

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та
агроекології

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Оцінка продукційного процесу ріпаку в умовах зміни клімату в Лісостеповій зоні України**

Виконав студент 2 курсу групи МЗА-19
Спеціальності 103 «Науки про Землю»,
(шифр і назва)
Освітня програма «Агрометеорологія»
(назва)
Селезньов Артем Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник к.геогр.н.
Данілова Наталія Василівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Рецензент к.геогр.н., доцент
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут гідрометеорологічний
Кафедра агromетеорології та агроекології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Агromетеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агromетеорології та агроекології
Польовий А.М.
« 26 » жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Селезньову Артему Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка продукційного процесу ріпаку в умовах зміни клімату в Лісостеповій зоні України

керівник роботи Данілова Наталія Василівна, к.геогр.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 16 » жовтня 2019 року № 194 «С»

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: Середньо обласні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агromетеорологічних станцій Української Гідрометслужби. Дані гідрометеорологічних параметрів, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі RASMO2.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Описати фізико-географічне районування та агрокліматичні умови Лісостепової зони України та біологічні особливості озимого ріпаку. Провести чисельні експерименти з моделлю та провести аналіз отриманих результатів, дати оцінку впливу агрокліматичних умов формування продуктивності озимого ріпаку в умовах зміни клімату в Лісостепу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Середня температура повітря за період відновлення вегетації – повна стиглість озимого ріпаку в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5. Динаміка площі листя озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5. Динаміка фотосинтетичного потенціалу озимого ріпаку за період відновлення вегетації –

повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних. Середня температура повітря за період відновлення вегетації – повна стиглість озимого ріпаку в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP8.5. Динаміка площі листя озимого ріпаку за період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP8.5. Динаміка фотосинтетичного потенціалу озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою магістерської кваліфікаційної роботи.	26.10.2020 р. - 04.11.2020 р.	85	4(добре)
2	Складання фізико-географічного огляду району (область, зона, край). Збір матеріалів спостережень та їх обробка.	05.11.2020 р. - 15.11.2020 р.	85	4(добре)
	<i>Рубіжна атестація</i>	16.11.2020 р. - 21.11.2020 р.	85	4(добре)
3	Виконання розрахунків, побудова графіків, таблиць. Аналіз отриманих результатів, написання основного тексту роботи.	22.11.2020 р. - 27.11.2020 р.	85	4(добре)
4	Узагальнення отриманих результатів. Написання висновків.	28.11.2020 р. - 30.11.2020 р.	85	4(добре)
5	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	01.12.2020 р. - 07.12.2020 р.	85	4(добре)
7	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
8	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		85,0	

Студент

Селезньов А.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Данілова Н.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зміна клімату серйозно впливає на багато сфер діяльності людини в самих різних областях від сільського господарства до енергетики. Крім того зміна кліматичних умов є серйозним фактором ризику для здоров'я населення, викликаного такими несприятливими явищами погоди як екстремальна спека, зливи, повені, урагани та інші.

Озимий ріпак - дуже вимоглива культура до умов перезимівлі. Він добре зимує в м'якому кліматі з вологою восени, поступовим настанням зими і вельми стійким сніговим покривом. Природно, такі умови складаються не у всіх регіонах України, особливо в останні роки. Що стосується умов перезимівлі, то, незважаючи на потепління клімату, яке найбільше проявляється в холодний період, і поліпшення умов перезимівлі, слід пам'ятати, що при низьких температурах повітря і ґрунту озимий ріпак схильний до вимерзання в першу чергу. Якщо рослини озимої пшениці, жита при нормальному розвитку здатні переносити температуру ґрунту мінус 14-18 °С і нижче на вузлі кущення, то озимий ріпак гине вже при температурі мінус 9 °С, а такі температури мають певну ймовірність практично по всій території України, за винятком західних областей .

В ході даної роботи розглядається можливий вплив на ріст та розвиток озимого ріпаку, враховуючи сценарій майбутніх кліматичних змін RCP4.5 та RCP8.5, а також наукові дані середньо багаторічних агрокліматичних показників в Лісостеповій зоні України. Планується, що урожайність озимого ріпаку знизиться у сценарних періодах, в порівнянні з середньо багаторічним.

Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури. Загальний обсяг складає 62 сторінки, містить 6 рисунків, 6 таблиць, список використаної літератури складається з 44 найменувань.

Ключові слова: озимий ріпак; зміна клімату; кліматичні сценарії; урожайність; агроекологічні категорії урожайності, агрокліматичні показники.

ANNOTATION

Climate change is seriously affecting many areas of human activity in a wide range of areas, from agriculture to energy. In addition, climate change is a serious risk factor for public health caused by such adverse weather events as extreme heat, showers, floods, hurricanes and others.

Winter rape is a very demanding crop to overwintering conditions. It winters well in mild climates with humid autumn, gradual onset of winter and very stable snow cover. Naturally, such conditions do not exist in all regions of Ukraine, especially in recent years. With regard to overwintering conditions, despite the warming of the climate, which is most pronounced in the cold period, and the improvement of overwintering conditions, it should be remembered that at low air and soil temperatures, winter oilseed rape is prone to freezing in the first place. If the plants of winter wheat, rye in normal development are able to tolerate soil temperature minus 14-18 ° C and below the node of the bush, the winter rape dies at a temperature of minus 9 ° C, and such temperatures have a certain probability almost throughout Ukraine, for except for the western regions.

In the course of this work, the possible impact on the growth and development of winter rape is considered, taking into account the scenario of future climate change RCP4.5 and RCP8.5, as well as scientific data on long-term agro-climatic indicators in the forest-steppe zone of Ukraine. It is planned that the yield of winter oilseed rape will decrease in the scenario periods, compared to the average long-term.

The master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusions, a list of references. The total volume is 62 pages, contains 6 figures, 6 tables, the list of used literature consists of 44 items.

