні колективи зі своїми традиціями. Головне

в їхніх відносинах - це чесність, повна довіра, висока кваліфікація і взаємодопомога.

Піонерами такого руху в Україні були ланки з колгоспу «Нове життя» Скадовського району Херсонської області. У той час у господарстві вводиться шестипільна сівозміна, де на п'яти полях вирощують повторні культури. Наставником цих ланок був висококваліфікований агроном М. С. Кравець. Він запропонував за ланками закріплювати невелику кількість культур. Так, за ланкою Героя соціалістичної праці А.І. Романюка було закріплено три поля сівозміни: озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зерно, кукурудза на зерно і кукурудза молочно воскової стиглості. Невеликий набір культур у таких сівозмінах дозволяв добре освоїти агротехніку кожної культури і одержувати високі врожай. Так врожайність зернової кукурудзи в основних посівах становила понад 100 ц/га.

Підвищенню ефективності використання зрошуваних земель за рахунок розширення площ проміжних посівів у зрошуваних сівозмінах сприяла раціоналізаторська пропозиція використання комбінованої стерньової сівалки СЗС-2.1 для повторних посівів кукурудзи на корм після збирання озимої пшениці (А.О. Лимар, А.С. Дрегваль, А.В. Воробкін). Цей прийом дозволив одразу після збирання озимої пшениці сіяти кукурудзу з одночасним внесенням добрив. Залишки подрібненої соломи були своєрідною мульчею, що дозволяла зберегти воду від випаровування. Такий прийом одержав у той час на півдні України повсюдне поширення (рис. 3.1-3.4).

Щоб мати більш повну уяву про поетапне формування структури агрофітоценозів, проаналізована динаміка структури посівних площ та урожайність культур за минулі роки на зрошуваних і богарних землях півдня України (табл. 3.5, 3.6).

Характерно, що господарства південних областей систематично поліпшували структуру посівних площ, прагнули підвищувати ефективність її використання. Розміщали, приміром, частину вологолюбних культур на зрошуваних землях, розвантажуючи богарний клин, що ефективніше використовують посухостійкі культури. Таким чином, структура посівних площ зрошуваних земель кожного господарства узгоджувалась із загальною структурою посівних площ району, області, регіону.



Рис. 3.1. Сівба післяжнивної кукурудзи стерньовою сівалкою без підготовки ґрунту



Рис. 3.2. Стан розвитку післяжнивної кукурудзи



Рис. 3.3. Загальний вигляд шестипільних сівозмін, насичених поукосними посівами кукурудзи



Рис. 3.4. Збирання післяжнивної кукурудзи на зелену масу на дослідних ділянках

Таблиця 3.5

**Динаміка структури посівних площ на зрошуваних і богарних землях південного регіону України (в % від загальної посівної площі)**

Культура	Зрошення										Богара				
	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Зернові всього	28,3	23,1	37,4	38,1	37,7	50,1	52,2	54,5	54,7	53,8	50,1	52,2	54,5	54,7	53,8
у т.ч. озима пшениця	13,4	16,0	18,7	14,6	15,8	72,4	27,1	27,7	26,1	26,7	72,4	27,1	27,7	26,1	26,7
кукурудза	4,4	4,9	7,5	12,9	11,5	7,2	7,6	5,5	7,5	5,7	7,2	7,6	5,5	7,5	5,7
Технічні	3,7	2,3	4,0	5,9	5,9	11,8	11,9	12,0	11,5	11,9	11,8	11,9	12,0	11,5	11,9
у т.ч. соняшник	0,6	1,0	1,3	1,3	2,2	8,7	8,7	8,8	8,6	9,2	8,7	8,7	8,8	8,6	9,2
соя	0,0	0,1	1,9	3,4	2,5	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
Овоче-баштанні і картопля	17,2	12,7	9,9	8,0	7,3	3,4	3,5	3,5	3,6	1,8	3,4	3,5	3,5	3,6	1,8
у т.ч. овочі	13,8	9,9	7,6	6,0	5,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
картопля	3,6	1,7	1,2	1,0	0,7	1,6	1,6	1,6	1,7	0,7	1,6	1,6	1,6	1,7	0,7
Кормові	50,7	49,7	48,7	48,0	49,1	34,4	32,4	29,9	30,2	32,5	34,4	32,4	29,9	30,2	32,5
у т.ч. кукурудза на силос і зелений корм	20,1	16,1	14,0	12,7	14,0	16,6	5,3	14,6	11,6	13,3	16,6	5,3	14,6	11,6	13,3
коренеплоди	5,4	4,3	0,8	3,2	2,9	1,3	1,6	1,6	1,3	1,1	1,3	1,6	1,6	1,3	1,1
однорічні трави	9,8	9,0	8,0	7,1	8,9	12,2	9,9	9,6	6,6	8,5	12,2	9,9	9,6	6,6	8,5
багаторічні трави	9,1	13,3	14,3	18,4	18,0	3,6	4,7	5,3	7,3	6,8	3,6	4,7	5,3	7,3	6,8

Таблиця 3.6

**Урожайність сільськогосподарських культур на зрошуваних і богарних землях південного регіону України**

Культура	Зрошення										Богара				
	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Зернові всього	39,7	40,2	41,9	37,9	55,5	22,4	24,4	24,3	21,5	27,8	22,4	24,4	24,3	21,5	27,8
Озима пшениця	38,9	41,0	43,1	38,8	47,1	23,9	26,6	27,6	23,4	33,6	23,9	26,6	27,6	23,4	33,6
Кукурудза на зерно	36,2	43,3	47,6	39,9	42,1	26,5	25,2	25,6	21,9	23,0	26,5	25,2	25,6	21,9	23,0
Соняшник	17,4	18,0	18,0	17,8	18,9	15,4	14,8	14,4	13,4	15,2	15,4	14,8	14,4	13,4	15,2
Щуровий буяк	337	326	323	241	304	229	203	250	176	220	229	203	250	176	220
Соя	10,7	11,9	10,0	11,6	14,7	6,6	4,4	7,8	7,0	7,9	6,6	4,4	7,8	7,0	7,9
Кормові (кормових одиниць)	44,2	53,3	60,0	61,4	-	17,6	19,5	22,2	22,7	27,8	17,6	19,5	22,2	22,7	27,8
Кукурудза на силос і зелений корм	288	296	330	308	297	116	126	152	152	169	116	126	152	152	169
Кормові коренеплоди	348	484	560	503	646	217	242	297	214	294	217	242	297	214	294
Однорічні трави на сіно	33,8	36,8	47,3	52,8	62,2	20,8	22,4	24,9	26,3	29,3	20,8	22,4	24,9	26,3	29,3
Багаторічні трави на сіно	49,8	55,7	62,3	69,8	90,3	22,8	26,0	33,9	35,6	38,3	22,8	26,0	33,9	35,6	38,3
Овочі	146	160	183	171	184	188,1	93,4	108	116	152	188,1	93,4	108	116	152



Провідне місце в структурі зернових культур зрошуваних земель півдня України приділяється озимій пшениці. За 25 років у межах областей відзначені значні коливання її процентного співвідношення. Однак у цілому спостерігається тенденція до стабілізації цього показника на рівні 16-18%.

Знаходить все більшого поширення озимий ячмінь, що є високоврожайною культурою. Звернемо увагу на те, що зими в останні роки виявилися теплішими, але сухішими порівняно з середніми багаторічними показниками. Це також є однією з причин розширення посівів озимого ячменю. Наступна причина не менш серйозна. Продуктивність сучасних сортів озимого ячменю не тільки не поступається за врожайністю озимій пшениці, але й у ряді районів, де він добре зимує, перевищує її. Так, в Криму озимий ячмінь у середньому на 2,5 ц/га більш врожайний ніж озима пшениця. Посівні площі під озимим ячменем тут намічено розширити до 200 тис. га. Це - 40% озимого клину. Значна частина його буде розміщуватися на зрошуваних землях.

Можливості цієї культури ще далеко не вичерпані. Насамперед необхідно підвищувати рівень агротехніки, тому що ця культура ще не одержує гарних попередників і відповідного агрофону, хоча, будучи високоврожайною, вона в той же час є універсально зручною. Приміром озимий ячмінь на 8-12 днів раніше звільняє поле. Це додаткова можливість одержання повноцінного врожаю іншої культури. Крім того, раннє дозрівання дозволяє зняти пік напруги в збиранні зернових колосових і раніше дати тваринницьким фермам такий необхідний у цей час зернофураж. Як показали дослідження останніх років, перевага озимого ячменю ще й у тім, що за повторного розміщення озимих колосових він менше за озиму пшеницю уражується кореневими гнилями. Можливість часткової заміни озимої пшениці ячменем після стерньових попередників підтверджується результатами багаторічних дослідів Ізмаїльської сільськогосподарської дослідної станції. Про високу ефективність вирощування озимого ячменю в південних регіонах свідчить практика господарства АР Крим. Розширення площі під озимим ячменем дозволило істотно збільшити щорічний валовий збір фуражного зерна.

Найважливіша культура на зрошуваних землях кукурудза. Площі під цією культурою на зерно на зрошуваних землях Півдня України зростали до 1990 року досить інтенсивно (з 2,4 до 11,6% в

структурі посівній площі). Як свідчить практика та наукові дослідження, на зрошуваних системах з гідромодулем 0,45 л/с га й більше до 70% площ у зерновій групі необхідно відводити під кукурудзу на зерно. У посушливі роки, коли врожайність озимих ярових колосових культур знижується, урожайність кукурудзи буває значно вищою. За даними дослідів Інституту зрошуваного землеробства за дві ротації восьмипільних сівозмін (1968-1983 рр.) найбільш високою продуктивністю серед зернових відрізнялася кукурудза - 74,9 ц/га.

Необхідно використати й інші вигідні особливості кукурудзи. Якщо вирощувати середньоранні гібриди, то після їх збирання на зерно залишається час для розміщення в оптимальні терміни посівів озимої пшениці пластичних до строків сівби сортів. За таких умов кукурудза забезпечує 80-90 ц/га зерна, а озима пшениця 60-65. Досвід таких маневрів із сортами й видами культур накопичений у Каланчацькому районі Херсонської області.

Варто враховувати складнощі з доведенням зерна кукурудзи до стандартної вологості. Промислове сушіння пов'язане зі значними енергетичними витратами: 25-55 кг рідкого палива на 1 т зернової маси істотно збільшують загальну енергоємність виробництва. А якщо вологість зерна 27-28%, його необхідно двічі пропустити через сушильні агрегати, тобто подвоїти енергетичні втрати. У зв'язку з цим повинно знайти широке поширення силосування й консервування зерна кукурудзи підвищеної вологості. Така технологія дозволяє на 10-12 днів раніше звільнити поле без зниження продуктивності культури.

Відбуваються істотні зміни й у структурі посівних площ технічних культур на зрошуваних землях. Якщо у 1966-1970 рр. провідною технічною культурою регіону вважався цукровий буряк, що вирощувався в Миколаївській, Одеській і Херсонській областях, то у 1971-1975 рр. майже половину посівних площ технічних культур займав уже соняшник. У 1976-1985 рр. на перше місце виходить соя. Особливо швидко збільшувалися посівні площі під соєю у Херсонській області і Криму.

Соя не має собі рівних за універсальністю використання. Ця культура накопичує за вегетаційний період у ґрунті до 60 кг/га азоту.

Відрізняється багатим хімічним складом. У її насінні 38 - 45% і більше білка, а в зеленій масі його 16 - 20%. Досить високий вміст олії 19-24%, велика розмаїтість зольних елементів, вітамінів,

ферментів й інших цінних речовин. Білок за складом амінокислот і засвоюваності близький до білку тварин. Сама природа відвела особливе значення в рішенні білкової проблеми і накопичення азоту в фунті, ідо спонукає до розширення її площ на зрошуваних землях.

Соняшник зберігає провідне місце в структурі технічних культур у Запорізькій області. Цукровий буряк залишався провідною технічною культурою лише у Миколаївській області. Тут зосереджено 96% його посівних площ на зрошуваних землях півдня України. В останні роки розширюються площі цієї економічно вигідної культури в господарствах Херсонської області.

Варто подбати про поширення такої важливої культури як арахіс. До 1930 року посіви арахісу в Україні незначні, до початку Великої вітчизняної війни їх розширили до 11 тис. гектарів, потім культура занепала. У 60-ті роки арахіс вирощувався тільки окремими ентузіастами. Сьогодні, коли з'явилися проблеми із забезпеченням арахісом, постала необхідність відновити його вирощування на піщаних зрошуваних землях південного Придніпров'я. Проведені у 1993-2000 роках дослідження на Херсонській селекційній дослідній станції баштанництва підтвердили реальність такої позиції (В.А. Лимар, 2004). Без арахісу в Україні не обійтися. Він, будучи джерелом високоякісної олії та білків, знаходить різнобічне застосування в харчовій промисловості. У насінні арахісу міститься до 50-55% жиру, 25% білка. 13% вуглеводів, а стебла цієї рослини за своїми поживними якостями близькі до люцерни. Рослина також збагачує ґрунт азотом. Досвід передових господарств Херсонської, Миколаївської, Дніпропетровської та інших південних областей залишає надію на краще: 25 ц бобів і більше арахісу зі зрошеного гектара одержують там, де професійно працюють із цією дивною культурою.

Проведений економічний аналіз виробництва на зрошуваних землях продукції технічних культур вказує на їх високу рентабельність. Саме такі культури, які вже давно відомі - цукровий буряк, соняшник, ріпак, соя, - повинні, в остаточному підсумку, окупати витрати на зрошувальні меліорації, дати їй другий подих у нелегкий період становлення ринкових відносин.

У приміських господарствах, розташованих біля промислових центрів, поливні землі використовують під овочеві культури. Це дозволяє забезпечити свіжими овочами всіх строків споживання не тільки населення промислових центрів, але й консервну

промисловість, з'являється можливість певну кількість овочів у свіжому й переробленому виді вивозити за межі регіону.

Подальший приріст продукції овочівництва буде забезпечуватися за рахунок освоєння промислових технологій вирощування томату, цибулі, моркви, капусти й інших овочів. Тільки проектом стратегії соціально-економічного розвитку Херсонської області на період до 2015 року передбачено щорічне виробництво овочів в обсягах один мільйон тонн, у тому числі томату - 700 тисяч тонн.

Отже, культурі томату належить значне місце у збільшенні виробництва овочів. На цей час, більше половини проданої господарствами регіону овочевої продукції становлять помідори. Прекрасні консервні, поживні й смакові якості спричиняють великий попит населення на свіжі помідори, продукцію консервної промисловості з них. У південних областях, висівається більше 80% перцю і баклажана, вирощуваних в Україні.

Під картоплю відводяться незначні площі. Вони в основному призначені для забезпечення регіону власною ранньою картоплею. Але у зв'язку з перманентними подорожчанням енергетичних ресурсів і неухильним підвищенням цін на транспортні послуги завозити картоплю на зиму з північних областей України усе більш стає не вигідним, її намагаються тепер вирощувати в умовах південного регіону на зрошувальних землях.

Аналіз динаміки посівних площ баштанних культур свідчить: найбільші площі вони займали у 20-40-х роках минулого століття, точніше – у самі посушливі періоди із цих років, як важливий елемент стійкого ведення землеробства в регіоні. У той же час вони завжди були самим доступним продуктом харчування людини і як лікувального засобу. Південь України був і залишається основним постачальником баштанної продукції, вона в основному вирощується на неполивних землях, виступаючи постійно важливим фактором підвищення ефективності богарного землеробства.

З розвитком у регіоні зрошення почали формуватися зони гарантованого виробництва баштанних культур. Дослідження Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва переконують у тім, що в умовах зрошення можна одержувати 40-60 т/га кавуна, на окремих ділянках - до 80 т/га. При цьому якість плодів не гірше від вирощених на богарі, а в ряді випадків - краща. Так, на ділянках, де поливний режим становив 80% НВ в активному

шарі ґрунту, а мінеральні добрива вносили на запланований в 60 т/га врожай, фактично зібрали по 63 т/га з вмістом цукру - 8,4 %. Використання зрошуваних земель дозволило скоротити площі під баштанними культурами, не зменшуючи загальної кількості одержуваної продукції (М.С. Кравець, В. А. Лимар, 1994).

Провідне місце у структурі посівних площ займали кормові культури, площі під якими постійно збільшувалися (за останню п'ятирічку утричі). Характерною рисою у зміні їхньої питомої ваги в розрізі областей стала тенденція до встановлення середнього показника, близького до 48%. Така тенденція характерна і для окремих областей. Це ще раз вказує на винятково важливе місце кормових культур у структурі посівних площ зрошуваного землеробства.

Зі збільшенням посівів кормових культур зростає продуктивність гектара ріллі. Це відбувається в основному за рахунок розширення посівів багаторічних трав. Вони, як відомо, чутливі до зрошення в умовах найжорстокішої повітряної посухи. Інакше кажучи, багаторічні трави на поливній ділянці - своєрідний страховий фонд. При будь-яких кліматичних несподіванках вони допоможуть перебороти наслідки неврожаю інших кормових культур. Саме відсутність такого надійного резерву у винятково посушливих роках привило багато господарств до необхідності зменшити поголів'я худоби.

До 1966 р. у структурі кормових культур господарств регіону перевага віддавалася в основному вуглеводистим - кукурудзі, озимим, раннім ярим злакам. Високобілкові культури займали незначні площі. Насінництво люцерни, як і еспарцету було запущено. Мало уваги приділялося технології вирощування цих культур. Зі зміною агрофітоценозів у кормовому клину, природно, погіршилося співвідношення поживних елементів й раціон тварин: на вироблену кормову одиницю припадало 65 г перетравного протеїну з дефіцитом життєво необхідних вітамінів і амінокислот. У цих умовах на одиницю продукції значно перевитрачалися корми, а продуктивність тварин залишалася вкрай низькою. Тому перевагу стали віддавати групі високобілкових рослин - люцерні, еспарцету, які накопичують за вегетаційний період до 250-300 кг азоту в перерахунку на один гектар. Якщо у 1966-1970 р. у кормовому фітоценозі регіону багаторічні трави займали 9,1%, однорічні - 9,8%,

то у 1981-1985 роках площа бобових трав вже збільшилась до 18,4%, однорічних – зменшилася до 7,1%.

У зазначені вище роки розширюються площі під багаторічними травами, але їхня частка на зрошуваних землях ще не велика і не відповідає рекомендаціям науки – 25-33% посівних площ у польових сівозмінах та 35-40% – кормових і овочевих (В.И. Остапов, Е.П. Сафонова, 1986), а у сівозмінах з короткою ротацією питому вагу багаторічних трав рекомендується доводити до 50-60% (М. Лупашку, 1982). Сьогодні ні в кого не викликає сумніву, що багаторічні трави (люцерна, еспарцет, буркун) повинні бути обов'язковими культурами зрошуваних сівозмін.

Енергетична й економічна кризи країни викликала необхідність конкретного розгляду принципів ведення сільського господарства і зрошуваного землеробства як найбільш енергетичної галузі. За структури посівних площ і сівозміни водо- й ресурсозаощадливими культурами зрошуване землеробство стає низькорентабельним, а в окремих випадках збитковим. Тому необхідно винайти шляхи заміни цих культур іншими, менш витратними. До них можна віднести суданську траву, сорго-суданкові гібриди на корм із одержанням двох трьох укосів, люцерну, озимий ріпак на зерно і корм. Особливу увагу варто приділити пасовищам на зрошуваних землях. Це дасть змогу перейти від високо витратного, надмірно концентрованого типу годівлі до водо- й ресурсозберігаючого сіносінажно-випасного утримання тварин, наблизити агрофітоценози на зрошуваних землях до природних з високоефективним використанням біокліматичного потенціалу. Зміни в структурі посівних площ і в сівозмінах, дадуть можливість зменшити загальне водоспоживання, зменшити пікові навантаження у водоспоживанні у літні місяці, знизити гідромодуль зрошуваної системи і тим зменшити вплив кризових явищ у галузі.

Основними користувачами кормових культур і виробниками продукції тваринництва в останні роки є приватні господарі, які у 2002-2003 роках виробили майже 75-80% продукції. На жаль, з 2003-2004 рр. простежується тенденція до скорочення поголів'я корів і у приватному секторі. Останнє пояснюється в першу чергу низьким рівнем забезпеченості тварин, особливо великої рогатої худоби, грубими та соковитими кормами.

Розглянемо більш детально структуру кормовиробництва на прикладі Миколаївської області, яка у цілому відображує тенденцію всього південного регіону. За 1999-2003 роки поголів'я худоби

скоротилося у кілька разів, але рівень їх годівлі не покращився. Площі під кормовими культурами в сільськогосподарських підприємствах області у 2003 році порівняно з 1999 роком зменшилися з 249,4 тис. га, до 108,2 тис. га. або у 2,3 рази, продуктивність кормового клину низка і залишається на рівні 12-14 ц кормових одиниць з одного гектара. За цей період відбулося зменшення виробництва кормів у перерахунку на кормопротейнові одиниці удвічі, а перетравного протеїну в 1,8 разів.

На підставі розрахунків Миколаївського державного аграрного університету рейтингової оцінки кормових культур за виходом кормопротейнових одиниць по сільськогосподарських підприємствах Миколаївської області виявлено перевагу багаторічних трав на зелений корм і сіно. Але, на жаль, не зважаючи на те, що багаторічним травам належить провідна роль у створенні міцної кормової бази та біологізації землеробства, площі під цими культурами у 2003 році порівняно з 1999 роком зменшилися удвічі. Тому головним напрямом розвитку травосіяння повинно стати вдосконалення структури кормового клину на користь багаторічних трав, які дають найбільш дешеві корми і вирощування їх є економічно вигідним. Для підвищення енергетичної і білкової цінності багаторічних трав, як показує досвід кращих господарств Миколаївщини, необхідно віддати перевагу таким культурам як люцерна і еспарцет.

Т.Я. Іваненко (2005) вважає, що бобово-злакові травосумішки дають можливість одержувати високі врожаї (500-600 ц/га, а за умов зрошення понад 700 ц/га зеленої маси та 35-45 ц сіна) і забезпечувати тварин повноцінними кормами, повинні займати не менше як 50-55% кормового клину. На жаль, питома вага багаторічних трав в структурі загальної площі посіву у середньому по 174 господарствах Миколаївської області (в яких утримується велика рогата худоба) у 2002 році складала 4,2%.

За результатами розрахунків Одеського інституту АПВ, у південному регіоні на одну корову треба виробляти не менше 21-25 т зеленої маси на рік. Дефіцит зеленої маси повинен поповнюватися кормовою масою сіяних культур з високим кормовими якостями, які добре поїдаються тваринами. Різноманіття кормів досягається за рахунок наявності у конвеєрі не менше двох культур і широкого застосування багатоконпонентних бобово-злакових сумішок одно- та багаторічних трав.

Удосконалення структури сівозмін польового кормовиробництва дає можливість сільськогосподарським підприємствам створити міцну кормову базу для власного скотарства, вирішити проблему дефіциту кормового білку і створити ринок зелених та грубих кормів для господарств населення приватного сектору.

Аналіз формування структури посівних площ у різні періоди показав, що вона є складовою і невід'ємною частиною землеробства, що визначає її значення у підвищенні продуктивності та збереженні родючості ґрунту. Велика робота, що була проведена по освоєнню сівозмін на зрошуваних землях належить ланкам, бригадам. Вони засновували сівозміни з короткою ротацією, які легше вводити, освоювати і дотримуватись технологічних вимог. До того ж відкривається простір для маневрування структурою посівних площ в конкретних складних погодних умовах.

Але слід відмітити, що основне значення сівозміни в зрошуваному землеробстві використовується не повною мірою. Багаторічні трави, які стримують негативні процеси в ґрунті при зрошенні і забезпечують 250-300 кг/га біологічного азоту, в структурі посівних площ займали в кращі періоди невелику питому вагу (у 1981-1985 рр. – 18,4%, 1986-1990 рр. – 18,0, при рекомендації науковими закладами 25-33% посівних площ у польових сівозмінах і 35-40% у овочевих і кормових).

Недостатньо продуманий добір культур у сівозміні може бути причиною зниження родючості земель і недоодержання врожаю сільськогосподарських культур. За цих умов досить актуальною є розробка структури посівних площ сівозмін для кожного землевласника. При цьому треба враховувати те, що в умовах ринкових відносин і змін власності на землю регулювання структури посівних площ набуває актуального характеру. З одного боку поява спадковості на землю повинна сприяти дбайливому відношенню до неї, з іншого – ринкові відносини створюють активізації використання цих земель для максимального одержання прибутку, не турбуючись при цьому про ґрунтозахисні заходи. Останнє спостерігаємо, коли структура посівних площ не враховує значення попередників при розміщенні найбільш високоприбуткових культур – зернових, соняшника, овочевих і баштанних.

Сьогодні на ринку необмеженим попитом користується зерно і олійні культури. У зв'язку із цим робота, спрямована на



удосконалення структури посівних площ, підвищення питомої ваги в ній зернових культур і оптимізації площ соняшника повинна проводитись з урахуванням необхідності запобігати зменшенню родючості ґрунтів.

### **3.3. Обґрунтування необхідності і принципи побудови короткоротаційних сівозмін**

На Півдні України важливим прийомом інтенсифікації землеробства є зрошувані землі, які формувалися ціною величезних витрат людської праці і матеріальних ресурсів. Однак рівень використання цих земель не відповідає вимогам інтенсивного землеробства. Недостатньо продумані технічні та технологічні рішення при будівництві та експлуатації зрошуваних систем стали причиною зниження родючості земель та недоодержання на них можливої врожайності сільськогосподарських культур. Негативне антропогенне навантаження на ґрунт посилює багатократне проходження по полю важких машин та сільськогосподарських знарядь, іригаційна ерозія, інтенсивне застосування пестицидів. Все це вимагає нових підходів в зрошуваному землеробстві, первинною ланкою якої, як відомо, є система сівозмін. Від сівозмін певною мірою залежать системи обробітку ґрунту, добрив, захисту рослин, меліоративні та інші агротехнічні заходи, направлені на одержання високих врожаїв при підвищенні родючості ґрунту та збереження екологічної рівноваги довкілля.

У зрошуваному землеробстві України застосовують 8-12-пільні сівозміни, які були виправдані багатогалузевим розвитком і великими площами землекористування колгоспів та радгоспів. Принципи побудови таких сівозмін, зокрема восьми-семипільних при зрошенні, і формування структури посівних площ у сівозмінах з різним насиченням зерновими культурами були дослідженні в умовах півдня України в період 1968-1983 рр. на темно-каштанових ґрунтах в Українському науково-дослідному інституті зрошуваного землеробства (І. І. Андрусенко), а з 1976 року – у Всесоюзному інституті зрошуваного землеробства.

У той же час сівозміни короткої ротації (шість і менше полів), які були закріплені за механізованими ланками, бригадами були більш ефективними. Такі сівозміни пластичні, швидко освоювалися давали можливість скоротити набір сільськогосподарських машин

для вирощування сільськогосподарських культур і залежно від кон'юнктури ринку легко міняти структуру посівних площ.

У 1978 році була сформульована концепція інтенсифікації, концентрації і спеціалізації зрошуваного землеробства, складовими елементами, якої була розробка і впровадження сівозмін із скороченим терміном ротації (шість і менше полів) з максимальним ефектом раціонального чергування культур з обов'язковим насиченням бобовими травами і проміжними посівами; ґрунтозахисного енергозберігаючого обробітку ґрунту; ефективного використання добрив; водозберігаючих режимів зрошення; біокліматичного потенціалу; збереження родючості ґрунту і вимог екологізації системи землеробства. Актуальність впровадження сівозмін із скороченою ротацією зросла із появою в Україні нових форм власності на землю, розукрупненням і розпаюванням земель колгоспів та радгоспів. Постійно зростає кількість господарств, що мають невелику площу землекористування. Тому, для таких господарств найбільш оптимальною формою організації території є запровадження вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією.

Головний принцип побудови сівозмін короткої ротації - науково-обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Набір культур визначається спеціалізацією господарства, а остання в свою чергу - зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку. Оптимальна тривалість ротації, зумовлена вимогами до розміщення культур після відповідних попередників і дотримання періоду повернення культур на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить 3-4 роки, що дозволяє досягти високої і стабільної продуктивності культур, збалансованості показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів.

На основі періодичності чергування культур будується будь яка сівозміна, в якій тривалість ротації визначає культура з найбільш тривалим періодом повернення на попереднє місце вирощування. В той же час, структура посівних площ повинна забезпечити дотримання нормативів для тих культур, які можуть повертатися в сівозміні на попереднє місце вирощування не раніше, ніж через 5-8 років (соняшник, капуста, баштанні). Це означає, що у сівозмінах короткої ротації (не менше 4 полів), де вирощуються такі культури, поля діляться навпіл і таким чином культура потрапляє на попереднє місце вирощування тільки через 5-8 років. В сівозмінах з надто

короткою ротацією (2-3 роки) доцільно максимально вирощувати проміжні та сидеральні посіви для послаблення явища алелопатичної ґрунтовтоми, застосовувати підвищені дози органічних добрив, а в разі потреби і пестицидів.

Обов'язкове використання багаторічних трав, насамперед, люцерни, яка у короткоротаційних зрошуваних сівозмінах визначає мінімальну тривалість ротації. Люцерна вимагає обов'язкового чергування з іншим культурами. Її повернення на те ж місце доцільне не раніше, ніж через 3 роки. Цим і обґрунтовується доцільність та ефективність саме шестипільних сівозмін із двома полями багаторічних трав.

Впровадження та освоєння інтенсивних шестипільних сівозмін із двома полями багаторічних трав дозволяє скоротити енергоємні витрати на основний обробіток фунту на 25% порівняно з восьми-дев'ятипільними та зменшити внесення дорогих мінеральних добрив на гектар сівозмінної площі за рахунок насичення бобовими культурами.

Спеціалізовані короткоротаційні кормові сівозміни поблизу тваринницьких ферм дають змогу до мінімуму скоротити витрати на транспортування кормів. Насичення їх проміжними посівами сприяє відновленню втрачених елементів плодозміни і найбільш повному використанню агрокліматичного потенціалу, зрошувальних систем, сільськогосподарської техніки, трудових ресурсів.

Заслуговує на увагу і розміщення спеціалізованих короткоротаційних сівозмін при вирощуванні овочевих культур і цукрового буряка поблизу населених пунктів, переробних підприємств з метою скорочення затрат на доставку робочої сили до місця роботи і продукції до пунктів відвантаження і переробки. Водночас на віддалених ділянках слід розміщувати спеціалізовані сівозміни для вирощування зернових, багаторічних трав на насіння, що вимагають менших витрат на транспортування продукції із врахуванням залишеної соломи та інших рослинних решток на полі. Таке розміщення спеціалізованих сівозмін дає можливість значно скоротити енергетичні витрати на виробництво одиниці продукції.

Принцип побудови короткоротаційних сівозмін був заснований на загальноприйнятих для півдня України прийомах, які ґрунтуються: на вигідній економічній структурі посівних площ, вимогах підвищення родючості ґрунту, урожайності сільськогосподарських культур. При правильному чергуванні кожна

попередня культура забезпечує найкращі умови для розвитку наступної, незалежно від тривалості ротації. Повторні посіви однієї й тієї ж культури допустимі тільки доти, поки навіть на високому агрофоні, не знижують продуктивності.

Ефективне використання зрошуваних земель можливо тільки за умови вирощування культур протягом усього вегетаційного періоду. Тому головною умовою є правильний добір і сполучення основних і проміжних посівів, що дозволяє більш повно використати кліматичний потенціал зони, підсилити боротьбу з бур'янами й збудниками хвороб, поліпшити водно-фізичні властивості ґрунту, підвищити родючість, особливо при використанні їх як сидератів.

При розміщенні культур у сівозміні кожен з них оцінюють як попередник наступної. Вибір попередників обмежується встановленою структурою посівних площ. Кращі попередники відводять у першу чергу для одержання врожаїв цінних культур.

У районах активного прояву вітрової й водної ерозії ґрунтозахисні заходи - обов'язкова складова частина сівозміни. При цьому, чим інтенсивніше використання землі землевласниками й землекористувачами, тим на більш високому рівні повинен проводитися комплексний захист ґрунтів від ерозії.

При розробці короткоротаційних сівозмін варто прагнути до створення агрофітоценозів, близьких до природного ландшафту, де вся поверхня ґрунту вкрита щільним пологом живих рослин й їхніх відмерлих залишків, де до мінімуму зводиться ерозія ґрунту, родючість його рік у рік підвищується. Тут немає повного відчуження органічної речовини, усе залишається на місці, систематично збільшуючи загальний енергетичний потенціал.

У посівах просапних культур поверхня ґрунту значну частину часу (6-8 місяців на рік) зовсім позбавлена рослинності, а відмерлі залишки рослин на поверхні ґрунту практично відсутні. Крім того, відбувається інтенсивне відчуження органічної речовини шляхом вилучення значної частини вирощеного врожаю, а також за рахунок втрат при ерозії. У балансі органічних ресурсів ґрунту процеси деградації домінують над процесами утворення гумусу, що обумовлює нестійкість агроландшафтів. Тому при складанні інтенсивних сівозмін стійкість агроландшафтів в умовах зрошення значною мірою залежить від того, яким чином вдасться змодельовати природний фітоценоз у сівозмінах.

У рішенні цього завдання основне місце приділяється агротехнічним заходам: розширенню посівів багаторічних трав, застосуванню проміжних посівів, особливо підсівних культур, наявності на поверхні ґрунту максимально можливої кількості побічного врожаю (соломи, стебел, бадилля й ін.), мінімальному обробітку ґрунту без обороту брили, щілюванню й інше.

Таким чином, науковою основою інтенсивних короткоротаційних сівозмін та добір культур і сортів інтенсивного типу, максимальне використання ріллі протягом вегетаційного періоду завдяки насиченню сівозмін проміжними посівами, вирощування культур з тривалим вегетаційним періодом (цукрові буряки, кукурудза, соя, культури багатоукісного використання - люцерна, суданська трава), що дають змогу максимально використати сонячну енергію, опади, поливну воду, накопичений бобовими культурами біологічний азот, застосовувати ґрунтозахисну, енергозберігаючу системи обробітку ґрунту, інтегрований захист рослин.

### **3.4. Особливості зрошуваних культур та їх розміщення в сівозмінах**

Правильний добір культур з врахуванням їх біологічних і господарських особливостей, дає можливість із високою ефективністю, протягом усього періоду вегетації використати усі фактори формування високоякісного врожаю, зберігаючи й підвищуючи при цьому родючість ґрунту й безпеку навколишнього середовища.

Пріоритет повинен бути відданий культурам, що реагують на поливи збільшеннями врожаїв. Крім того, вони повинні мати високу врожайність, зимостійкість та стійкість проти хвороб, шкідників, відрізнятися ощадливою витратою вологи й поживних речовин на одиницю продукції. Від того, наскільки інтенсивно та або інша культура накопичує в період вегетації вегетативну масу, залежить продуктивність гектара ріллі в цілому.

Зрошувані землі забезпечують високу продуктивність при вирощуванні технічних, овочевих, кормових, зернових культур. Значні площі займають такі зернові культури, як озима пшениця, кукурудза, ячмінь та інші. За нинішнього недостатнього забезпечення господарств пально-мастильними матеріалами,

технікою та іншими засобами виробництва необхідно для поливних земель підбирати культури, які спроможні з найбільшим економічним ефектом окупити витрати на них. Тому цілком виправдано на зрошуваних землях останнім часом розширювати площі соняшнику, сої, ріпаку, овочевих та баштанних культур.

В шестирічних дослідах Інституту зрошуваного землеробства НААН, одержано наступні результати по врожайності провідних польових культур зрошуваних сівозмін: кукурудза на зерно – 91,0 ц/га середня і 132 ц/га - максимальна; озима пшениця відповідно 60,1 і 84,0; озимий ячмінь – 56,7 і 71,2; соя – 26,8 і 36,8; цукровий буряк 665 і 870 ц/га.

**Цукровий буряк** - економічно вигідна технічна культура зрошуваного землеробства, що забезпечує одержання високих урожаїв за рахунок повного використання вегетаційного періоду. Аналіз урожайності культур, проведений в експериментальних сівозмінах Миколаївської ОДСГДС показав, що у зоні зрошуваних південних чорноземів цукровий буряк відноситься до найбільш інтенсивних культур. По попереднику соя в середньому за ротацію сівозміни він забезпечив найвищий вихід сухої біомаси – 300 ц/га з коливаннями по роках від 250 до 350 ц/га. Ця культура дає і найбільш високий вихід кормових одиниць – 230 ц/га.