Key words: winter rape; climate change; climate scenarios; crop capacity; agroecological yield categories, agroclimatic indicators.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЛІСОСТЕПУ.....	8
1.1 Характеристика географічних умов Лісостепу.....	8
1.2 Географічне положення Лісостепу.....	10
1.3 Кліматичні умови Лісостепу.....	11
РОЗДІЛ 2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОГО РІПАКУ.....	17
2.1 Морфологічні особливості ріпаку.....	17
2.2 Вимоги ріпаку до тепла.....	19
2.3 Вимоги ріпаку до вологи.....	20
2.4 Живлення та добрива ріпаку.....	21
2.5 Основні шкідники та хвороби ріпаку.....	24
2.6 Технологія вирощування ріпаку. Місце в сівозміні.....	25
2.7 Основні сорти.....	31
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗРОСТАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ УКРАЇНИ.....	36
3.1 Короткий огляд досліджень впливу агрометеорологічних умов росту та розвитку ріпаку в умовах зміни клімату.....	36
3.2 Вплив агрокліматичних умов на ріст та розвиток озимого ріпаку за весняно-літній період за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.....	39
3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів.....	39
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	58

ВСТУП

Актуальність теми. Ріпак - однорічна трав'яниста рослина з сімейства капустяних. Посівна площа цього олійної рослини в світі постійно збільшується, але найбільше його обробляють в Китаї, Індії, Канаді, Україні та Європейському союзу. Що стосується Білорусі, то виробництво ріпаку за останні роки також зросла, причому в нашій країні вирощуються переважно яра культура в зв'язку з її більшою холодостійкістю.

Насіння озимого ріпаку містять 47-49 відсотків сирого жиру. У порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами він має переваги, так як сприяє підвищенню продуктивності культур, що настають за ним в сівозміні, хоча і вимагає великих витрат на добрива, захист рослин. Досвід господарств підтверджує, що ріпак у сівозмінах з високою концентрацією зернових сприяє збільшенню врожайності зерна на 4-5 центнерів з гектара посівів.

Високу кормову цінність представляє ріпаковий макуха і шрот. За змістом лізину, триптофану та інших амінокислот він не поступається соєвого. Одна тонна його, що містить 255-280 кг білка дозволяє збалансувати 8 тонн комбікормів, підвищуючи зміст перетравного протеїну в одній кормовій одиниці з 81 до 110 г.

Зелена маса ріпаку відрізняється високою поживністю і добре поїдається багатьма видами сільськогосподарських тварин. У ній міститься 3,9% протеїну, що на 0,4-0,8% більше, ніж у люцерни і конюшини і вдвічі вище, ніж у кукурудзи та соняшнику.

Мета дослідження. Оцінка впливу агрокліматичних умов на зростання рису в Південному Степу в умовах зміни клімату.

Задачі дослідження:

- дати характеристику фізико-географічному районуванню та агрокліматичним умовам Лісостепової зони України;

- вивчити біологічні особливості ріпаку та його вимоги до температури, вологи, живлення та ґрунтів; дати характеристику шкідникам та хворобам.

- оцінити вплив агрокліматичних умов на зростання ріпаку в Лісостепу в умовах зміни клімату.

Об'єкт дослідження. Посіви ріпаку в Лісостеповій зоні України.

Предмет дослідження. Ріст, розвиток і формування продуктивності ріпаку в Лісостеповій зоні в умовах зміни клімату.

Методи дослідження. Для аналізу були використані дані середніх багаторічних агрокліматичних показників за період за 1986 – 2005 рр. і дані за кліматичними сценаріями RCP4.5 та RCP8.5. Для дослідження була використана модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового.

Наукова новизна отриманих результатів:

- оцінено вплив агрокліматичних ресурсів стосовно до вирощування ріпаку в умовах зміни клімату для Лісостепу;

- оцінено впливу агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність ріпаку в умовах зміни клімату.

РОЗДІЛ 1

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ І АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЛІСОСТЕПУ

1.1 Характеристика географічних умов Лісостепу

У межах лісостепової зони України на значних площах виходять на поверхню чи залягають близько до неї кристалічні породи Українського щита. Велика територія Лівобережного Лісостепу розміщена в межах Дніпровсько-Донецької западини, вивільненої осадовими породами, в яких виявлено поклади нафти і природного горючого газу, кам'яної солі.

На Правобережжі знаходиться Дніпровський буровугільний басейн, геоструктурно пов'язаний з осадовим чохлам Українського щита. З Українським щитом пов'язані також родовища залізних руд Кременчуцького району. Джерелом нагромадження заліза у відкладах Українського щита були продукти руйнування архейських гранітів і магматичних порід за тривалу геологічну історію.

На півночі Львівщини і південному заході Волинської області є родовища кам'яного вугілля (Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн). Український Лісостеп багатий на вапняки (Тернопільщина, Хмельниччина, Вінниччина), мергелі. Є великі поклади високоякісних пісків, каолінів, твердих кристалічних порід та інших мінерально-сировинних ресурсів [1].

У Лісостепу України багато височинних територій: Подільська, Волинська, Придніпровська і Середньоруська височини. Між Придніпровською низовиною і Середньо-руською височиною знаходиться підвищена Полтавська рівнина. Височинам властиві платоподібні поверхні, горбогірний рельєф деяких з них (Розточчя, Опілля, Товтри) подекуди нагадує низькогір'я. Окрайні частини височин і Полтавської рівнини мають розчленований рельєф і добре розвинуту яружно-балкову мережу.

Серед низовинних територій є лише велика Придніпровська низовина, яка займає більшу частину Лівобережного Лісостепу. Вона характеризується рівнинним, слабо-похиленим у бік Дніпра, рельєфом.

Річний радіаційний баланс у лісостеповій зоні становить 1800-1850 МДж/м кв. У межах Лісостепу простежуються деякі кліматичні відмінності з північного заходу на схід і південний схід. Так, пересічна річна температура повітря у Львові, розміщеному на заході лісостепової зони, становить $+7,4^{\circ}\text{C}$, в Полтаві $+6,8$, у Харкові $+6,7^{\circ}\text{C}$. Як бачимо, пересічна річна температура повітря в східному напрямі поступово знижується. Досить помітними є також зміни цього показника між північними і південними частинами зони. У східних районах випадає значно менше опадів (близько 450 мм), ніж у західних (до 750 мм). Вегетаційний період триває 200-210 днів.

Із заходу на схід зменшується густота річкової сітки. Пересічний багаторічний річковий стік у межах лісостепової зони скорочується як у південному, так і в східному напрямках.