Не поступається за продуктивністю і кормовий буряк. У виробничих посівах, розміщених на зрошуваних землях дослідного господарства цієї станції, сорт Центавр забезпечував щорічний урожай протягом ротації сівозміни понад 2000 ц на кожному з 20 гектарів.

Кращим попередником цукрових і кормових буряків є озима пшениця, що йде після багаторічних трав, а також по інших попередниках. Після буряка розміщують культури, здатні з найбільшим ефектом використати післядію високого агрофону – кукурудзу на зерно і силос та інші.

**Кукурудза** в умовах чорноземів південних займає друге місце за продуктивністю. Цінність культури – у її посухостійкості, багатобічному використанні, пластичності, відпрацьованості комплексної механізації технологічних процесів при вирощуванні. Вона в регіоні – основна сировина для виробництва силосу, використовується й на зелений корм. У той же час – це високоврожайна зернова культура, яка для реалізації свого продуктивного потенціалу вимагає значну кількість добрив та

поливної води. У середньому за 6 років (1981-1986) в дослідях на чорноземах південних одержано урожай зерна 90 ц/га з максимумом – 104,5 ц/га. Урожайність кукурудзи на силос за ці ж роки була 645 ц/га, з максимумом – 814 ц/га.

Кукурудза відрізняється економним витрачанням ґрунтової вологи. Водоспоживання при зрошенні становить 5000-6000 м<sup>3</sup>/га, із яких близько 60 % приходить на зрошувальну норму. Критичними у водоспоживанні культури є періоди за 10-12 днів до викидання волоті та через 20 днів після викидання волоті.

Скоростиглі сорти та гібриди є придатними для одержання другого врожаю в літніх посівах. У польових зрошуваних сівозмінах півдня України кукурудза розміщується після озимих колосових, у тому числі після жнивних, кормових культур, цукрового буряка, сої та інших пізніх культур. Кукурудза добре витримує беззмінне вирощування протягом декількох років. Так, за даними Інституту зрошуваного землеробства УААН (І.І. Андрусенко, 1983), урожайність її починає знижуватися з четвертого року вирощування на одному полі, а за 16 років беззмінного посіву зменшується на 11,9%, тоді як озима пшениця знижує урожайність уже на другий рік вирощування на одному полі, а за 16 років зниження її урожайності сягає 16,8 %.

**Озима пшениця** має загальний вегетаційний період 150-160 днів. При посіві після неї пожнивної кукурудзи тривалість вегетаційного періоду двох культур зростає в сумі до 210-220 днів, а продуктивність гектара зрошуваної ріллі – в 1,6 рази. Озима пшениця добре сполучається також з іншими культурами в проміжних посівах – горохово-вівсяною сумішкою, редькою олійної з вівсом, просом, гречкою та іншими. У цьому випадку коефіцієнт використання вегетаційного періоду наближається до одиниці.

Завдяки високій конкурентоспроможності і загущеному стеблостою пшениця добре пригнічує бур'яни і є одним із кращих попередників для просапних культур. А її раннє збирання дає змогу вести боротьбу з бур'янами в осінній період.

За вегетаційний період при урожайності в 60 ц/га озима пшениця витрачає на зрошенні 5000 м<sup>3</sup>/га води. Із цієї кількості в осінній період витрачається 600-800 м<sup>3</sup>/га. Завдяки оптимізації вологозабезпечення в цей період підвищується повнота сходів і енергія куціння, збільшується листкова поверхня, загущується

стеблостій, рослини загартовуються і краще витримують зимівлю, ніж на богарі.

В умовах зрошення озима пшениця – високоврожайна культура, здатна забезпечити 70-80 ц/га зерна високої якості. Разом з тим, рослини озимої пшениці схильні до ураження кореневими гнилями, борошнистою росою та іржею, що найбільш характерно для посівів ранніх строків і розміщенні їх по зерновим колосовим культурам.

Науковими дослідженнями і виробничою практикою встановлено, що кращими попередниками озимої пшениці є шар і оборот шару ґрунту люцерни, зернобобові, кукурудза на силос і зелений корм, післяукісна кукурудза на силос після люцерни третього року використання та інші.

**Яра пшениця** на зрошуваних землях здатна забезпечити високу продуктивність. Так, в дослідних посівах на чорноземах південних Миколаївської обласної державної сільськогосподарської дослідної станції максимальний врожай було одержано на рівні 70 ц/га. Краще реагує на зрошення м'яка пшениця завдяки меншому виляганню. З цієї ж причини вона є кращою покривною культурою для багаторічних трав порівняно з традиційним ярим ячменем. Принципи розміщення в сівозмінах такі ж як і для озимої пшениці, але перевага - у можливості розміщення після пізніх попередників.

**Озимий ячмінь** є високоврожайною культурою, площі якого на зрошуваних землях у перспективі будуть зростати. Більш раннє порівняно з озимою пшеницею досягання (на 10-12 днів) створює кращі можливості одержання другого урожаю зерна ранньостиглих гібридів кукурудзи, сої, проса, гречки. До попередників і строків сівби озимий ячмінь менш вимогливий, ніж озима пшениця. Крім звичайних попередників озимих, для ячменю придатні просапні культури з пізнім строком збирання - кукурудза на зерно, соняшник.

**Ярий ячмінь** на зрошуваних землях використовують як покривну культуру для люцерни, а також у кормових сумішках з бобовими на зелену масу. Він відрізняється коротким вегетаційним періодом (від висіву до збирання 70-80 днів) і може давати урожай зерна понад 40 ц/га.

Недоліком ярого ячменю є недостатнє вторинне укорінення рослин при швидкому підсиханні верхнього шару ґрунту. А тому вкрай важливо до початку куштиння створити достатні запаси вологи та елементів живлення в орному шарі за рахунок добрив, на які



ячмінь добре реагує. Суттєвим недоліком є слабка соломину, внаслідок чого при загущенні стеблостою він вилягає, особливо, якщо полив проведено після колосіння. Як солестійка культура, ячмінь добре росте на важких солонцюватих ґрунтах.

**Овес** в основному використовують у сумішках з бобовими, капустяними та іншими компонентами, вирощуваними на зелену масу і сіно. Завдяки ранньостиглості у компонентних сумішках у сівозмінах можна вирощувати як проміжну культуру з розміщенням перед, або після основної культури. У зернових короткоротаційних сівозмінах з високою насиченістю озимою пшеницею овес слід обов'язково вирощувати як єдиний агротехнічний засіб у боротьбі з кореневими гнилями,

**Круп'яні культури** (просо, гречка) завдяки специфічній фотоперіодичній реакції на довжину дня помітно скорочують період своєї вегетації в літніх посівах. Тому ці культури доцільно розміщувати у проміжних посівах в якості післяукісних та післяжнивних. У таких посівах можливо одержання врожаю проса на рівні 25-30 ц/га, і гречки - 15-20 ц/га. Введення цих культур до сівозмін, насичених зерновими культурами, урізноманітнює характер плодозміну.

Круп'яні культури, особливо гречка, вимогливі до вологи. У початковий період вегетації гречка відрізняється швидким ростом і здатна пригнічувати бур'яни. На відміну від неї просо в початковий період вегетації росте повільно і більше пригнічується бур'янами. Тому для цієї культури варто відводити чисті від бур'янів поля.

**Соргові культури** (сорго, суданська трава, сорго-суданкові гібриди) мають важливе значення для стійкою кормовиробництва на зрошуваних землях регіону, перевищуючи однорічні кормові культури за продуктивністю у 1,5-2,5 рази. Ці культури відносяться до теплолюбних, винятково посухостійкі, але добре реагують на зрошення. Завдяки потужній кореневій системі добре ростуть на бідних еродованих і засолених землях, використовуючи поживні речовини із глибоких шарів ґрунту й можуть бути прекрасним компонентом при конструюванні агрофітоценозів зрошуваних земель. Важливою й цінною біологічною особливістю сорго вважають його винятково високу й стійку по роках урожайність.

Суданська трава є важливим компонентом схем зеленого конвеєра, тимчасових пасовищ навколо ферм, тому що має високу енергію кушіння, отавність й порівняно легко переносить

витоптування. Позитивом є можливість вирощування під покривом ярих культур. Корм із суданської трави (зелена маса, сіно) добре поїдається тваринами усіх видів.

**Зернобобові культури** (соя, горох) мають важливе значення на зрошуваних землях. Особлива цінність їх у високому вмісті білка. Результати досліджень (А.О. Лимар та ін., 1991) показують, що врожайність зернобобових культур може досягати й навіть перевищувати 30 ц/га.

Соя придатна для вирощування на зерно, сіно і зелену масу в літніх посівах після збирання ранніх культур. Горох і соя є добрими попередниками для інших культур, у тому числі озимих (при ранніх строках збирання сої). Стосовно бур'янів соя слабо конкурентоспроможна, тому відведені поля повинні бути чистими від бур'янів. Цьому сприяє вирощування в післязбиральний період проміжних культур на зелений корм. При розміщенні сої після кукурудзи на зерно боротьбу з бур'янами проводять у допосівний період. Добрим попередником сої є озимі, після яких поля менш забур'яненні, тому перспективна суцільна сівба на зерно при зрошенні стерньовими сівалками. Це сприяє зменшенню витрат на вирощування, підвищенню продуктивності сої і наступних культур. Суцільні посіви сої сприяють більш високому кріпленню бобів, зменшенню техногенного навантаження на ґрунт. Усе це зумовлює зниження затрат на вирощування і підвищення захисту ґрунту сівозмін.

**Багаторічні бобові трави** (люцерна, еспарцет, буркун) – обов'язкові культури зрошуваних сівозмін. Теоретично і практично класики агрономічної науки (К.А.Тімірязєв, В.Р. Вільямс, Д.П. Прянишников, К.К. Гедройц, І.В. Тюрін та інші) обґрунтували значення багаторічних трав в біологічному підвищенні родючості ґрунтів, покращенні їх агрономічних властивостей. В цьому зв'язку К.А. Тімірязєв писав: «Едва ли в истории найдется много открытий, которые были таким благодеянием для человечества, как то включение клевера и вообще бобовых растений в севооборот, так поразительно увеличившее производительность труда земледельца».

Люцерна, поряд з виробництвом кормів і рослинного білка, є добрим фітосанітаром ґрунту, забезпечує позитивний баланс гумусу в сівозміні, сприяє посиленню біологічних процесів у фунті. За два-три роки вирощування накопичує у фунті до 300 кг біологічного азоту на гектар. Люцерна є фітомеліоратором ґрунту - на всю

глибину кореневого шару вона розпушує фунт, утворюючи ходи, які залишаються після відмирання коріння. Вона поліпшує структурно-агрегатний склад фунту й інші фізико-хімічні його властивості, сприяє підвищенню повітря- й водопроникності та посилює ґрунтозахисну здатність посіву.

Для багатьох культур люцерна є кращим попередником. Люцерновий шар ґрунту і його обертання використовують для найбільш цінних культур сівозміни. В польових і спеціалізованих сівозмінах багаторічні трави займають два поля, у прифермських - три і більше. Розміщують люцерну в сівозміні після культур, що збіднюють кореневий шар ґрунту поживними речовинами.

Урожайність люцерни при зрошенні висока і стабільна, вона більш ніж на 90 % використовує вегетаційний період. У середньому за 6 років в дослідях Миколаївської обласної державної сільськогосподарської дослідної станції одержано 675 ц/га зеленої маси. Найбільш продуктивна люцерна другого року життя, а найвищий урожай отримано у першому укосі (А.О. Лимар, 1991).

Еспарцет виділяється здатністю більш ощадливо витратити вологу на утворення одиниці продукції. У дослідях, проведених на Миколаївській ОДСГДС, ця культура виявилася продуктивнішою за люцерну в першому укосі. Відзначимо, що вона менш вимоглива до родючості ґрунту, а це дозволяє без шкоди для врожаю розміщувати її, головним чином, на тих зрошуваних землях, де люцерна росте гірше. Останнє стосується і буркуну.

Вирощування багаторічних трав у сівозміні є чинником стабілізації біологічної рівноваги окремих компонентів біосфери, що сприяє підвищенню біогенності ґрунту і відсутності забруднення ґрунтових вод азотовмісними сполуками. Як встановлено численними дослідженнями, багаторічні трави сприяють поліпшенню якості продукції культур, що вирощуються після них: підвищується вміст клейковини зерна пшениці, цукристість буряків тощо. Крім того автором роботи (А.О. Лимар, 1991) встановлено явище «буферності» люцерни в режимі зрошення, що дозволяє більш раціонально використовувати поливну воду в полях сівозмін.

**Капустяні культури** (ріпак, гірчиця) - дуже цінні технічні і кормові культури. При вирощуванні на зелену масу ріпак відростає і може дати два-три укоси. Розміщують ріпак і гірчицю після зернових колосових культур, кукурудзи, однорічних трав. Повертати ці культури на попереднє місце можна через три-чотири роки, а

після соняшника їх можна вирощувати не раніше як через п'ять-шість років. Не слід висівати ріпак і гірчицю після капустяних культур або поблизу полів, де вони вирощуються, через загрозу ураження шкідниками. Завдяки ранньому збиранню ріпак і гірчиця є добрими попередниками озимих зернових культур, При вирощуванні у проміжних посівах – придатні для використання на зелене добриво. Ці культури економно витрачають вологу для формування урожаю, тому в умовах зрошення дають високий урожай при одному-двох поливах. Є буферними культурами завдяки короткому періоду вегетації і можливості проведення поливів до початку зрошення вологолюбних культур.

**Соняшник** має велике значення не тільки як технічна, але і як кормова культура. В Миколаївському інституті агропромислового виробництва (Р.І. Шкрудь, 1995, 1996) розроблена технологія вирощування соняшнику при зрошенні з рівнем врожаю 35-40 ц/га. Дуже цінною особливістю є те, що висока урожайність культури досягається за проведення мінімальної кількості (два-три) поливів. Соняшник вимагає дуже суворого чергування у сівозміні. Повертати його на попереднє місце вирощування слід не раніше як через сім-вісім років. За надмірного зволоження уражується хворобами грибного, бактеріального і вірусного походження. Не можна розміщувати соняшник після бобових, помідорів через ураження загальними хворобами. Кращі попередники для соняшника - озимі та ярі колосові культури, кукурудза на зерно.

В Миколаївському інституті агропромислового виробництва (В.П. Шкумат та ін., 2002) розроблена та впроваджена технологія вирощування соняшника у сівозмінах із скороченою ротацією. Дана технологія дозволяє вирощувати культуру у п'яти-шестипільних сівозмінах без зниження врожайності. Одним з елементів цієї технології є розміщення соняшника в сівозмінній ланці зайнятий пар (кукурудза + соняшник на зелену масу) - озима пшениця - соняшник. Зайнятий пар у цій ланці виконує функцію провокаційного фону, який в дослідах забезпечував появу стебел вовчка у кількості 57 шт./м<sup>2</sup>. В подальшому, кількість вовчка в посівах соняшнику цієї ланки не перевищувала 1-3 стебел на квадратному метрі, в той час як інші ланки сівозмін збільшували ураженість соняшниковим вовчком удвічі-тричі.

**Овочеві та баштанні культури** дають високотоварну продукцію і є досить рентабельними. Найпоширенішими культурами

зрошуваних овочевих сівозмін є помідор, капуста, огірки, перець, баклажани, столові коренеплоди.

Кращими попередниками розсадного помідора є багаторічні трави й інші бобові культури, капуста, столові коренеплоди, баштанні, безрозсадних помідорів – зернові колосові, горох, рання капуста, проміжні посіви. Повертати на попереднє місце помідор можна не раніше як через два-три роки. Не слід розміщувати їх після або поряд з пасльоновими культурами та соняшником, з якими у них загальні хвороби і шкідники.

Кращі попередники капусти – багаторічні трави, зернові колосові, зернобобові культури, а також помідори, картопля, столові коренеплоди, огірки. Повертати капусту на попереднє місце або розміщувати після капустяних культур можна не раніше як через п'ять років.

Перець і баклажан дуже вимогливі до родючості ґунту, їх розміщують по шару й обертання шару ґунту з під багаторічних трав, після бобових культур, столових коренеплодів, гарбузових, капусти, цибулі.

Попередниками огірка можуть бути люцерна, горох на зерно і зелений горошок, озимі і ярі колосові та однорічні трави, помідор, картопля, цибуля. На попереднє місце можна повертати через три-чотири роки.

Добрими попередниками цибулі є зернові колосові, однорічні трави, помідор, рання картопля, гарбузові. Не слід розміщувати цибулю після капусти.

Кращими попередниками столового кавуна та інших баштанних культур є шар і оборот шару ґунту багаторічних трав, горох, соя, зернові колосові. Повертати столовий кавун на попереднє поле можна не раніше як через три-чотири роки, за умови наявності в сівозміні багаторічних трав.

### **3.5. Роль сорту в сівозмінах**

Поряд з добором культур винятково важливе значення для підвищення продуктивності сівозмін здобуває правильний добір сортів і гібридів. У сучасному землеробстві сорт і гібрид виступають самостійними факторами інтенсифікації зрошуваного землеробства. Разом з оптимальною агротехнікою сорт і гібрид вирішують по суті долю високих і сталих врожаїв. Без гарного сорту економічна

ефективність засобів, вкладених у меліорацію земель, хімізацію, обробіток ґрунту, різко знижується. В однакових умовах вирощування, без яких-небудь додаткових витрат засобів і праці, один сорт може за врожайністю перевищувати інший на 20-30 % і більше. Тому впровадження у виробництво кращих високоврожайних сортів і гібридів відноситься до самого доступного й дешевого засобу збільшення валового виробництва рослинницької продукції.

До останнього часу вважалося, що в умовах зрошення при вирощуванні озимої пшениці попередники відіграють меншу роль, чим в умовах богари. Однак зі створенням сортів інтенсивного типу ці уявлення докорінно змінюються. На зрошуваних площах попередники озимої пшениці виявляються не рівноцінними, тому що створюють різні умови для ґрунтового живлення цієї культури. Шляхом вирощування сортів інтенсивного типу можна різко підняти ефективність внесених добрив і зрошення, тим самим прискорити окупність відповідних капіталовкладень. Разом з тим, варто уникати помилкової практики повсюдного переходу на вирощування тільки сортів інтенсивного типу, якщо вони не можуть бути забезпечені відповідним агрофоном.

Роль сорту в підвищенні врожайності безперечна, але не можна розраховувати на високий урожай, якщо впроваджений тільки один новий сорт. Вирощування декількох сортів однієї й тієї ж культури – це не прагнення до багатосортності, чого краще уникати, а необхідна умова одержання стабільно високого врожаю конкретної культури.

Звернемо увагу на те, що вирощування декількох сортів у межах однієї культури викликано об'єктивними причинами. Поки що пропонувані виробництву сорти не однаковою мірою пристосовані до найрізноманітніших умов вирощування, що виникають в період вегетації. Вони не володіють усім комплексом господарсько-корисних ознак. Та й селекціонери, створюючи сорти різних господарсько-біологічних типів, прагнуть найбільшою мірою пристосувати їх до конкретних умов вирощування. Звідси головна вимога до фахівця – дотримувати сортової структури, що дозволяє в кожному господарстві мати кілька високоврожайних сортів різних строків дозрівання, що по-різному реагують на умови зовнішнього середовища. Скажемо, наближають строки масового збирання культури не тільки рання сівба, але й відповідний добір сортів.

Тільки правильне їхнє поєднання не тільки в одному господарстві, але й в межах сівозміни обумовить високі й стабільні врожаї.

Важливими сортовими особливостями сільськогосподарських культур, які необхідно враховувати при розміщенні їх у сівозмінах, є тривалість вегетаційного періоду (у деяких культур вона може коливатися у досить широких межах), біологічний тип рослин, стійкість проти шкідливих організмів, напрями використання продукції, особливості сортової агротехніки та інші.

Прикладом врахування цих особливостей є принципи підбору гібридів соняшника для вирощування в сівозмінах із скороченою ротацією. Повернення соняшнику на попереднє поле раніше зазначених строків в зрошуваній сівозміні можливе тільки при насиченні її проміжними культурами та використанні гібридів, які мають генетичну стійкість до всіх відомих рас вовчка. Так, завдяки скоростиглості гібриду Харківський 49, виявилось можливим його вирощування у проміжних посівах для одержання насіння в умовах півдня України. На основі аналізу 4118 сортодослідів, проведених за 6 років в системі Державного сортовипробування, та власних досліджень В.П. Шкумат та ін. (2002) приводять перелік сортів та гібридів соняшнику імунних не тільки до вовчка, але й білої, сірої гнилі та іржі. Також встановлено, що найбільша частота таких форм має місце в надранній та ранньостиглій групах.

Необхідно відзначити, що правильний добір культур і сортів з врахуванням усіх їх особливостей дає можливість із високою ефективністю, протягом усього періоду вегетації використати всі фактори формування високоякісного врожаю, зберігаючи й підвищуючи при цьому родючість ґрунту.

## РОЗДІЛ 4

# ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

### 4.1. Організація і постановка дослідів

Проблема підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, збереження родючості ґрунту в богарних і зрошуваних умовах півдня України була й залишається найбільш актуальною. Особливе значення в рішенні цієї проблеми належить сівозміні, як способу формування структури й складу фітоценозу агроecosистеми з метою забезпечення максимуму її продуктивності й стійкості.

На початку масштабного будівництва і вводу в експлуатацію зрошуваних земель на Півдні України було недостатньо даних з раціонального формування добору культур, сполученню основних і проміжних посівів, ефективному використанню добрив, раціональному їхньому розподілу, режимів зрошення сільськогосподарських культур, способів і глибини обробітку ґрунту, взаємодії цих факторів у системі сівозмін, спрямованих на підвищення родючості ґрунту за рахунок збереження й нагромадження гумусу, запобігання ерозії.

Дослідження такого плану проводилися з 1878 року на дослідному полі Херсонської сільськогосподарської школи, з 1924 року на Херсонській дослідній станції в умовах зрошення, у 50-ті роки минулого століття науковцями Українського науково-дослідного інституту зрошеного землеробства (А.А. Собко, К.Е. Бурзі, А.Г. Білоус, А.Г. Шаповал, Д.А. Штойко, І.М. Попова, С.Д. Лисогоров та ін.). В умовах виробництва дослідження проводилися на базі радгоспу по виробництву овочів «Городній Велетень» (Білозерський район Херсонської області), де зрошення здійснювалося з 1932 року шляхом забору води з ріки Дніпро.

Доцільність обрання цього господарства для досліджень пов'язана з тридцятилітньою тривалістю вирощування інтенсивних овочевих культур в умовах зрошення. Тут ще у 1937 році ґрунтознавцем Б.А. Калачовим було зроблено досить грамотне ґрунтове обстеження земель радгоспу. У результаті проведених робіт він склав ґрунтовий нарис і супроводив його ґрунтовою картою, що не втратила значення до наших днів. На карті зазначені всі основні



розрізи, з яких ґрунт вибирався для аналізу. Ґрунти радгоспу у 1950 році послужили об'єктом досліджень, проведених співробітником інституту ґрунтознавства ім. Соколовського В.Н. Філіпповою, що торкнулася ряду питань, пов'язаних зі зміною властивостей ґрунтів під впливом 17-літнього періоду зрошення. Особливу увагу вона звернула на значимості введеної восьмипільної сівозміни з двома полями люцерни і одним полем зернобобових культур, яка пройшла дві ротації, систем внесення органічних, мінеральних добрив та меліорантів, впливу їх на водно-фізичні і хімічні властивості ґрунту.

Пізніше, починаючи з 1960 року, під керівництвом доктора с.-г. наук, професора С.Д. Лисогорова і за участю Ф.В. Ківера, В.П. Золотуна, А.О. Лимаря проведено більш широкі дослідження в системі 8-пільної сівозміни з наступним чергуванням культур: 1 - ярий ячмінь з підсівом люцерни; 2, 3 - люцерна; 4 - овочі родини пасльонові; 5 - овочі родини гарбузові; 6 - столові коренеплоди; 7 - зернобобові, овочевий горох; 8 - овочі родини пасльонові.

На підставі проведених у радгоспі «Городній Велетень» досліджень з впливу тривалого зрошення на ґрунти й аналізу освоєння тут восьмипільної сівозміни прийшли до висновку, що на зрошуваних землях Півдня України повинні вводитися сівозміни з насиченням їх не менш однієї третини бобовими культурами для збереження й підвищення родючості ґрунту, а для оптимізації вологості ґрунту в полях сівозміни протягом вегетації рослин доцільно вводити проміжні посіви. Дослідженнями А.О. Лимаря (1965) встановлено, що завдяки вирощуванню люцерни протягом ротації значно покращилися водно-фізичні та хімічні властивості ґрунту усіх полів сівозміни.

Основним методом вивчення сівозмінного фактору стають стаціонарні досліди, які дозволяють спроектувати сівозміну з врахуванням ефективного використання інших факторів інтенсифікації, в першу чергу – зрошення, добрив та обробітку ґрунту. Так, з 1968 р. під керівництвом І.І. Андрусенка та інших досліджувалися принципи побудови восьмипільних сівозмін зернової спеціалізації та їх впливу на родючість темно-каштанових ґрунтів дослідного господарства Українського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства. З 1971 р. на Миколаївській обласній державній сільськогосподарській дослідній станції під керівництвом В.П. Кириченка закладається багатофакторний стаціонар з вивчення взаємодії зрошення, добрив і обробітку ґрунту

на продуктивність сільськогосподарських культур восьмипільної зерно-бурякової сівозміни.

Подальша інтенсифікація землеробства, переведення його на індустріальну основу, по-новому ставить питання про сівозміни. Спеціалізація і концентрація землеробства вимагає значного удосконалення структури посівних площ, перегляду раніше розроблених та введених сівозмін з великим набором культур. В цьому напрямку проведена велика робота науковцями Молдавського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства і овочівництва Я.С. Константиновим, С.А. Чебану та іншими. З 1974 року були вперше освоєні 3-5-пільні овочеві сівозміни. Встановлено, що ефективність сівозмін короткої ротації з невеликим набором культур багато в чому залежала від врахування природно-кліматичних, екологічних і економічних умов.

З 1980 року на полях Миколаївської обласної державної сільськогосподарської дослідної станції (нині Миколаївський інститут агропромислового виробництва УААН) проведено стаціонарні досліді, спрямовані на подальшу інтенсифікацію вирощування сільськогосподарських культур у спеціалізованих короткоротаційних сівозмінах з максимальним використанням переваг раціонального чергування культур, ґрунтозахисною, енергозберігаючою технологією обробітку ґрунту, високоефективним використанням агрокліматичного потенціалу й збереження ресурсів родючості ґрунту, що відповідають потребам суспільства в економічному й екологічному плані при зростаючому попиті на сільськогосподарську продукцію (А.О. Лимар, П.П. Островчук, В.А. Іщенко, В.Б. Білоконь, І.В. Шевель).

Умови дослідів типові для зони поширення чорноземів південних Інгулецької зрошуваної системи. За механічним складом ґрунти дослідної ділянки важко суглинкові, слабо солонцюваті із товщиною гумусового шару 26-32 см. Найменша вологемність метрового шару ґрунту складає 24,7%, об'ємна вага – 1,42-1,45 г/см<sup>2</sup>, вміст гумусу в шарі 0-30 см – 2,5-2,7%, 30-70 см – 2,0-2,1%. Вміст рухомого фосфору 4,4-5,4 мг, обмінного калію – 27,5 -29,2 мг, азоту, що гідролізується – 1,5-1,6 мг на 100 г ґрунту; рН сольової витяжки – 6,5-6,7.

Експериментальну роботу по оцінці короткоротаційних сівозмін проводили в стаціонарних дослідях. Метою досліджень було вивчення продуктивності окремих культур і сівозмін у цілому з

різним рівнем насичення технічними, зерновими, кормовими й проміжними культурами й розробка агротехнічних рекомендацій для півдня України із способів та глибини основного обробітку ґрунту, доз добрив, внесенню гіпсу, щілюванню ґрунту й інших агротехнічних прийомів.

Відмінною особливістю цих схем є насичення їх зернобобовими культурами та бобовими травами (соя, горох, вика, люцерна, еспарцет), що повинно сприяти підвищенню родючості ґрунту. Підбір і чергування культур здійснювали з урахуванням можливості ефективної боротьби з бур'янами та шкідниками, сортової специфіки культур. Для кожного поля і кожної культури були поставлені досліди з різними способами основного обробітку ґрунту (полицевим та безполицевим на різну глибину) та різними фонами органічних і мінеральних добрив (рекомендовані та подвоєні до рекомендованих дози). Схема дослідів дозволяла виявити вплив головних факторів й їхньої взаємодії на продуктивність окремих культур, ланок сівозмін, сівозмін у цілому, процесів відтворення родючості ґрунту.

У таблиці 4.1 представлено схеми досліджуваних шестипільних сівозмін, одним з основних принципів побудови яких було максимальне покриття ґрунту рослинами протягом усього періоду вегетації за рахунок насичення сівозмін багаторічними травами і культурами тривалої вегетації, а також включення проміжних посівів.

Крім того проведено дослідження з двопільними сівозмінами, які пройшли три ротації, схеми чергування яких наведено нижче.

I кормова сівозміна: 1. Еспарцет на один укіс + післяукісна кукурудза на силос; 2. Озима пшениця + післяжнивне озиме жито на зелену масу з підсівом еспарцету.

II кормова сівозміна: 1. Еспарцет на один укіс + післяукісна кукурудза на силос; 2. Озима пшениця + післяжнивна кукурудза на силос з підсівом еспарцету.

I зернова сівозміна: 1. Озима пшениця; 2. Соя (ранньостиглі сорти).

II зернова сівозміна: 1. Озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зелену масу; 2. Соя (ранньостиглі сорти).

III. 1. Кукурудза на зерно; 2. Соя.

Таблиця 4.1

**Схеми експериментальних шестипільних зрошуваних сівозмін  
в стаціонарному досліді Миколаївської ОДСГДС**

Сівозміна	Поля сівозмін					
	1	2	3	4	5	6
I	ярий ячмінь з підсівом люцерни	люцерна	люцерна	цукровий буряк	соя	цукровий буряк
II	озима пшениця з підсівом люцерни	люцерна	люцерна	люцерна на 1 укіс, післяукісна кукурудза на силос з соєю	озима пшениця, післяукісна кукурудза на силос	озима пшениця, післяукісна кукурудза на силос
III	озима пшениця, післяживне просо з підсівом люцерни	люцерна	люцерна	озима пшениця, післяживне просо	озима пшениця, післяживна гречка	озимий ячмінь, післяживне просо
IV	горох, післяживне просо	озима пшениця, післяживне просо	озима пшениця, післяживна гречка	горох, післяживне просо	озимий ячмінь, післяживне просо	кукурудза на зерно
V	тригикале з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза з викою на зеленій корм з підсівом люцерни	люцерна	люцерна	люцерна на один укіс, післяукісна кукурудза з соєю на силос	озима пшениця з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза з соєю на силос	озиме жито з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза з соєю на силос
VI	озима пшениця з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза на зеленій, корм з підсівом еспарцету	еспарцет на один укіс, післяукісна кукурудза з соєю на силос	озиме жито з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза з соєю на силос	багатокомпонентна сумішка на зеленій корм, післяукісна кукурудза на зеленій корм з підсівом еспарцету	еспарцет на один укіс, післяукісна кукурудза з соєю на силос	озиме жито з викою на зеленій корм, післяукісна кукурудза з соєю на силос

Проведено також дослідження з вивчення ефективності чергування люцерни й кукурудзи в спеціалізованій шестипільній сівозміні, розміщеній на двох полях, де на одному вирощували кукурудзу, яка потім змінювалася на посів люцерни й навпаки.

Перед закладкою стаціонарних дослідів й у період їхнього проведення проводилися короткотермінові дослідження. Вивчали строки вологозарядкових і передпосівних поливів перед посівами різних культур, залишки вологи після збирання. Проводилися також дослідження з вивчення родючості різних шарів ґрунту, а також дози внесення органічних і мінеральних добрив. Вивчали продуктивність післяжнивних і післяукісних посівів кормових сумішок залежно від способів обробітку ґрунту, норм висіву покривних і підпокривних культур багаторічних трав й інше.

Пізніше (1992 рік) на Херсонській селекційній дослідній станції баштанництва (нині Інститут південного овочівництва і баштанництва УААН) було закладено стаціонарні дослідження з вивчення сівозмін з баштаними культурами (А.О. Лимар, В.Я. Книш). Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземом осолоділим, супіщаним. У сівозмінах вивчали вплив насичення посівами баштаних культур, проміжними посівами, а також дози органічних, органно-мінеральних і мінеральних добрив, розраховані на запрограмовану врожайність.

Сівозміни було закладено по повній схемі в чотириразовій повторності. Варіанти з добривами розташовували впоперек поля. Облікова площа ділянок - 112 м<sup>2</sup>. Обробіток ґрунту під культури здійснювали згідно зональним рекомендаціям. Схема розміщення рослин кавуна по площі - 1,4x1,4 м. В окремих короткотермінових дослідженнях вивчали суцільні посіви деяких просапних культур. Проміжні культури висівали в непідготовлений ґрунт комбінованими стерньовими сівалками СЗС-2,1.

Схеми чергування культур в експериментальних сівозмінах і ступінь насиченості їх кавуном наводимо нижче:

- I. Беззмінний посів кавуна (насиченість кавуном – 100%);
- II. Двопільна: 1 – озима пшениця, післяжнивна кукурудза на зелену масу; 2 – кавун (насиченість кавуном – 50%);
- III. Трипільна: 1 – еспарцет на один укіс; 2 – озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зелену масу; 3 – кавун + післяжнивний посів еспарцету (насиченість кавуном – 33,3%);
- IV. Чотиріпільна: 1 – еспарцет; 2 – озима пшениця +

післяжнивна кукурудза на зелену масу; 3 – кавун; 4 – озима пшениця + післяжнивний посів еспарцету (насиченість кавуном – 25%);

V. П'ятипільна: 1 – озима пшениця + післяжнивний посів люцерни; 2, 3 – люцерна; 4 – кавун; 5 – озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зелену масу (насиченість кавуном – 20%);

VI. Шестипільна: 1 – озима пшениця + післяжнивний посів люцерни; 2, 3 – люцерна; 4 – кавун; 5 – озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зелену масу; 6 – гарбуз (насиченість кавуном – 16,5%).

Починаючи з 1995 року в Інституті південного овочівництва і баштанництва УААН також досліджуються три- п'ятипільні сівозміни на мікрозрошенні.

## **4.2. Беззмінні посіви**

Розробка спеціалізованих короткоротаційних сівозмін на зрошуваних землях з обмеженим набором культур вимагає вивчення особливостей формування врожаю і можливих шляхів зниження негативної дії беззмінних посівів як контрольного варіанту оцінки сівозмін. За даними І.І. Андрусенко і В.М. Коваленко за 16 років беззмінного вирощування на одному масиві спостерігалось зниження урожайності зерна кукурудзи на 11,9 %, озимої пшениці - на 16,8, цукрового буряка – на 20% порівняно з вирощуванням їх у сівозміні. Беззмінне вирощування люцерни підвищувало інтенсивність випадіння рослин, за 13 років її пересівали тричі (табл. 4.2).

В цих же дослідженнях, при беззмінному вирощуванні озимої пшениці на одному полі вміст азоту та нітрифікаційна здатність ґрунту протягом всього вегетаційного періоду були нижчими порівняно з повторним її посівом у сівозміні. Токсичність ґрунту збільшувалася протягом росту рослин озимої пшениці на одному й тому ж полі і набувала максимальних значень в кінці вегетації.

В той же час, спостерігається тенденція збільшення в структурі орних земель насиченості посівами зернових культур, і особливо озимою пшеницею як найбільш продуктивною і економічно вигідною. Тому питання, які виникають при вирощуванні беззмінних посівів озимої пшениці, представляють не тільки теоретичний інтерес, а й практичне значення.

Таблиця 4.2

**Урожайність сільськогосподарських культур в беззмінних посівах і сівозміні, ц/га (І.І. Андрусенко, А.М. Коваленко, 1987)**

Культури	Роки	Беззмінний посів		В сівозміні з внесенням добрив
		без добрив	з добривами	
Кукурудза на зерно	1968-1983	33,9±2,6	66,0±4,8	74,9±4,6
Озима пшениця	1968-1983	15,1±1,8	36,2±2,0	43,5±2,8
Цукровий буряк	1968-1983	243±13	464±25	579±19
Люцерна на сіно	1968-1971	76,8	105,3	114,1
	1971-1974	90,3	119,5	137,2
	1977-1978	76,3	79,3	109,3
	1979-1980	63,8	73,9	102,0

Особливо важливою при цьому є проблема зменшення негативної дії повторних посівів шляхом запровадження комплексу доступних агротехнічних факторів: зрошення, підвищені дози мінеральних добрив, використання соломи як органічного добрива, обробіток ґрунту, посіви проміжних культур.

У 1981-1987 рр. в дослідному господарстві Миколаївської ОДСГДС з цього питання був проведений польовий чотирифакторний дослід (А.О. Лимар та ін.). Під основний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива N<sub>90</sub>P<sub>80</sub> (рекомендована доза) і N<sub>180</sub>P<sub>160</sub> (подвійна доза), а під післяжнивну кукурудзу – N<sub>90</sub>P<sub>80</sub> і N<sub>180</sub>P<sub>160</sub>. Солому як органічне добриво після подрібнення комбайном вносили з розрахунку 5 т/га перед луценням стерні. Збирання озимої пшениці проводили зерновим комбайном Сампо-500, кукурудзи - комбайном СКГ-3,2. Під час дослідів передполивну вологість ґрунту підтримували на рівні 75-80 % НВ. Для цього залежно від метеорологічних умов року проводили 3-4 вегетаційних поливи.

Дослід складався з таких варіантів: беззмінна сівба озимої пшениці та беззмінна сівба озимої пшениці з перериванням післяжнивною кукурудзою, на фоні трьох режимів мінерального живлення; полицевого й безполицевого способів обробітку ґрунту (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Продуктивність ріллі при беззмінному вирощуванні озимої пшениці залежно від наявності післяжнивних посівів кукурудзи (С), внесення соломи (В), норм мінеральних добрив (D) та способів обробітку ґрунту (А)  
(Миколаївська ОДСГДС, середнє за 7 років)**

Фон добрив	Урожайність озимої пшениці, ц/га				Сумарний вихід кормових одиниць, ц/га			
	без соломи		з соломою		без соломи		з соломою	
	полицевий	безполицевий	полицевий	безполицевий	полицевий	безполицевий	полицевий	безполицевий
Озима пшениця (беззмінний посів)								
Без добрив	33,7	33,0	33,5	34,2	47,5	46,5	47,2	48,3
N <sub>90</sub> P <sub>80</sub>	47,9	48,8	49,0	50,5	67,5	68,8	62,3	71,9
N <sub>180</sub> P <sub>160</sub>	52,1	53,5	55,2	56,9	73,4	75,5	77,9	80,0
Озима пшениця і післяжнивна кукурудза								
Без добрив	32,4	31,0	33,3	33,6	87,0	86,0	86,4	89,9
N <sub>90</sub> P <sub>80</sub>	46,8	43,0	52,4	53,6	134,7	137,1	139,7	142,4
N <sub>180</sub> P <sub>160</sub>	53,8	54,2	57,1	58,9	149,9	152,8	155,8	163,1

*НІР<sub>05</sub> (урожайність) А, В і С = 1,2; АБ, АС, ВС = 2,2; АД, ВД, СД = 2,1; АВСД = 3,9; P = 3,3 %*

Продуктивність озимої пшениці значною мірою залежить від досліджуваних факторів. Різниця між полицевим і безполицевим обробітком ґрунту полягає в деякому зниженні урожайності зерна озимої пшениці при загортанні соломи без мінеральних добрив за полицевого обробітку. Щорічне застосування мінеральних добрив забезпечує позитивний баланс речовин в орному шарі: що дає змогу одержувати ефект від соломи.

Таким чином, створюється «буферність» природної родючості. Надалі, щорічне внесення соломи, кількість якої в орному шарі ґрунту збільшується, потребує для її розкладання підвищеного вмісту поживних речовин. Саме це і пояснює зниження ефективності внесення соломи без добрив. Ось чому для компенсації витрат поживних речовин мікрофлорою, що руйнує целюлозу, внесення соломи необхідно поєднувати з внесенням мінеральних добрив



(азотних). При чому, чим вища доза добрив, тим більша ефективність соломи, як органічного добрива. Необхідно також підкреслити, що збільшення внесення у ґрунт органічних речовин забезпечує вищий приріст врожаю від мінеральних добрив. Запровадження проміжної культури в беззмінних посівах озимої пшениці істотно не впливає на її врожайність, але дає змогу одержати додаткову продукцію у вигляді зеленої маси кукурудзи, що підвищує продуктивність зрошуваної ріллі у 1,6-1,9 рази. Найбільший приріст врожайності зерна озимої пшениці (4,6-5,2 ц/га) в беззмінних посівах дає поєднання внесення соломи як органічного добрива з проміжними посівами на фоні мінеральних добрив.

Запровадження проміжних посівів зменшує відсоток пошкодження кореневими гнилями та хлібною жужелицею рослин озимої пшениці. Внесення подвійної норми мінеральних добрив знижує відсоток пошкодження дротяником. За безполицевого обробітку пошкодження дротяником, хлібною попелицею, пшеничними мухами і кореневими гнилями збільшується.

Розрахунки ефективності різних поєднань агроприймів при беззмінному вирощуванні озимої пшениці свідчать, що головним фактором зростання її врожайності на беззмінних посівах є добрива. Прибавка зерна від них у варіантах з полицевим обробітком ґрунту без внесення соломи становила 14,1-18,3 ц/га; із внесенням соломи - 15,5-21,7 ц/га; по безполицевому обробітку відповідно – 15,8-20,5 і 16,3-22,6 ц/га.

Впровадження посівів проміжних культур помітно підвищує економічні показники вирощування озимої пшениці у беззмінному посіві. Оптимальними в економічному відношенні є поєднання безполицевого обробітку ґрунту, внесення соломи і рекомендованої та подвійної норми азотних і фосфорних добрив. За цих умов досягнуто найнижчої собівартості одного центнера зерна озимої пшениці та найбільшого умовного чистого прибутку при рівні рентабельності 110-118%.

Таким чином, дослідження свідчать, що в умовах зрошуваних південних чорноземів безполицевий обробіток ґрунту під озиму пшеницю за ефективністю не поступається полицевому на таку ж глибину. Систематичне внесення 5 т/га соломи збільшує вміст гумусу в ґрунті, поліпшує його водно-фізичні властивості та врожайність озимої пшениці на 1,2-3,7 ц/га залежно від застосування доз мінеральних добрив. Посіви післяжнивної кукурудзи при

беззмінному вирощуванні озимої пшениці дають можливість дещо послабити ґрунтовтому і на високих фонах мінерального живлення збирати високі врожаї.

### **4.3. Конструкції сівозмін короткої ротації та їх продуктивність**

Ефективність короткоротаційних сівозмін різної спеціалізації в умовах півдня України дотепер у літературі висвітлена недостатньо. Є.М. Лебедь та ін. (1992) відмічають, що на поливних землях Степу найбільші площі займають польові сівозміни. Так, у Херсонській області до 1990 року під ними було зайнято понад 86,3 % ріллі, під кормовими - 10,3 і під спеціальними - 2,1 %. Із польових сівозмін найбільш поширені плодозмінні, зернотрав'яні й трав'янопросапні. У плодозмінних сівозмінах здебільшого розміщували зернові колосові, під які відводилося до 50 % площі, а решту її використовували під технічні, кормові й частково овочеві культури. Більше були відомі короткоротаційні прифермські сівозміни. Як приклад чергування культур, приводимо схему п'ятипільної плодозмінної сівозміни колишнього колгоспу «Україна» Генічеського району Херсонської області: 1 - кукурудза на зелений корм з підсівом багаторічних трав; 2, 3 - багаторічні трави; 4 - озимі на зерно + післяжнивні; 5 - кукурудза на зерно. Зернові культури займають 40 % площі, кормові - 60. Індекс використання поливної землі - 1,2.

Досвід приватних сільськогосподарських підприємств за кордоном і в нашій країні показує, що їх успішне функціонування забезпечується за рахунок вузької виробничої спеціалізації. В таких вузькоспеціалізованих господарствах вирощують небагато культур, які розміщують у 2-6-пільних плодозмінах. Для півдня України можна запропонувати такі напрями виробничої спеціалізації господарств зони зрошеного землеробства: зерно - пшеничний (культури - озима пшениця, соя, соняшник, цукровий буряк), зерно - люцерновий, зерно - круп'яний, кормовий, овочево-баштанно-зерновий.

На підставі проведених досліджень науковими установами можна рекомендувати раціональні схеми короткоротаційних сівозмін для господарств різних форм власності. При цьому слід особливу увагу приділити насиченню їх основними і проміжними

культурами (зерновими і кормовими) співвідношення яких впливає на продуктивність гектара сівозмінної площі.

За даними (З.П. Гудковой і Н.П. Меліховой, 1989) в семипільних сівозмінах співвідношення зернових культур змінювались від 28,6 до 57 і 71,4% порівняно з чисто зерновими (100%) і кормовими (100%), що впливало на продуктивність гектара сівозмінної площі. Самою низькою вона була в зерновій сівозмінні - 9448 к.од., з яких 3858 к.од. одержано за рахунок проміжних посівів кормових культур. За наявності п'яти полів з зерновим продуктивність сівозміни становила 10048 к.од., чотирьох - підвищилася на 690, двох - на 1672 к.од. При цьому підвищення продуктивності відбувалося як за рахунок розширення площ під кормовими культурами, особливо, люцерною (57,3%) так і підвищення їх врожайності.

Аналіз результатів досліджень на Миколаївській ОДСГДС з шестипільними сівозмінами показав, що продуктивність їх за виходом окремих компонентів: кормових одиниць, перетравного протеїну, зерна, а також рівень рентабельності залежать від спеціалізації сівозміни, набору культур, насиченості проміжними посівами (табл. 4.4).

Вирощувані в представлених сівозмінах культури розрізняються за продуктивністю, тривалістю вегетаційного періоду, поливному режиму. Серед досліджуваних культур найбільш вимоглива до попередника озима пшениця й менш вимогливі - кукурудза, соя, люцерна, еспарцет. За продуктивністю (в перерахунку на суху речовину) культури розподіляються в такий спосіб: люцерна, кукурудза на зерно і силос, еспарцет, озима пшениця. Тому продуктивність короткоротаційних сівозмін визначається насамперед сполученням цих культур, а також від насичення проміжними посівами, їхньою збалансованістю по протеїну. Розглянемо основні особливості сівозмін, представлених у таблиці 4.5.

Сівозміна 1. Має наступне чергування культур: 1 поле - ярий ячмінь з підсівом люцерни; 2 - люцерна; 3 - люцерна; 4 - цукровий буряк; 5 - соя; 6 - цукровий буряк. Технічні культури (соя, цукровий буряк) складають 50% сівозмінної площі, у тому числі цукровий буряк - 33,2%, люцерна - 33%. Вихід з гектара сівозмінної площі кормових одиниць - 154,2 ц, перетравного протеїну - 17,2, вміст протеїну в кормовій одиниці - 111 г.

Таблиця 4.4

**Продуктивність та економічна ефективність короткоротаційних  
сівозмін залежно від структури посіву  
(Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

№ сі- во- зміни	Структура посіву, %	Вихід в ц з 1 га сівозмінної площі				Рівень рентабельності, %
		сухої маси	кормових одиниць	пере- трав- ного протеїну	зерна	
I	Технічні - 50, зернові - 17, кормові - 33, проміжні посіви - 0	182	154,2	17,2	11,4	195,2
II	Зернові - 50, кормові - 50, проміжні посіви - 50	210	152,7	20,7	31	139,5
III	Зернові - 67, кормові - 33, проміжні посіви - 67	173	122,7	15,0	49	131,7
IV	Зернові - 100, кормові - 0, проміжні посіви - 83	158	116,9	9,3	68	138,0
V	Зернові - 0, кормові - 100, проміжні посіви - 67	209	161,3	22,9	0	145,7
VI	Зернові - 0, кормові - 100, проміжні посіви - 100	203	171,6	19,6	0	136,0
VII	Беззмінний посів озимої пшениці - 100, проміжні посіви - 0	96	67,0	5,7	48,3	-

НІР<sub>05</sub>: кормові одиниці - 11,2; перетравний протеїн - 1,02

Висока продуктивність даної сівозміни обумовлена наявністю двох полів цукрового буряка. Як культура з тривалою вегетацією, вона ефективно використовує вегетаційний період. Ця сівозміна не потребує насичення проміжними посівами, і її продуктивність дуже висока, навидь, з індексом використання ріллі - 1,0.

Сівозміна II. 1 поле - озима пшениця: 2-3 - люцерна, 4 - люцерна на 1 укіс + післяжнивна кукурудза на силос; 5 - озима пшениця + післяжнивна кукурудза на корм; 6 - озима пшениця + післяжнивна кукурудза на корм - має переваги і недоліки. Ця сівозміна насичена проміжними культурами з індексом використання зрошуваних земель 1,5. Озима пшениця висівається три роки поспіль, і, щоби знизити небезпеку розвитку кореневих

гнилей, на цих же полях розміщуються післяжнивні посіви кукурудзи на зелений корм, а також вноситься на гектар сівозмінної площі 10-20 тонн перепрілого гною.

Таблиця 4.5

**Продуктивність зрошуваної ріллі в сівозмінах короткої ротації з еспарцетом (Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

№ сівозміни	№ поля	Культура	Вихід з одного гектара сівозмінної площі, ц				КПД ФАР, %	КПД ФАР за вегетацію, %
			продукції	сухої речовини	кормових одиниць	перетравного протеїну		
1	1	Озима пшениця з викою на зелений корм	315	76,2	49	7,7	1,77	1,93
		+ післяукісна кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету	577	122	101,5	13,0	2,60	
	2	Еспарцет на один укіс	328	74,0	58,5	9,1	3,12	1,98
		+ післяукісна кукурудза з соєю на силос	578	123	102	11,4	1,92	
2	1	Озима пшениця на зерно	56,1	115	86,0	5,0	1,70	1,78
		+ післяжнивна кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету	285	65,7	58,0	4,2	1,91	
	2	Еспарцет на один укіс	328	73,0	58,0	9,0	3,24	1,97
		+ післяукісна кукурудза з соєю на силос	579	123	102	11,4	1,89	

Включення люцерни збільшує накопичення азоту в ґрунті і сприяє меншій мінералізації гумусу протягом трьох с половиною років, що забезпечує позитивний баланс органічної речовини, тобто постійне підвищення родючості ґрунту, а також його водно-фізичних властивостей. В даній сівозміні зернові колосові (озима пшениця) займають 50% площі, інша площа відводиться під кормові культури. Крім того, на цих же полях розміщені проміжні посіви на зелений корм. Таким чином, в цій сівозміні передбачено найбільш інтенсивне використання зрошуваних земель з вирощуванням запланованих врожаїв озимої пшениці і кормових культур, в основному люцерни, при збереженні родючості ґрунту.

Недоліком даної сівозміни є включення в неї післяжнивних культур, які в окремі роки ускладнюють підготовку ґрунту під озиму пшеницю, особливо у шостому полі, де вносять напівперепрілий гній. Проте, тут повинен чітко діяти графік робіт для забезпечення збирання післяжнивної кукурудзи у першій половині вересня, внесення добрив, підготовку ґрунту під озимі незалежно від погодних умов. Тому необхідно забезпечити високу організацію праці при збиранні врожаю для забезпечення можливості якісної і сучасної підготовки ґрунту під озиму пшеницю. Тут проявляється ефективність безполицевого обробітку за рахунок скорочення строку підготовки ґрунту під посів.

Сівозміна III. У цій сівозміні в основних і проміжних, посівах по шару і після обертання люцернового шару ґрунту вирощують озиму пшеницю с післяжнивним просом або гречкою на зерно: 1 – озима пшениця + просо з підсівом люцерни; 2 і 3 - люцерна; 4 - озима пшениця + просо; 5 - озима пшениця + гречка; 6 - озимий ячмінь + просо. В сівозміні 67% площі в основних посівах займають зернові, 33% - люцерна. Післяжнивні посіви зернових (просо й гречка) розміщені на чотирьох полях. Вихід з гектара сівозмінної площі становить у ц/га: сухої речовини - 173, кормових одиниць - 122,7, перетравного протеїну - 15,0.

Сівозміна такого типу цінна в тому відношенні, що забезпечує самий високий вихід зерна с гектара сівозмінної площі, покращує: водно-фізичні властивості і родючість ґрунту за рахунок збільшення в ньому вмісту гумусу. Це сприяє стійкому підвищенню врожаю і підвищенню якості продукції. При правильному вирощуванні люцерни на таких ґрунтах уже в перший і другий рік можна отримати порівняно високі врожаї сіна.

Сівозміна IV. Представляє інтерес за великого попиту на ранні зернові, зернобобові, зернофуражні і круп'яні культури і має наступне чергуванням культур: 1 поле горох + післяжнивне просо; 2 - озима пшениця + післяжнивне просо; 3 - озима пшениця + післяжнивна гречка; 4 горох + післяжнивне просо; 5 - озимий ячмінь + післяжнивне просо; 6 - кукурудза на зерно. Під посіви зернових культур в сівозміні відводиться 100% площі. Повторні посіви складаються із зернових культур (просо й гречка) які розміщуються в п'яти полях сівозміни. Вихід з гектара сівозмінної площі в ц/га становив: сухої речовини - 158, кормових одиниць - 116,9, перетравного протеїну - 9,3, зерна - 68. При цьому вихід зерна з

гектара сівозмінної площі найбільший з усіх сівозмін, що досліджувалися.

Два поля зернобобових культур (гороху) і внесення один раз за ротацію в шостому полі 60 і 120 т/га гною (залежмо від схеми досліджу) забезпечило позитивний баланс органічної речовини, тобто постійне підвищення родючості ґрунту з покращенням водно-фізичних властивостей.

Сівозміна V. З урахуванням спеціалізації і концентрації тваринництва при зрошенні можна освоїти шестипільну сівозміну з наступним чергуванням культур: 1 - озима пшениця з викою на зелений корм + післяукісна кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету; 2 - еспарцет на 1 укіс + післяукісна кукурудза з соєю на силос; 3 - озиме жито з викою + післяукісна кукурудза з соєю на силос; 4 - багатоконпонентні сумішки + післяукісна кукурудза на силос з підсівом еспарцету; 5 - еспарцет на 1 укіс + післяукісна кукурудза з соєю на силос; 6 - озиме жито з викою на зелений корм + післяукісна кукурудза з соєю на силос. Така сівозміна особливо ефективна у безперебійному забезпеченні зеленими кормами тваринницьких комплексів. Аналіз їх за балансом гумусу розкриває цінність еспарцету, як в отриманні високих врожаїв зеленої маси, так і в покращенні родючості ґрунту. Цінність цієї сівозміни полягає у системі одержання двох врожаїв за рік.

Сівозміна VI. Сприяє збільшенню виробництва кормів і має наступне чергування культур: 1 - тритикале з викою на зелений корм + післяукісна кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни; 2 і 3 - люцерна; 4 - люцерна на 1 укіс + післяукісна кукурудза з соєю на силос; 5 - озима пшениця з викою на зелений корм + післяукісна кукурудза з соєю; 6 - озиме жито з викою на зелений корм + післяукісна кукурудза з соєю на силос. Кормові культури в сівозміні складають 100%, у тому числі багаторічні трави 40%. Індекс використання ріллі - 1,67. Післяукісні посіви розміщені на чотирьох полях. Така сівозміна, безперечно, забезпечує позитивний баланс гумусу в ґрунті. Цю сівозміну може освоїти господарство з достатньо високою організацією праці і забезпеченістю трудовими ресурсами.

Дослідження опорного пункту Інституту цукрових буряків при Миколаївській ОДСГДС довели можливість впровадження сівозмін із цукровим буряком у господарствах області при ще більш короткій ротації: 1 - ярий ячмінь із підсівом люцерни; 2 - люцерна; 3 - озима

пшениця; 4 - цукровий буряк. Продуктивність цієї сівозміни, що пройшла вже дві ротації, істотно не знижується, а урожайність коренеплодів залишається на рівні 650-800 ц/га. Зернові в сівозміні становлять 50 %, у тому числі озима пшениця - 25 %. Питома вага цукрового буряка й кормових культур - по 25 %. При сівбі на третім полі після озимої пшениці на зерно післяжнивних культур (сумішка редьки олійної з вівсом) індекс використання зрошеної землі досягне 1,25. Сівозміна забезпечує, головним чином, виробництво цукрового буряка, зерна й кормів.

На сучасному етапі розвитку землеробства з поглибленням його спеціалізації, особливу значущість набувають плодозмінні сівозміни з ще більш короткою ротацією - два поля (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Розміщення культур люцерно-кукурудзяної сівозміни**

Роки	Поле № 1	Поле № 2
I	Кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни	Багатокомпонентна сумішка, післяукісна кукурудза на силос
II	Люцерна	Кукурудза на силос
III	Люцерна	Кукурудза на силос
IV	Люцерна на I укіс, післяукісна кукурудза на силос	Кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни
V	Кукурудза на силос	Люцерна
VI	Кукурудза на силос	Люцерна

Інтерес до них підвищився у зв'язку з можливістю їх швидкого освоєння, завдяки мінімальному набору культур, а значить і засобів праці. Особливу значимість ці фактори набувають в орендних колективах, фермерських господарствах, де обмежена кількість землі.

За результатами досліджень Миколаївської ОДСГДС виробництву рекомендовано також плодозміни з наступною схемою; 1 - озима пшениця на зелений корм з підсівом еспарцету на зелений корм + післяукісна кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету; 2 - еспарцет на один укіс + післяукісна кукурудза з соєю на силос. Продуктивність плодозміни з гектару ріллі складає 155,5 ц. кормових одиниць і 20,6 ц перетравного протеїну.

В цій плодозміні можлива заміна озимої пшениці вирощуваної на зелений корм, озимою пшеницею на зерно (1 - озима пшениця на зерно + післяжнивна кукурудза на зелений корм з підсівом



еспарцету; 2 - еспарцет на 1 укіс + післяукісна кукурудза на силос). При цьому продуктивність ріллі залишається на том ж самому рівні, що і в попередній сівозміні - 152 ц кормових одиниць з гектара сівозмінної площі. В обох сівозмінах цінним компонентом є еспарцет, як проміжна культура. Технологія серпневих посівів еспарцету досить проста і легко освоюється. Цінним є ще й те, що ґрунт збагачується органічною речовиною за рахунок корневих залишків і не виникає труднощів в придбанні насіння еспарцету.

У цій сівозміні передбачена система використання полів з вирощуванням двох врожаїв за рік (1 поле - еспарцет на один укіс + післяукісна кукурудза на силос; 2 - озима пшениця на зерно + післяжнивна кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету) продуктивність зрошеної ріллі залишається практично на тій же самому рівні, що й у попередній сівозміні - 152 ц/га кормових одиниць сівозмінної площі. В обох сівозмінах цінним компонентом є еспарцет, як проміжна культура. Він ефективно використовує час із серпня попереднього року по першу половину травня наступного року, забезпечуючи 350 і більше ц/га збалансованої по протеїну зеленої маси.

Певний інтерес у порівнянні з наведеними вище сівозмінами представляє кормова люцерно-кукурудзяна сівозміна, менш трудомістка в освоєнні: 1 - кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни; 2, 3 - люцерна; 4 - люцерна на 1 укіс + післяукісна кукурудза на силос; 5 - кукурудза на силос; 6 - кукурудза на силос. Переваги такої сівозміни - у створенні можливостей ефективніше протидіяти бур'янам без додаткових витрат. Так, посіви люцерни найчастіше засмічуються грициками звичайними, кульбабою лікарською й іншими бур'янами, а посіви кукурудзи - лободою білою, курячим просом, щирцею, що рідко зустрічаються в посівах люцерни. Отже, сполучення вирощування кукурудзи й люцерни у сівозміні дозволяє до мінімуму звести застосування гербіцидів. Результати досліджень цієї сівозміни (рис. 5) показують, що люцерна є гарним попередником для кукурудзи й позитивно позначається на фітосанітарному стані її посівів. Введення в сівозміну високопродуктивних культур люцерни й кукурудзи сприяє підвищенню її продуктивності.

Добре себе зарекомендувала й технологія підсіву люцерни під покрив кукурудзи на зелений корм. До моменту збирання врожаю ботанічний склад рослин поля становив: кукурудзи –74,6%,

люцерни – 19,6%, бур'янів – 6,8%. Бур'яни у посіві були представлені в основному групою однорічних дводольних рослин. Продуктивність сівозміни, збалансованої за протеїном – 120 ц/га кормових одиниць.

У дослідному господарстві Миколаївської ОДСГДС сівозміна пройшла ротацію на двох поруч розташованих полях. В цій сівозміні можна замінити кукурудзу на силос зерновою кукурудзою і вона буде такою; 1 - кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни; 2,3 - люцерна; 4,5,6 – кукурудза на зерно. Таке розміщення культур в полях сівозміни сприятливо позначається на організації й проведенні міжрядних розпушувань, поливів, збиранні врожаю.

Високоєфективні також плодозмінні сівозміни з посівами сої, які дозволяють одержувати високобілкові корми. Кращим попередником у зрошуваних умовах виявилася озима пшениця, менш сприятливим кукурудза на зерно й кукурудза на зелений корм у пожнивному посіві після озимої пшениці. Продуктивність сої по цих попередниках знижується на 8-15 %. Більш продуктивним гектар зрошеної ріллі був при сполученні посівів сої з озимою пшеницею й післяжнивною кукурудзою на зелений корм - 107,8 і сої з кукурудзою на зерно - 100,9 ц/га кормових одиниць із сівозмінної площі. Ці плодозміни гарні тим, що вони високопродуктивні, агротехнічно ефективні й прості.

Так, високою ефективністю відрізняються спеціалізовані зернові сівозміни з таким чергуванням культур: 1 поле - озима пшениця; 2 - соя, де врожай озимої пшениці досягає 60, а сої - 30 ц/га. Дана сівозміна може бути вдосконалена шляхом введення післяжнивної кукурудзи, вирощуваної після озимої пшениці (1 - озима пшениця + післяжнивна кукурудза на зелений корм, 2 - соя). При цьому продуктивність гектара сівозмінної площі зростає на 35 %. При заміні озимої пшениці на зернову кукурудзу (1 поле - кукурудза на зерно; 2 - соя) істотно збільшується вихід зерна із сівозмінної площі.

Ці двопільні сівозміни складені таким чином, що піки робіт з догляду за культурами й у поливах не збігаються (за винятком соєво-кукурудзяної). Такі сівозміни відповідають всім вимогам до чергування культур на зрошуваних землях. Вони забезпечують позитивний баланс гумусу ґрунту при внесенні під просапні культури доз гною, що рекомендують (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Продуктивність зрошуваної ріллі в сівозмінах короткої ротації з соєю (Миколаївська ОДСГДС)**

№ сівозміни	№ поля	Культура	Вихід з одного гектара сівозмінної площі, ц				КПД ФАР, %
			продукції	сухої речовини	кормових одиниць	перетравного протеїну	
1	1	Озима пшениця	59,8	124	93,1	5,5	1,74
	2	Соя	29,4	81,6	66,3	9,4	1,11
2	1	Озима пшениця	55,0	115	85,8	5,0	1,66
		+ післяжнивна кукурудза на зелений корм	380	87,4	77,3	5,5	2,32
	2	Соя	27,9	75,9	53,1	8,9	1,06
3	1	Кукурудза на зерно	72,1	173	147	7,5	2,01
	2	Соя	28,7	78,1	54,6	9,4	1,07

Високі темпи інтенсифікації виробництва продукції зрошуваного землеробства стають можливими при введенні та освоєнні науково-обґрунтованих п'яти-шестипільних сівозмін з двома полями багаторічних трав (люцерна, еспарцет, буркун). В цьому плані представляється перспективним освоєння інших варіантів спеціалізованих сівозмін короткої ротації, схеми яких наводимо нижче.

***Полевi сівозміни з вирощуванням зернових, кормових і технічних культур***

I. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4 - соя; 5 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 6 - ярий ячмінь з підсівом люцерни. Структура сівозмінної площі: зернові - 50%; технічні - 16,6; кормові - 33,4%. Індекс використання ріллі - 1,5.

II. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4,5 - кукурудза на зерно; 6 - ярий ячмінь з підсівом люцерни. Структура сівозмінної площі: зернові - 66,4%; кормові - 33,6%. Індекс використання ріллі - 1,16.

Ш. 1 - кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни; 2,3 - люцерна; 4 - озимі на зерно + післяжнивні посіви; 5 - кукурудза на зерно. Структура сівозмінної площі: зернові - 40%; кормові - 60%. Індекс використання ріллі -1,2.

ІV. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 5 - соняшник; 6 - ярий ячмінь з підсівом люцерни. Структура сівозмінної площі: зернові - 50%; технічні - 16,6; кормові - 33,4%, Індекс використання ріллі - 1,5.

V. 1 - соя; 2 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 3 - озимий ячмінь + післяжнивні посіви; 4 - люцерна (вивідне поле).

### ***Кормові сівозміни (кормові - 60-80%, зернові та зернофуражні - 20-40%)***

I. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4 - кукурудза на корнаж; 5 - озимі злаково-бобові сумішки + післяукісна кукурудза на силос; 6 - злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни.

II. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4 - гарбуз на корм; 5 - суданська трава на сіно; 6 - ярі зернові з підсівом люцерни.

III. 1,2 - люцерна; 3 - озима пшениця + післяжнивні посіви; 4 - гарбуз на корм 5 - сорго-суданкові гібриди на сіно; 6 - злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни.

### ***Прифермські сівозміни***

I. 1,2,3 - люцерна; 4 - озимі злаково-бобові сумішки + післяжнивна кукурудза на силос; 5 - злаково-бобові сумішки + післяжнивна кукурудза на силос; 6 - злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни

II. 1,2 - люцерна; 3 - озимий ячмінь + післяжнивна горохово-вівсяна сумішка на зелений корм; 4 - суданська трава; 5 - злаково-бобові сумішки на зелений корм + післяукісна кукурудза на зелений корм; 6 - злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни.

### ***Рисові сівозміни***

I. 1,2 - люцерна; 3,4,5 - рис.

II. 1,2 - люцерна; 3,4 - рис; 5 - однорічні трави; 6,7 - рис.

III. 1,2 - люцерна; 3,4,5 - рис; 6 - однорічні трави; 7,8 - рис.

### *Сівозміни з овочевими культурами*

Інтенсифікація овочівництва і баштанництва, перевід їх на індустріальну основу, ставить по-новому питання організації сівозмін з овочевими і баштанними культурами. Спеціалізація і концентрація виробництва овочевих і баштанних культур вимагає удосконалення сівозмінної структури. У світовій практиці овочівництва вже давно відмовилися від ведення сівозмін тривалої ротації (8-12-пільних), скоротився набір овочевих культур, змінилося ставлення до попередників, у зв'язку з новими можливостями контролю фітосанітарного стану посівів.

При розробці рекомендацій по впровадженню короткоротаційних овоче-кормових, овочевих та сівозмін з баштанними культурами використано наукові дослідження та передовий досвід вирощування овочів в радгоспі «Городній велетень» та Дослідного господарства Інституту південного овочівництва і баштанництва НААН.

Проведені дослідження показали, що при вирощуванні овочевих культур в умовах зрошення структура ґрунту швидко погіршується, а посіви люцерни її відновлюють. Крім цього, люцерна в овочевій сівозміні запобігає повторному засоленню ґрунту і збагачує його азотом та органічними речовинами. Ця культура сприяє очищенню полів від такого злісного бур'яну поливних земель півдня України, як куряче просо, і є добрим білковим кормом для тварин. Поряд з цим посіви люцерни в овочевій сівозміні мають велике значення як запобіжний засіб боротьби проти збудників деяких хвороб і дають високі урожаї сіна. При розміщенні люцерни в овочевих сівозмінах важливо врахувати й те, що поливи її не вимагають великих труднощів, а строки їх проведення можна планувати у менш напружені для овочівництва періоди. Тому велике значення для одержання високих урожаїв сіна люцерни мають осінні вологозарядкові поливи. При їх проведенні з 3-4 поливами під час вегетації господарство одержувало до 130 ц/га сіна люцерни (А.О. Лимар, 1965). Овочевий горох займав одне поле сівозміни. Його вирощували в основному для одержання зеленого горошку. Поле звільнювалося у червні, що дозволяло провести планування ґрунту і використати площі під повторні посіви.

В повторних посівах на полях радгоспу «Городній велетень» висівали столовий буряк, капусту, огірок, кабачок, редьку та інші культури. Питома вага їх у виробництві овочів радгоспу складала

10%. Повторні посіви дозволили більш інтенсивно використовувати поливні землі в овочевій сівозміні і збільшити період використання свіжих овочів. Помідори, як головну овочеву культуру, розміщували після кращих попередників - люцерни й гороху. Внаслідок освоєння овочевих сівозмін з двома полями люцерни на полях радгоспу було ліквідовано ряд поширених хвороб овочевих культур.

На основі проведених багаторічних досліджень в радгоспі «Городній велетень» (А.О. Лимар, В.П. Золотун та ін.) встановлена доцільність насичення сівозмін багаторічними травами не менше третини сівозмінної площі. Шар та обертання шару ґрунту багаторічних трав є оптимальним варіантом для розміщення пасльонових (помідора, перець, баклажан) огірка, капусти, цибулі. Овочеві рослини, вирощувані після озимої пшениці є добрими попередниками для цибулі. Озиму пшеницю доцільно вирощувати через один-два роки після помідора і не раніше як через два-три роки після капусти, огірка, що вирощуються при застосуванні гербіцидів.

Для подолання несумісності однотипних овочевих культур рекомендується введення рослин-санітарів (овес, горох, вико-вівсяна сумішка, ячмінь, гречка). Для цього можливе впровадження різних комбінаціях ланок сівозмін, рекомендованих Інститутом овочівництва і баштанництва УААН (О.Д. Вітанов, В.А. Росторгуєв 2002), що наводяться нижче.

I. Сівозмінні ланки при вирощуванні помідора: 1) овес-помідор-горох-помідор; 2) вико-вівсяна сумішка-помідор-ячмінь-помідор.

II. Сівозмінні ланки при вирощуванні моркви: 1) вико-вівсяна сумішка-морква-ячмінь-морква. 2) овес-морква-горох-морква.

III. Сівозмінні ланки при вирощуванні цибулі: 1) ячмінь-цибуля-вико-вівсяна сумішка-цибуля-гречка-цибуля. 2) овес-цибуля-горох-цибуля-ячмінь-цибуля.

IV. Сівозмінна ланка при вирощуванні столового буряка: овес-буряк столовий-вико-вівсяна сумішка-буряк столовий.

До останнього часу вважалося, що у сівозмінах з багаторічними травами здебільшого має бути сім-вісім полів, і тільки без них - п'ять-шість полів з розміщенням двох-трьох основних культур та трьох-чотирьох культур з групи малопоширених. Поєднати вирощування багаторічних трав і широкого набору овочевих культур в короткоротаційних сівозмінах виявилось можливим за рахунок збірних овочевих полів. Прикладом може бути овоче-кормова сівозміна з таким чергуванням культур і структурою посівів: 1 поле -

злаково-бобова сумішка з підсівом люцерни; 2 й 3 - люцерна; 4 - помідор, перець, баклажани, капуста; 5 - кабачок, огірок, цибуля. Овочеві культури в цій сівоzmіні складають 40 %, кормові - 60 %.

Для спеціалізованих господарств різної форми власності зони Степу можливі такі схеми і структура посіву короткоротаційних овочевих сівоzmінів з включенням посівів багаторічних бобових трав:

I. (з обмеженим набором овочевих культур): 1,2 - люцерна; 3 - помідор; 4 - цибуля; 5 - капуста; 6 - огірок + післязбиральний літній посів люцерни. Овочі в сівоzmінній площі складають 66,7 %, у тому числі помідор - 16,7 %, цибуля - 16,7 %, капуста - 16,7 %, огірок - 16,7 %).