У більш зволжених західній і центральній частинах Лісостепу поширені опідзолені (часто оглеєні) ґрунти, опідзолені та деградовані чорноземи, у східних лісостепових районах — чорноземи типові на лесових породах. Опідзолені ґрунти трапляються на невеликих площах. Загалом рівень родючості ґрунтів найвищий у середній і східній частинах Лісостепу.

Залісненість західної території Лісостепу вища, ніж центральної та східної, і досягає 15%. На крайньому заході та на обмежених площах у Подніпров'ї (на ділянці від Києва до Черкас), а також у долинах річок Псел і Ворскла переважає сосна, у центральній частині — граб, а на Лівобережжі — дуб. У південних і східних районах Лісостепу поширені полезахисні лісові смуги.

Основна частина Лісостепу (понад 75%) зайнята сільськогосподарськими угіддями, насамперед орними землями з дуже високою природною родючістю ґрунтів.

Тваринний світ лісостепової зони має перехідний мішаний характер, оскільки в ній трапляються представники лісів, степів і водно-болотного середовища. З-поміж земноводних і плазунів водяться: ропуха, деревна жаба, тритони, болотна черепаха, вуж, гадюка звичайна, ящірки. Серед лісових птахів — дятли, голуби, зозуля, сови, шуліки чорний і рудий, сокіл-балабан, великий горобійник, синиці, зяблик та ін.; степових — куріпка, жайворонки, дрохви, вівсянка та ін. З ссавців у Лісостепу поширені: дика свиня, борсук, кажани, ховрахи, їжак, миші і полівки, заєць, козуля, лисиця.

Важливого значення для Лісостепу набуває розвиток природоохоронної справи, насамперед на великому за площею Лівобережжі, де природних заповідників і національних природних парків немає, хоч в їх створенні і функціонуванні є крайня потреба. Це стосується також Правобережного Лісостепу, де, крім невеликого за площею Канівського заповідника, інші об'єкти такого рівня також відсутні [1, 2].

Лісостеповій зоні України властиві істотні територіальні відмінності, зумовлені різною висотою поверхні окремих територій над рівнем моря, помітною відмінністю клімату, ґрунтів, рослинності, причому як між південними і північними, так і між східними і західними її частинами. У зв'язку з цим лісостепову зону України поділяють на чотири провінції: Західноукраїнську (Західноукраїнський Лісостеп), Дністровсько-Дніпровську (Дністровсько-Дніпровський Лісостеп), Лівобережно-Дніпровську (Лівобережно-Дніпровський Лісостеп) і Середньоруську (Середньоруський Лісостеп).

1.2 Географічне положення Лісостепу

На південь від Українського Полісся лежить лісостепова зона, або Лісостеп, що простягається майже на 1100 км від Передкарпаття на заході до Середньоруської височини на сході. Вона охоплює всю центральну частину території України завширшки в середньому 110 км.

Межа між лісостеповою і степовою зонами проходить по лінії Котовськ (біля кордону з Молдовою) — Первомайськ — Кіровоград — Кременчук — Красноград — Чугуїв — державний кордон України з Російською Федерацією.

Лісостеп займає близько 34% території України. Це друга за площею (після Степу) природно-географічна зона. Вона має високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, високу розораність земель, значну лісистість, обмежену площу природних сіножатей і пасовищ.

Оскільки лісостепова фізико-географічна зона розташована між Поліссям і Степом, то в її північній частині відчувається більший вплив природних компонентів, типових для зони лісів, а на півдні посилюється вплив чинників, властивих степовій зоні.

Загалом природно-географічні умови Лісостепу є найсприятливішими для життя і діяльності людей.

У Лісостепу знаходяться великі площі високопродуктивних чорноземів типових з значним вмістом гумусу (2-6,5%). Український Лісостеп — важливий район вирощування цукрових буряків та озимої пшениці.

1.3 Кліматичні умови Лісостепу

Життя рослин, їх ріст та розвиток відбуваються в результаті постійної взаємодії з довкіллям. Найінтенсивніше ці процеси проходять при наявності необхідних факторів у оптимальній кількості. Тому комплексне вивчення закономірностей росту, розвитку та формування врожаю сільськогосподарських культур у системі ґрунт–рослина–атмосфера можливі лише на підставі кількісної та якісної оцінки впливу метеорологічних умов.

Сонячна енергія – незамінний обов'язковий екологічний фактор існування рослин і біосфери в цілому. У великому циклічному кругообігу головним джерелом енергії для біологічних і ґрунтових процесів є сонячна радіація. Вся поверхня Землі одержує за рік від Сонця, за приблизними оцінками $21 \cdot 10^{20}$ Дж тепла. Основна частина цієї енергії витрачається на формування клімату та

океанічних течій, турбулентний обмін між підстилаючими поверхнями й атмосферою, випаровування води з поверхні суші та океану, поглинання рослинним покривом. Зелені рослини в процесі фотосинтезу засвоюють тільки від 0,5 до 5% сонячної енергії.

Важливим показником радіаційного режиму є тривалість сонячного сяяння, тобто час, протягом якого прямі сонячні промені потрапляють на земну поверхню. За багаторічними спостереженнями загальна річна тривалість сонячного сяяння в зоні Лісостепу перевищує 2000 годин. При цьому взимку місячні суми становлять 15–30 %, а влітку – 60% можливої суми. Мінімальне значення цього показника спостерігається в грудні (33–45 год.). В січні цей період дещо подовжується, а у лютому він у два рази триваліший, ніж у грудні (55–70 год.). Починаючи з березня тривалість сонячного сяйва інтенсивно зростає і сягає 120–155 год., у квітні 160–170 год., травні – 240–260 год. У червні інтенсивність такого збільшення нижча через збільшення хмарності порівняно з травнем і перевищує останній усього на 10–30 год. Липень характеризується найвищим значеннями – 260–300 год. У послідуючі місяці тривалість сонячного сяйва зменшується і складає: в серпні 230–250 години, вересні 170–180 години, жовтні 100–140, листопаді 45–50 години [1-3].