II. (з розширеним набором овочевих культур): 1,2 - люцерна; 3 - помідор, перець, баклажан; 4 - морква, столовий буряк, петрушка коренева, цибуля, часник; 5 - капуста, горох на лопатку з літнім посівом кабачка і патисона, огірок; 6 - ранні овочі: редиска, редька, рання картопля + післязбиральний літній посів люцерни. Овочі у сівоzmінній площі складають 66,7 %, у тому числі помідор - 10%, перець - 4%, баклажан - 3,7%, морква - 5%, столовий буряк - 5%, петрушка коренева - 0,7%, цибуля - 5%, часник - 1%, капуста - 10%, огірок - 6%, горох на лопатку - 0,7 %, повторні посіви кабачка і патисона - 0,7%, рання картопля - 16%, редиска і редька - 0,7%.

III. (спеціалізовані на вирощуванні помідор): 1 - озима пшениця; 2 - помідор; 3 - огірок + післязбиральний літній посів еспарцету; 4 - еспарцет; 5 - помідор, 6 - рання капуста. Овочі в сівоzmінній площі складають 66,6%, у тому числі помідор - 33,3%, огірок - 16,7%, рання капуста - 16,7%). В даній сівоzmіні помідор розміщено по самих кращих попередниках, які дозволяють зменшити негативний ефект скороченого терміну повернення культури на попереднє місце у сівоzmіні.

IV. (з гідромодулем зрошуваної системи 0,34-0,47 л/с на га): 1 - ярі зернові з підсівом люцерни; 2,3 - люцерна; 4 - гарбузові; 5 - пасльонові. Овочі в сівоzmінній площі складають 50%, зернові - 20%, багаторічні трави - 30%.

V. (з гідромодулем зрошуваної системи 0,50 л/с на га): 1 – озима пшениця + післяжнивний посів люцерни; 2,3 - люцерна; 4 - пасльонові; 5 - гарбузові; 6 - цибуля. Овочі в сівоzmінній площі складають 50%.

VI. (з гідромодулем зрошуваної системи 0,35-0,40 л/с на га): 1 - помідор; 2 - овочевий горох; 3 - озима пшениця + післяжнивна

горохово-вівсяна сумішка на зелений корм. Сівозміна для вирощування гороху і помідора при комбайновому збиранні пройшла виробничу перевірку в радгоспі «Овочевий» Херсонської області.

### ***Сівозміни з баштанними культурами***

Баштанні культури вирощують на супіщаних й легкосуглинкових ґрунтах у польових, кормових, прифермських, овочевих сівозмінах або на поза сівозмінних ділянках з урахуванням кращих попередників, розміру посівних площ і господарських умов. В основному їх розміщують після озимої пшениці, кукурудзи на силос, зернобобових сумішок, багаторічних трав. Ці попередники забезпечують одержання найвищих урожаїв плодів.

Багаторічні дослідження Інституту південного овочівництва і баштанництва довели, що підвищення насиченості сівозмін баштанними культурами, або беззмінне їх вирощування на одному місці приводить на третій-четвертий рік до значного погіршення фітосанаторного стану посівів, значного зменшення урожаю плодів та погіршення їх якості (табл. 4.9).

*Таблиця 4.9*

### **Урожайність кавуна при зрошенні в сівозмінах на різних фонах добрив і різною насиченістю культурою, т/га (Інститут південного овочівництва і баштанництва УААН)**

№ сівозміни	Насиченість сівозміни кавуном, %	Без добрив	Форми добрив на запрограмований врожай в 30 т/га		
			мінеральні	органічні	органомінеральні
I	100,0	4,9	11,6	11,3	12,2
II	50,0	6,6	14,7	12,5	14,9
III	33,0	11,5	18,8	15,3	21,3
IV	25,0	14,5	25,1	20,5	26,8
V	20,0	14,4	26,8	21,0	30,2
VI	16,7	15,0	28,5	24,9	30,0

Приведені дані свідчать, що для гарантованого одержання запрограмованого рівня врожаю плодів кавуна необхідно їх вирощувати у сівозмінах з насиченістю цією культурою не більше



25% на фоні розрахованих доз добрив. Таким вимогам відповідають досліджувані нами сівозміни IV, V і VI.

Подальшими дослідженнями (А.О. Лимар, В.І. Книш, 1996) доведено, що при використанні стійких проти хвороб сортів кавуна (Таврійський, Сніжок, Голопристанський, Красень, Кармінний й ін.) вимоги до сівозмін можуть бути знижені. Ці сорти допускають зменшення терміну повернення кавуна на колишнє місце без різкого зниження врожаю (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

**Врожайність сортів кавуна залежно від насиченості даною культурою у зрошуваній сівозміні (дані Інституту південного овочівництва і баштанництва УААН)**

Насиченість сівозміни кавуном, %	Середній урожай сортів за другу ротацію сівозмін, т/га	
	Мелітопольський 60	Таврійський
12,5	18,3	10,2
25,0	3,8	9,9
37,5	1,6	6,8

В плані скорочення терміну повернення баштанних на попереднє місце у сівозмінах важливим виявилось їх розміщення після багаторічних трав. Так, врожайність баштанних на удобреному фоні по шару ґрунту з під багаторічних трав становила 30,2 т/га, а на другий рік - по баштану, який розміщувався другою культурою після багаторічних трав - 28,9 т/га. Отже, це дозволяє подвоїти площу баштанних культур у сівозмінах. Заслуговує на увагу також еспарцет, як проміжна культура при вирощуванні баштанних.

Зокрема, в господарствах, одо спеціалізуються на вирощуванні баштанних культур та використовують стійкі проти захворювань сорти та інтенсивні заходи захисту рослин можна впроваджувати наступні короткоротаційні польові зрошувані сівозміни:

I. 1 - озима пшениця, післяжнивню еспарцет; 2 - еспарцет; 3 - озима пшениця, пожнивню сидерати; 4 - баштанні (баштанні - 25%, озима пшениця - 50%, еспарцет - 25%).

II. 1 - озима пшениця, післяжнивню люцерна; 2 - люцерна першого року використання; 3 - люцерна другого року використання; 4 - баштанні; 5 - баштанні (баштанні - 40%, люцерна - 40%, озима пшениця - 20%).

III. 1 - озима пшениця, післяжнивню люцерна; 2 - люцерна першого року використання; 3 - люцерна другого року

використання; 4 - баштанні; 5 - озима пшениця, післяжнивню сидерати; 6 - баштанні (баштанні - 40%, люцерна - 40%, озима пшениця - 20%).

Таким чином, кращими в зрошуваній зоні Степу є травопільні сівозміни, а кращий попередник для баштанних культур із всіх існуючих - багаторічні трав. Однак використовувати багаторічні трав під баштанні культури можна не більше 2-х років підряд. Встановлено, що в міру збільшення кратності використання багаторічних трав під баштанні культури спостерігається чітка тенденція до зниження врожаю, зменшення маси плоду, ряду якісних показників (вмісту цукру, сухої речовини й ін.). Разом з тим зауважимо, що в умовах недостатньо ефективних систем захисту рослин від шкідливих організмів, максимально допустима насиченість баштанними культурами сівозміни за наявності багаторічних трав не повинна перевищувати 25%. Невиконання цих нормативів призводить до накопичення інфекції в ґрунті і в посівах, поширенню шкідників, хвороб і бур'янів.

Зазначимо, що в основу вище наведених схем лягла висунута нами концепція короткоротаційних сівозмін з удосконаленою структурою посівних площ, що передбачає відведення більше однієї третини зрошуваної ріллі під бобові культури (люцерну; еспарцет, буркун, сою, горох, злако-бобові сумішки). Ця концепція має принципове значення не тільки з агротехнічної, екологічної, але й економічної точки зору особливо зараз, коли різко зросли ціни на азотні добрива, паливо. Все це дозволяє поліпшити економічну ситуацію, і створювати умови для щорічного нагромадження значної кількості біологічного азоту і фосфору в агроecosystemі.

#### **4.4. Продуктивність короткоротаційних сівозмін залежно від системи обробітку ґрунту і добрив**

У процесі обробітку ґрунту в сівозмінах вирішуються наступні агротехнічні завдання: створення орного шару з оптимальною фізичною будовою; поліпшення водного, повітряного й теплового режимів; заготання добрив і пожнивно-кореневих решток; поліпшення фіто-санітарного стану ґрунту; вирівнювання й планування поля. Тому в системі зрошуваного землеробства обробіток ґрунту має винятково важливе значення. Це пов'язане з тим, що вода при поливах, а також вплив ходових систем

грунтообробних знарядь, проходах тракторів і дощувальних машин впливає на фізичні властивості ґрунту: підвищується його щільність, погіршується водопроникність орного шару, порушуються газообмін і нормальні умови для біологічної діяльності мікрофлори. З посиленням антропогенного впливу на ґрунт зростає значимість економічно збалансованої технології його обробітку в зменшенні ущільнення.

Багато відомостей про те, що сільськогосподарські культури добре реагують на глибоку оранку наводять Г.Р. Пікуш й ін. (1975), С.Д. Лисогоров (1985), В.П. Кириченко (1987), В.І. Остапов, О.Ф. Фесенко (1984). Вона забезпечує загортання пожнивних решток і добрив, краще поглинання води, зменшення кількості бур'янів, хвороб, шкідників, а також активізує мікробіологічні процеси. Все це впливає на фізику ґрунту, спрямовано на максимальне використання її природної родючості.

Останнім часом визначилася тенденція до перегляду загально-вживаних систем обробітку ґрунту на зрошуваних землях. Це пов'язано з тим, що зрошення посилює інтенсивність фізико-хімічних процесів, мікробіологічну діяльність, різко змінює водно-фізичні та агрохімічні властивості ґрунту.

Так, В.В. Яровенко й ін.(1985), В.Ф. Ківер (1985, 1988), А.О. Лимар (1991,2000) і ряд інших дослідників показали, що глибока полинева оранка не завжди ефективна. У ряді випадків безполіцеве розпушування, а також неглибока оранка не знижували врожайності сільськогосподарських культур, навпаки, сприяли підвищенню родючості ґрунту. Особливо воно ефективне на ґрунтах зі сприятливими фізичними властивостями, де рівноважна щільність близька до оптимальної – не вище 1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>.

У стаціонарному досліді В.І. Остапова (1983) в зерно-кормовій сівозміні на темно-каштанових середньо-суглинкових ґрунтах встановлено, що культури суцільною посіву (озима пшениця, ярий ячмінь, люцерна) після плоскорізного обробітку формують такий же врожай, як і після оранки.

За глибокої оранки в початковий період розвитку рослини забезпечуються поживними речовинами гірше, ніж обробітком без обертання скиби тому, що активна мікрофлора верхнього шару ґрунту руйнується, а післяжнивні рештки та внесений гній загортаються на глибину, де розкладання уповільнюється (А.О. Лимар 1988).

Заслуговує на увагу чизельний обробіток ґрунту, який забезпечує глибоке розпущення без формулювання ущільнених прошарків у місцях контакту органів знарядь з ґрунтом. Розпущення чизельними плугами проводиться на глибину 45 см. Воно зберігає до 60-80% стерні, покращує інфільтрацію опадів (А.М. Гордев 1998; В.П. Гордієнко, МГ. Осінній 1999).

При впровадженні ґрунтозахисних і енергозберігаючих технологій слід звертати увагу на «нульовий» обробіток ґрунту. У досліджах Н.Х. Грабака урожайність озимої пшениці в умовах Миколаївської області на фоні нульового обробітку складала 34,6 ц/га. З обробітком - 33,4-35,8 ц/га. Тобто пряме висівання культур в необроблений ґрунт забезпечує рівень урожайності, близький до одержаного на фоні обробітку ґрунту (N.A. Mohamed, S.S. Steiner, S.D. Wright 1990).

Широкомасштабні дослідження по застосуванню «нульового» обробітку ґрунту в зрошуваних умовах проводяться дослідним господарством «Асканійський» Каховського району Херсонської області, де одержують урожайність сільськогосподарських культур, наближену до традиційного обробітку ґрунту. Зрозуміло, що з появою принципово нових ґрунтооброблювальних знарядь протиерозійного комплексу, виникла необхідність у системі обробітку ґрунту, що забезпечує скорочення строків, підвищення якості його підготовки, максимальне збереження вологи, зведення до мінімуму негативного впливу тракторів і ґрунтооброблювальних знарядь, зниження витрат праці й коштів, збереження й підвищення родючості ґрунту при зниженні енергоємності основного обробітку. Це важливо, особливо зараз, коли ціни на енергоносії істотно зросли, а проблема ефективного використання енергії перетворюється в одну із провідних проблем наукових досліджень. Так, витрати палива при полицевому обробітку ґрунту порівняно з безполицевим зростають у 1,5-1,7 разів.

Мінімалізація обробітку проходить успішно, якщо ґрунт обробляють без обороту скиби, а на його поверхні накопичується захисний шар мульчі з рослинних решток. Прийоми мінімального обробітку здійснюються за допомогою плоскорізних і дискових знарядь, а також комбінованих агрегатів.

Найважливішим агротехнічним прийомом, що підвищує родючість земель і врожайність сільськогосподарських культур, є застосування добрив. За оптимального сполучення водного й

поживного режимів ґрунту створюються сприятливі умови для живлення рослин протягом всієї вегетації. Це гарантує високі врожаї сільськогосподарських культур.

Численними дослідженнями встановлено, що під дією поливної води й високих температур мінералізація органічної речовини ґрунту протікає значно швидше, ніж у богарних умовах. Прискорення такого процесу приводить до зниження загальних запасів гумусу й істотних змін фізичних властивостей ґрунту. Знизити й усунути таку негативну дію поливної води неможливо без внесення органічних добрив. Їхнє застосування дозволяє збільшити кількість водотривких агрегатів, водопроникна здатність ґрунту підвищується при цьому на 20-40 %. Крім того, у процесі гуміфікації кожна тонна гною утворить близько 50 кг гумусу.

За даними І.Д. Філіп'єва й ін. (1984), внесення 30-40 т/га гною дозволяє одержувати наступні прирости врожаю сільськогосподарських культур: озимої пшениці - 8 ц/га; кукурудзи на зерно - 27,1; кукурудзи на зелену масу - 110; кормового буряка - 122; сої - 2,7 ц/га. Варто також пам'ятати, що для прогресивного збільшення родючості ґрунту в сівозміні необхідно створити бездефіцитний баланс основних елементів живлення, прихід яких з добривами повинен перевершувати витрати на 10-15 % (Р.С. Осидченко, 1980).

Сівозміни, що рекомендують на зрошуваних землях регіону вимагають щорічного внесення добрив під всі культури. Причому у всіх випадках віддається перевага найбільш чутливим з них - овочевим, зерновим і технічним. Але робиться це з обов'язковим обліком тривалості ефективної післядії й взаємозв'язку прямої дії й післядії добрив. Виходить, системне використання добрив не можна розглядати як додавання систем живлення для окремих культур поза зв'язком з іншими. Облік такого взаємозв'язку дозволяє знайти й розробити найбільш ефективну, екологічно безпечну систему добрив у сівозмінах.

Дослідженнями доведено, що продуктивність експериментальних шестипільних сівозмін за показниками виходу кормових одиниць і перетравного протеїну з одиниці сівозмінної площі практично не залежали від способу основного обробітку ґрунту, який здійснювали шляхом полиневої оранки або безполицевим рихленням культиваторами-глибокорозпушувачами (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

**Вихід (ц/га) кормових одиниць (чисельник) і перетравного протеїну (знаменник) залежно від дози та обробітку ґрунту в шестипільних короткоротаційних сівозмінах (стаціонарний дослід Миколаївської ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

Сівозміна (А)*	Рекомендована доза за ротацию(кг/га д.р. мінеральних добрив)			Фони добрив (В) по різним прийомам обробітку (С)			
				рекомендований		подвійний	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	полицевий	безполицевий	полицевий	безполицевий
I	390	330	90	<u>145</u>	<u>140</u>	<u>170</u>	<u>161</u>
	+ 60 т/га гною			16,3	16,0	18,5	18,1
II	620	390	60	<u>132</u>	<u>147</u>	<u>164</u>	<u>169</u>
				19,3	19,5	21,8	22,3
III	660	570	60	<u>116</u>	<u>116</u>	<u>128</u>	<u>131</u>
				14,1	14,2	15,6	16,2
IV	840	770	60	<u>108</u>	<u>112</u>	<u>123</u>	<u>126</u>
				8,6	8,9	9,6	9,9
V	710	500	60	<u>150</u>	<u>152</u>	<u>168</u>	<u>174</u>
				21,1	22,3	23,7	24,6
VI	1060	690	60	<u>156</u>	<u>166</u>	<u>175</u>	<u>190</u>
				17,8	18,7	20,1	21,6

*НІР<sub>0,5</sub> (корм. од.): А - 11,2; В і С - 6,5; АВ і АС - 16; ВС - 9,2 ц/га; АВС - 22,4; перетравний протеїн: А - 1,05; В і С - 0,6; АВ і АС - 1,6; ВС - 0,9 ц/га; АВС - 2,1*

Внесення подвійної дози органо-мінеральних добрив проти рекомендованої сприяло збільшенню виходу кормових одиниць і перетравного протеїну в усіх досліджуваних сівозмінах. Математичний аналіз показав, що частка цього фактора у формуванні продуктивності дорівнює 18%. Отже, рекомендована вище доза добрив є близькою до оптимальної. У той же час частка фактора сівозміни у формуванні продуктивності досягає 70%. Разом з тим ефективність використання більших доз добрив може бути підвищена з урахуванням типу сівозміни. Установлено, що вплив взаємодії цих двох факторів на формування продуктивності істотний і становить 5% загальної варіації. Зростання ефективності добрив простежується в сівозмінах, насичених високоінтенсивними культурами: цукровим буряком, кукурудзою, люцерною (сівозміни I,

II, V, VI), для яких збільшення доз добрив виявляється економічно виправданим (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

**Продуктивність експериментальних шестипільних сівозмін залежно від дози удобрення (Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

Показники продуктивності	Фон удобрення	№ і спеціалізація сівозмін (за схемою табл. 23)					
		I	II	III	IV	V	VI
		плодо- змінний	кормо- зерновий	зерно- кормовий	зерновий	кормовий	кормовий
Суха речовина, ц/га	рекомендований	173,2	197,8	163,2	145,0	195,2	189,4
	подвоєний	191,8	224,2	172,0	171,4	222,0	215,8
Зерно, ц/га	рекомендований	11,0	29,4	46,6	64,2	0,0	0,0
	подвоєний	12,2	32,2	52,0	72,6	0,0	0,0
Кормові одиниці, ц/га	рекомендований	142,6	139,2	116,0	109,6	151,2	161,0
	подвоєний	165,8	166,2	129,4	124,8	171,4	182,3
Перетравний протеїн, ц/га	рекомендований	16,2	19,4	14,2	8,8	21,7	18,2
	подвоєний	18,3	22,0	15,8	9,8	24,2	20,8
Перетравного протеїну в I к.од., г	рекомендований	113,6	139,4	122,4	80,3	143,5	113,0
	подвоєний	110,4	132,4	122,1	78,5	141,2	114,1

Зазначимо, що майже всі застосовувані мінеральні добрива є солями одновалентних катіонів, і взаємодія їх з ґрунтом при внесенні приводить до витиснення кальцію із ґрунтового поглинаючого комплексу, диспергації гумусу й посилення розкладання його мікроорганізмами. У результаті руйнується структура, відбувається агрофізична деградація ґрунтів. Запобігти цьому можна тільки нейтралізацією одновалентних катіонів їхніми органічними колоїдами, які утворюються в ґрунті при внесенні органічних добрив у співвідношенні, при якому б нейтралізувалися усі внесені з мінеральними добривами одновалентні катіони. Це співвідношення між органічними й мінеральними добривами виведене на підставі системних спостережень у багатьох стаціонарних дослідках дорівнює 15 кг діючої речовини мінеральних добрив на 1 т гною й названо коефіцієнтом біологізації землеробства (В.М. Круть, та ін., 1995).

Органічні добрива в зрошуваних шестипільних сівозмінах вносять у дозах 60-120 т/га, або 10-20 т/га сівозмінної площі,

розподіляючи їх під провідні культури (озиму пшеницю, кукурудзу, цукровий буряк). Гній можна вносити один раз за ротацію.

Відзначимо, що способи обробітку ґрунту, а отже й загортання мінеральних добрив помітно не впливають на ефективність останніх. У випадку з органічними добривами способи обробітку ґрунту, а отже способи їхнього загортання вимагають більше ретельних підходів.

Традиційний спосіб внесення гною - глибоке загортання його в ґрунт. Дані С.С. Сдобнікова та ін. (1984) й наші дослідження свідчать, що на темно-каштанових ґрунтах таке внесення гною (у шар 20-30 см) забезпечує позитивну післядію протягом чотирьох-п'яти років. На даний час не розроблена досконала технологія внесення органічних добрив при безполицевому обробітку ґрунту, і гній вносять в основному при оранці, що послужило в певній мірі причиною виникнення так званої диференційованої системи обробітку ґрунту. Суть її полягає в тім, що на полях, призначених для внесення гною під просапні культури, проводять оранку, а на інших полях - різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту. Періодичне заорювання органічних добрив звичайним плугом, хоча й дозволяє вирішити одне із протиріч безполицевого обробітку, але в цілому в сівозміні не підвищує протиерозійну стійкість ґрунту.

Другий спосіб внесення гною в системі безполицевого обробітку - змішування його із шаром ґрунту 0-16 см. Концентрація післяжнивних залишків і гною-сипцю в цьому шарі підвищує протиерозійну стійкість ґрунту. Висока ефективність поверхневого внесення гною підтверджується рядом дослідів і практикується в нашій країні й за рубежем. Зокрема, мульча, затінюючи поверхню ґрунту, охороняє його від висихання й перегріву, створює умови зниження газоподібних втрат азоту із ґрунту, а можливі втрати аміачного азоту з гною-мульчі компенсуються посиленням фіксації азоту з атмосфери.

П.А. Костичев також вказував, що гній, заораний на глибину 18-22 см, розкладається досить повільно, а на поверхні ґрунту, незважаючи на сильне висихання, він розкладається порівняно швидко й при цьому підвищується його ефективність. Це пов'язане з тим, що внесений гній у поверхневий шар ґрунту підсилює процес мобілізації засвоєваної фосфорної кислоти в орному шарі. Відбувається поступове звільнення поживних речовин у процесі розкладання гною-мульчі з наступним поглинанням опадами й



поливною водою в ґрунт. Зменшується витрата весняної вологи із ґрунту через випар. При дощах або поливах гній-мульча охороняє верхній шар грудочок ґрунту від руйнування, сприяє рівномірному проникненню вологи на більшу глибину.

Дослідження М.І. Лактіонова, Б.Є. Босенко (1967), Д.В. Джеку й ін. (1958) підтверджують, що розміщення органічної речовини на поверхні ґрунту ефективніше впливає на гумусоутворення порівняно з його глибоким загортанням. У цьому випадку моделюється природний ґрунтоутворний дерновий процес, який сприяє утворенню гумусу.

У проведених нами дослідженнях на чорноземах південних в інтенсивних короткоротаційних сівозмінах вивчали ефективність внесення гною на поверхню ґрунту з його загортанням бороною БДТ-7. На цьому фоні ефективність гною була вищою порівняно з глибоким загортанням при зрошенні. У весняний період гній, внесений з осені із загортанням бороною БДТ-7, прискорює прогрівання і дозрівання ґрунту, а в суху жарку погоду охороняє його від висихання, перегрівання й дефляції. На поверхні ґрунту немає сольового нальоту, що відзначався при оранці, поліпшуються водно-фізичні властивості ґрунту, посилюється охоронна дія проти іригаційної ерозії.

Якщо гній вносять з мінеральними добривами, норму його знижують наполовину (В.І. Остапов, Н.Н. Дударь, 1979). В наших шестипільних спеціалізованих сівозмінах з вирощуванням баштанних культур встановлено, що зростання продуктивності кавуна на підставі розрахованого балансу поживних речовин характеризується такими показниками: від внесення органічних добрив - 52%, мінеральних - 96% і органо-мінеральних - 109%.

Органо-мінеральні добрива були найбільш ефективними при вирощуванні кавуна у всіх досліджуваних сівозмінах та у беззмінному посіві, що пояснюється більш швидкою мінералізацією органічної речовини гною під дією мінеральних добрив і перетворення елементів живлення з недоступного стану в легкозасвоюваний. Застосування добрив у чистому вигляді, тобто органічних і мінеральних, по показниках урожайності поступалося перед їх сумісним застосуванням. У порівнянні між собою переважали мінеральні добрива, які за всі роки ротації сівозмін забезпечили більш високі показники урожайності плодів, ніж застосування лише одного органічного добрива.

Повертаючись до питання способів основного обробітку ґрунту в сівозмінах (полицевий і безполицевий) варто відмітити, що дольова частка цього фактора не перевищує 0,3%. Останнє дає можливість віддавати перевагу безполицевому обробітку, який дозволяє забезпечити кращу вологозабезпеченість культур, економію енерговитрат і коштів, підвищення продуктивності праці на даній операції. Виявлено значний вплив на формування продуктивності взаємодії факторів сівозміна - система обробітку ґрунту (2,1%). Це пояснюється тим, що безполицевий обробіток дає приріст врожаю в сівозмінах із зерновими культурами і, навпаки, невелике його значення в сівозміні з технічними культурами (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

**Продуктивність експериментальних шестипільних сівозмін залежно від способу основного обробітку ґрунту, ц/га (Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

Показники продуктивності	Спосіб основного обробітку ґрунту	№ і спеціалізація сівозмін (за схемою табл. 22)					
		I	II	III	IV	V	VI
		плодо- змінний	кормо- зерновий	зерно- кормовий	зерновий	кормовий	кормовий
Суша речовина, ц/га	полицевий	182,7	207,6	170,8	155,8	187,0	193,0
	безполицевий	182,2	214,4	174,3	160,6	210,1	208,4
Зерно, ц/га	полицевий	11,4	30,2	48,0	67,2	0,0	0,0
	безполицевий	11,8	31,4	50,6	69,6	0,0	0,0
Кормові одиниці, ц/га	полицевий	157,6	147,5	121,8	115,2	159,4	165,6
	безполицевий	150,7	157,9	123,6	119,0	163,2	177,8
Перетравний протеїн, ц/га	полицевий	17,4	20,6	14,8	9,1	22,4	19,0
	безполицевий	17,0	20,9	15,2	9,4	23,4	20,2
Перетравного протеїну в 1 к.од., г	полицевий	110,4	139,7	121,5	79,0	140,5	114,7
	безполицевий	112,8	142,4	123,0	79,1	143,4	115,6

Отже, продуктивність сівозмін залежно від обробітку ґрунту та фонів добрив залежить від реакції окремих культур на вказані фактори. В зв'язку з цим доцільно розглянути яким чином обробіток ґрунту і добрива впливають на продуктивність культур основного посіву. Ці дані по комплексу досліджуваних сівозмін наведено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

**Вилив способів обробітку ґрунту і добрив на продуктивність культур шестипільних сівозмін, ц/га (Миколаївська ОДСГДС 1981-1986 рр.)**

Культура	Фон добрив	Основний обробіток ґрунту на рекомендовану глибину під культуру		
		полицевий	безполіцевий	± до полицевого
Озима пшениця	рекомендований	58,3	60,9	+2,6
	подвійний	64,2	66,6	+4,2
Озимий ячмінь	рекомендований	45,2	46,5	+1,3
	подвійний	49,8	52,0	+2,2
Ярий ячмінь	рекомендований	38,0	39,0	+1,0
	подвійний	41,5	44,7	+3,2
Горох	рекомендований	30,6	31,6	+1,0
	подвійний	33,5	34,1	+0,6
Соя	рекомендований	26,4	26,0	-0,4
	подвійний	29,3	29,3	0,0
Багатокомпонентна сумішка на зелену масу	рекомендований	305	304	-1,0
	подвійний	364	362	-2,0
Люцерна на зелену масу за роки використання	рекомендований	1595	1575	-20
	подвійний	1767	1756	-11
Еспарцет на зелену масу	рекомендований	300	316	+16
	подвійний	326	337	+11
Кукурудза на зерно	рекомендований	86,0	84,2	-1,8
	подвійний	97,6	94,9	-2,7
Цукровий буряк	рекомендований	638	614	-24
	подвійний	710	678	-32

На основі проведених досліджень виявлено, що з переліку представлених культур краще реагувала на підвищені дози добрив багатокомпонентна сумішка - приріст врожаю у середньому становив 19,2%. Із зернових культур найбільш чутливою виявилася кукурудза на зерно, яка підвищувала врожайність на 13,1%, в меншій мірі ярий ячмінь - 11,9% і соя - 11,8%. Меншою реакцією на подвоєння доз добрив характеризувалися такі культури як горох (приріст врожаю 8,6%) і еспарцет (приріст врожаю 7,6%). На фоні безполіцевого обробітку ґрунту дещо підвищувалася ефективність добрив по таким культурам як озимий та ярий ячмінь і соя. Але в цілому достовірної взаємодії між цими факторами не виявлено.

Культури суцільної сівби, у тому числі і багаторічні трави, слабо реагують на системи обробітку ґрунту. Позитивний вплив безполицевого обробітку на врожайність більшою мірою проявився на зернових колосових культурах. Залежно від фонів добрив приріст врожаю зерна становив по культурам: озимій пшениці – 3,7-4,4%, озимому ячменю – 2,9-4,4%, ярому ячменю – 2,6-7,7%. В абсолютних значеннях приріст врожаю від безполицевого обробітку ґрунту по цим культурам на фоні подвійних доз добрив був вище в 1,7-3,2 рази відносно рекомендованого фону добрив.

Слабку позитивну реакцію на безполицевий обробіток ґрунту проявив горох – приріст врожайності залежно від фонів добрив становив 1,7-3,3%. Соя, яка відноситься до просапних культур (вирощується з міжряддям шириною 45 см), не реагувала на способи обробітку ґрунту, її урожайність залежала виключно від фону мінеральних добрив. Ці культури особливо вигідно вирощувати на фоні безполицевого обробітку ґрунту. Так, у сої основний урожай насіння формується в нижній частині стебла, найбільш крупні бобики прикріплюються низько над землею. Тому при збиранні сої, як і гороху, важливо якнайнижче вести зріз рослин, що на полиневному фоні обробітку ґрунту практично неможливо. На полі, обробленому безполицевими знаряддями, поверхня більш рівна, а отже й менші втрати врожаю при збиранні.

Слабка реакція на способи обробітку ґрунту характерна і для кормових культур, вирощуваних на зелену масу. Коливання в урожайності між полицевим і безполицевим обробітком ґрунту були мізерними та змінювалися в межах від 0,3 (багатокомпонентна сумішка) до 1,3% (люцерна). Більшою мірою коливання в урожайності зеленої маси відмічено по еспарцету – від 3,4 до 5,3% на користь безполицевого обробітку.

Просапні культури з тривалим періодом вегетації і потужною кореневою системою (кукурудза на зерно і цукровий буряк) негативно реагували на безполицевий обробіток ґрунту. Але ступінь цього негативного впливу була невеликою і складала залежно від доз добрив по кукурудзі – від 2,1 до 2,8 %, по цукровому буряку – від 3,9 до 4,7%. Зазначимо, що способи обробітку ґрунту також мати невеликий вплив на цукристість коренеплодів. Так вміст цукру в коренеплодах в середньому по всім варіантам полицевого обробітку ґрунту склав 16,7%, а безполицевого – 17,2%. З урахуванням цього

фактору різниця між способами обробітку ґрунту по виходу цукру з одиниці площі зменшується до 1,3%.

Стаціонарні дослідження чотирьохрічних зрошуваних сівозмін Інституту зрошуваного землеробства УААН на темно-каштанових ґрунтах (С.Б. Котов, 1997) також підтверджують факт відсутності негативної дії заміни оранки на плоскорізне рихлення та зменшення його глибини в системі різноглибинного та диференційованого обробітку ґрунту.

Обираючи систему обробітку ґрунту, необхідно враховувати не тільки прийняту в сівозміні систему добрив, а й схеми чергування культур. У цьому зв'язку число операцій і схема їх проведення, види машин, знарядь, агротехнічні нормативи повинні відповідати біологічним особливостям кожної культури, у тому числі попередника, властивостям ґрунтів, характеру й ступеню їхньої засміченості. Проведений аналіз в цьому плані повністю підтверджує вищеописані результати, одержані відносно реакції культур суцільного способу сівби на способи основного обробітку ґрунту. Так, незалежно від попередника виявлено перевагу безполицевого обробітку ґрунту під озиму пшеницю та озимий ячмінь. Горох дає практично рівнозначні врожаї по полиневному і безполицевому обробітку ґрунту.

Узагальнюючи дані науково-дослідних установ регіону, а також наведені приклади, дійдемо висновку: в умовах зрошення й дотримання науково-обґрунтованої системи чергування культур у сівозміні з включенням в них багаторічних бобових трав та проміжних посівів, застосування оптимальних доз мінеральних й органічних добрив доцільно використовувати диференційований обробіток ґрунту з оранкою під цукровий буряк, кукурудзу на зерно і плоскорізний обробіток під культури суцільної сівби – озиму пшеницю, озимий ячмінь, ячмінь із підсівом люцерни.

Отже, способи основного обробітку ґрунту повинні тісно пов'язуватися з попередниками, оскільки мінімалізація механічного розпушення повинна компенсуватися біологічним. Кращою культурою при цьому є люцерна. Відомо, що вона здатна нагромаджувати до 300 кг/га азоту і у 4-5 разів більше органічної речовини, ніж інші культури. До того ж вона формує цінну дрібногрудкувату структуру ґрунту. Люцерна - обов'язкова культура сівозмін зрошуваного землеробства, яка дає високий збір кормових одиниць і протеїну, забезпечує позитивний баланс основних

елементів живлення й гумусу. Якщо нині її частка на зрошуваних землях становить 18 %, то в майбутньому рекомендується відводити під люцерну 25-30 % площі у польових сівозмінах і до 30-40% у кормових і овочевих. У сівозмінах із короткою ротацією питома вага люцерни може бути доведена до 50-60%. Таким чином, у зрошуваних сівозмінах люцерна стає основним попередником для багатьох сільськогосподарських культур і способи розробки люцернової скиби повинні відповідати більш повному використанню її позитивних властивостей.

**Особливості основного обробітку ґрунту після люцерни.** До останнього часу підйом шару ґрунту після люцерни в зрошуваних сівозмінах проводили шляхом полицевого обробітку на глибину 23-25 см - під озимі й 28-30 см - просапні культури з поглибленням до 40 см під цукрові буряки (Н.А. Гаркуша, 1985). Найчастіше такий обробіток, проведений без врахування властивостей ґрунту, умов агротехніки, режиму зрошення й інших факторів, приводить до невиправдано високих витрат енергетичних засобів, праці й часу. Крім того, вивертання на поверхню ґрунту кореневих залишків люцерни приводить до повільного розкладання їх і втрати поживних речовин. Нестійкість або відсутність позитивного ефекту при глибокому полиневному обробітку пояснюється тим, що проростання й початковий розвиток рослин проходять у несприятливих умовах менш родючого підорного шару. Припосівне внесення добрив і раннє підживлення можуть значно поліпшити умови початкового росту й розвитку рослин.

В дослідженнях (А.О. Лимар, 1988) після збирання люцерни ґрунт обробляли дисковою бороною типу БДТ з наступною оранкою плугом із передплужником на глибину 25-27 см або проводили плоскорізне розпушування КПП-250 (25-27 см) або розпушування АКП-2,5 (10-12 см) без вирівнювача.

Дослідження проводили на таких фонах основного мінерального удобрення: 1) без добрив; 2) рекомендована під культуру доза (озима пшениця –  $N_{90}P_{60}$ , кукурудза –  $N_{120}P_{90}$ , цукровий буряк -  $N_{150}P_{100}K_{150}$ ); 3) інтенсивна (подвоєна відносно рекомендованої дози добрив). Дослідженнями встановлено, що в умовах зрошення на південних слабкосолонцюватих чорноземах можлива заміна полицевого обробітку ґрунту безполицевим розпушуванням не тільки при вирощуванні культур суцільного посіву, але й просапних (табл. 4.15).

**Урожайність сільськогосподарських культур залежно від способу основної обробки ґрунту після люцерни та системи добрив, ц/га (Миколаївська ОДСГДС, середнє за чотири роки)**

Культура	Фон добрив (А)	Способи й глибина розробки люцернового пласту (В)		
		полицевий, 25-27 см	безполицевий, 25-27 см	безполицевий, 10-12 см
Озима пшениця	без добрив	44,2	43,4	43,7
	рекомендований	58,8	57,4	57,8
	подвосний	61,9	62,0	61,8
Кукурудза на зерно	без добрив	56,8	55,7	54,1
	рекомендований	80,2	78,5	77,0
	подвосний	93,2	92,2	91,1
Цукровий буряк	без добрив	353	331	340
	рекомендований	576	563	558
	подвосний	644	625	626

НР<sub>05</sub>: Озима пшениця: А,В - 1,8; АВ - 3,0. Кукурудза: А,В - 2,2; АВ - 3,7. Цукровий буряк: А,В - 20,1; АВ - 34,1.

Зменшення глибини безполицевого обробки ґрунту до 10-15 см не справили помітного впливу на врожайність лише озимої пшениці. Врожайність зерна кукурудза була дещо нижчою порівняно з полицевим обробком (у межах 2-5 %) незалежно від фону добрив.

При плоскорізному обробку ґрунту в умовах зрошення найбільш вузьким місцем є зменшення глибини загортання добрив. Проте, позитивну роль підвищення вмісту елементів живлення визначає сам попередник (люцерна), залишаючи після себе велику кількість органічної речовини й азоту. Це підтверджується тим, що рівень мінерального живлення суттєво не впливав на реакцію культур на способи обробки ґрунту, але як самостійний фактор забезпечував приріст врожаю в межах 30-80% залежно від культури.

Система обробки ґрунту повинна сприяти посиленню дії кореневої системи люцерни як біологічного розпушувача. При цьому особливу увагу необхідно звернути на правильність регулювання ґрунтообробних машин, особливо на встановлення їх у горизонтальне положення. При основному обробку ґрунту робочі органи машин повинні підрізати головку з бруньками на глибині не менше 5 см. За таких умов відростання люцерни виключено, а підрізана частина коренів і головки засихає і захищає ґрунт від

вітрової та іригаційної ерозії.

Понад 50% залишених коренів за осінньо-зимово-весняний період розкладаються, утворюють добрий дренаж, нагромаджуються поживні речовини і волога, що сприяє кращому проникненню коренів наступної культури. У цьому полягає сутність біологічного розпушування ґрунту кореневою системою люцерни. За таких умов навіть без внесення органічних і мінеральних добрив можна отримувати урожай зернових культур на рівні проектних завдань.

Розрахунки показують, що заміна оранки безвідвальним обробітком на таку ж глибину (25-27 см) збільшує продуктивність праці на 25-30% і знижує витрати пального на 20-25%. При безполицевому обробітку на глибину 10-12 см ці показники відповідно становлять 70-80 і 50-55%. Таким чином, в умовах зрошуваних південних чорноземів можлива заміна полицевого обробітку ґрунту після люцерни на безполицевий без зниження врожайності озимої пшениці (глибина обробітку – 10-12 см), кукурудзи і цукрового буряка (25-27 см).

З урахуванням одержаних результатів складена типова система обробки ґрунту під основні сільськогосподарські культури в сівозміні (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

**Схема основного обробітку ґрунту в зрошуваній сівозміні для чорноземів південних**

Чергування культур порокам	Основний обробіток ґрунту
1. Озима пшениця з підсівом люцерни або післяжнивний посів люцерни	Обробіток дисковою бороною на 14-16 см, рихлення плоскорізом-глибокорозпушувачем на 27-30 см
2. Люцерна 1 -го року використання	Боронування голчастими боронами на 6-8 см після кожного укусу
3. Люцерна 2-го року використання	Боронування голчастими боронами на 6-8 см, щілювання після кожного укусу на 30-40 см
4. Люцерна 3-го року використання на один укіс післяукісна кукурудза на силос	Щілювання на 30-40 см Обробіток дисковою бороною на 10-12 см, сівба комбінованою стерньовою сівалкою (СЗС-2,1)
5. Озима пшениця, післяжнивна кукурудза на зелений корм	Луцення дисковим луцильником на 6-8 см, обробіток плоскорізом-глибокорозпушувачем на 20-22 см Луцення дисковим луцильником на 6-8 см, сівба комбінованою стерньовою сівалкою
6. Озима пшениця, післяжнивна кукурудза на зелений корм	Луцення дисковим луцильником на 6-8 см, обробіток плоскорізом-глибокорозпушувачем на 20-22 см з щілюванням на 30-40 см Сівба комбінованою стерньовою сівалкою (СЗС-2,1)



Зяблевий обробіток включає лушення й рихлення полиневими або безполицевими знаряддями залежно від засміченості поля. На полях з коренепаростковими бур'янами, проводиться лушення відразу ж після збирання попередника на глибину 8-10 см, друге й третє на 10-12 й 12-14 см після появи розеток бур'янів не пізніше, ніж за два тижні до зяблевого обробітку. Лушення виконується культиваторами або дисковими боронами залежно від типу засміченості й вмісту вологи в ґрунті. Перед зяблевим обробітком або після нього необхідно провести раз у два-три роки експлуатаційне планування полів довгобазовим планувальником у два сліди, а потім чизельний обробіток культиватором на глибину 16-18 см.

Передпосівний обробіток ґрунту проводиться з метою створення сприятливого ложа для насіння і створення грудкуватого верхнього шару ґрунту. Для культур ранньовесняного строку сівби проводять одну культивацію, для пізніх - 2, на глибину 6-8 см (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Загальний вигляд зернової шестипільної сівозміни

На важких ґрунтах проводиться дві культивації: перша - для провокації проростання пізніх ярих бур'янів на 16-18 см, друга - на глибину загортання насіння. На полях, підготовлених плоскорізами, навесні виконують чизелювання на 12-14 см, а перед сівбою -

культиватором на глибину загортання насіння. Для цукрового буряка краще проводити осіннє чизелювання й передпосівну підготовку ґрунту на глибину загортання насіння (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Посіви цукрових буряків шестипільної сівозміни

Обробіток ґрунту в період вегетації спрямовується головним чином на знищення бур'янів, усунення ґрунтової кірки, підтримку ґрунту в пухкому дрібногрудкуватому стані, поліпшення водно-повітряного й поживного режимів рослин. До появи сходів ґрунтова кірка усувається боронуванням, а перед їх появою - ротаційною мотикою. На просапних посівах розпушування проводять після кожного поливу при досягненні фізичної стиглості ґрунту, змінюючи глибину обробітку міжрядь залежно від фази розвитку рослин і вологості ґрунту.

Міжрядні розпушування просапних посівів поліпшують агрофізичні властивості ґрунту, підвищують продуктивність культур, ефективність їх зростає на фоні більш глибокого основного обробітку ґрунту. Глибина міжрядних рихлень на початку росту рослин - 6-8 см, далі вона збільшується до 8-10 й 12-14 см з нарізкою поливних борозен-щілин. Приріст врожаю зерна кукурудзи в середньому за 5 років у дослідях Миколаївської обласної державної

сільськогосподарської дослідної станції на фоні безполицевого обробітку на 28-30 см з проведенням двох міжрядних рихлень становив 12,3 ц/га. На посівах цукрового буряка проведення різноглибинних міжрядних рихлень забезпечує врожайність коренеплодів у межах 660-700 ц/га.

Обробіток ґрунту під проміжні посіви в сівозмінах визначається вмістом у ньому вологи й можливостями наступного поливу. При вирощуванні післяжнивних культур найбільш доцільно підготовку ґрунту провести плоскорізними знаряддями на глибину 14-16 см. Використання стерньових комбінованих сівалок без попереднього обробітку ґрунту знижує втрати вологи після збирання попередника, скорочує час, знижує витрати коштів на 15-20%, заощаджує пально-мастильні матеріали на 20-23%. Завдяки цьому вегетаційний період післяжнивних посівів кукурудзи продовжується більш ніж на два тижні. У проміжних посівах для підвищення водопроникності ґрунту, зниження іригаційної ерозії велике значення має застосування щілювання.

#### **4.5. Раціональний режим зрошення короткоротаційних сівозмін**

Поливи – найбільш сильнодіючий фактор інтенсифікації землеробства, що забезпечує при оптимальному його використанні високі прибавки врожаю. І тут визначальну роль відводять режиму зрошення. У нього включають правильне, з врахуванням складних погодних умов, визначення й розподіл в часі кількості, норм і строків поливу посівів для забезпечення оптимального водного режиму кореневмісного шару ґрунту протягом вегетаційного періоду. Завдяки цьому забезпечується ефективно регулювання поживного, сольового й теплового режимів ґрунту й тим самим підвищується його родючість, ефективніше використовуються земельні та водні ресурси.

Головною умовою раціонального режиму зрошення культур, що чергуються у сівозмінах, поряд зі створенням оптимальної вологості в активному шарі ґрунту протягом усього вегетаційного періоду, є рівномірне використання зрошувальної води в часі. Структура посівних площ господарства і сівозмін багато в чому залежить від ординати гідромодуля зрошуваних полів. За низької забезпеченості систем (гідромодуль 0,30 л/с на га) збільшення площ

посівів цукрового буряка, кукурудзи на зерно й інших вологолюбних культури може призвести до недостатньої забезпеченості водою частини поливних земель, що необхідно враховувати при встановленні структури посівних площ і розміщенні сівозмін на зрошуваних землях.

Для одержання високого економічного ефекту від зрошення дуже важливо при проектуванні сівозмін заздалегідь обґрунтувати спеціалізацію господарств, розміщення культур на поливних землях, посівну структуру, урахувати можливі її зміни, оскільки технічні показники зрошувальних систем (гідромодуль, пропускна здатність й ін.) як правило - величини постійні. Рекомендовані нами сівозміни й набір культур дозволяє їх підібрати для будь-якого господарства з різною спеціалізацією. Гідромодуль сівозмін коливається від 0,54 до 0,37 л/с на га, що відповідає побудованим зрошувальним системам на півдні України. Таким чином, структура посівних площ у наведених сівозмінах погоджується з водозабезпеченістю зрошувальних систем, забезпечує зростання урожайності сільськогосподарських культур.

Розрахунки, проведені для досліджуваних сівозмін показали, що за низької водозабезпеченості зрошуваного масиву культури, що вимагають інтенсивного літнього поливу, повинні займати не більше 50-60% ріллі. Іншу частину необхідно відводити під озиму пшеницю, озимі і ярі сумішки зернових на зелений корм, у яких строки проведення вологозарядкових і вегетаційних поливів приходяться в основному на осінні й весняні місяці. У цьому зв'язку для раціонального використання зрошуваних земель і зрошувальної води необхідно розміщувати у сівозмінах культури різних строків поливу. На підставі проведених аналізів і комплектації графіків поливів у сівозмінах за цілодобового використання зрошувальної води співвідношення культур літнього й осінньо-весняного строків поливу може бути наступним (табл. 4.16).

*Таблиця 4.16*

**Співвідношення культур різних строків поливу залежно від гідромодуля системи**

Гідромодуль системи (л/с на гектар)	Питома вага культур літнього строку полива, %	Питома вага культур осінньо-весняного строку полива, %
0,3	55	45
0,4	70	30

З культур осінньо-весняного строку поливу перевагу необхідно віддавати озимій пшениці, озимому ячменю. У прибутковій частині сумарного водоспоживання цих культур головне місце займає вода природних опадів і передпосівного поливу, а вегетаційні поливи проводять до початку максимального липневого водоспоживання більшості водовитратних культур - кукурудзи, буряка. Внаслідок цього ордината гідромодуля знижується з 0,5 до 0,3 л/с на га. Період подачі води збільшується на два з половиною місяця. Завдяки цьому підвищується ефективність використання зрошувальної води, меліоративної техніки, трудових ресурсів.

Вузька спеціалізація сівозмін, що рекомендується, збільшує питому вагу культур з поливами в один строк. На зрошувальних системах з гідромодулем 0,35 л/с на га під них відводять до 50% зрошуваної площі, з гідромодулем 0,4-60%, 0,5-75% й 0,6-85%. При розміщенні культур на зрошуваних землях варто враховувати те, що в посівах зернових ґрунтозахисний коефіцієнт становить 0,8-0,9, те ж можна сказати й за багаторічні трави, у той час як у просапних він - 0,15-0,40.

Набір культур у кожній сівозміні покликаний сприяти повному й рівномірному використанню води протягом вегетаційного періоду. Споживання її за календарними строками зрошувального періоду повинне бути більш-менш однаковим, без різких стрибків до мінімуму або максимуму, При цьому найбільшу потребу у воді всієї сівозміни й окремих культур варто узгоджувати із пропускною здатністю каналів. Тоді гарантується раціональне використання вологи й усуваються порожні періоди в роботі зрошувальної системи. Досягненню цієї мети найкраще відповідають культури з довгим вегетаційним періодом - цукровий буряк, кукурудза, люцерна, соя, а також озима пшениця на зерно, озимі на зелений корм із проміжними посівами кукурудзи, багатокomпонентні сумішки, зернових.

Структура посівних площ і сівозмін на зрошуваних землях складалася з врахуванням водозбереження, де найбільша увага приділялася добору культур, що продуктивно використовують вологу. У цьому зв'язку Український інститут зрошувального землеробства (В.А. Писаренко, 1993) провів багаторічні дослідження з розробки водозберігаючих режимів зрошення основних сільськогосподарських культур. Результати показали, що можливо застосування зменшених на 15-30% і більше зрошувальних норм без

істотного зниження врожаю порівняно із зрошувальними нормами, що забезпечують оптимальне водозабезпечення рослин. Так, зернові культури особливо чутливі до недоліку вологи у фазі колосіння, цвітіння й наливу зерна. У той же час ці культури без значного збитку для врожаю переносять дефіцит вологи на початку вегетації. На підставі цих досліджень під зернові культури використовують невеликі поливні норми на початку вегетації й створюють оптимальну вологозабезпеченість у період формування зерна. Такий режим зрошення кукурудзи забезпечив економію до 35 % поливної води, кормового буряка - 27, ранньої картоплі - 50 % без істотного зниження врожаю. Проте, при керуванні режимами зрошення необхідно враховувати дефіцит вологи в ґрунті, різну реакцію культур на критичні періоди, особливо в тих випадках, коли навіть невелике зневоднювання клітин рослин приводить до зниження врожаю.

Принципово новий підхід до розробки водозаощаджуючих режимів зрошення ми застосували в короткоротаційних сівозмінах для люцерни, оскільки вона є однією з найбільш вимогливих до вологи культур і у зрошуваних сівозмінах вона займає 33 і більше відсотків площі. За даними науково-дослідних установ, зрошувальна норма люцерни другого року життя у середньому становить 5200-5800 м<sup>3</sup>/га з розподілом на два поливи під кожен укіс. Проведений нами аналіз продуктивності показав, що за рахунок перших двох укосів одержують до 70 % загального врожаю при витраті 30 % зрошувальної норми. В той же час на формування 30 % загального врожаю у третьому та четвертому укосах витрачається 70 % зрошувальної норми, причому в період максимальної потреби інших культур сівозміни в поливній воді, які більш ефективно використовують її у цей період.

Наші дослідження привели до висновку: на полях із глибоким заляганням ґрунтових вод можна без зниження продуктивності скоротити зрошувальну норму й число поливів люцерни, обмежившись вологозарядковим поливом нормою 1000-1200 м<sup>3</sup>/га й трьома вегетаційними поливами по 650-700 м<sup>3</sup>/га під 2, 3 й 4 укоси. У цих умовах люцерна за рахунок використання вологи із глибоких шарів ґрунту при дефіциті її у верхніх шарах забезпечує високу врожайність – 130 ц/га сіна. Цим досягається значна економія зрошувальної води, у край необхідної для поливу інших культур сівозміни (цукрового буряка, сої, кукурудзи). Вказана властивість

названа нами «буферністю» люцерни в режимах зрошення. Явище «буферності» характерне також для озимої пшениці, вирощуваної на зерно та еспарцету.

Внаслідок «буферності» еспарцету, люцерни, озимих на зерно в режимах зрошення, ордината гідромодуля знижується до 0,54-0,37 л/сек на га, що забезпечує введення інтенсивних короткоротаційних сівозмін з посівами люцерни, еспарцету, кукурудзи, сої, цукрового буряка, проміжних культур на зрошувальних системах з такою ординатою гідромодуля.

Головна умова раціонального режиму зрошення культур, що чергуються, у сівозмінах - створення оптимальної вологості в активному шарі ґрунту протягом усього вегетаційного періоду. Це досягалося, насамперед застосуванням вологозарядкових поливів. Ці поливи поліпшують водний режим ґрунту в осінній період і частково протягом вегетації за рахунок створення запасів вологи в глибоких шарах ґрунту.

Аналіз режимів зрошення культур в короткоротаційних сівозмінах показав, що для успішного рішення зазначеного завдання сівозміни необхідно ущільнити проміжними культурами, при вирощуванні яких підтримується оптимальна вологість активного шару ґрунту, її поверхня захищається від високих температур у липні й серпні рослинним покривом, завдяки чому ефективно використовуються залишкові запаси вологи й забезпечується більш вагомий додатковий урожай. Крім того, створюються умови для підтримки оптимальної вологості в шарі ґрунту 0-50 см протягом вегетації основної та проміжної культур, що покращує мікробіологічні процеси в ґрунті.

Культури-попередники залишають після себе різну кількість вологи в ґрунті. Тому оптимальний режим зрошення неможливий без обліку залишкової вологи й природного зволоження за період вегетації. Практика вирощування культур в короткоротаційних сівозмінах показала, що зрошувальна норма озимої пшениці після люцерни на 350-400 м<sup>3</sup>/га більш, ніж на площах, де вирощувалася силосна кукурудза. При розміщенні цукрового буряка після люцерни зрошувальна норма збільшується на 250 м<sup>3</sup>/га, а після сої - зменшується на таку ж кількість.

Залишковий запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту після капусти пізньої, проміжних посівів овочевих культур перевищує цей показник на ділянках з іншими попередниками на

350-500 м /га. Диференційоване передполивне дощування й глибоке зволоження ґрунту при вегетаційних поливах дозволяє оптимізувати режими зрошення культур у сівозміні й знизити питомі витрати поливної води на гектар сівозмінної площі.

За даними З.П. Гудковой і П. Мейховой (1987) після ярового ячменю вологість ґрунту у відсотках від найменшої вологоємності складала 62-65%, після кукурудзи і після жнивних культур відповідно - 82-83%. Враховуючи це при проведенні вологозарядкових поливів під озиму пшеницю можна економити 600-800 м<sup>2</sup>/га поливної води.

Неоднакова кількість води, що різні попередники залишають після себе, як правило не враховується при визначенні режимів зрошення послідуєчих культур, що призводить до підвищення зрошуваної норми, необґрунтованим витратам поливної води. Для усунення цього недоліку необхідно вести облік залишкової вологи після кожної культури сівозміни і враховувати при складанні режимів зрошення послідуєчих культур.

Побудовані графіки забору поливної води на Інгулецькій, Чаплинській і Краснознам'янській зрошувальних системах виявили резерви, які можна було використати для розширення в господарствах площ проміжних посівів (А.О. Лимар, 1969). Незначне збільшення забору поливної води дозволило істотно розширити площі проміжних посівів і одержати додаткову продукцію, що значно перекрыла експлуатаційні витрати на додаткову подачу води.

Крім того, це забезпечило більше рівномірний режим роботи каналів і рівномірне завантаження членів бригад на поливах. Певну роль тут зіграю й те, що за нашими рекомендаціями господарства збільшили дози внесення органо-мінеральних добрив, що зменшило споживання рослинами води на виробництво одиниці продукції,

Розглянемо рівень водоспоживання в досліджуваних сівозмінах (табл. 4.17). У польовій буряковій сівозміні поливна вода використовується досить ефективно, туї її витрати на один центнер збалансованих за протеїном кормових одиниць становить 42,7 м<sup>3</sup>/га. Сівозміни V і VI з високою питомою вагою кормових культур і проміжних посівів мають ще більше сумарне водоспоживання, але коефіцієнт водоспоживання в них дещо менший, ніж у сівозміні I із цукровим буряком.



Таблиця 4.17

**Рівень водоспоживання в інтенсивних шестипільних сівозмінах  
(Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

Показники водоспоживання	№ сівозміни					
	I	II	III	IV	V	VI
Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	6600	7000	6900	6620	6860	6950
Середня зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га	3440	3420	3420	3300	3460	3600
Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /ц	42,7	45,3	56,1	56,4	42,5	40,5

Дані таблиці 4.18 свідчать про те, що проміжні культури є фактором зниження коефіцієнту водоспоживання навіть у тих випадках, коли за рівнем врожаю вони нижче порівняно з вирощуванням в якості основної культури. Це пояснюється скороченням тривалості вегетації культур у повторних посівах. У наших дослідженнях при насиченні сівозмін проміжними культурами коефіцієнт водоспоживання знижується на 15-20 % і більше через зростання виходу продукції з одиниці сівозмінної площі, що свідчить про більш раціональне використання поливної води.

Таблиця 4.18

**Урожайність та водоспоживання кукурудзи молочно-воскової стиглості, вирощуваної в основних і проміжних посівах  
(Миколаївська ОДСГДС)**

троки вирощування	Урожай, ц/га	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /ц		
			зеленої маси	кормових одиниць	перетравного протеїну
Основний посів	587	3790	64,5	372,0	4225
Післяукісний посів (після люцерни на 1 укіс)	542	3045	56,5	284,0	3780
Післяжнивний посів (після озимої пшениці)	484	2270	46,1	228,0	3120

В умовах інтенсифікації землеробства вирощування культур короткої ротації дозволяє перейти на 2-3 урожайну систему за рік,

різко збільшити віддачу зрошуваного гектара, більш раціонально використати поливну воду. В окремі роки, коли негативний вплив мала повітряна посуха, її наслідки знижували передзбиральні поливи, якщо мова йде про кукурудзу на силос. Зрошення в цьому випадку сповільнювало темпи висихання маси й у той же час було певною вологозарядкою для вирощування наступних культур.

У результаті багатофакторних стаціонарних дослідів у сівозмінах різної спеціалізації на південних чорноземах була визначена роль окремих факторів у формуванні врожайності на зрошуваних землях. Виявилось, що взаємодія зрошення і деяких агротехнічних прийомів суттєва. Правильне керування цими факторами до потрібного максимуму дозволяє підняти врожайність окремих культур майже удвічі й на таку ж величину зменшити коефіцієнт водоспоживання.

До числа ефективних щодо цього факторів відноситься насамперед система удобрення. Поліпшення режиму зрошення підвищує віддачу добрив, їхня дієвість не знижується навіть у дозах, що дворазово перевищують рекомендовані. За даними В.П. Кириченко (1989), збільшення врожаю зрошуваних культур при подвоєних дозах добрив відносно рекомендованих досягає 20-30%. Що ж стосується коефіцієнта водоспоживання, то порівняно з рекомендованою дозою добрив він знижується в озимій пшениці до 10 %, у цукрового буряка – до 15-20, у кукурудзи на зерно – до 20-30%. Порівняно з неудобреним фоном коефіцієнти водоспоживання знижуються у 1,5-2 рази. Наприклад, у дослідях з цукровим буряком підвищені дози органо-мінеральних добрив підсилювали ефективність зрошення таким чином: при вологості ґрунту на рівні 60 % НВ на 12 %; 70 % НВ – на 20 % і при 80 % НВ – на 26 %.

Дуже цікаві результати одержано в дослідях з вивчення ефективності добрив і способів обробітку ґрунту за різної інтенсивності зрошення цукрового буряка шестипільної бурякової сівозміни і кукурудзи на зерно в кукурудзяно-люцерновій сівозміні (табл. 4.19). Рекомендована доза мінеральних добрив під цукровий буряк становила  $N_{150}P_{100}K_{150}$ , а під кукурудзу –  $N_{90}P_{120}$ .

Приведені дані свідчать, що інтенсифікація режиму зрошення була більш ефективною при вирощуванні кукурудзи на зерно і підвищувалася на удобрених фонах. Так, у варіантах полицевої оранки без добрив приріст врожайності за посиленого режиму зрошення становив: цукрового буряку - 4,2 %, кукурудзи - 5,7 %; у

варіантах рекомендованої дози добрив відповідно 3,5 і 8,0; і у варіантах подвійної дози добрив відповідно 2,5 і 7,1%.

Таблиця 4.19

**Урожайність цукрового буряка і кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту пласту люцерни, доз мінеральних добрив та режиму зрошення, ц/га  
(Миколаївська ОДСГДС, 1981-1986 рр.)**

Спосіб основного обробітку ґрунту	Доза мінеральних добрив	Режим зрошення, % НВ			
		цукрового буряка		кукурудзи на зерно	
		70	80	70	80
Полицева оранка на 25-27 см	без добрив	354	369	56,1	59,3
	рекомендована	576	596	81,0	87,5
	подвоєна	643	659	93,4	100,1
Плоскорізне рихлення на 25-27 см	без добрив	335	365	52,8	56,4
	рекомендована	563	598	76,8	85,6
	подвоєна	629	657	91,3	98,7
Дискування на 10-12 см	без добрив	329	354	51,7	55,8
	рекомендована	557	592	74,9	85,7
	подвоєна	618	654	89,5	97,9

У той же час посилення режиму зрошення з 70 до 80 % НВ робить всі досліджувані способи обробітку ґрунту під цукровий буряк рівнозначними, чого не можна сказати за кукурудзу. Звідси витікає, що заощаджені на мінімалізації основного обробітку ґрунту при вирощуванні цукрового буряка енергоресурси витрачаються на додаткові витрати енергії, пов'язані з інтенсифікацією режиму зрошення. Що стосується реакції кукурудзи на комплекс досліджуваних факторів, то можна відмітити лише послаблення негативної дії мінімалізації обробітку ґрунту за умов використання високих доз мінеральних добрив та інтенсивного режиму зрошення. Подібні закономірності проявляються і по інших культурам сівозміни.

В умовах виробництва оптимальне сполучення факторів зрошення і добрив досить часто порушується, тому проектна врожайність досягається перевитратою нормативних доз добрив або поливної води. Останнє більш небезпечно, тому що призводить до

інтенсивного виснаження родючості ґрунту, погіршення меліоративного стану зрошувальних систем.

Однобічне нарощування доз мінеральних добрив лише до певної межі зменшує коефіцієнт водоспоживання. Це ж відноситься й до окупності добрив. Тому економія поливної води повинна бути тісно узгоджена з економією інших ресурсів, насамперед мінеральних добрив та енергії. З огляду на це, а також в наслідок впровадження інтенсивних технологій, важливе місце в дослідженнях відводимо дробовому внесенню добрив. Так, досліди, проведені в умовах чорноземів південних, показали, що за рахунок дробового внесення добрив, зокрема азотних, не збільшуючи їхньої загальної дози, можна додатково підвищити врожай озимої пшениці на 5-7 ц/га й при цьому зменшити коефіцієнт водоспоживання ще на 10-15 % (В. П. Кириченко, 1991).

Певний інтерес, як елемент вологозберігаючої технології, представляє використання соломи як добрива. Цей прийом виявився ефективним (збільшення врожайності на 4-6 ц/га) у сполученні з підвищеними дозами мінеральних добрив, безполіцевого обробітку ґрунту й включенням у сівозміну проміжних культур, які, як ми вже відзначали, самі по собі зменшують коефіцієнт водоспоживання. Цьому сприяє й солома, що проявляє насамперед дію мульчі. Вона зменшує випари із ґрунту, перешкоджаючи виникненню ґрунтової кірки й змиву ґрунту й добрив. В остаточному підсумку активізує мікробіологічні процеси.

Багаторічні дослідження Миколаївської ОДСТДС - ініціатора широкого впровадження щілювання на півдні України свідчать про те, що даний прийом під культури зрошуваної сівозміни визначає ступінь водопроникності ґрунту, рівномірність розподілу й витрати вологи. Так, при вирощуванні цукрового буряка щілювання збільшило водопроникність ґрунту у 3,7 рази (дані за 8 років). Через 2 години після поливу посівів цієї культури на ділянках із щілюванням ґрунт зволожився на 80-90 см, а без щілин - тільки на 40-60 см. Як результат, при щілюванні запас вологи утримувався більш тривалий період, а витрачався він в основному на транспірацію, не випаровуючись із ґрунту. У середньому за 12 років досліджень збільшення врожаю від щілювання залежно від культури становило 15-22%, економія зрошувальної води в перерахунку на одиницю врожаю - 8-12 %.

Таким чином, наші дослідження показують, що значні резерви економії поливної води пов'язані з удосконаленням структури посівних площ. Саме розроблена структура дозволяє ефективно використати опади й залишкові запаси вологи, оптимально вирішувати проблему сортів і гібридів, брати на озброєння ефективні технологічні прийоми вирощування сільськогосподарських культур. Цей шлях також веде до зниження коефіцієнту водоспоживання й одержанню високих урожаїв при мінімальних витратах зрошувальної води.

Як показує практика зрошуваного землеробства в економії поливної води ще є великі резерви. Так, у зрошуваному землеробстві особлива роль приділяється культурам і сортам інтенсивного типу, здатним добре відзиватися на поливи. До останнього часу до них відносили сорти й культури, що формують високий урожай протягом усього періоду вегетації. Однак такий підхід виключав з високоврожайних сорти й культури з коротким вегетаційним періодом, хоча саме їм належить пальма першості щодо продуктивності за одиницю часу, до того ж вони відрізняються й більш посиленими темпами водоспоживання, що скорочують непродуктивні витрати вологи на випар.

## РОЗДІЛ 5

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

За останнє сторіччя середньодобова температура підвищилась на 1°C, а холодного періоду на 2°C. Тенденція потепління, почалась на початку 80-х років минулого сторіччя і зберігається до тепер.

По прийнятим в світі сценаріям, як правило, це англійському і американському, зміни кліматичних умов на землі в найближчі 20 років в зв'язку з нарощуванням в атмосфері кількості вуглекислого газу, середньорічна температура в Україні буде підвищуватись на 1-1,5°C (рис. 5.1).

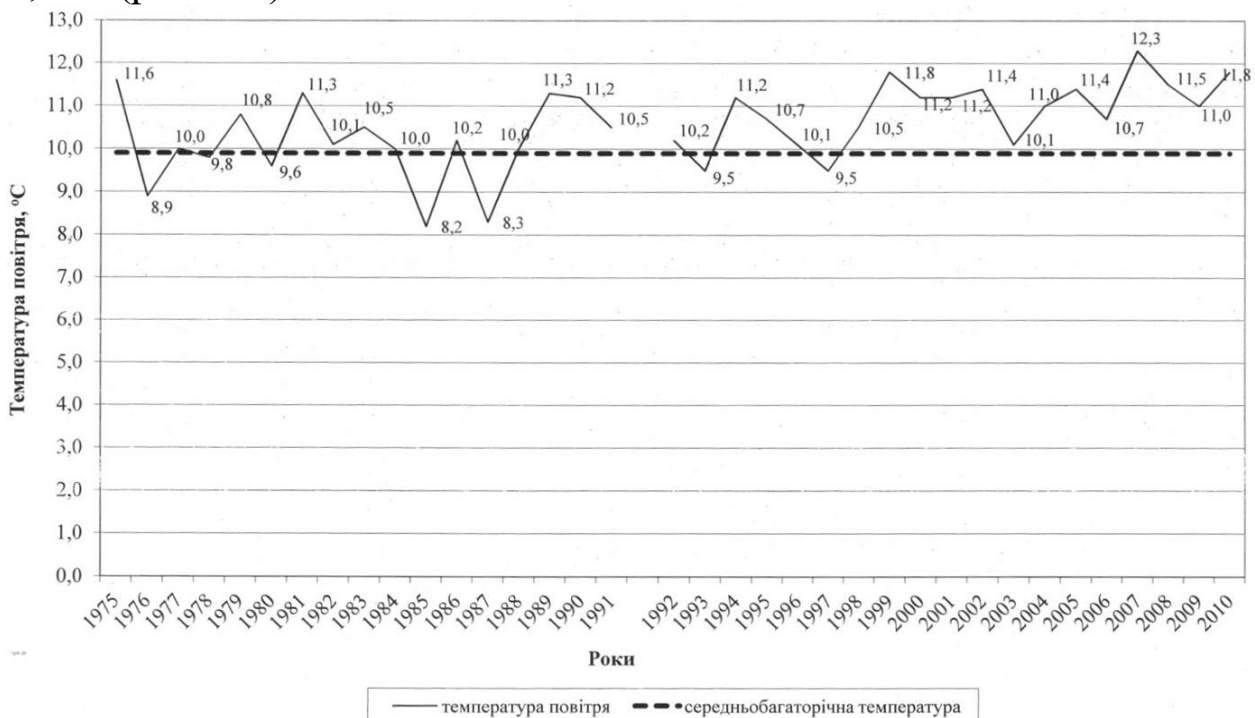


Рис. 5.1. Зміна середньорічних показників температури повітря відносно середньобаторічних показників °C (дані Бехтерської метеостанції Херсонської області)

На природу і клімат України це вплине таким чином - сніг в нашій країні стане великою рідкістю. Бездошові періоди збільшаться, опади будуть зливого характеру, їх випадє більше порівняно з минулим періодом за даними Бехтерської метеостанції Херсонської області. В той же час спостерігаються такі явища, як вода на полях, але такий ефективний агроприйом, як щілювання ґрунтів не застосовується (рис. 5.2).

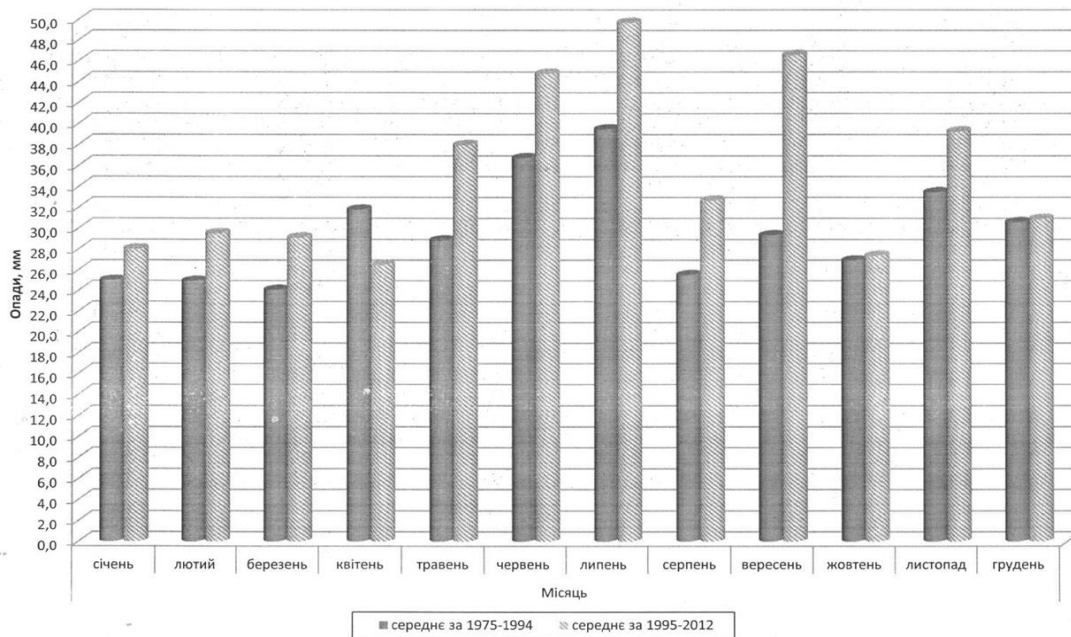


Рис. 5.2. Опади за період 1975-2012 рр. (дані Бехтерської метеостанції Херсонської області)

Температура повітря є одним із головних чинників розвитку агрофітоценозів. Підвищення її внаслідок глобального потепління веде до прискорення накопичення кількості тепла ефективних температур для проходження фаз розвитку рослин, скорочуються міжфазні періоди сільськогосподарських культур. Збирання посівних культур стає більш раннім, що створює умови вирощування кормових культур не тільки на зелений корм, а й на зерно на регульованих агрофонах.

Проведені нами аналізи показують, що пізні зернові, кормові культури для формування урожаю використовують далеко не повністю, а деякі всього лише на одну третину, суми ефективних температур і сонячної радіації півдня України.