На процес фотосинтезу істотно впливає спектральний склад ФАР. Листки рослин характеризуються вибірковою здатністю щодо поглинання ФАР залежно від довжини хвиль. Найінтенсивніше поглинаються синьо-лілові промені довжиною 0,39–0,48 мкм, дещо менше – жовтогаряче-червоні довжиною 0,64–0,68 мкм і найменше жовто-зелені довжиною 0,50–0,60 мкм. Різні промені неоднаково впливають на продуктивність фотосинтезу. Фізіологічна радіація в синьо-фіолетовій частині спектра сприяє утворенню білків, а в червоно-жовтогарячій – вуглеводів.

За реакцією на світло рослини умовно поділяють на групи: довгого дня (пшениця, жито, овес, ячмінь, горох, льон, мак, конюшина, люцерна, буряки, морква); короткого дня (просо, кукурудза, квасоля, соя, сорго); проміжні та

нейтральні. Проміжні культури не цвітуть і не плодоносять, а нейтральні зовсім не реагують на тривалість дня.

Рослини, вирощені при малому освітленні, характеризуються низьким вмістом хлорофілу та поживних речовин, особливо цукрів. При затіненні збільшується висота рослин, але послаблюється куціння, знижується маса надземних органів і розвиток кореневої системи. Недостатня освітленість у роки з переважанням хмарної погоди є причиною слабкої диференціації тканини рослин, що часто призводить до вилягання зернових культур. Добре освітлені посіви формують високу врожайність доброї якості. Зерно сільськогосподарське культур при достатньому освітленні містить більше білку, клейковини, жиру та інших цінних речовин.

Температурні умови. У найхолоднішому місяці – січні – середня температура повітря коливається від -7 .80 на сході зони до -40 на заході. Середня температура в лютому майже така ж сама, як і в січні. Абсолютні мінімуми температури знаходяться в межах -33 .380 і бувають один раз в 50–60 років. Мінімальна температура -200 і нижче буває щороку.

Зима характеризується тривалими і інтенсивними відлигами з підвищенням температури в окремі роки до 12–140 тепла. Характерною рисою термічного режиму взимку є порівняно невеликі зміни температури з місяця в місяць. Найбільше підвищення температури по всій зоні спостерігається в періоди березень-квітень та квітень-травень. Дальше підвищення температури протікає значно повільніше.

Літній період відмічається високими і сталими температурами без значних змін по території зони. В найтеплішому місяці – липні – середня температура становить $+200$ на сході зони, знижуючись до $+180$ на заході. Температура серпня відрізняється від температури липня на 1–20. Абсолютні максимуми досягають 39–400. Найбільші зниження температури відбуваються протягом жовтня – листопада.

Перехід до середніх плюсових температур спостерігається у західних районах – в першій або на початку другої декади, в центральних – у кінці другої

і в східних – у третій декаді березня. Перехід до середніх мінусових температур восени на заході відбувається в кінці, а на сході – в середині листопада. Отже, теплий період у Лісостепу триває 230–265 днів.

Тривалість періоду з середньою добовою температурою вище 50, який приблизно збігається з тривалістю вегетаційного періоду, в західній частині Лісостепу становить 200–215, центральній – 200–210, східній – 190–200 днів. Перехід температури через цю межу навесні в більшості випадків відбувається протягом першої декади квітня, а восени – третьої декади жовтня.

Початок безморозного періоду припадає на третю декаду квітня. Лише в крайніх східних районах Харківської та Сумської областей останні весняні приморозки в повітрі в середньому припадають на початок травня, а в південних районах Вінницької області – на другу декаду квітня. У повітрі перші осінні приморозки припадають в середньому на першу декаду, і лише у південно-західних районах зони вони спостерігаються в другій декаді жовтня. Але в окремі роки в Лісостепу останні весняні приморозки в повітрі спостерігались навіть у другій половині травня, а перші осінні – у вересні.

Період активної вегетації (перехід температури через 100) починається в третій декаді квітня майже одночасно з безморозним періодом у повітрі. Закінчення цього періоду теж приблизно збігається з початком перших осінніх заморозків у повітрі, тобто в першій декаді жовтня. Отже, тривалість цього періоду в межах зони, залежно від місцевих умов, коливається від 155 до 170 днів. Отже, в період активної вегетації в зоні Лісостепу заморозків у повітрі майже не буває. Однак на поверхні ґрунту в цей період вони можливі. Тривалість періоду від дати переходу середньодобової температури через 100 до закінчення приморозків на поверхні ґрунту визначає ступінь небезпеки останніх. При більшій тривалості цього періоду приморозки закінчуються пізніше і можуть пошкодити вегетуючі рослини [2, 3].

Режим опадів та посушливі явища. В Лісостепу розподіл опадів як по окремих районах зони, так і за часом випадання відзначається великою нерівномірністю. Найкраще забезпечена ними західна частина, середня річна

кількість опадів тут становить 600–650 мм і більше. На крайньому сході зони їх випадає не більше 500 мм. Кількість опадів в окремі роки може змінюватися в широких межах. Так, на крайньому заході Лісостепу іноді випадає понад 1000 мм, а на сході – до 750 мм. Найменша річна кількість опадів становила до 300 мм на заході і близько 250 мм на решті території. Протягом зими опадів випадає небагато: в західних районах 175–200, у центральних та східних 150–175 мм. Від весни до літа кількість опадів збільшується.

Опади теплого періоду (квітень – жовтень) мають особливе значення для сільського господарства. Кількість їх в середньому становить 350–400 мм, а на крайньому заході зони – понад 500 мм. Літні опади нерідко випадають у вигляді сильних злив, які завдають великої шкоди сільському господарству. В західних районах зони зливи в окремі роки дають шар води понад 200 мм за добу. На решті території найбільші добові максимуми знаходяться в межах 100–150 мм. Нерідко бувають дощі, які охоплюють велику територію, особливо в північних та західних районах. У середньому за рік кількість днів з опадами становить на півночі зони 160 і 135 днів, а з опадами не менше 5 мм – 30–40 днів.

У період вегетації по всій зоні майже щорічно спостерігаються бездощові періоди. Тривалість окремих бездощових періодів у західних районах досягає 18–20, а в південних та східних – 25 днів. Довші періоди бездощів'я можливі один раз у п'ять років. На крайньому північному заході зони вони досягають 35, а в південно-східних районах – 45 днів. У західних рівнинних районах найбільша тривалість бездощових періодів становить 50–60, а в південних і східних – 80 днів і більше. Загальне число посушливих днів протягом вегетаційного періоду дуже нестійке. Воно різко змінюється з року в рік залежно від характеру переважаючих циркуляційних процесів. За теплий період (квітень — жовтень) середнє число посушливих днів на півночі Лісостепу становить 30–40, на південний схід воно збільшується до 60–65 [2, 3].