Сума ефективних температур дозволяє одержувати другий урожай після озимої пшениці зібраної на зерно, ранньостиглих гібридів кукурудзи. Теплозабезпеченість Херсонської області дозволяє одержання трьох урожаїв кормових і двох урожаїв зернових культур. Кукурудза на зерно і цукровий буряк в наших умовах пізні і високопродуктивні культури використовують для формування урожаю 72-81% загальної суми ефективних температур. Вище 5°C багатоконпонентні суміші на з/к за 60-65 днів вегетації використовують лише четверту частину суми ефективних температур. При цьому в першій половині року ці фактори використовуються краще, а в другій більша кількість сонячної

радіації, тепла, і вологи пропадає марно в повній мірі не використовується поливна вода зрошуваних систем. На таких землях після збору врожаю ростуть бур'яни, втрачається залишкова волога після вирощування основної культури, розвивається ерозія ґрунтів.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що період з середньодобовою температурою повітря вище 5°C починається з березня і закінчується в листопаді. Період з середньодобовою температурою вище 10°C настає з 15-19 квітня, завершується 16 жовтня. Середньодобова температура повітря складає 9,9-10,8°C. Абсолютний річний максимум досягає максимальної температури в липні-серпні. Максимальна температура на поверхні ґрунту в денні часи за рік складає 22-25°C, досягається максимальна температура в липні 45°C і більше.

Знаючи біологічні особливості культури, потреби рослин в сумі ефективних температур згідно ізотерми можна провести мікрорайонування культур не тільки по екологічним зонам, але і по рельєфу місцевості визначивши агрокліматичні райони можливого одержання до 2-3 урожаїв за рік, і за диференційованого підходу до конструювання для цих цілей агрофітоценозів. Ці безцінні природні багатства можливо і необхідно використовувати на регульованих агрофонах більш ефективно.

На сучасному етапі розвитку землеробства важливими науковими й практичними проблемами є: розробка науково-обґрунтованих сівозміни, конструювання нових агрофітоценозів, створення нових форм рослин, які б дозволили протягом усього періоду вегетації створити зелене поле, умови, щоб зелені рослини мали можливість акумулювати сонячну радіацію й накопичували якомога більше біомаси, яку в подальшому можна перетворити в інші види енергії.

На початку глобального потепління з 1980 року на Миколаївській державній дослідній сільськогосподарській станції проведені стаціонарні дослідження направлені на подальшу інтенсифікацію вирощування сільськогосподарських культур в системі нової концепції землеробства. Складовими елементами якої є: спеціалізовані коротко ротацийні сівозміни з максимальним використанням переваг раціонального чередування культур, ґрунтозахисних енергозберігаючих технологій обробки ґрунту, високоефективне використання агрокліматичного потенціалу.



Умови Миколаївської державної дослідної сільськогосподарської станції типові для зони південних регіонів. Досліди проводилися в стаціонарних короткоротаційних сівозмінах (табл. 5.1). За контроль для сівозмін приймали беззмінні посіви озимої пшениці.

Таблиця 5.1

**Схема досліджуваних сівозмін**

Сівозміни	Поля сівозмін					
	1	2	3	4	5	6
I	Яровий ячмінь +люцерна	Люцерна	Люцерна	Цукровий буряк	Соя	Цукровий буряк
II	Озима пшениця з підсівом люцерни	Люцерна	Люцерна	Люцерна на 1 укіс+кукуруд за МВС+соя	Озима пшениця +кукурудза МВС	Озима пшениця+ кукурудза МВС
III	Озима пшениця+просо з підсівом люцерни	Люцерна	Люцерна	Озима пшениця+ просо	Озима пшениця+ грачиха	Озимий ячмінь+ просо
IV	Горох+ просо	Озима пшениця +грачиха	Озима пшениця +грачиха	Горох+просо	Озимий ячмінь+ просо	Кукурудза на зерно
V	Тритикале з вікою на з/к +кукурудза на з/к з підсівом люцерни	Люцерна	Люцерна	Люцерна на 1 укіс+ кукурудза МВС+соя	Озима пшениця з вікою на з/к+кукурудз а МВС з соєю	Озиме жито з вікою з/к+кукурудза МВС з соєю
VI	Озима пшениця з вікою на з/к з еспарцетом Беззмінні посіви озимої пшениці	Еспарцет на 1 укіс+ кукурудза МВС з соєю	Озима рож з вікою+ кукурудза МВС з соєю	Багатокомпон ентні суміші+ кукурудза на з/к з еспарцетом	Еспарцет на 1 укіс+ кукурудза МВС з соєю	Озиме жито з вікою з/к+кукурудза МВС з соєю

В системі агроприймів, рекомендованих для півдня України в вивчаємих сівозмінах застосовували внесення доз за ротацією гіпсу і органічних добрив із розрахунку 10т/га, і щілювання ґрунту на глибину більше 40 см. Схема досліду складалась із відвального і без відвального обробітку ґрунту, рекомендованих і подвійних доз мінеральних і органічних добрив. Ця схема дозволила вивчити вплив головних факторів і їх взаємодію на продуктивність культур сівозмін і в цілому на родючість ґрунту.

Дослідження проводилися за допомогою агрофізичного, агрохімічного аналізів ґрунту з урахуванням забур'яненості посівів, фенологічних спостережень за рослинами і їх продуктивність, спостереження за розвитком кореневої системи. Якість продукції

визначали в Миколаївській обласній лабораторії хімізації. Досліди проведені в чотирикратній повторності з площею посівної ділянки 250-400 м<sup>2</sup>, а облікової – 100-120 м<sup>2</sup>. Досліди також проводили в двопільній сівозміні:

- Зернобобова : 1 поле – озима пшениця+еспарцет;  
2 поле – еспарцет на один укіс+кукурудза на зерно.  
Зернова: 1 поле – озима пшениця+кукурудза на зерно;  
2 поле – соя +кукурудза на зерно.

Досліджувані шестипільні сівозміни.

На зрошуваних землях в основному вирощують люцерну, кукурудзу на зерно, озиму пшеницю, ячмінь, цукровий буряк, сою та інші культури. Всі ці культури є складовими частинами запропонованої нами сівозміни. При цьому в сівозмінах максимально використовуються переваги раціонального чередування культур: висівають зернові в основних посівах після бобових культур і обов'язкового чередування культури з глибоко проникаючою кореневою системою (кукурудза, соя, люцерна, еспарцет) і з неглибоко проникаючою системою (зернові культури). Науково обґрунтоване чередування культур в інтенсивних сівозмінах визначають рівень інтенсифікації виробництва, строки і об'єми робіт, послідовність в їх застосуванні.

Результати наших досліджень показали, що найбільш продуктивною культурою є цукровий буряк, по попереднику – соя, в середньому за ротацію сівозміни забезпечив урожай 297 ц/га сухої маси кормів і гички (максимальної біомаси 344 ц/га одержано в 1985 році) і мінімальний (288 ц/га в 1983 році) ККД ФАР цукрового буряка на протязі ротації мінявся від 1,9 до 3,9 і в середньому за ротацію склав 2,7%. Цукровий буряк забезпечив самий високий вихід кормових одиниць – 230,2 ц/га.

Другою культурою по продуктивності є кукурудза на зерно. Середній врожай за ротацією сухого зерна склав більше 90 т/га, стебел – 176 ц. ККД ФАР мінявся від 1,9 до 3,2 і в середньому склав 2,5%. Люцерна забезпечувала високі врожаї високоякісної сухої маси, багаті перевареним протеїном, відповідно 16,7 і 24,4 ц/га в середньому за ротацію. Високі показники за ротацію по вмісту білка з гектара забезпечують посіви сої – 11,7 ц/га.

Урожайність люцерни при зрошенні досить стабільна. В середньому за ротацію вона складала: зеленої маси – 675 ц/га. Найбільше продуктивні посіви люцерни другого року. При цьому

слід відмітити, що найбільш високі збори одержані за перший і другий укіс – 65-70% урожаю, а потім урожайність по укосам різко знижується, що визвано біологічними особливостями цієї культури. Коливання показників урожаю люцерни по рокам обумовлено не сприятливими умовами, які впливають на них під час збирання урожаю.

Дослідження на Миколаївській сільськогосподарській дослідній станції показали, що сонячна енергія не являється обмежуючим фактором урожаю вирощуваних культур як в основних, так і проміжних посівах.

Велике значення в підвищенні урожайності сільськогосподарських культур має підвищення коефіцієнта використання ФАР і в першу чергу за рахунок збільшення фотосинтетичного потенціалу. Важливе значення має оптимальна густота стояння рослин, а також використання ущільнених посівів, що зможе збільшувати площу фотосинтетичної поверхні і створює умови для довгого перебування їх в активному стані. Агротехнічними прийомами збільшується густота стояння і ущільнення посівів є оптимізація умов вирощування і перш за все водного і поживного режимів, що в умовах зрошення позитивно впливає на рослини. Так, в умовах зрошення при довжині вегетаційного періоду 210-240 днів і приходу ФАР 4,4-4,6 лир/кКл/га, що відповідає умовам півдня України, уже розроблена відповідна технологія вирощування культур в основних і проміжних посівах, яка дозволяє збільшити густоту стояння рослин за рахунок ущільнення посівів і тим самим збільшити площу листової поверхні в 2 рази, а в окремих випадках і в 4-5 разів (Лимар А.О. 1972 р.; Листопадов Т.Е., 1978 р.).

Щорічно такі посіви при використанні всього вегетаційного періода основними і проміжними культурами забезпечували більше 800-900 ц/га зеленої маси, що на 200 ц/га більше чим люцерна, яку також використовували весь вегетаційний період. Тому слід приділити увагу факторам, які збільшують фотосинтетичний потенціал посівів і відповідно збільшують ККД ФАР до 3% і більше, що в умовах зрошення можливо. Таким чином теплові і енергетичні ресурси півдня України забезпечують можливість одержання гарантовано високих урожаїв всіх культур зростаючих в регіоні, включаючи і пізні (кукурудза, сорго, соя та ін.).

Наші дослідження показали, що в інтенсивному землеробстві велика роль культур з довгим вегетаційним періодом (цукровий буряк, кукурудза на зерно). Тривалість використання пашні також зростає при насиченості культурами довготривалого використання (люцерна), а також при одержанні двох урожаїв при поєднанні основного і проміжного посіву культур (озима пшениця, озимий ячмінь на зерно і пожнивні посіви; озимі на з/к і посіви кукурудзи і використовують підсиви посівів люцерни). Багатокомпонентні суміші ( посіви редьки олійної, суріпки, ярого ріпаку) при ранньому посіві формують урожай до 350 ц/га. Завдяки короткому періоду вегетації (50-68 днів) ці посіви можуть служити в якості ранньої або пізньої проміжної культури.

В природі ґрунт ні одного дня не буває без зеленого покриву, органічних речовин, кисню та ін. На сільськогосподарських угіддях ґрунт довгий час не має покриву. Весною не зразу наступає фізична стиглість ґрунту, що затримує час її обробітку і посіву, потім очищення сходів. Поля пустують і осінню після збору врожаю.

Перед сільським господарством на науковій основі максимально використовується біокліматичний потенціал в зв'язку зі створенням агросистем з покращенням структури біопродукції. Враховуючи це, на основі біологічних вимог культур і агрокліматичних ресурсів півдня України, нами складений графік посівів сільськогосподарських культур в основних і проміжних посівах. Цей графік дає можливість агроному господарства, фермеру ефективно використовувати весь вегетаційний період, а по окремих площах добитись і цілорічного використання пашні, наближуючись до природніх ландшафтів по використанню енергії сонячного спектра.

Аналіз одержаних даних дозволяє розділити культури на три групи згідно черговості їх висіву і довжині вегетаційного періоду. До першої групи віднесені культури основного строку використання, перед якими можна вирощувати проміжні культури: кукурудза, сорго, просо, грачиха, соя та ін. До другої групи – культури основного строку використання, після яких можна висівати озимі і ранні ярові культури на зелену масу і зерно, зернобобові суміші, ранні овочі. До третьої групи відносяться такі культури, як багаторічні трави, які дають декілька укосів, цукровий буряк і підсівні культури. Особливість культур даної групи полягає в тому, що вони найбільш раціонально використовують вегетаційний період.

Досвід використання зрошуваних земель показує, що при наявності в структурі посівів тільки культур основних строків посіву на 30% не використовується енергетичних ресурсів вегетаційного періоду для вирощування урожаю. Застосування проміжних посівів на зерно і корм сприяє більш повному використанню вегетаційного періоду. Гнучкість структури посівів на зрошуваній пашні обумовлює включення в неї ранніх, пізніх ярових, озимих культур і багаторічних трав дозволяє на 50% і більше відводити пашні під проміжні культури.

Слід відмітити, що надмірна насиченість сівозміни проміжними культурами першої і другої груп може призвести навіть до екологічної недоцільності. Інтенсивно накопичують вегетативну масу при цьому на 20 і більше процентів, скорочує довжину вегетаційного періоду як окремих фаз розвитку, так і всього вегетаційного періоду (П.Д. Шевченко, 1958 р.). Така біологічна особливість кукурудзи дозволяє формувати в пожнивних посівах не тільки зелену масу, але при відповідній агротехніці і підборі гібридів початки повної стиглості. Все це необхідно враховувати при визначенні строків посіву проміжних культур.

В умовах інтенсифікації зрошуваного землеробства, спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва зростає роль проміжних посівів. Їх застосування дозволяє ефективно використати родючість ґрунту. Структура втрат ФАР вегетаційного періоду включає втрати невикористаного періоду вегетації і втрати при проведенні агротехнічних робіт.

Якщо перший вид втрат можна звести до мінімуму за рахунок відповідного підбора культур, то другий вид – за рахунок умілої організації роботи, скорочення строків збору врожаю і підготовки ґрунту під посіви за рахунок застосування більш удосконаленої сільськогосподарської техніки. Особливо важливо при вирощуванні пожнивних культур не допускати великого розриву між збиранням врожаю і посівами.

Довжина вегетаційного періоду і середньодобових температур значно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Наприклад, при ранніх строках посіву накльовування насіння і поява сходів проходять при температурі близькій до біологічного нуля, обумовлені частими затримками в рості та розвитку рослин, що призводить до подовження між фазних періодів. При пізніх строках посіву відбувається прискорення росту й розвитку рослин тоді, коли

набирається необхідна сума активних температур за більш короткий період часу (табл. 5.2). Таким чином, сума середньодобових біологічно активних температур являється стабільним показником для вегетаційного періоду, що знайшло підтвердження і в експериментативних дослідженнях, в тому числі по культурі кукурудза (Н.І. Володарський, 1975 р.).

Таблиця 5.2

**Індекс використання пашні і енергетичних ресурсів експериментальних сівозмінах за 1980-1985 рр.**

№ сівозміни	Співвідношення зернових та кормових культур в основних посівах, %	Число полів з проміжними культурами	Індекс використання	
			Пашні	ФАР
I	Зернові-17, Кормові-33, Технічні-50	0	1,0	0,973
II	Зернові -50, Кормові-50	3	1,5	0,956
III	Зернові -67, Кормові-33	4	1,7	0,934
IV	Зернові -100, Кормові-0	4	1,7	0,926
V	Зернові -0, Кормові-100	6	2,0	0,880

В експериментальних дослідженнях проведених в режимі польових модельних і стаціонарних дослідах Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції розташованій на її території Жовтневої зрошуваної сортовипробуваної ділянки, установлені строки посіву і довжина вегетаційного періоду. У проса і грачихи прискорення розвитку проходить в липневі строки посіву, а у кукурудзи на зерно – при посіві в червні.

На відміну від весняних проміжних посівів ріст і розвиток в пожнивному посіві припадає на другу половину літа-початок осені. В цей час період проходить зворотній часовий хід метеорологічних умов порівняно з весняними посівами, коли в наявний період відмічаються більш високі температури повітря в ґрунті, чим в більш пізні строки розвитку. Кукурудза як культура короткого дня, в пожнивних посівах інтенсивно накопичує вегетативну масу при цьому на 20% і більше скорочує довжину як окремих фаз розвитку, так і вегетативного періоду (П.Д. Шевченко). Така біологічна особливість кукурудзи дозволяє формувати в пожнивних посівах не

тільки високі врожаї зеленої маси, але при відповідній агротехніці і підборі гібридів, початки які досягають повної стиглості. Все це необхідно враховувати при визначенні строків посіву проміжних культур.

В умовах інтенсифікації зрошеного землеробства, спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва виростає роль проміжних посівів. Їх застосування дозволяє ефективно використовувати родючість земель, сонячну енергію, органічні і мінеральні добрива, поливну воду і без розширення площі пашні збільшити виробництво кормових одиниць з гектара сівозмінної площі на 21-35 ц/га (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Структура посівних площ і продуктивність шестипільних сівозмін залежно від вкладу проміжних посівів (ВПП, %) за 1981-1986 рр.**

№	Сівозміна	Структура посівних площ				Вихід з 1 га пашні, ц					
		Зернових	Цукрового буряка	Кормових	В т. ч. проміжкових	Зерна	ВПП %	Кормів одиниць	ВПП %	Перевар протеїн	ВПП %
I	Плодозмінні з буряком	17	33	33	0	11,4	0	154,2	0	17,2	0
II	Зерно кормові	50	-	50	50	31	0	152,7	32	20,7	28
III	Зернотрав'яні	67	-	33	67	49	24	122,7	21	15,0	13
IV	Зернові	100	-	-	83	68	23	116,9	22	9,3	18
V	Кормові	-	-	100	67	0	0	161,3	26	22,9	25
VI	Кормові	-	-	100	100	0	0	171,6	35	19,6	39

Поряд з цим проміжні посіви не тільки підвищують обсяги продуктивності гектара пашні, але і знижують ґрунтовтомність, як би подовжуючи ротацію сівозміни, що дозволяє провести її вузьку спеціалізацію.

У досліджуваних сівозмінах обмеженим набором культур проміжні посіви сприяють поповненню втрачених елементів родючості, продовжуючи активний вплив на ґрунт. Значний вплив на продуктивність рослин люцерни надає покривна культура, особливо по виходу кормових озимих і перевареного протеїну. Кращою покривною культурою є посіви кукурудзи на зелений корм.

Інтенсивне використання зрошуваних земель в умовах півдня України ефективно тільки при вирощуванні сільськогосподарських

культур на протязі всього вегетаційного періоду. Тому одним із основних принципів побудови сівозміни на зрошуваних землях є правильний набір і підбір основних і проміжних культур на одному полі.

Одною із принципіальних сторін побудови вузькоспеціалізованих сівозмін є насиченість їх основними культурами: кукурудзою, соєю, озимою пшеницею, люцерною. Насичення сівозмін основною культурою вигідно до тих пір, поки збільшення її долі в структурі посівних площ не приносить зниження валових зборів з одиниці площі.

В сільськогосподарському виробництві нема і не може бути єдиних рецептів по вибору структури посіву площ. При установленому порядку чергуванні культур не можна виходити із якогось одного принципу, а необхідно урегульовувати всі фактори.

Особливої уваги заслуговує використання в інтенсивних сівозмінах пласту і оборону пласту, від яких залежить продуктивність останньої. Для зменшення витрат часу вегетаційного періоду і більш ефективного використання ґрунтових ресурсів необхідний більш уважний підбір культур. Ефективно в цьому зв'язку розмістити по пласту високопродуктивні довго вегетаційні культури (кукурудза на зерно), а також основних і проміжних посівів (люцерна на 1 укіс, поукісної кукурудзи МВС і озимої пшениці на зерно з пожнивними посівами кукурудзи на з/к).

Високий коефіцієнт корисного використання вегетаційного періоду і продуктивності досягається при ротації по пласту і обороту пласта довго вегетаційними культурами: кукурудза на зерно, сої, цукровий буряк. Найбільш високоефективне поєднання основних і проміжних посівів: люцерни на 1 укіс+поукісно кукурудзи МВС з соєю і озима пшениця на зерно+пожнивний посів кукурудзи на з/к (за два роки вихід продукції з гектара пашні склав 390.5 ц. к ц. і 38.8 ц протеїну). В той же час найбільш ефективними виявилися розміщення посівів озимої пшениці на зерно по пласту і обороту пласта з проміжними посівами проса і гречихи на зерно.

Ефективно використовується пашня і вегетаційний період, коли в якості проміжної культури в ланці виступає еспарцет. При цьому ґрунт збагачується органічними речовинами за рахунок кормових і пожнивних залишків. Посів озимої пшениці на зерно, або озимих на зелений корм з вікою дозволяє провести поукісні, або пожнивні посіви кукурудзи на корм з підсівами еспарцету, а на наступний рік



використати еспарцет на 1 укiс i укiс кукурудзи МВС з соєю. За нашими даними 1980-1986 рокiв продуктивнiсть гектара пашнi такої сiвозмiни склав 162.0 ц кормових одиниць з гектара сiвозмiни площi i 20.6 ц перетравного протеїну. В цих умовах добре себе показали посiви еспарцету, як промiжної культури пiсля збирання озимих культур перед посiвами кукурудзи. Еспарцет ефективно використовує час з серпня попереднього року i перед початком травня поточного року. Однак сiввiдношення вiдчужених i тих, що поступили в ґрунт, бiомаса коливається в широких межах. Краще живлення рослин впливає на збiльшення основної продукцiї, яка i пiддається вiдчуженню при збираннi культур. При цьому зi збiльшенням урожайностi культури залишається в ґрунті бiльше рослинних залишкiв (Зубенко В.Ф. 1969 р.). Цей висновок сiвпадає з нашими результатами.

При внесеннi подвiйної дози добрив до рекомендованої для господарств України в ґрунт надходить залежно вiд сiльськогосподарських культур бiльше кореневих i пожнивних залишкiв (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Кiлькiсть поживно-кореневих залишкiв сiвозмiни с.-г. культур, ц/га сухої маси**

Культури сiвозмiни	Поживнi кореневi залишки ц/га в шарi 0-30 см.	
	регульована доза добрив	двiйна доза добрив до регульованого
Люцерна	121,3	128,4
Еспарцет	64,7	67,4
Кукурудза МВС з соєю	65,6	69,6
Кукурудза на корм	52,7	57,1
Багатокомпонентнi сумiшi	35,6	37,8
Озима пшениця	66,5	69,4
Озимий ячмiнь	54,6	57,4
Яровий ячмiнь	41,4	45,2
Горох	31,3	33,2
Просо	21,7	25,0
Соя	28,2	29,0
Гречiха	14,9	18,3
Озима пшениця на зерно з викою	60,8	62,7
Цукровий буряк	23,4	25,5
Кукурудза на зерно	67,3	70,4
Озиме жито на зерно з викою	59,7	61,5

Вивчення рiзних способiв обробки ґрунту (полицевий i безполицевий, глибину обробки шару ґрунту) не виявило суттєвої

різниці. Джерелом поживних органічних речовин в ґрунті є високопродуктивні проміжні посіви. При вирощуванні двох урожаїв на рік в ґрунт надходить в 1.4-2.2 рази більше органічних речовин, чим при вирощуванні одного врожаю.

Розміри втрат гумусу ґрунтом визначаються біологічними особливостями культур в результаті більшого викоса елементів живлення із ґрунту. Невеликої кількості в ґрунті залишається рослинно-коренових і поживних залишків та інтенсивна обробка ґрунту в період вегетації рослин знижує кількість гумусу в ґрунті. Так, після кукурудзи на зерно, цукрових буряків, рослинних залишків в ґрунті залишається в 1,5-5,2 рази менше, чим після багаторічних трав (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Надходження в ґрунт органічних речовин від основних і проміжних культур ц/га повної сухої маси (середнє 1984-1988)**

Основна+проміжна культура	Кількість поживно-коренових залишків ц/га рекомендованих доз добрив	Кількість поживно-коренових залишків ц/га розрахункових доз добрив до рекомендованого
Озима пшениця	66,5	69,1
Озима пшениця+кукурудза на корм	119,2	126,2
Озима пшениця+просо	88,2	94,1
Озима пшениця+гречиха	81,4	87,6
Еспарцет+кукурудза МВС	130,3	137,0

Просапні культури в режимі більшого виносу елементів живлення із ґрунту, мало залишають рослинних залишків. Вплив коренових і некоренових залишків сільськогосподарських культур на врожай в сівозміні, визначається не тільки кількістю органічних речовин, але головним чином в них легкодоступних елементів живлення і перш за все азоту. Тому найбільше впливають на урожайність пост сидеральних культур кореневі залишки бобових, в яких утримується більше 2% азоту.

Встановлено, що в сівозмінах з бобовими та багаторічними травами за відсутністю просапних культур, створюються кращі умови для накопичення гумусу. Збільшення у сівозміні відсотка просапних культур приведе до зниження кількості гумусу. В наших

дослідах знизилось накопичення гумусу в основному від просапних культур. Динаміка накопичення гумусу (78,8%) і системи добрива (20,9%). Всі сівозміни мали позитивний баланс гумусу з максимум в сівозмінах II, V і VI. Накопичилось менше гумусу в сівозміні №I. Об'єктивно 50 % його використання внесеними під просапними культурами. Ще менше гумусу накопичилось в IV сівозміні.

*Приклад визначення індексу використання енергетичних ресурсів в інтенсивній сівозміні. Миколаївським ДДГСГОС. Рік 1983. Сівозміна №4.*

Відновлення вегетації (перехід температури через 5°C) 24 березня.

Накопичення суми ФАР на цю дату 280 МДж м<sup>-2</sup>.

Закінчення вегетації – 12 листопада.

Накопичення суми ФАР на цю дату – 2290 МДж м<sup>-2</sup>.

Прихід ФАР за вегетаційний період  $Q_{вп}^{СТ} = 2010$  МДж м<sup>-2</sup>.

№ поля	Поля сівозміни					
	1	2	3	4	5	6
Культури	Горох. Просо. Озимий ячмінь	Озимий ячмінь. Просо	Кукурудза на зерно	Горох. Просо. Озима пшениця	Озима пшениця. Просо. Озимий ячмінь	Озимий ячмінь. Гречка
Дата I-го посіву	17.03	–	27.04	17.03	–	–
Накопичена сума ФАР	240	–	555	240	–	–
Перший врожай У1. Дата жнив	25.06	22.06	25.09	25.09	28.06	22.06
Сума ФАР	1200	1158	2070	1200	1237	1158
Використана $Q_i$ / 1 /	960	918	1515	960	997	918
Дата 2-го посіву	7.07	7.07	–	8.07	8.07	7.07
Накопичена сума ФАР	1328	1328	–	1340	1340	1328
Другий врожай У2 Дата жнив	26.09	26.09	–	27.09	27.09	27.09
Накопичена сума ФАР	2080	2080	–	2090	2090	2090
Використана $Q_i$ / 2 /	752	752	–	750	750	750
Дата 3-го посіву	27.09	–	–	27.09	27.09	–
Накопичена сума ФАР	2090	–	–	2090	2090	–
Використана $Q_i$ / 3 /	200	–	–	200	200	–
$Q_i/1/+ Q_i/2/+$ $Q_i/3/$	1912	1670	1515	1910	1947	1668
ІВЕР, %	95,0	83,1	75,4	95,0	96,8	83,0

Підвищення індексу використання енергетичних ресурсів в зрошуваних сівозмінах велике значення мають посіви озимих на зелений корм в сумішках з ріпаком і викою, озимої пшениці на зерно.

Вони дозволяють ефективно використовувати енергетичні ресурси осені і весни, звільняючи рано поля для посівів післяжнивних посівів, а також культури з довгим вегетаційним періодом (кукурудза на зерно, соя, цукровий буряк).

Значення ІВЕР, наприклад для кукурудзи –74-76%, цукрового буряка – до 96%.

Важливе значення має облік енергетичних ресурсів при отриманні програмованих врожаїв зрошуваних культур.

Першим кроком при програмуванні врожаю сільськогосподарських культур виявляється виявлення потенційної можливості вирощування в конкретному регіоні сортів даної культури. Це завдання агрокліматичного районування. Для вирішення необхідно з'ясувати, чи випадково не виявляється який-небудь із не регульованих факторів життєдіяльності (ресурси сонячної радіації і тепла) лімітуючими. Вирішення цього завдання розглянуто раніше.

Другим кроком виявляється встановлення потенційної можливості даної культури, характеристикою якої може бути біологічний або потенційний Уп визначається потенційною ККД ФАР ηп і реальним приходом ФАР при оптимальних значеннях інших кліматичних величин (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

**Визначення індексу використання енергетичних ресурсів і ККД ФАР в посівах інтенсивного типу.**

№ поля	Культура	Дата		Q <sub>ф</sub> МДж/ (м <sup>2</sup> х пер.)					
		посів	збір	На дату посіву	На дату збору	Використано рослинами	Суха речовина кг/м <sup>2</sup>	η %	ІВЕР
1	Горох	17III	25VI	240	1200	960	0,64	1,12	48
	Просо	7 VII	26IX	1328	2080	752	0,41	0,91	38
	Озимий ячмінь	27IX	–	2090	–	200	–	–	10
	ВП	–	–	–	–	1912	1,05	0,88	96
2	Кукурудза на зерно	27IV	25IX	555	2070	1515	2,0	2,21	75
	ВП	–	–	–	–	–	–	1,67	75

Слід звернути увагу на те, що вегетаційний період сільськогосподарських культур набагато менший потенційного періоду засвоєння сонячної радіації. Наприклад посіви цукрового буряка, розпочинають інтенсивно використовувати ФАР тільки в червні, а озимі культури з квітня по червень. Цим і пояснюється відносно малий коефіцієнт використання ККД ФАР в цілому за вегетаційний період.

Наведемо ще приклад розрахунку потенційно можливого врожаю зерна кукурудзи при оптимальному зволоженні ґрунту і оптимальних дозах мінеральних добрив. Потенційний ККД ФАР для таких умов, відповідно до Х.Г. Томінг (1984), в середньому складає 3,5 %. Визначенням врожайності сухої фітомаси  $U_m$  і зерна  $U_z$  для різних груп стиглості кукурудзи. Енергетична потреба цих груп стиглості має наступні значення для різних сортів  $P_f = 1.261$ , середньостиглих – 1353; середньопізніх – 1400 і пізніх – 1513 МДж/м<sup>2</sup>. Тоді врожай сухої маси буде дорівнювати:

Рані сорти:

$$U_m = \frac{1261 \times 3,5}{16,67 \times 100} = 2,65 \text{ кг/м}^2 = 265 \text{ ц/га}$$

Середньостиглі:

$$U_m = \frac{1335 \times 3,5}{16,67 \times 100} = 2,85 \text{ кг/м}^2 = 285 \text{ ц/га}$$

Середньопізні:

$$U_m = \frac{1440 \times 3,5}{16,67 \times 100} = 2,94 \text{ кг/м}^2 = 294 \text{ ц/га}$$

Пізньостиглі:

$$U_m = \frac{1513 \times 3,5}{16,67 \times 100} = 3,18 \text{ кг/м}^2 = 318 \text{ ц/га}$$

Щоб отримати врожай зерна при  $R = 0,14$  необхідно  $U_m$  помножити на  $(1+R)$  і на значення  $R_{хоз}$ . Дослідження показали, що  $R_{хоз}$  залежить від врожаю фітомаси і у співвідношенні з отриманими значеннями  $U_m$  для ранньої групи стиглості – 0,37, для середньої – 0,35 і для пізніх сортів – 0,33.

Тоді врожай зерна кукурудзи при стандартній вологості і ККД ФАР  $\eta = 3,5\%$  буде дорівнювати:

$$\text{Рані сорти} - U_z = U_m R_{хоз} (1+R) = 265 \times 1,14 = 122 \text{ ц/га,}$$

$$\text{Середньостиглі сорти} - U_z = 285 \times 0,35 \times 1,4 = 114 \text{ ц/га,}$$

$$\text{Середньопізні сорти} - U_z = 294 \times 0,35 \times 1,4 = 117 \text{ ц/га,}$$

$$\text{Пізні сорти} - U_z = 3,18 \times 0,35 \times 1,4 = 120 \text{ ц/га.}$$

Приведені розрахунки показали, що всі групи стиглості кукурудзи при оптимумі зволоження і мінерального живлення дозволяють отримати врожаї зерна, які перевищують 100 ц/га. Відповідно, програмування врожаю зерна кукурудзи 100 ц/га в умовах зрошення на території України – реальна віддача при створенні оптимальних умов її вирощування.

Окрім ККД посівів, розрахованого по загальному врожаю біомаси, використовується також господарський ККД  $\eta_{\text{госп}}$ , який визначають по врожаю сухої біомаси господарсько-корисних органів Ухоз (зерна, коренеплодів та ін.) або господарсько-корисних речовин/білків, цукрів, жирів, перетравлюваного протеїну і та ін.

$$\eta_{\text{госп}} = \times 100\%$$

Коефіцієнти  $\eta_{\text{госп}}$  і  $\eta_Q$  пов'язані співвідношенням:

$$\eta_{\text{госп}} = \times K_{\text{госп}} \times \eta_Q$$

звідси  $\lambda_{\text{госп}}$  – масова кількість тепла під час згоряння (калорійність) господарської корисної продукції,  $K_{\text{госп}} = U_{\text{госп}}/U_{\text{б}}$  – коефіцієнт господарського виходу продукції.

Поряд з коефіцієнтом корисної дії, ефективність використання сонячної радіації посівами сільськогосподарських культур може характеризуватися коефіцієнтами енергоспоживання, представляють собою величини, кількісно рівні кількості сонячної радіації (яка поступає на посів або споживається ним), який припадає на одиницю продукції (МДж/кг), утвореної даної сільськогосподарською культурою в конкретно сформованих умовах вирощування за певний період розвитку.

Для визначення поглинання за ВП ФАР необхідно, окрім інформації про динаміку приходу ФАР у вигляді добових сум, мати дані про динаміку коефіцієнтів поглинання ФАР посівами. Останнє пов'язане зі значними труднощами і не завжди здійсненне, в наслідок чого ми обмежились розглядом: ККД посівів по надходженню ФАР, значення якого можна визначити і при відсутності актинометричних спостережень в місці проведення дослідів, В такому випадку прихід ВП (або його частина) ФАР може бути визначена побічним шляхом.

Прихід за ВП ФАР (ст. посіву по повній стиглості або за другої між фазний період) можливо бути прийнята рівної енергетичної необхідності даної культури. Дані про ці величини приведені, в таблиці 84. Другий шлях визначення  $Q_{\text{вп}}$  полягає у використанні накопичувальної кривої ФАР. Її визначення залежить від накопичувальної кривої ФАР Н.І. Госса (1986).

Для визначення значення ККД посівів важливе значення має масова теплота згорання  $\lambda$  – калорійність.

Його експериментальне визначення досить ускладнене. Тому обмежимося розглядом і використанням літературних даних огляд яких наведено Г.Х. Толинчем (1984). Значення  $\lambda$  речовин, які входять у склад рослинної маси, отриманий японськими авторами Окубо, Ойсумі і Хошино (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Масова теплота згорання (калорійність) важливих хімічних компонентів, які входять в склад рослинної маси.**

Речовина	$\lambda$ МДж $\times$ кг <sup>-1</sup>	Речовина	$\lambda$ МДж $\times$ кг <sup>-1</sup>
Крохмаль	17,5	Лейцин	27,2
Целюлоза	17,6	Протеїн	23,0
Сахароза	16,5	Лігнін	26,4
Глюкоза	15,5	Етанол	29,7
Сире волокно	17,6	Трипалмін	38,9
Гліцерин	13,6	Ізопрен	46,9
Оксалатна кислота	2,8	Пальмітинова кислота	39,4
Жири	38,9	–	–

Із таблиці видно, наскільки вагомі різновиди в калоріях різноманітних речовин. Тому відповідно, що в залежності від складу фіто маси середнє значення масової теплоти згорання  $\lambda_{\text{ср}}$  різноманітних культур повинно помітно змінюватися і переміщуватись по фазам розвитку рослин.

По даним Н.І. Гайса та ін. 1970  $\lambda_{\text{ср}}$  озимої пшениці змінюється по фазам розвитку, підвищення на протязі весняно літнього періоду від і 6,5 МДж $\times$ кг<sup>-1</sup> в період створення пагона і 16,7 МДж $\times$ кг<sup>-1</sup> в період колосіння – цвітіння до 17,1-17,3 МДж $\times$ кг<sup>-1</sup> у фази молочної і воскової стиглості. Значення  $\lambda_{\text{ср}}$  кукурудзи у період дозрівання по даним Ларіна А.П. та Лебедева С.І. (1978) складало 16,7 МДж  $\times$ кг<sup>-1</sup>, в тому числі  $\lambda$  зерна дорівнює 17,0 Ларін А.П. Лебедев С.І. (1978) Мурата І. І. (1972) листя 14,7 і стебел 15,4 МДж  $\times$ кг<sup>-1</sup> А.П. Ларін, С.І Лебедев (1978). Слід відмітити, що значення  $\lambda_{\text{ср}}$  цілих рослин сої

отримані на основі даних Мурата І.І., 1972 про калорійність бобів та інших частин рослин.