Майже по всій території Лісостепу спостерігаються суховії. Особливо часто, причому досить тривалі (понад 15 днів), вони бувають у східних та

південних районах; у західній частині зони з суховіями в середньому буває близько 4 днів. Суховії майже завжди спостерігаються при тривалому бездощів'ї, коли відносна вологість повітря знижується до 30% і нижче, температура його підвищується до 25^o і більше, а швидкість вітру становить не менше 5 м у секунду. Ступінь шкідливості цього явища визначається його інтенсивністю та станом розвитку рослин. Найбільшу шкоду вони приносять під час запилення квіток та наливу зерна. У центральних та східних районах зони в окремі роки спостерігаються пилові бурі тривалістю в середньому до 5 днів.

В даному розділі описані фізико-географічне районування Лісостепової зони. Дана коротка характеристика географічним умовам та положенню Лісостепу. А також представлений опис кліматичних умов розглядаємої зони.

РОЗДІЛ 2

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО РІПАКУ

2.1 Морфологічні особливості ріпаку

Ріпак - *Brassica napus oleifera biennis* (сімейство капустяні - Brassicaceae). У культурі представлений озимими і яровими формами. Озимий ріпак - однорічна трав'яниста рослина з добре розвиненим стрижневим коренем, проникаючим в ґрунт на глибину 1,7 м і більше.

Рослина восени утворює прикореневу розетку листя, на наступний рік навесні розвиває стебло висотою до 1,5 м і більше. Стебло гіллясте, покритий восковим нальотом. Нижні листя великі, черешкові лировидно-перисторозсічені; верхні - дрібні, сидячі, подовжено-ланцетні. Листя покриті сильним восковим нальотом [4].

Квітки великі, жовтого забарвлення, зібрані в суцвіття - пухкий кисть. Озимий ріпак є факультативним сазапилювачем, спостерігається і перехресне запилення (у 20-35% квіток). Плід - стручок, вузький, довжиною до 10 см, з тонким коротким носиком, при дозріванні розтріскується. На одній рослині утворюється до 200-430 стручків. Насіння кулясті, коричневі або сірувато-чорні з точково-комірчастою поверхнею, трав'янистої смаку. Маса 1000 насінин 3,7-5,5 г. В одному стручку міститься до 20-25 насіння.

Онтогенез ріпаку, як і у більшості видів сільськогосподарських рослин, можна розділити на два основні періоди: вегетативний - формування вегетативних органів (коренів, листя і стебла), і генеративний, або репродуктивний, - формування суцвіть, квіток, плодів ..

У процесі індивідуального розвитку ріпак проходить п'ять вікових періодів, які тісно взаємопов'язані з проходженням фенологічних фаз. У озимого ріпаку розрізняє такі фази вегетації: сходи, поява першої пари справжніх листків, початок утворення листової розетки, початок формування

нового листя розетки навесні, початок стеблуння (розгалуження), освіту суцвіть, початок бутонізації, освіта помітного віночка квітки, початок цвітіння, цвітіння, утворення перших стручків, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість.

При весняному посіві ріпаку озимого в перший місяць зростання рослин йде сповільнено. Висота рослини досягає 15-18 см, на ньому формується 5-6 листків. Більш активно ріпак росте другого місяця життя, а потім приріст помітно скорочується [5, 6].

Рослини різних за скоростиглістю сортів ростуть неоднаково інтенсивно. Наприклад, у ранньостиглого сорту Лембке максимальний приріст відзначений на 45-й день після сходів. Потім він різко сповільнюється і повністю припиняється між 55-65-м днями (від початку сходів).

Величина найбільшого приросту у пізньостиглої сорти Матадор відзначається на 60-й день після сходів. Потім він зменшується, але має місце до кінця вегетаційного періоду.

При посіві на початку серпня сходи, як правило, з'являються на 3-7-й день. Якщо опадів в літній період випадає мало, сходи можуть з'явитися на 20-30-й день. При сприятливих для появи сходів умовах через місяць рослини мають 5-6 листків, довжина найбільших з них 20-25 см. Листя в розетці в залежності від сорту і умов розвитку можуть бути притиснуті до нирці або спрямовані вгору.

Цвітіння припадає на середину травня. Цвітіння триває приблизно 25-30 днів. Якщо весна посушлива, період цвітіння різко скорочується.

Незважаючи на біологічне пристосування квіток до перехресного запилення, в значній мірі ріпак є і самозапилювачем. Деякі вчені вважають, що ріпак може утворювати багато плодів, як при самозапиленні, так і перехресному запиленні.

Квітки ріпаку на початку цвітіння інтенсивніше відвідуються бджолами. У квітках ріпаку безперервно утворюється нектар, і, отже, бджоли можуть відвідувати один і той же квітка багаторазово.

Початок дозрівання ріпаку - кінець липня. Тривалість вегетаційного періоду 340-348 днів.

Близько 40-60 днів (в залежності від зони вирощування) з числа днів вегетаційного періоду потрапляє на осінній період, коли рослини ріпаку озимого повинні накопичити достатній запас поживних речовин, необхідних для зимівлі.

Коріння у ріпаку озимого ростуть дуже швидко. Найбільш інтенсивне зростання їх, збігається з початком утворення перших справжніх листків.

До моменту формування розетки з 3-5 листків стрижневий корінь проникає в ґрунт до 1 м, маючи при цьому 5-6 бічних відгалужень.