Значення  $\lambda_{\text{ср}}$  змінюються доволі суттєво. Одним із факторів, визначаючих мінливість  $\lambda_{\text{ср}}$  являється відмінність в складі таких висококалорійних речовин, як білки і жири у різноманітних культур. Не усвідомлюючи цього, можливо зробити значні помилки в ККД ФАР, особливо при порівняльній оцінці продуктивності різних сільськогосподарських культур. З врахуванням цих обставин була зроблена спроба виявити залежність між  $\lambda_{\text{ср}}$  і процентним вмістом протеїну ( $R_{\text{пр}}$ ) в сухій фітомасі. Таке співвідношення вдалося використати для п'яти культур наших сівозмін (кукурудзи, озимої пшениці, цукрового буряка, люцерни і сої), так як були літературні дані про  $\lambda_{\text{ср}}$ .

Використовуючи цю формулу і дані про середній вміст протеїну в сухій рослинній масі різноманітних культур та їх співвідношення, були отримані необхідні для визначення ККД ФАР значення  $\lambda_{\text{ср}}$  (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

**Процентний вміст ( $R_{\text{пр}}$ ) і середнє значення для рослин масової теплоти горіння (калорійність)**

Культура	$R_{\text{пр}}$ , %	$\lambda$ МДж×кг
Багатолітня суміш	15,6	19,4
Соя	14,6	19,1*
Люцерна	13,9	19,1*
Еспарцет	12,7	18,6
Горох	10,5	18,1
Тритикале та віка на зелений корм	10,4	18,1
Кукурудза МВС та соя	9,1	17,8
Кукурудза МВС та еспарцет	9,1	17,7
Озиме жито та віка	9,0	17,7
Озима пшениця та віка	7,3	17,4
Цукровий буряк	6,6	17,2*
Озима пшениця	6,3	17,3
Гречка	6,0	17,0
Просо	4,8	16,6
Кукурудза	5,1	16,7*

**Примітка:** (без зірочки – рослини по формулі  $\lambda_{\text{ср}} = 15.5 + 0,25 R_{\text{пр}}$ )

Із зірочкою – по літературним даним – для культур і їх співвідношень в інтенсивних зрошуваних сівозмінах.



Врожайність рослин – наслідок біологічних процесів, що відбуваються в рослинах, направленість яких залежить від генетичної природи самої рослини і умов зовнішнього середовища (агрокліматичного потенціалу регіону). Рівень продуктивності рослин визначається кількістю сонячної енергії, яку рослина отримує (К.А Тімірязєв, 1932). Фотосинтетична активна радіація (ФАР) – головне джерело формування врожаю. В теперішній час у актинометрії виконані значні роботи з кліматичної оцінки ФАР. Як показали досліди (Н.І. Гойса та ін., 1983), енергетична потреба рослин практично не залежить від умов вологозабезпечення та рівня мінерального живлення. Саме тому вона є основою для розрахунку можливого врожаю при заданому коефіцієнті дослідження ФАР. Знаючи прихід ФАР за потенційний вегетаційний період чи за час, що складає будь-яку його частину, можна підвищити рівень раціональної акумуляції цієї енергії культурними рослинами. І вже на основі такого показника визначити потенційний врожай основної чи проміжної культури, сорту а також поля в цілому.

В деяких практичних розрахунках (М.К. Каюмов) прийнято вважати, що врожай сухої біомаси у 100 ц/га відповідає 40 ц/га зерна (при  $\text{коэф} \cdot 10^9$  і виходу зерна 0.4) чи 600 ц/га силосної маси кукурудзи. Виходячи з цього, був виконаний розрахунок можливих врожаїв загальної біомаси, зерна кукурудзи на силос у відповідності з рівнем приходу ФАР в регіоні та різноманітними коефіцієнтами (табл. 5.9).

Наведені розрахунки показують: приход ФАР не обумовлює отримання високого врожаю як за весь потенційний вегетаційний період, що обмежений наявністю активних температур пожнивний – від початку збирання озимої пшениці і до озимого переходу температур через  $+10^\circ\text{C}$ .

Слід зазначити, що за звичайних умов коефіцієнт використання ФАР не перевищує 0,7-1,5% при теоретично можливих 6-8%. При недостатній забезпеченості факторами росту, він знижується до 0,2-0,5%. В оптимальних умовах посіви здатні використовувати 3 і більше відсотків енергії активної фотосинтетичної радіації для отримання більше 100 ц/га зерна кукурудзи. Такі результати досягаються завдяки максимальній оптимізації умов вирощування, в першу чергу – за рахунок зрошення і створення високого фотосинтетичного потенціалу посівів (Фп).

Таблиця 5.9

**Можливий врожай біологічної продукції в умовах півдня України при  
різному коефіцієнті використання ФАР**

Прихід ФАР по періодам, млрд. ккал/га	Коефіцієнт використання ФАР	Можливий врожай, ц/га		
		Сухої біомаси	Зерна при 14% вологості	Кукурудзи на силос
За потенційний вегетаційний період при температурі +10°C (4,0-4,5)	1	100-112	45,5-52,1	600-675
	2	200-225	93,0-104,8	1200-1350
	3	300-337	139,5-156,7	1800-2025
	4	400-450	186,0-209,3	2400-2700
	5	500-562	231,5-261,4	3000-3372
За поживний період (2,0-2,5)	1	50-60	23,2-30	300-400
	2	100-120	46,5-60	600-800
	3	150-180	69,8-90	900-1200
	4	200-240	23,0-120	1200-1600
	5	250-300	116,2-150	1500-2000

В цілях отримання високих значень Фп, як показав дослід Рожко, необхідно створити сприятливі умови для інтенсивного нарощування площі листя до оптимальної величини та довготривалого перебування їх в активному стані.

По мірі збільшення використання цих видів енергії у сільському господарстві, повинна суттєво збільшитися і роль біологічних факторів – інтенсивність сортів, гібридів рослин, біокліматичного потенціалу зони регіону, високоякісного насіння, різноманітних біостимуляторів, біологічних методів захисту врожаю і т.д.

Нові сорти та гібриди здатні за тих же значень невідновлювальної енергії (добрива, гербіциди, пестициди, машині, способи обробки ґрунту і т.д.), формувати значно більше продукції на одиницю площі у порівнянні із створеними раніше екстенсивними сортами.

Велика роль та значення ґрунту у сільськогосподарському виробництві, де вона є головним виробничим ресурсом. Цей ресурс на фоні великої кількості світла та тепла на півдні України більш широко можна застосовувати тільки на агрофонах, які регулюються.

Удосконалення електровитрат можна досягти не тільки шляхом регулювання споживання мінеральних, технічних ресурсів, але і за

рахунок більш раціонального використання потенціалу культурних рослин, кліматичних, ґрунтових умов, набору культур у сівозміні. Посіви багаторічних трав ефективно використовують біокліматичний потенціал впродовж вегетації, покращують фізичну структуру ґрунту і фіксують атмосферний азот (до 200 кг/га), що рівноцінно збереженню 260 кг умовного палива.

Правильний набір культур у сівозміні для весняного, літнього та осіннього посівів дозволяє ефективно використовувати ФАР впродовж року, збільшуючи надходження органічних речовин у ґрунт.

Великим резервом економії енерговитрат є сорти та гібриди, які по-різному використовують рівень витрат відновлювальної та невідновлювальної енергії на одиницю продукції. Застосування тих чи інших витрат у сфері виробництва формує сільськогосподарський продукт. Співвідношення між отриманою енергією та сумарно витраченою енергією – це коефіцієнт, який дає уявлення про енергетичну ефективність сільськогосподарського виробництва окремих його ланок.

При цьому слід зауважити, що рослинництво на півдні України для формування врожаю використовує лише 0,7-2,0% від теоретично можливого значення у 6,0-8,0%. У першій половині вегетаційного періоду вони використовуються краще, а в другій половині – велика кількість сонячної радіації, тепла та вологи втрачається.

Максимальне використання ФАР відбувається при максимальному розвитку площі листової поверхні та закритті ґрунту.

У зв'язку з цим великий вчений К.А. Тімірязєв висловився так: «Кожен промінь сонця, який не був захоплений зеленою поверхнею поля, луку чи лісу – це кошовність, яка втрачена назавжди. За це більш освічений нащадок коли-небудь осудить свого зухвалого пращура». Все це ставить раціональне використання відновлювальної та ефективного використання невідновлювальної енергій у ряд найбільш важливих проблем сучасного землеробства.

У зв'язку з цим, на основі отриманих результатів у стаціонарному досліді, який був проведений у Миколаївському інституті АПВ із спеціалізованими технічними інтенсивними зрошувальними сівозмінами, дана оцінка використання ними біокліматичного потенціалу регіону. Стаціонарний дослід включав шість спеціалізованих шестипільних сівозмін:

Перша: 1) яровий ячмінь + люцерна; 2) люцерна; 3) люцерна; 4) цукровий буряк; 5) соя; 6) цукровий буряк.

Друга: 1) озима пшениця; 2) люцерна; 3) люцерна 4) люцерна на один укіс, кукурудза МВС із соєю; 5) озима пшениця, поживна кукурудза на корм; 6) озима пшениця, поживна кукурудза на корм.

Третя: 1) озима пшениця; 2) люцерна; 3) люцерна; 4) озима пшениця, просо; 5) озима пшениця, гречка; 6) озимий ячмінь, просо.

Четверта: 1) горох, просо; 2) озима пшениця, просо; 3) озима пшениця, гречка; 4) горох, просо; 5) озимий ячмінь, просо; 6) кукурудза на зерно.

П'ята: 1) тритикале з вікою, кукурудза на з/к з підсівом еспарцету; 2) люцерна; 3) люцерна; 4) люцерна на один укіс, кукурудза МВС із соєю; 5) озима пшениця з вікою на з/к, кукурудза МВС із соєю; 5) озиме жито з вікою, кукурудза МВС із соєю.

Шоста: 1) озима пшениця з вікою, кукурудза на з/к з підсівом еспарцету; 2) еспарцет на один укіс, кукурудза МВС із соєю; 3) озиме жито з вікою, кукурудза МВС із соєю; 4) багатоконпонентні суміші на з/к, кукурудза на з/к з підсівом еспарцету; 5) еспарцет на один укіс, кукурудза МВС із соєю; 6) озиме жито з вікою, кукурудза МВС із соєю.

Насиченість цих сівозмін бобовими та зернобобовими культурами дозволяє отримати корми, які сбалансовані по протеїну, підвищити родючість ґрунту, покращити фітосанітарний стан у сівозмінах при скороченні об'ємів хімічної обробки ґрунту та посівів, значно підвищити коефіцієнт використання пащні. Використання проміжних посівів, як елемента послідовного чергування культур при сівозміні, забезпечило їх вузьку спеціалізацію.

Дослід включав дві системи обробки ґрунту: рекомендовану відвальну різноглибинну (варіанти 1 і 2) та безвідвальну на ті ж самі глибини под. всі культури сівозмін (варіанти 3 і 4); а також дві системи органо-мінеральних добрив рекомендований фон для отримання більш високих запрограмованих врожаїв (варіанти 2 і 4). Ділянки першого (сівозміни) та другого (обробіток ґрунту) порядків розміщувалися послідовно, а третього (фони добрив) – рендомізовано. Їх площа складала відповідно 400, 200 і 100 м<sup>2</sup>. Досліди супроводжувалися агрометеорологічними та фотометричними спостереженнями. Ґрунт на дослідних ділянках представлена південним залишково-солонцюватим важкосугленистим чорноземом із вмістом у прошарку гумусу 2,

86%. Відповідно до агрокліматичного дослідження вони відрізняються підвищеним вмістом калію, валового азоту – 0,18-0,20%, фосфору 0,11-0,12%.

Ефективність короткоротаційних сівозмін різної спеціалізації в зрошуваних умовах півдня України до теперішнього часу в літературі висвітлювалися недостатньо. Наукове обґрунтування такі сівозміни отримали в умовах Молдавії. Порівняльна характеристика ефективності розроблених і рекомендованих нами сівозмін дозволила встановити, що залежно від спеціалізації і насичення проміжними посівами змінюється вихід зерна, рівень засвоєння протеїну й кормових одиниць (к.од.). Практичний інтерес представляє зерно-кормова сівозміна III, яка, поряд із значним виходом зерна, забезпечує високий вихід протеїну. По виходу протеїну та кормових одиниць виділяються кормові сівозміни V, VI, ефективність яких зростає при насиченні проміжними посівами. На відміну від кормових, у зерно-кормових сівозмінах II і III внесок проміжних посівів, вихід кормових одиниць і засвоєного протеїну зменшується при насиченні їх проміжними посівами понад 50%. Цінною особливістю володіє сівозміна I, насичена технічними культурами. Її висока продуктивність обумовлена наявністю двох полів цукрових буряків, яка, як довго вегетуюча культура, ефективно використовує вегетаційний період і ресурси фотосинтетичної активної радіації (ФАР). Із порівняння наших даних про вихід кормових одиниць і засвоєного протеїну з даними М.Ф. Лупашку впливає, що ці результати близькі між собою.

Як показник ефективності використання енергетичних ресурсів клімату (ФАР, сум ефективних температур) нами запропоновано використовувати індекс використання цих ресурсів (ІВЦР), який чисельно дорівнює процентному відношенню приходу ФАР або сум температур за період розвитку оброблюваних на даному полі культур до значень енергетичних величин за весь потенційний період з середньодобовою температурою повітря вище +5°C. Оцінка ІВЦР окремими культурами показала, що при монокультурі його значення змінюється від 38-48% для таких культур як просо, горох до 72% – для сої, 74-76% – для зернової кукурудзи, 90-96% — для цукрових буряків. Введення у сівозміну проміжних посівів дозволяє істотно підняти ІВЦР. У середньому за ротацію ІВЦР в I, II, III і V-тих сівозмінах становить 90-97% і у VI-тій – 85-87%, а в окремі роки – 75%. У сівозмінах М.Ф. Лупашку відсоток використання сум

ефективних температур доведених до 79-94%, що узгоджується з нашими даними.

Важливим показником продуктивності посівів є коефіцієнт використання даною культурою ФАР (ККД ФАР), який визначається зі співвідношення  $\eta_k = \lambda_k \times M_k / Q_{вп,к}$ , де  $\lambda_k$  – масова теплота згоряння біомаси даної культури  $M_k$ , накопиченої на одиниці площі посіву за вегетацію,  $Q_{вп,к}$  – прихід ФАР на одиницю площі за той же період. Цей коефіцієнт характеризує ефективність використання даною культурою енергетичних ресурсів клімату. Для характеристики ефективності використання ріллі за потенційний вегетаційний період (ПВП) в конкретному році при вирощуванні декількох врожаїв, застосовують ККД ФАР в наступному вигляді:

$$\eta_{вп} = (\sum_k \lambda_k \times M_k) / Q_{вп}$$

де  $k$  - номер культури, вирощуваної на даному полі у вигляді основної, поукісної або пожнивної,  $Q_{вп}$  – прихід ФАР за ПВП.

При оцінці ККД ФАР за ротацію  $\eta_{рот}$  його визначають найчастіше у вигляді середнього арифметичного за  $n$  років, де  $n$  – тривалість ротації і число полів у сівозміні.

При такому підході не враховується міжрічна мінливість  $Q_{вп}$ . Тому більш суворим є обчислення  $\eta_{рот}$  за формулою:

$$\eta_{рот} = [\sum_n (\lambda_1 \times M_1 + \dots + \lambda_k \times M_k)_n] / n \times Q_{впн}$$

З формули випливає, що для визначення ККД ФАР необхідно мати відомості про врожай сухої фітомаси  $M_k$ , масову теплоту згоряння, середню для рослини  $\lambda_k$  і про прихід ФАР за потенційний вегетаційний період  $Q_{вп}$  і за періоди формування врожаю кожної культури  $Q_{вп,к}$ . Відомості про прихід ФАР можна отримати за даними актинометричних спостережень на найближчій метеорологічній станції, а при їх відсутності можна розрахувати за сумою активних температур  $\Sigma T_a$  вище + 5 °С, використовуючи отриману нами емпіричну формулу зв'язку між приходом ФАР і  $\Sigma T_a$ :

$$Q_{вп} = 0,50 \times \Sigma T_a + 223,$$

Цей зв'язок тісний, за нашими оцінками вона характеризується коефіцієнтом кореляції  $r = 0,86 \pm 0,06$ , і дозволяє розраховувати прихід ФАР за тривалі періоди з середньою помилкою 5-7%.

Експериментальне визначення масової теплоти згорання (калорійності)  $\lambda_k$ , до вельми скрутне. Використання літературних даних не вирішило питання, тому для багатьох культур наших сівозмін такі дані відсутні. Багато авторів ці труднощі обходять,

використовуючи усереднене з різних видів рослин значень  $\lambda_{\text{ср}} = 4000$  ккал/кг або 16,76 МДж/кг. Але аналіз літературних даних показав, що значення  $\lambda_{\text{ср}}$  різних видів рослин коливаються від 15 до 21 МДж/кг і, отже, використання усередненого значення  $\lambda_{\text{к}}$  може призвести до помітних помилок у визначенні ККД ФАР.

Для їх зменшення нами запропоновано наступний підхід. Відомо, що основною причиною зазначених розходжень є зміни у вмісті висококалорійних речовин білків і жирів, калорійність яких в 1,4-2,0 рази вище калорійності вуглеводів та інших речовин, що входять до складу фітомаси. Ми оперували даними про процентний вміст протеїну Рпр в сухій речовині вирощуваних культур, тому спробували знайти зв'язок між  $\lambda_{\text{к}}$  і Рпр цих культур. Таке зіставлення вдалося виконати для кукурудзи, озимої пшениці, цукрових буряків, люцерни та сої, для яких були літературні дані про калорійність. Виявилось, що зв'язок між  $\lambda_{\text{к}}$  і Рпр тісний (коефіцієнт кореляції 0,95), лінійний і описується рівнянням:

$$\lambda_{\text{к}} = 1,55 + 0,25 \times \text{Рпр}$$

Використовуючи цю формулу і дані про середній вміст протеїну в сухій рослинній масі різних культур та їх сполуках, були отримані необхідні для визначення ККД ФАР значення  $\lambda_{\text{к}}$  (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

**Продуктивність сівозмін у залежності від їх структури та внеску проміжних посівів (ВПП, %), 1981-1986 рр.**

№ сівозмін	Структура культур, %	% проміжних посівів	Вихід продукції							
			Сухої речовини		Кормових одиниць		Протеїна		Зерна	
			ц/га	% ВПП	ц/га	% ВПП	ц/га	% ВПП	ц/га	% ВПП
I	Технічні	50	0	182	0	154	0	17	0	11
	Зернові	17								
	Кормові	33								
II	Зернові	50	50	210	33	153	32	21	28	31
	Кормові	50								
III	Зернові	67	67	173	17	123	21	15	13	49
	Кормові	33								
IV	Зернові	100	83	158	23	117	22	9	18	68
V	Кормові	100	67	209	15	161	26	23	25	—

IV	Кормові	100	100	203	36	172	35	20	39	–
----	---------	-----	-----	-----	----	-----	----	----	----	---

При дослідженні ефективності використання ресурсів сонячної радіації сільськогосподарськими рослинами (зокрема, для завдань програмування врожаю) важливим є встановлення їхніх потенційних можливостей: потенціалу врожайності, потенційного ККД ФАР та ін. Теоретична оцінка потенційних значень ККД ФАР виконана А.А. Ничипоровичем (1963), Х.Г. Тоомінгом (1954), І.А. Мурі та І.А. Шульгіним (1978). За цими оцінками теоретично можливі значення ККД ФАР для більшості культур досягають 6-8%, для ячменю – 5%. Із експериментальним визначенням потенційного ККД ФАР конкретної культури виникають певні труднощі. Тому нами використаний статистичний підхід, згідно з яким з наявної вибірки визначається статистичний максимум ККД ФАР  $\eta^{CT}$  з ймовірністю 99,5% за формулою:

$$\eta^{CT} = \eta_k + 3\sigma\eta$$

Де  $\sigma\eta$  – середнє квадратичне відхилення  $\eta_k$  в даній вибірці від його середнього значення  $\eta_k$ .

З аналізу таблиці 5.11 випливає, що, незважаючи на дотримання оптимального режиму зволоження ґрунту в умовах зрошення, значення ККД ФАР конкретних культур та їх сумішей істотно змінюються, про що свідчать співвідношення між максимальними і мінімальними значеннями ККД.

Таблиця 5.11

**Вміст незасвоєного протеїна  $P_{пр}$  і масова теплота згоряння  $\lambda_k$  фітомаси різноманітних культур та їх сумішей**

Культури та їх суміші	$P_{пр}$ , %	$\lambda_k$ , МДж/кг
Багатокомпонентна суміш	15,6	19,4
Соя	14,6	19,1
Люцерна	13,9	19,1
Еспарцет	12,7	18,6
Горох	10,5	18,1
Тритикале з вікою	10,4	18,1
Кукурудза МВС з соєю	9,1	17,8
Кукурудза МВС з еспарцетом	9,1	17,8
Озиме жито з вікою	9,0	17,7
Озима пшениця з вікою	7,3	17,4
Цукровий буряк	6,6	17,2
Гречка	6,0	17,0
Кукурудза на зерно	5,1	16,7
Просо	4,8	16,6



Ячмінь (озимий та яровий)	4,8	16,6
---------------------------	-----	------

Найбільш істотні ці зміни у пожнивних: гречки і проса. Така мінливість ККД ФАР свідчить про те, що і в умовах зрошення вплив погодних умов на формування врожайності повністю не усувається. Дуже різняться між собою культури і потенційними можливостями засвоєння сонячної радіації. Найбільш низькі значення ККД ФАР характерні для сої, гороху, пожнивних проса і гречки. Відсоток засвоєння ФАР зернових колосових та кукурудзою на зерно істотно вище, а у озимій пшениці статистичний максимум ККД ФАР досягає 5%, що близько до його теоретично можливого значення. Високою продуктивністю володіють кормові суміші, у яких статистичні максимуми досягають 5 і навіть 6%. Особливий інтерес представляють дані про зміни ККД ФАР люцерни від укусу до укусу: для цієї культури характерно закономірне спадання ККД ФАР з черговим укусом. Причому така закономірність стійко відтворюється з року в рік, що пояснюється біологічними особливостями цієї культури.

У таблиці 5.12 наведена статистична характеристика ККД ФАР сівозмін за окремі роки (мінімум і максимум  $\eta_{\text{вп}}$  і коефіцієнти варіації  $C_v$  у відсотках), а так само за ротацію  $\eta_{\text{рот}}$ , розраховані для всіх варіантів досліду.

Доведено, що міжрічна мінливість ККД ФАР сівозмін, яка характеризується коефіцієнтом варіації  $C_v$ , становить 11-17% від середнього за ротацію значення. Це свідчить про відносну стійкості та продуктивності досліджуваних сівозмін, але вплив агрометеорологічних умов залишається істотним. Найбільш ефективно використовують ФАР сівозміни I, II, V і VI.

Дослідження впливу систем добрив і обробітку ґрунту на засвоєння ресурсів сонячної радіації окремими культурами і в цілому сівозмінами показує наступне. Подвійна доза добрив сприяє підвищенню засвоєння ФАР зерновими культурами на 10-12%; пожнивними круп'яними культурами на 18-23%. Реагують на цей фактор багатоконпонентні суміші (на 22%) та тритикале з вікою (на 26,6%). Засвоєння ФАР іншими культурами при подвійних дозах добрив зростає на 8 ... 10 ... 13% від середнього значення. В цілому за ротацію ККД ФАР під впливом цього чинника зростає на 10-15%.

Заміна відвальної обробки ґрунту безвідвальною сприяє зростанню ККД ФАР зернових і круп'яних культур максимум на

12%, на ККД ФАР гороху, сої, така заміна практично не впливає. В цілому за ротацію ККД ФАР при заміні відвальної обробки на безвідвальну зростає для IV сівозміни – на 2-3%, V сівозміни – на 1% і VI сівозміни – 4-6%, а для решти сівозмін зміна ККД ФАР становить  $\pm 1\%$ .

Таблиця 5.12

**ККД ФАР % різноманітних культур та їх сумішей в інтенсивних зрошуваних сівозмінах (1981-1986 рр.)**

Культури та їх суміші	Середнє	Мінімум	Максимум			Відношення max/min
			Наші дані	Інших авторів	Статистичні	
Соя	0,77	0,58	1,07	1,83	1,30	1,8
Гречка пожнивна	0,70	0,36	1,34	–	1,70	3,7
Просо пожнивне	1,47	0,71	2,73	–	3,47	3,8
Горох	1,35	1,06	1,88	4,70	2,20	1,8
Ячмінь яровий	1,66	0,98	2,12	4,00	3,20	1,7
Ячмінь озимий	1,79	1,33	2,24	3,20	4,00	1,7
Пшениця озима	2,23	1,55	4,20	5,90	4,90	2,7
Цукровий буряк	2,68	1,88	3,85	3,90	5,10	2,0
Кукурудза на зерно	2,40	1,89	3,00	4,60	3,70	1,6
Люцерна 1-ий укіс	2,75	1,78	4,10	3,00	4,50	2,3
2-ий укіс	2,33	1,26	2,96	3,30	4,00	2,4
3-ий укіс	1,70	1,19	2,31	3,50	3,00	1,9
4-ий укіс	1,44	0,78	2,14	2,80	2,90	2,7
Еспарцет	2,45	1,03	3,84	–	5,10	3,7
Кукурудза МВС із соєю	2,49	1,50	4,07	–	4,90	2,7
Кукурудза з соєю на зелений корм	3,67	2,58	5,75	–	6,10	2,2
Кукурудза з еспарцетом на зелений корм	2,65	1,60	4,40	–	5,30	2,7
Тритикале з вікою	3,63	2,72	4,85	–	5,30	1,8
Озиме жито з вікою	3,27	2,57	4,75	–	5,30	1,9
Озима пшениця з вікою	2,80	1,80	4,00	–	4,90	2,2

Таким чином, в цілому для сівозмін вираш від заміни відвальної обробки ґрунту безвідвальною досягається, головним чином, не за рахунок збільшення продуктивності, а за рахунок

економії енергетичних і трудових ресурсів і кращого відтворення родючості ґрунту. Для зрошуваних земель суттєвим є також скорочення строків на підготовку ґрунту і, як результат, більш ефективне використання ФАР. При вирішенні завдань програмування врожаю виходять насамперед із заданого значення ККД ФАР. Якщо при цьому програмується урожай біомаси на зелений корм або силос, то ніяких проблем не виникає, тому між урожаєм біомаси і ККД ФАР має місце функціональний лінійний зв'язок. Проте становище змінюється, якщо програмують урожай зерна Уз, кормових одиниць або перетравного протеїну. При цьому з'являється нова величина – коефіцієнт господарського виходу продукції Кхоз.

Складність використання цього рівняння при програмуванні господарського врожаю Ухоз полягає в тому, що значення коефіцієнта Кхоз не є постійним, а залежить від урожаю біомаси  $M_k$  і, отже, від ККД ФАР. На це, до речі, звернуто увагу в роботі В.В. Агєєва та А. А. Хозяїнова, а так само в наших більш ранніх роботах.

У зв'язку з цим для зернових і зернобобових культур досліджені залежності господарського врожаю і Кхоз від урожаю надземної біомаси і ККД ФАР. Для цукрових буряків така залежність отримана для врожаю коренеплодів та збору цукру (без обліку його втрат в процесі збирання та переробки буряка). Встановлено, що ці залежності не лінійні. Для зернових культур ця нелінійність проявляється при врожаї надземної біомаси більше 120 ц/га для колосових і 160 ц/га для кукурудзи і при ККД ФАР більше 2% (табл. 5.13).

Зростання ККД ФАР до 2% супроводжується лінійним зростанням врожайності зерна, Кхоз при цьому безперервно знижується. Ця обставина дуже істотно впливає на величину програмованого по ККД ФАР врожаю зерна.

Слід особливо зупинитися на залежності врожаю коренеплодів цукрових буряків і виходу цукру від урожаю загальної біомаси та ККД ФАР. З табл. 5 випливає, що ця залежність нелінійна: зростання ККД ФАР на одну і ту ж величину, наприклад, на 0,5% супроводжується різним приростом врожаю коренеплодів. Так, зростання ККД ФАР від 1,5 до 2, від 2 до 2,5, від 2,5 до 3,0 і від 3,0 до 3,5% супроводжується приростом врожайності коренеплодів відповідно на 110, 90, 88 і 80 ц/га (табл. 5.13).

Для отримання аналогічної залежності збору цукру з ККД ФАР спочатку по своїм та літературним (Кириченко В.П., 1982; Волянський А.В., 1988) даним встановили залежність цукристості Ссах коренеплодів з їх врожайністю Укор. Для значень Укор до 300 ц/га цукристість мало залежить від Укор і становить у середньому  $18 \pm 0,9\%$ . При подальшому зростанні врожайності коренеплодів цукристість зменшується.

Таблиця 5.13

**Статистична характеристика ККД ФАР (%) короткоротаційних спеціалізованих сівозмін за ротацию 1981-1986 рр.**

№ варіанта досліджу	№ сівозміни					
	1	2	3	4	5	6
1	1,74	1,86	1,54	1,30	1,85	1,75
	1,38	1,57	1,22	1,13	1,63	1,53
	2,26	2,26	1,96	1,63	2,28	2,21
	17	12	15	16	13	14
2	2,00	2,12	1,70	1,44	2,09	1,99
	1,74	1,86	1,43	1,30	1,85	1,75
	2,52	2,46	2,11	1,76	2,53	2,48
	14	12	17	14	11	12
3	1,76	1,88	1,53	1,33	1,87	1,83
	1,42	1,70	1,23	1,17	1,67	1,66
	2,35	2,27	1,98	1,64	2,33	2,30
	17	12	17	16	14	14
4	1,97	2,11	1,72	1,48	2,11	2,11
	1,66	1,80	1,56	1,35	1,88	1,89
	2,51	2,53	2,13	1,80	2,59	2,60
	15	11	13	14	13	13
Середнє по всім досліддам	1,87	1,99	1,62	1,39	1,98	1,92

Нелінійність зв'язків врожаю зерна і Кхоз з ККД ФАР і врожаем сухої біомаси – результат ценотичної взаємодії рослин в посіві. Вона полягає в тому, що в процесі розвитку рослини в посіві на певному етапі, час якого істотно залежить від густоти посіву, неминуче вступають у взаємозв'язок внаслідок перекриття, так званих, зон проживання. Виникає конкурентна боротьба між рослинами за володіння факторами життєдіяльності. Результатом цієї боротьби є, зокрема, процес стеблевідбору злакових культур – перекачування асимілятів з бічних пагонів в головні, продуктивні, та подальше відмирання бічних пагонів.

Результатом ценотичної взаємодії є зміни в утворенні та розподілі нових асимілятів. Із зростанням біомаси посіву настає момент, коли коефіцієнт поглинання ФАР практично не змінюється, бо досягає максимального можливого значення (табл. 5.14).

Таблиця 5.14

**Залежність  $K_{хоз}$  зернових і зернобобових культур (для зерна 14% вологості) врожаю коренеплодів цукрового буряка Укор, виходу цукру (ц/га)**

Культура	Значення $K_{хоз}$ для наступних значень ККД (%)										
	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Озима пшениця	–	–	55	54	53	52	50	45	41	37	33
Кукурудза середньопізня	–	–	54	53	52	50	46	42	38	–	–
Яровий ячмінь	–	–	54	54	53	51	46	41	–	–	–
Горох	–	–	49	47	45	44	42	–	–	–	–
Просо пожнивне	–	50	48	43	40	39	35	32	–	–	–
Соя	48	44	41	40	39	–	–	–	–	–	–
Гречка пожнивна	49	45	42	40	39	–	–	–	–	–	–
Цукровий буряк $U_{кор}$	–	–	–	–	480	420	530	620	710	790	–
Цукровий буряк $U_{сах}$	–	–	–	–	66	73	88	102	112	120	–

При цьому не змінюється і кількість поглиненої посівом ФАР, а значить стабілізується інтенсивність фотосинтезу. У той же час дихання посіву і витрати на підтримку існування рослин збільшуються пропорційно зростанню фітомаси. Таке співвідношення між фотосинтезом і диханням призводить до зменшення кількості новостворених асимілятів і, як наслідок, до зменшення їх притоку в колос. У кінцевому рахунку настає момент, коли із зростанням загальної біомаси урожай зерна стабілізується, а потім може зменшуватися. Описаний механізм – це одна з можливих причин виявлених закономірностей. Його дія може доповнюватися впливом інших факторів, наприклад, негативним впливом вилягання зернових культур, які тим сильніше, чим більше надземна фітомаса посіву. Цю особливість важливо враховувати при вирішенні завдань

програмування врожаю, тому вона є певною мірою лімітуючим фактором для підвищення врожайності зерна.

## ПІСЛЯМОВА

На основі багаторічного експериментального матеріалу, даних літератури, дослідів передовиків виробництва, автори показали велике значення елементів системи землеробства на зрошуваних землях півдня України, продуктивності агрофітоценозів, родючості ґрунту впливу їх на екологічну безпечність і якість, як для агрономічних, так і природних ландшафтів.

Встановлення показників фотосинтетично-активної радіації (ФАР) має велике значення з точки зору проведення порівняльної оцінки ефективності використання земель сільськогосподарського призначення та елементів технологій вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Також відомості щодо показників ФАР є основою для програмування врожаю, проведення досліджень інтенсивності процесів фотосинтезу, агрометеорології та інших напрямів аграрної науки.

Для встановлення показників ФАР можна використовувати розрахункові методи, які дозволяють отримати кінцеві результати за різні періоди за мінімальної кількості вихідних даних – тривалості сонячного сяйва та географічної широти метеорологічної станції. Застосування баз даних з мережі Інтернет після їх електронного форматування дозволяє отримати необхідні для розрахунків показники. Проведення обчислень за допомогою Програмного модуля "ФАР" прискорює й полегшує розрахунки, забезпечує їх точність і простоту у використанні.

Моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища за період вегетації пшениці озимої в умовах південного Степу дозволило виявити тенденцію до аридизації та зменшення показнику гідротермічного коефіцієнта (ГТК), підвищення температур повітря (особливо у весняно-літній період) та зменшенням кількості атмосферних опадів.

Збір, систематизація й узагальнення експериментальних матеріалів Інституту землеробства південного регіону НААН України дозволило сформулювати бази даних урожайності пшениці озимої залежно від агрометеорологічних умов вирощування. Розроблені математичні моделі продуктивності пшениці озимої залежно від природних і технологічних чинників й індексні показники можна використовувати для програмування врожаю, а також для коригування елементів технології вирощування в умовах

півдня України.

Розроблена і впроваджена на практиці методика оцінки агроекологічного потенціалу орних земель регіону, здатності ґрунту, атмосфери і біоти віддавати основну господарську продукцію, основу на біологічній продуктивності ґрунтів.

Багаторічні, експериментальні дослідження викладенні авторами дозволили науково обґрунтувати і практично реалізувати в оптимальну структуру посівних площ, схеми інтенсивних сівозмін, кількісно і якісно оцінити їх продуктивність в залежності від насичення технічними зерновими, кормовими і проміжними культурами.

Для цих сівозмін, їх окремих ланок і культур визначена порівняльна оцінка ефективності поліцевої і безполіцевої обробки ґрунту в поєднанні з різними системами удобрення і режиму зрошення, і другими агротехнічними прийомами.

На основі вивчення проміжних культур визначена роль посівів, як прийом, який сприяє підвищенню родючості ґрунту і продуктивності сівозмін, що дозволяє провести оптимізацію насичення визначеною культурою без зниження урожаю.

Особлива увага приділена удосконаленню елементів інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в основних і проміжних посівах.