2.2 Вимоги ріпаку до тепла

Озимий ріпак - холодостійка і менш вимоглива до тепла рослина, ніж ярий. Проростання насіння ріпаку починається при температурі 1-3 °С, але оптимальна температура - 15-18 °С. При такій температурі і нормально зволоженою ґрунті сходи з'являються на 4-5-е добу після посіву. При низькій температурі сходи з'являються через 8-10 діб, а при нестачі вологи можуть затримуватися на 15-18 добу. Восени рослини озимого ріпаку продовжують вегетацію при 5-6 °С до настання ґрунтових заморозків. Через місяць після появи сходів утворюється розетка з 5-9 листків. У фазі розетки восени ріпак легко переносить заморозки до -8 °С. Головний недолік озимого ріпаку - невисока зимостійкість [4, 5, 7]. Найбільш добре перезимовують рослини з розвиненою розеткою (8-9 листків), діаметром кореневої шийки 6-12 мм і висотою точки росту над поверхнею ґрунту не більше 3 см. Найбільш вразливою у озимого ріпаку є коренева шийка. При гарній загартуванні ріпак переносить морози в зимовий період від -12 до -15 °С без снігового покриву. Однак при наявності снігового покриву і відсутності різких температурних коливань озимий ріпак може витримувати мороз до -33 °С. Гине ріпак

найчастіше в ранньовесняний період, коли наступають різкі добові коливання температури, а рослини витратили за зиму запас поживних речовин і ослаблені.

Стадію яровизації озимий ріпак проходить в осінньо-зимовий період у фазі розетки під тривалим впливом знижених температур. Минулі стадію яровизації рослини навесні швидко починають рости. Весняне відростання починається при середньодобовій температурі повітря близько 1,3 °С і ґрунту 3 °С. Через 10-20 діб після початку вегетації рослини утворюють бутони. Найбільш сприятлива для росту вегетативної маси температура - 18-20 °С. Цвітіння триває 25-30 діб, при вологій погоді затягується до 50 діб. Заморозки під час цвітіння негативно впливають на насінневу продуктивність. Висока температура під час цвітіння викликає опіки нерозпущених бутонів, а в період формування насіння знижує врожай. Оптимальна температура в період цвітіння і дозрівання насіння - 23-25 °С. Для отримання гарантованого врожаю насіння озимого ріпаку за вегетацію сума активних температур понад 10 °С повинна складати близько 2400 °С. Для повного розвитку ярого ріпаку сума активних температур понад 10 °С повинна складати 1700-2000 °С.

Насіння ярого ріпаку проростає при температурі ґрунту 1-3 °С. Сходи переносять заморозки від -3 до -5 °С, а дорослі рослини до - 8 °С, що дозволяє використовувати ріпак на корм до глибокої осені. Протягом вегетації ярий ріпак пред'являє такі ж вимоги до температурного режиму, як і ріпак озимий.

2.3 Вимоги озимого ріпаку до вологи

Ріпак відрізняється високою вимогливістю до вологи. Вологи на одиницю продукції ріпак споживає більше, ніж зернові культури, в 1,5-2 рази. Його транспіраційний коефіцієнт становить 500-750 [9, 10]. Для отримання гарантованого врожаю насіння необхідно, щоб за рік випадало не менше 600-800 мм опадів. Споживання вологи рослинами ріпаку протягом вегетації сильно варіює. Максимальне споживання вологи відзначається в період бутонізації,

цвітіння і наливу насіння. Сума опадів 400- 500 мм на рік є нижньою межею вологозабезпечен, коли можна висівати ріпак.

2.4 Живлення та добрива ріпаку

Озимий ріпак висуває підвищені вимоги до забезпечення поживними речовинами, перш за все азотом, калієм, фосфором, сіркою і бором. При розрахунку кількості внесених основних добрив враховується забезпеченість ґрунту вільними для засвоєння поживними речовинами і очікувана врожайність залежно від стану посівів.

Азотні добрива вносяться навесні зазвичай в два прийоми і сприяють росту вегетативної маси, утворення стручків і більшої кількості насіння на одиницю площі. Перше внесення (60%) має відбутися якомога раніше, так як рапс починає весняну вегетацію дуже рано, і в цей час азот з ґрунту ще недоступний. Друге внесення (40%) виробляється через 3-4 тижні. Внесені пізніше азотні добрива лише частково використовуються рослинами і не роблять особливого впливу на формування врожаю. Потреба в азоті всього 150-200 кг N/га [11, 12, 13].

В осінній період в більшості випадків озимий ріпак не відчуває нестачі в азоті. Внесення великих доз азоту до сівби, особливо на високородючих ґрунтах, неприпустимо, так як це призводить до значного переростання рослин восени і до їх часткової або повної загибелі під час зимівлі. Іноді на 1 га ґрунтів низького родючості або на поля, на яких в якості органічного добрива використовувалася солома, восени вносять не більше 30 кг азоту.

Навесні з відновленням вегетації потреба в азоті різко зростає, досягаючи максимуму в період від бутонізації до повного цвітіння рослин. Азотні добрива, як правило, вносяться після перезимівлі озимого ріпаку в два прийоми, що зменшує їх втрати і підвищує стійкість ріпаку до вилягання.

Першу підгодівлю в дозі азоту 110-120 кг/га проводять в період відновлення весняної вегетації (ВВВ). У роки з ранньою весною вноситься в першу підгодівлю дозу азоту зменшують до 40-60 кг/га, а решту азоту вносять у фазі бутонізації. У цьому випадку повернення весняних заморозків не зробить згубної дії на рослини ріпаку. Також слід врахувати, що в першу чергу слід підгодовувати ослаблені посіви і посіви, розташовані на легких ґрунтах. Другу підгодівлю в дозі азоту 40-60 кг/га вносять у фазі стеблуння (через 2-2,5 тижні після першої) [12, 14, 15].

Кращими формами азотних добрив є аміачна селітра, карбамідно-аміачна суміш (КАС), карбамід, сульфат амонію. У разі використання сульфату амонію необхідно звернути особливу увагу на вміст сірки в ґрунті. Так, дане добриво доцільно застосовувати на ґрунтах з низьким вмістом обмінної сірки (менше 6,0 мг/кг ґрунту). На ґрунтах з її високим вмістом внесення сульфату амонію може призводити до підвищення вмісту глюкозинолатів в насінні.

Фосфорні добрива (180-120 кг P_2O_5 /га) і калійні (180-270 кг K_2O /га) вносяться до посіву.

Сірчані добрива вносяться навесні для поліпшення засвоєння азоту і підвищення вмісту протеїну: 30-50 кг S/га.

Магнієві добрива вносять для поліпшення регулювання енергетичного балансу та обміну речовин: 15-30 кг Mg/га.