Експериментальним шляхом виявлено і кількісно оцінено вплив сонячної радіації на приріст фітомаси рослин. Цей вплив суттєво залежить від умов вологозабезпеченості. При дефіциті ґрунтової вологи ріст інтенсивної сонячної радіації супроводжується падінням приросту фітомаси. Таке явище, ролі сонячної радіації, названо радіаційним ефектом засушливих умов. Це необхідно враховувати при удосконаленні строків і норм поливу.

Системний підхід до вивчаємих проблем формування урожаю культур дозволив спланувати польовий комплексний біолого-агрономічний експеримент охоплюючий по можливості всі основні сторони формування і розвитку агробіоценозу.

Велике практичне значення представляють дослідження різних аспектів агротехніки. Розроблений і науково обґрунтований авторами комплекс агротехнічних заходів дозволяє оптимізувати умови життєдіяльності на кожному етапі органогенезу і забезпечить одержання високого врожаю при мінімальній обробці ґрунту і витрат ресурсного потенціалу.



Автори впевнені, що виконані дослідження будуть корисні при рішенні задач агротехнічного забезпечення інтенсивних технологій вирощування овочевих і баштанних культур за краплинного зрошення.

Таким чином, за результатами досліджень 1980-1988 рр. в стаціонарних дослідах з коротко ротаційними сівозмінами одержано високі показники. Максимально використовується агрокліматичний потенціал: індекс пашні складає 1.7-2.0 і енергетичні ресурсів (0880-0973), зернова продуктивність (68.44-74.4 ц/га), продуктивність (к.од. і протеїна) складає при подвійній нормі рекомендованих добрив і безполицевому обробітку - 190 к.од. збалансованих по протеїну в залежності від структури культур в сівозміні і проміжних посівів.

В зв'язку з глобальним потеплінням на зрошуваних землях півдня України повинно стати звичайною справою збирання двох урожаїв зерна озимої пшениці і кукурудзи в якості ярової культури.

Оцінку ефективності використання зрошуваних земель необхідно проводити по ККД ФАР як інтегрованому, який враховує використання відновлюваної енергії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Авдеев Ю.И. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении / Ю.И. Авдеев. – М.: Изд. МСХ РФ, 2003. – 46 с.
2. Агеев В.В. Программирование урожаев в севообороте / В.В. Агеев, А.А. Хозяинов. - М.: Земледелие, 1989. – С. 26-29.
3. Аграрный ресурсный потенциал УССР. – К. : Наукова думка, 1988. – 312 с.
4. Агроклиматический справочник по Херсонской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1958. – 91 с.
5. Алдушина Е.А. Охрана черноземных почв при орошении / Е.А. Алдушина, Б.В. Железный, Г.В. Лагоша // Тр. ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. – М. : Колос, 1989. – С. 200-205.
6. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание: продуктивность растений / Д.А. Алиев. – Баку, 1974. - 213 с.
7. Алімов Д.М. Технологія виробництва продукції рослинництва / Д.М. Алімов, Ю.В. Шелестов. – К. : Вища школа, 1995. – С. 124-137.
8. Алпатьев А.М. Формирование поливного режима сельскохозяйственных культур на основе оперативного учета суммарного испарения / А.М. Алпатьев. – К. : Урожай, 1966. – 235 с.
9. Алпатьев С.М. Поливной режим сельскохозяйственных культур в южной части Украины / С.М. Алпатьев. – К.: изд. МСХ УССР, 1965. – С. 52-55.
10. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств / В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
11. Атлас почв Украинской ССР ; под. ред. Крупского Н.К., Полупана Н.И. – К. : Урожай, 1979. – С. 102-107.
12. Бабич А. Розміщення посівів і технологія вирощування сої на Україні / А. Бабич, С. Колесник, А. Побережна, А. Семцов // Пропозиція. – 2000. – № 5. – С. 38- 40.
13. Бабич В.А. Планирование орошения с помощью информационно-вычислительных систем : автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н.: (06.01.02) / Укр. НИИ гидротехники и мелиорации / В.А. Бабич. – К., 1992. – 21 с.
14. Багров М.Н. Сельскохозяйственная мелиорация / М.Н. Багров, И.П. Кружилин. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.

15. Базалій В.В. Екологізація технології вирощування озимої пшениці в зоні південного Степу України / В.В. Базалій, Є.О. Домарацький, В.І. Пічура, О.О. Домарацький. – Херсон, Грінь Д.С., 2014. – 168 с.

16. Базалій В.В. Вплив біопрепаратів на врожайність та адаптивні властивості сортів пшениці м'якої озимої / В.В. Базалій, Є.О. Домарацький // Таврійський науковий вісник. – 2012. – Вип. 81. – С. 9 – 14.

17. Базалій В.В. Оцінка та моделювання формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої із застосуванням нейротехнологій / В.В. Базалій, Є.О. Домарацький, В.В. Артюшенко, В.І. Пічура // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2012. – Вип.4. – Т.1. – С. 169 – 179.

18. Базалій В.В. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах Південного Степу України / В.В. Базалій, О.В. Ларченко, Г.Г. Базалій // Міжв. темат. наук. зб. «Селекція і насінництво». – Харків, 2008. – Вип. 96. – С. 361 – 369.

19. Базалій В.В. Принципи адаптивної селекції пшениці озимої в зоні Південного Степу / В.В. Базалій. – Херсон: Айлант, 2004. – 244 с.

20. Балюк С.А. Наукові аспекти сталого розвитку зрошення земель в Україні / С.А. Балюк, М.І. Ромащенко.–К.: ДІА, 2006. – 32 с.

21. Бондаренков И.В. Послойное регулирование водного режима почв – важнейший резерв экономии оросительной воды при возделывании кормовых культур / И.В. Бондаренков, Е.М. Жаринов // Водосберегающие технологии оросительных мелиораций. – Волгоград: ВСХИ, 1993. – С. 80-83.

22. Буданов М.Ф. Вологозарядкові поливи в степовій частині Української РСР : інструктивні вказівки / М.Ф. Буданов, С.К. Самохваленко, С.І. Рудич, С.О. Яковлев. – К. : МСГ, 1978. – 24 с.

23. Будико М.И. Тепловой баланс земельной поверхности / М.И. Будико. – Л: Гидрометиздат, 1956. – 256 с.

24. Вареница Е.Т. Сравнительная оценка сортов озимой пшеницы по показателям пластичности и стабильности. В сб.: Селекционно-генетические исследования зерновых, зернобобовых и кормовых культур в Центральном районе Нечерноземья. – М., 1985. – С. 121 – 136.

25. Варюшкина Н.М. Экологические аспекты применения

удобрений / Н.М. Варюшкина // Земледелие. – 1991. – № 4. – С. 18-20.

26. Водне господарство в Україні ; за ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. – К. : Генеза, 2000. – 456 с.: іл., карти.

27. Гамаюнова В.В. Зміни органічних речовин тривалого зрошення ґрунту в зв'язку із застосуванням добрив / В.В. Гамаюнова // Зрошуване землеробство. – 1994. – Вип. 39. – С. 14-18.

28. Гамаюнова В.В. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения / В.В. Гамаюнова, И.Д. Филиппьев // Вісник аграрної науки.– 1997.–№ 5. – С. 15-20.

29. Гойса Н.И. Использование солнечной радиации зерновыми и кормовыми культурами в интенсивных орошаемых севооборотах / Н.И. Гойса, А.О. Лымарь // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1988. – Вып. 226. – С. 12-32.

30. Гойса Н.И. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы / Н.И. Гойса, Р.Н. Олейник, А.Д. Рогаченко. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 230 с.

31. Гойса Н.И. Использование солнечной радиации зерновыми культурами в интенсивных орошаемых севооборотах / Гойса Н.И., А.О. Лымарь // Труды УкНИИ Госметеоиздат. – 1987. – Вып. 236. – С. 12-32.

32. Гойса Н.И. Использование энергетических ресурсов (энергии ФАР) на территории Украины для выращивания пожнивных поукосных посевов / Н.И. Гойса, Н.А. Перелет, Н.Ф. Супенко // Труды УкНИИ Госметеоиздат. – 1978. – Вып. 159. – С.134-156.

33. Гойса Н.И. Обеспеченность пожнивных культур фотосинтетической активной радиацией на территории Украины / Н.И. Гойса, Н.А. Перелет // Труды УкрНИИГиМ. – 1972. – Вып. 115.– С. 3-11.

34. Гойса Н.И. Повышение уровня использования фотосинтетически активной радиации при интенсификации орошаемого земледелия / Н.И. Гойса, А.О. Лымарь, Н.А. Перелет // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 223. – С. 56-67.

35. Гойса Н.И. Радиационный режим и продуктивность озимой пшеницы в богарных условиях южной части Украины / Н.И. Гойса, А.В. Ларин, Н.А. Перелет // Труды УкрНИИГиМ – 1970. – Вып. 94. – С. 5-17.

36. Гойса Н.И. Распределение суммарной радиации по территории Украины и Молдавии // Труды УкрНИГМИ. – 1961. – Вып. 26. – С. 14-27.

37. Грановська Л.М. Обґрунтування досліджень з питань засолення та осолонцювання ґрунтів при застосуванні крапельного зрошення мінералізованими водами / Л.М. Грановська, О.Є. Тетьоркіна // Таврійський науковий вісник. – 2006. – Вип. 44. – С. 188-191.

38. Григоров М.С. Научные основы ресурсосбережения при дождевании / М.С. Григоров. – М. : МСХА, 2001. – 135 с., ил., табл.

39. Гусев М.Г. Вплив мінерального живлення та захисту рослин на продуктивність ріпаку озимого / М.Г. Гусев, С.В. Коковіхін, В.В. Шаталова // Зрошуване землеробство. – 2006. – Вип. 45. – С. 55-58.

40. Демченко Н.П. Резервы повышения эффективности орошаемого земледелия юга Украины / Н.П. Демченко. – К. : Урожай, 1989. – 216 с.

41. Дзюбецький Б.В. Селекція кукурудзи / Б.В. Дзюбецький, В.Ю. Черчель, С.П. Антонюк // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. – К. : Логос, 2001. – Т.2. – С. 571-589.

42. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія / [ Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л, Голобородько С.П., Коковіхін С.В.]. – Херсон : Айлант, 2009. – 372 с. : іл.

43. Дмитренко В.П. Об оптимальных значениях и закономерностях влияния осадков и температуры воздуха на урожайность сельскохозяйственных культур // Труды УкрНИИГиМ.– 1969. – Вып. 84. – С. 26-46.

44. Дмитриев В.С. Исследования по экономике оросительных и осушительных мелиораций / В.С. Дмитриев, М.П. Сигаев // Тр. ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. – М.: Колос, 1989. – С. 206-214.

45. Дмитриенко В.Л. Оптимизация элементов агроландшафта / В. Л. Дмитриенко // Земледелие. – 1995. – № 2. – С. 4.

46. Довідник із захисту рослин / [Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильєв В.П. та ін.] ; за ред. М.П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 744 с.

47. Докучаев В.В. Избранные сочинения / В.В. Докучаев. – Том II. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы. – 1949. – 427 с.

48. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [5-е изд., доп.

и перераб.] / Б.А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

49. Еколого-агротеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС : практикум / [Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В. та ін.]. – Херсон : ХДУ, 2004. – 163 с.

50. Єгоршин О.О. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами / О.О. Єгоршин, М.В. Лісовий. – Харків : Друкарня № 14, 2007. – 45 с.

51. Жуйков Г.Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних землях / Г.Є. Жуйков. – Херсон : Айлант, 2003. – 288 с.

52. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений. Экологические основы / А.А. Жученко. – М. : Агрорус, 2001. – Т. 1. – 780 с.

53. Заверюхин В.И. Возделывание сои на орошаемых землях ; под ред. А.А. Собко / В.И. Заверюхин. – М. : Колос, 1981. – С. 107-119.

54. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв [3-е изд., испр. и доп.] / Ф.Р. Зайдельман. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 448 с., ил.

55. Здерев Э.С. Определение поливной нормы для сахарной свеклы по концентрации клеточного сока / Э.С. Здерев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1973. – Вып 6. – С. 18-24.

56. Зимовец Б.А. Концептуальные основы мелиорации почв / Б.А. Зимовец, Е.И. Попкова, Ф.Р. Зайдельман, С.В. Бойко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 5. – С. 7-17.

57. Злобін Ю.А. Основи екології / Ю.А. Злобін. – К. : Либідь, 1998. – С. 5-7.

58. Зонн И.С. Влияние орошения на окружающую среду / И.С. Зонн, А.Ю. Мрост. – М. : ВНИИ ТЭИСХ, 1976. – 63 с.

59. Иванов Н.Н. Об определении величины испаряемости / Н.Н. Иванов. – М. : Всесоюзн. геогр. общество, 1954. – Т. 86. – № 2. – С. 189-196.

60. Изберик С. Назначение режимов орошения с использованием метеоданных / С. Изберик // Реферативный журнал с.-х. мелиорации (Франция), 1978. – № 4. – С. 3.

61. Ильинская И.Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе / И.Н. Ильинская. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. – 163 с., ил., табл.

62. Ільчук М.М. Організаційно-економічне обґрунтування виробничої програми по рослинництву : методичні вказівки ;

відповід. за вип. проф. М.М. Ільчук / М.М. Ільчук, Ш.І. Ібатулін, І.В. Мельникова, І.І. Андронович. – К. : Нічлава, 2006. – 112 с.

63. Карев Б.Б. Экономика использования водных ресурсов в орошаемом земледелии / Б.Б. Карев, В.И. Шлык. – М. : Колос, 1979. – 159 с.

64. Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы / В.И. Кисель. – Харьков : Штрих, 2000. – 162 с.

65. Ковалев В.М. Теория урожая / В.М. Ковалев – М. : МСХА, 2003. – С. 107-124.

66. Коваленко П.І. Раціональне використання води на меліоративних землях / П.І. Коваленко, Ю.А. Міхайлов. – К. : Урожай, 1986. – 184 с.

67. Ковтун И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Метрофанов. – Л.: Гидрометиздат, 1990. – 287 с.

68. Коковіхін С.В. Науково-методичні основи встановлення закономірностей та розробки математичних моделей формування урожаю польових культур при зрошенні : монографія / С.В. Коковіхін. – Херсон: Айлант, 2010. – 246 с.

69. Коломейченко В.В. Пути повышения коэффициента использования солнечной радиации (энергии) на формирование урожая / В.В. Коломейченко // Радиационные процессы в атмосфере и на земной поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 428-430.

70. Коломиец Н.В. Минимализация обработки почвы в севообороте / Н.В. Коломиец // Земледелие. – 1993. – № 2. – С. 17-19.

71. Комплексна програма розвитку зрошення та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів Херсонської області на період до 2015 року [ проект ] / [ Ромащенко М.І., Малярчук М.П., Лисогоров К.С., Коковіхін С.В. та ін.] – К.: Держводгосп України, 2007. – 17 с.

72. Константинов А.Р. Водный и тепловой режим орошаемых полей / А.Р. Константинов. – Л., 1979. – 112 с.

73. Костяков А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М. : Сельхозгиз. – 1961. – Т. 1. – 808 с.

74. Круть В.М. Научные основы экологического земледелия / В.М. Круть, Г.П. Фесенко, Т.Е. Алексеенко. – К. : Урожай, 1995. – 176 с.

75. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: Монографія / [ Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В.,

Найдьонов В.Г., Михаленко І.В.] ; за ред. член-кореспондента УААН Ю.О. Лавриненка. – Херсон : Айлант, 2009. – 428 с., іл.

76. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений / Ф.М. Куперман, Е.И. Ржанова, В.В. Мурашев. – М. : Высшая школа, 1982. – 343 с.

77. Лавриненко Ю.О. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, С.Я. Плоткін, В.Г. Найдьонов // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 52. – С. 76-82.

78. Лавриненко Ю.О. Біоенергетична оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно залежно від гібридного складу та режиму зрошення / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, В.Г. Найдьонов // Таврійський науковий вісник. – 2008. – Вип. 56. – С. 11-20.

79. Лавриненко Ю.О. Ефективність зрошення при вирощуванні гібридів кукурудзи різних груп ФАО / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, І.В. Михайленко, П.В. Писаренко // Таврійський науковий вісник. – 2009. – Вип. 66. – С. 144-152.

80. Латифов Н.Л. Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур / Н.Л. Латифов, И.В. Кобозев, Н.В. Парахин. – М. : МСХА, 1996. – 94 с.

81. Лебідь Є.М. Сівозміни при інтенсивному землеробстві / Є.М. Лебідь, І.І. Андрусенко, І.А. Пабат. – К. : Урожай, 1992. – С. 34-51.

82. Лимар А.О. Два урожаї з однієї пашні / А.О. Лимар // Хлібороб України. - №5. – 1972. – С. 6-7.

83. Лимар А.О. Два урожаї з полиневого гектара / А.О. Лимар // Сільський вісник. – 1974. – Вип. 5. – С. 21-23.

84. Лимар А.О. Інтенсивні короткоротаційні зрошувані сівозміни в системі землеробства південного степу України / А.О. Лимар // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2006. – Вип. 3(35). – С. 8-15.

85. Лимар А.О. Кукурудза в Херсонській області / А.О. Лимар // Корма. – 1974. – С. 27-28.

86. Лимар А.О. Многолетние травы под покровом озимой пшеницы и и пожнивных посевов / А.О. Лимар, П.П. Остовчук // Весник с.-х. науки. – 1985. – №5. – С. 45-54.

87. Лимар А.О. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від схем, густоти стояння при зрошуванні на чорноземах осолоділих, супіщаних, піщаних ґрунтах півдня України / Лимар А.О., Лимар В.А., Заренцев І.М. – Херсон, 2004. – С. 96-103.



88. Лимар А.О. Рекомендації по технології вирощування багатокомпонентних кормових сумішей в Херсонській області / Лимар А.О., В.Ф. Ліпис, В.І. Остапов та ін. – Херсон, 1975. – С. 23.
89. Лимар А.О. Удосконалення агротехніки вирощування пропасних культур на зрошуваних землях / А.О. Лимар // Вісник аграрної науки. – 1976. - №1. – С.56-59.
90. Лисогоров К.С. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами / К.С. Лисогоров, В.А. Писаренко // Таврійський науковий вісник.– 2007.–Вип. 49.– С 49-52.
91. Литвиненко М.А. Високоврожайні, екстрасильні, пластичні / М.А. Литвиненко // Насінництво. – 2012. - № 11. – С. 2 – 8.
92. Литвиненко М.А. Сорт і якість зерна. Ефективне використання генетичного потенціалу пшениці м'якої озимої / М.А. Литвиненко // Насінництво. – 2013. - № 3. – С. 1 – 4.
93. Лихацевич А.П. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского регионов Российской Федерации) / А.П. Лихацевич, Е.А. Стельмах. – Минск : Белпринт, 2002. – 212 с.
94. Лозовицкий П.С. Влияние орошения на свойства и плодородие темно-каштановых почв / П.С. Лозовицкий, И.В. Ткаченко // Почвоведение. – 1992. – № 5. – С. 75-85.
95. Лупашку М.Ф. Моделирование урожаев кормовых культур в Молдавской ССР / М.Ф. Лупашку // Весник с.-х. науки. – 1987. – С. 83-91.
96. Лымарь А.О. Влияние минеральных удобрений, соломы, обработки почвы, промежуточных посевов на плодородие южных черноземов и продуктивность бессменной озимой пшеницы / А.О. Лымарь, П.П. Островчук, В.А. Ищенко // Вестник с.-х. науки. – 1988. - №7. – С. 43-48.
97. Лымарь А.О. Короткоротационные специализированные севообороты – важный фактор интенсификации орошаемого земледелия и воспроизводства плодородия почвы / А.О. Лымарь // Весник аграрной науки, 1991, №10. С. 37-41.
98. Лымарь А.О. Продуктивность посевов в зависимости от способов обработки почвы и удобрений / А.О. Лымарь // Вестник с.-х. науки. – 1987. - №8 – С. 49-51.

99. Лымарь А.О. Промежуточные посе́вы в интенсивном земледелии / А.О. Лымарь // Справочник по виращиванию промежуточных культур на юге Украины. Одесса: Маяк, 1988. – С. 35-58.

100. Лымарь А.О. Рекомендации по учету агрометеорологической информации при решении задач интенсификации орошаемого земледелия и программирования урожая с.-х. культур / Лымарь А.О., Гойса Н.И. и др. // Методические указания по агрометеорологическому обеспечению орошения Украины ; под ред. Н.И. Гойсы и Р.Н. Олейника. - М.: Гидрометеиздат, 1989. -152 с.

101. Лымарь А.О. Способы и глубина обработки пласта люцерны под. сельскохозяйственные культуры / А.О. Лымарь // Весник с.-х. науки. - 1988.– №2. – С. 9-13.

102. Лымарь А.О. Справочник по орошаемому земледелию Степи Украины / А.О. Лымарь. – Одесса : Маяк, 1983. – 206 с.

103. Лымарь А.О. Хозяйственно-экологический эффект короткоротационных севооборотов при орошении / А.О. Лымарь, П.П. Островчук, В.А. Ищенко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. - №7. – С. 21-23.

104. Лымарь А.О. Экологические основы систем орошаемого земледелия / А.О. Лымарь. – К. : Аграрна наука, 1997. – 397 с.

105. Лымарь А.О. Эффективность разных способов обработки почвы на орошаемых землях / А.О. Лымарь, В.А. Ищенко // Масличные культуры. – 1985. – №4. – С. 15-16.

106. Лымарь В.А. Особенности программирования урожая промежуточных культур / В.А. Лымарь // Справочник по прогнозированию урожая на юге Украины. – Одесса: Маяк, 1987. -. С. 123-139.

107. Лысогоров С.Д. Орошаемое земледелие [5-е изд., перераб. и доп.] / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко – М. : Колос, 1995. – 447 с.

108. Максимова Л.А. Особенности фотосинтетической деятельности кукурузы при оптимизации условий выращивания в южной части УССР / Л.А. Максимова. – Автореф. канд. дисс. – Кишинев, 1980. – 23 с.

109. Малярчук М.П. Система основного обробітку ґрунту для зрошуваних сівозмін / М.П. Малярчук, С.Б. Котов // Актуальні проблеми ефективного використання зрошуваних земель : зб. наук.

ст. – Херсон, 1997. – С. 33-42.

110. Малярчук Н.П. Влияние почвозащитных систем обработки в севообороте на плодородие, засоренность посевов и продуктивность сельскохозяйственных культур / Н.П. Малярчук // Орошаемое земледелие. – 1992. – Вып. 37. – С. 13-18.

111. Медведев В.В. Сохранение и повышение плодородия почв Украинской ССР / В.В. Медведев // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 4. – С. 15.

112. Мелиорация на Украине ; под ред. Н.А. Гаркуши [2-е изд., доп. и перераб.]. – К. : Урожай, 1985. – 376 с.

113. 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.

114. Методика проведення дослідів по кормовиробництву ; за ред. А.О. Бабича. – Вінниця, 1994. – 87 с.

115. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях орошения УССР.– Днепропетровск, 1985.–134 с.

116. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливу сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування / [В.А. Писаренко, С.В. Коковіхін, Л.С. Мішукова та ін.]. – Херсон : Колос, 2005. – 16 с.

117. Минашина Н.Г. Экология и мелиорация орошаемых земель в историческом аспекте / Н.Г. Минашина // Проблемы почвоведения.– 1990. – С. 230-237.

118. Мирзоев С.Ш. Влияние водохозяйственной деятельности на геологическую среду / С.Ш. Мирзоев // Водные ресурсы. – 1990. – № 5. – С. 122-127.

119. Міхеєв Є.К. Інформаційні системи в землеробстві. Ч. 1.: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування / Є.К. Міхеєв.–Херсон: ХДУ, 2005.–280 с.

120. Моисеенко Н.А. Гидрогеологические и агроэкологические основы орошения / Н.А. Моисеенко. – Саратов : СГАУ, 2000. – 267 с.

121. Морозов В.В. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України : навчальний посібник / В.В. Морозов, Л.М. Грановська, М.Г. Поляков. – Київ-Херсон : Айлант, 2003. – 273 с.

122. Ничипорович А.А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. – М. : Колос, 1970. – С. 6-22.

123. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 133 с.

124. Орлюк А.П. Теоретичні основи селекції рослин / А.П. Орлюк. – Херсон : Айлант, 2008. – 572 с.

125. Остапов В.И. Влияние орошения на плодородие почв в степной зоне Украины / В.И. Остапов, Е.П. Сафонова // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 5. – С. 54-57.

126. Оцінка меліоративного стану зрошуваних земель Херсонської області і пропозиції по підвищенню ефективності їх використання // Матер. Каховської гідро-геолого-меліоративної експедиції. – Таврійськ, 1996. – 17 с.

127. Писаренко В.А. Ефективність зрошення сільськогосподарських культур / В.А. Писаренко // Підвищення ефективності використання зрошуваних степових ландшафтів. РВЦ ХДАУ. – Херсон : Колос. – 2003. – С. 6-7.

128. Писаренко В.А. Особливості технології вирощування кукурудзи при зрошенні / В.А. Писаренко, Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко // Деловой агрокомпас.–2006.– № 5(115).– С. 17-27.

129. Писаренко В.А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / В.А. Писаренко, Е.М. Горбатенко, Д.Р. Йокич. – К. : Урожай, 1988. – 96 с.

130. Позняк С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины / С.П. Позняк. – Львов : ВМТЛ, 1997. – 240 с.

131. Поламарчук М.М. Еколого-економічні проблеми використання водних ресурсів у сільському господарстві / М.М. Поламарчук, Н.Б. Закорчевна, Т.М. Поламарчук // Економіка АПК. – 2000. – № 10. – С.21.

132. Почвы Украины и повышение их плодородия ; под ред. Н.И. Полупана – К. : Урожай, 1988. – 293 с.

133. Раскин Г.С. Атлас почв Украинской ССР ; под ред. Н.К. Крупской, Н.И. Полупан / Г.С. Раскин. – К. : Урожай, 1979. – 160 с.

134. Ризниченко Г.Ю. Биофизическая динамика продукционных процессов / Г.Ю. Ризниченко, А.Б. Рубин. – М. :

ИКИ, 2004. – 464 с.

135. Роде А.А. Почвенная влага / А.А. Роде. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – 335 с.

136. Ромащенко М.І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.І. Ромащенко, С. А. Балюк. – К. : Світ, 2000. – 114 с.

137. Ромащенко М.І. Методика планування оптимальних екологічно безпечних режимів зрошення / М.І. Ромащенко, О.І. Жовтоног, Л.А. Філіпенко, Т.Ф. Деменкова. – К. : УкрНИИГиМ, 1997. – С. 43.

138. Рослинництво : підручник / [О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко]. ; за ред. О.І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.: іл.

139. Рослинництво з основами програмування врожаю / [О.Г. Жатов, Л.Т. Глущенко, Г.О. Жатова та ін.]. – К. : Урожай, 1995. – С. 177-192.

140. Росс Ю.К. Математическое моделирование производственного процесса и урожая / Ю.К. Росс // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М. : Колос, 1975. – С. 415-426.

141. Рубин Б.А. Курс физиологии растений / Б.А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1968. – 598 с.

142. Сапожникова С.А. Микроклимат орошаемых полей / С.А. Сапожникова // Труды ГГО. – 1954. – Вып. 45 (107). – С. 55-59.

143. Свентицкий И.И. Принципы энергосбережения в АПК / И.И. Свентицкий // Естественнонаучная методология. – М. : ГНУВИЭСХ, 2001 – С. 47-48.

144. Сівозміни у землеробстві України ; за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. – К. : Аграрна наука. 2002. – 146 с.

145. Снеговой В. С. Экологические предпосылки мелиорации земель в Молдавии / В. С. Снеговой, А. О. Гаврилица. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 191 с.

146. Собко А.А. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / А.А. Собко. – К. : Знание, 1985. – 16 с.

147. Собко О.О. Зрошення загострює проблему родючості ґрунтів / О.О. Собко // Вісник аграрної науки. – 1992. – № 9. – С. 12-16.

148. Соя: промышленная переработка, кормовые добавки, продукты питания / [Адамень Ф.Ф., Сичкаръ В.И., Письменов В.Н.,

Шерстобитов В.В.]. – К. : Нора-принт, 1999. – 333 с.

149. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / [Коваленко П.І., Собко О.О., Писаренко В.А. та ін.]. – К. : Аграрна наука, 2001. – 274 с.

150. Тарарико Ю.А. Формирование устойчивых агросистем / Ю.А. Тарарико. – К. : ДИА, 2007. – 560 с.

151. Тарарико Ю.О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу / Ю.О. Тарарико. – К. : Нора-Друк, 2002. – 122 с.

152. Тараріко Ю.О. Системи біоенергетичного аграрного виробництва / Ю.О. Тараріко. – К. : ДІА, 2009. – 16 с.

153. Тимирязев К.А. Жизнь растений: избр. соч. в 4-х т. / К.А. Тимирязев. – М. : Гос. изд-во с.-х. литер, 1949. –Т. 3. – С. 347-354.

154. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов / Х.Г. Тооминг. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 264 с.

155. Уліч Л. Урожайність озимої пшениці в умовах посухи / Л. Уліч // Агротехнологія. – 2012. - №40. – С. 10 – 11.

156. Уразалиев Р.А. Анализ взаимодействия генотип-среда сортовых и гибридных популяций озимой мягкой пшеницы / Р.А. Уразалиев, А.М. Кохметова // Сельскохозяйственная биология. – 1983. - №1. – С. 33 – 42.

157. Ушкаренко В.А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В.А. Ушкаренко, А.Я. Скрипников. – К. : Вища школа, 1988. – 120 с.

158. Ушкаренко В.О. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України / В.О. Ушкаренко, І.І. Андрусенко, Ю.В. Пилипенко // Таврійський науковий вісник. – 2005. – Вип. 38. – С. 168-175.

159. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство / В.О. Ушкаренко. – К. : Урожай, 1994. – 328 с.

160. Фахрутдинова А.Н. Воздействие солнечной активности на термодинамический режим нижней и средней атмосферы / А.Н. Фахрутдинова // Матер. Всеросс. науч. конф. "Современные проблемы метеорологии и геоэкологии". – Казань, 2004. – С. 401-403.

161. Філіп'єв І.Д. Продуктивність мінеральних добрив в умовах зрошення півдня України / І.Д. Філіп'єв, К.С. Лисогоров // Вісник

сільськогосподарської науки. – 1980. – № 9. – С. 13-16.

162. Формування енергогенеруючих біоорганічних агроєкосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Північно-Центральний Степ України) ; за ред. Ю. Тараріко. – К. : ДІА, 2008. – 152 с.

163. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник ; за ред. академіка УААН В.О. Ушкаренка [2-е вид., перероб. і доп.] / О.В. Харченко. – Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.

164. Шевелуха В.С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В.С. Шевелуха. – М.: Колос, 1980. – С. 25-29.

165. Штойко Д.А. Розрахункові методи визначення сумарного випаровування і строків поливу с.-г. культур / Д.А. Штойко, В.А. Писаренко, О.С. Бичко, Л.І. Єлаженко // Зрошувальне землеробство. – 1977. – С. 3-8.

166. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення ; за ред. Д. Мельничука, Д. Гофман, М. Городнього. – К. : Арістей, 2004. – 488 с.

167. Яцик А. В. Вода України: проблеми, перспективи / А. В. Яцик // Водне господарство України. – 1996. – № 2. – С. 3-8.

168. Ball R. O. Water analytic indexing and scoring / R. O. Ball, R. Z. Church // J. Environ. Eng. Div. – 1980. – Vol. 106. – P.757-771.

169. Brase P. Successful implementation of computerized irrigation scheduling / P. Brase // Irrigation scheduling for water and energy. – 1981. – P. 213-218.

170. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently / J. Bright // New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference. – 2002. – P. 185-188.

171. 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.

172. Gilman E. F. Irrigation and Container Type Impact Red Maple / E. F. Gilman // Journal of Agriculture. – 2003. – № 29. – P. 31-36.

173. 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.

174. Hillel D. Salinity Management for Sustainable Irrigation / D.

- Hillel // AgroTech. – 2000. – Vol. – P. 34-37.
175. <http://europeandcis.undp.org/files/uploads/Juerg/IWRM-SACENA-REPORT-2004Last.doc> [Электронный ресурс].
176. <http://faostat.fao.org/faostat>. Статистичний бюлетень FAO [Электронний ресурс].
177. [http://vodgosp.public.kherson.ua/new/ur\\_port.htm](http://vodgosp.public.kherson.ua/new/ur_port.htm) [Электронний ресурс].
178. <http://www.gismeteo.ua>. Прогноз погодних умовий [Электронний ресурс].
179. <http://www.meteo.infospace.ru>. Архивные базы данных метеорологических показателей [Электронний ресурс].
180. Кнох J.W. Trickle Irrigation in England and Wales / J.W. Кнох, Е.К. Weatherhead // Environment Agency. – Bristol: Rio House, 2003. – 53 p.
181. Kudeyarov V. N. The effects of biocide treatments on metabolism in soil. Fumigation with carbon disulphide / V.N. Kudeyarov, D. S. Lenkinson // Soil Biol. and Biochem. – 1976. – Vol. 8. – P.375-378.
182. Ross R. Hottest corn hybrids for world / R. Ross // Irrigation Age, 1979. – V. 79. – № 5. – P. 18.
183. 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.
184. Weatherhead E.K. Drip irrigation revisited / E.K. Weatherhead, J.W. Knox // Irrigation News. – 1997. – № 25. – P. 77-79.
185. Yingneng L. Research on the Water-saving Agriculture in China / L. Yingneng // Water-saving Irrigation. – 2002. – № 2. – P. 25-36.
186. Zarogiannis V. Beregnung and Itandraum lei Mais (Zea maysl) / V. Zarogiannis // Bodenkultur. – 1979. – №3. – P. 281-303.



## ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА .....	3
РОЗДІЛ 1 ВПЛИВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РОСЛИН У ЗРОШУВАНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ .....	6
1.1. Динаміка надходження фотосинтетично-активної радіації та розробка нових методів встановлення її інтегральних значень.....	6
1.2. Продуктивність пшениці озимої залежно від гідротермічних умов.....	12
1.3. Ідентифікація сортів пшениці м'якої озимої за параметрами пластичності і екологічної стійкості за різних умов вирощування .....	18
1.4. Встановлення закономірностей продукційних процесів рослин кукурудзи залежно від теплоенергетичних умов.....	26
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ І ЇХ РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ .....	41
2.1. Загальна характеристика природних ресурсів.....	41
2.2. Енергетичні ресурси й раціональне їх використання .....	44
2.3. Термічні ресурси.....	50
2.4. Ресурси вологозабезпеченості.....	53
2.5. Екстремальні явища .....	57
2.6. Ґрунтові ресурси .....	60
2.7. Агроекологічні підходи в оцінці природного потенціалу регіону .....	66
РОЗДІЛ 3 АГРОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ.....	72
3.1. Основні принципи побудови зрошуваних сівозмін .....	72
3.2. Особливості формування структури посівних площ сівозмін у різні періоди .....	80
3.3. Обґрунтування необхідності і принципи побудови короткоротаційних сівозмін .....	96

	3.4. Особливості зрошуваних культур та їх розміщення в сівозмінах.....	100
	3.5. Роль сорту в сівозмінах.....	108
РОЗДІЛ 4	<b>ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ .....</b>	<b>111</b>
	4.1. Організація і постановка дослідів .....	111
	4.2. Беззмінні посіви .....	117
	4.3. Конструкції сівозмін короткої ротації та їх продуктивність.....	121
	4.4. Продуктивність короткоротаційних сівозмін залежно від системи обробітку ґрунту і добрив.....	137
	4.5. Раціональний режим зрошення короткоротаційних сівозмін.....	154
РОЗДІЛ 5	<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....</b>	<b>165</b>
ПІСЛЯМОВА .....		197
ЛІТЕРАТУРА .....		200

**Науково-методичне видання**

*ЛИМАР Анатолій Остапович  
ЛИМАР Володимир Анатолійович  
КОКОВІХІН Сергій Васильович  
ДОМАРАЦЬКИЙ Євген Олександрович*

**МОНОГРАФІЯ**

**Агрокліматичні ресурси півдня України  
та раціональне їх використання**

Підписано до друку \_\_.\_\_.2015 р. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Друк різнографія. Гарнітура Times New Roman.  
Умовн.-друк. арк. 9,23. Наклад 300 прим.