Симптоми нестачі марганцю часто зустрічаються на пухких ґрунтах з високим вмістом гумусу. Його можна запобігти, підтримуючи оптимальний для даного виду ґрунту показник рН. При вирощуванні ріпаку на піщаних ґрунтах рН слід піднімати вище 6,0 [12, 15].

Ознаки нестачі марганцю - мармуровість листя, перехід світлих плям на листкових пластинках в некрози. Особливу увагу слід звернути на зовнішні ознаки в фазі бутонізації.

У рослин, які відчувають нестачу молібдену, листя скручуються, черешки листя і квітконоси можуть розділятися або подовжуватися, утворюється менша

кількість квіток. Застосовуючи молібденове добриво, можна збільшити збір сирого протеїну майже на 1 ц/га. У провапнованих ґрунту молібден не вносять.

Ріпак пред'являє високі вимоги до забезпеченості ґрунту кальцієм. У ґрунті після вапнування іони кальцію служать харчуванням для рослин, а також надають лужну дію. Показник рН в великій мірі визначає рухливість поживних речовин і їх доступність для рослин.

При $\text{pH} > 6,5$ знижується ураження капустиної килою, однак при рН вище нормального, особливо під час посухи, знижується доступність для рослин фосфору, марганцю, цинку, бору.

Борні добрива вносять для утворення більшої кількості стручків і насіння в них. Внесення борних добрив в осінній період (0,15 кг В/га) поєднується з обробкою фунгіцидами та регуляторами росту і сприяє більшій життєздатності та зимостійкості. Норма внесення навесні - 1 - 1,5 кг В/га.

Бор відіграє важливу роль в біології запліднення, підвищує еластичність тканин, сприяє приросту коренів. Він посилює накопичення пилку, збільшує кількість квіток і плодів. При нестачі в ґрунті бору сповільнюється зростання рослин, молоде листя озимого ріпаку стає блискучим, їхні краї загортаються назовні, старе листя робляться жорсткими, набувають жовто-оранжево-червоне забарвлення по краях; стебло потовщується, цвітіння затримується, утворюється мало стручків і насіння [13, 14].

Дефіцит бору усувається 2-3-разовим протягом вегетації внесенням борних добрив: в початковій фазі росту і розвитку для формування кореневої системи, потовщення кореневої шийки і підвищення зимостійкості та в фазі бутонізації для більш дружного цвітіння і кращого утворення квіток і насіння. Як правило, внесення бору поєднують з обробкою посівів ретардантов, фунгіцидом або інсектицидом.

Протруювання насіння забезпечує захист молодих рослин на першому етапі від збудників хвороб і шкідників, посилює ріст рослин в період високочутливих стадій проростання і сходів, дозволяє отримати посіви із заданою кількістю рослин /м².

З усіх культур сімейства капустяні ріпак пред'являє найвищі вимоги до родючості ґрунту. При врожаї насіння 2,5 т/га він виносить з ґрунту 138 кг азоту, 58 кг фосфору і 169 кг калію. Кращі ґрунти для нього чорноземні, каштанові, сірі лісові, опідзолені суглинки (при вапнуванні). Непридатні важкі глинисті, заболочені ґрунти. Погано переносить близьке стояння ґрунтових вод.

2.5 Основні шкідники та хвороби ріпаку

Найбільш поширеними шкідниками ріпаку є хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд, ріпаковий пильщик, насінневий і стебловий скритнохоботник, капустяна міль, капустяна білявка, попелиця. Наймасовішими і небезпечними шкідниками є хрестоцвіті блішки і ріпаковий квіткоїд. Їх чисельність майже щорічно перевищує економічний поріг шкодочинності.

Для боротьби з шкідниками доцільно застосовувати інсектициди, включені до Державного каталогу пестицидів і агрохімікатів, дозволених до застосування на території України.

Найбільш ефективними методами захисту рослин від блішок є передпосівне протруювання насіння такими препаратами, як Табу, ТСК (6-8 л/т), Модесто, КС (12,5-25 л/т), і ранні строки сівби. Крім того, в фазі сходів при наявності 4-6 жуків на 1 м² проводять обприскування посівів препаратами Денис Профі, ВДГ (0,03 л/га), Лямбда-С, КЕ (0,1-0,15 л/га), Цезар, КЕ (0,1 - 0,15 л/га), Фастак, КЕ (0,1-0,15 л/га) та ін .

Обробку посівів від ріпакового квіткоїда проводять на початку бутонізації (через 25-35 діб після появи сходів) при наявності на одній рослині 3-4 шкідників або при ураженні 10% рослин одним з рекомендованих препаратів: Децис Профі, ВДГ, Цезар, КЕ або Фастак, КЕ. При необхідності до цвітіння обробки повторюють [16-19].

Боротьба з хворобами. Найбільш поширені хвороби ріпаку: альтернаріоз, борошниста роса, склеротініоз (біла гниль), фомоз (суха гниль) і ін.

Поширенню хвороб сприяють підвищена вологість ґрунту, загущені посіви і глибока закладення насіння.

Щоб уникнути істотних втрат врожаю при перших ознаках появи хвороб необхідно провести обприскування рослин фунгіцидами Колосаль Про, КЕ (1,0 л/га) та ін. При необхідності обробку повторюють через 7-8 діб. Для обприскування використовується штангові обприскувачі з витратою робочої рідини 200-400 л/га. Обробку посівів фунгіцидами слід проводити в залежності від препарату не пізніше ніж за 20-30 діб до збирання врожаю.

2.6 Технологія вирощування ріпаку. Місце в сівозміні

Обробіток ґрунту. Мета обробки ґрунту під озимий ріпак полягає в тому, щоб створити сприятливі умови для його проростання і розвитку, забезпечити оптимальний повітряно-водний і поживний режим в ґрунті.

Обробіток ґрунту залежить від культури попередника, вологості ґрунту, строків настання сівби і повинна забезпечити: достатня усунення ущільнень в орному шарі, на плужній підшві і в підґрунті, щоб створити хороші умови для проникнення коренів в орному і підорному горизонтах, хорошу структуру ґрунту, провокування бур'янів і падалиці попередника до проростання і подальше їх знищення в процесі передпосівної обробки ґрунту, збереження ґрунтової вологи, поглинання ґрунтом опадів, запобігання водної та вітрової ерозії, досить рівну поверхню поля для якісного посіву [17, 20, 21].

Після переорювання стерні багаторічних трав, яку за 3 тижні слід обробити гліфосату, дернину необхідно подрібнити і змішати з ґрунтом. Якщо час дозволяє або не застосовано гліфосату, обробку проводять в 2 сліду дисковими боронами або дискатори на глибину 6-8 см. У міру появи сходів бур'янів і падалиці поле розпушують на глибину 10-15 см., Що сприяє їх знищенню на 60% і одночасно забезпечують збільшення врожаю на 5-10%.

Оранку після конюшини, конюшина-злакових травосумішей, злакових трав і люцерни проводять - на глибину орного шару одночасним коткуванням. Так як між обробітком ґрунту і посівом озимого ріпаку мало часу і ґрунт не встигає осісти, а, отже, і відновити капілярність, то її необхідно ущільнити в процесі передпосівної обробки ґрунту. Передпосівна культивуація виконується комбінованими агрегатами АКШ-6, 7,2, 9, які вирівнює і накочує ґрунт на глибині загортання насіння. При необхідності поверхню ґрунту додатково може бути вирівняна [20, 23]. Оптимально підготовлений ґрунт повинна складатися з розпушеного шару вище насінневого ложа, на поверхні якого знаходяться дрібні грудки, а нижче глибини розташування насіння знаходиться щільне насінневе ложе. Досить розпушена, але щільна ґрунт забезпечує проникнення стрижневих і розвиток бічних коренів.

При вирощуванні ріпаку після зернових, особливо важливо в короткий час провести якісну передпосівний обробіток, боротьбу з бур'янами і падалицею зернових і створити умови для швидкого максимально можливого розкладу рослинних залишків. При сильному засміченні, особливо кореневищними і коренепаростковими бур'янами і великих залишків соломи і стерні, необхідно після швидкого прибирання соломи провести негайний підйом стерні попередників [24]. Це дозволить: зберегти залишкову вологу в ґрунті, прискорити початок розкладання рослинних залишків і тим самим, сприяти знищенню хвороб і шкідників, провести механічну боротьбу з бур'янами при стимуляції проростання насіння бур'янів і падалиці зернових, змішати добрива з ґрунтом, поліпшити придатність ґрунту для створення сприятливих умов для переходу її в стан фізичної стиглості.

Оранку після зернових рекомендується проводити не пізніше, ніж за 2-3 тижні до посіву ріпаку на глибину орного горизонту. При оранці в більш пізні терміни рекомендується її проводити в агрегаті з пакерами або катками.

Розрив між передпосівної обробітком ґрунту і сівбою ріпаку повинен бути мінімальним (1 день) для запобігання випаровування вологи, зниження польової схожості насіння та зменшення засміченості посівів.

Основною причиною зниження продуктивності ріпаку і меншою його стійкості до стресів є недостатньо розвинена коренева система. При застосуванні безплужного обробітку ґрунту під озимий ріпак дуже важливо, щоб солома попередника була акуратно прибрана або дрібно подрібнена і рівномірно розподілена по полю. Висота стерні при цьому повинна бути якомога менше.

Термін посіву. Ранній термін посіву ріпаку сприяє диференціації його органів і підвищує здатність до регенерації. Однак переросли посіви погано проходять загартовування, легко пошкоджуються морозами, що призводить до пригнічення їх розвитку, порушення закладки генеративних органів або повної загибелі рослин. Так як в період між раннім посівом і зимовим спокоєм рослини озимого ріпаку можуть перерости, а при пізньому посіві НЕ накопичити достатню кількість пластичних речовин для перезимівлі, що знижує їх зимостійкість. Отже необхідно вибирати оптимальний термін посіву для кожного регіону з урахуванням створених погодних умов року. Для нормальної перезимівлі рослини озимого ріпаку повинні перед відходом в зиму накопичити достатню кількість пластичних речовин (18% цукрів і більше). За роки наших досліджень, рослини озимого ріпаку активно вегетували в літньо-осінній період від 52 до 75 днів. Сума активних температур вище 5 °С за цей час склала 880-1020 °С.

В першу чергу посів проводять по непарових попередниках і на менш родючих ґрунтах. Оптимальний термін посіву озимого ріпаку забезпечує гарний розвиток кореневої системи, достатній діаметр кореневої шийки при короткій довжині точки зростання і оптимальній довжині листя (до 25 см.).

Тривалість періоду між посівом і настанням зимового спокою робить вирішальний вплив на реальний урожай ріпаку [22, 24].

Густота посіву. Основним фактором, що впливає на вагову норму висіву, є планована густота стояння рослин перед відходом в зиму - 40-80 шт./м². Оптимальна норма висіву 3,5-6 кг при посіві високоякісним насінням. При

посіві в кінці оптимального строку сівби, нестачі вологи в ґрунті, зниженні якості насіння норма висіву збільшується на 10-20% на кожен фактор.

Нерівномірний розміщення рослин на площі в умовах України до перезимівлі найчастіше обумовлено недоліками в підготовці ґрунту (недостатня капілярність, велика грудкувате), конкуренцією з бур'янами і падалицею попередньої культури, шкідниками і хворобами і недостатньою нормою висіву.

Статистично доведено, що зі зростанням глибини загортання насіння врожайність ріпаку знижується.

Фізіологія проростання насіння ріпаку та зернових культур принципово різняться між собою і тому підготовка ґрунту під ріпак і його посів мають свої особливості. Насіння ріпаку вимагає для проростання більше повітря. Тому його висівають дрібно (1,5-2 см на зв'язкових ґрунтах і 2,5-3,0 см на легких ґрунтах і при застосуванні ґрунтових гербіцидів), проростає воно переважно за рахунок роси і дощів, що випадають. Зернові культури добре проростають з глибини 3-8 см, вони значно більші за ріпаку, менш вимогливі до забезпеченості повітрям, але вимагають багато води, зазвичай за рахунок капілярності ґрунту [20, 23].

За посушливих умов у період сівби ріпаку ґрунт необхідно (по можливості) прикатати протягом 2-х днів після посіву гладкими Водоналивні або кільчасто-шпоровими котками. У цьому випадку сходи з'являються раніше і дружніше.

Захист рослин озимого ріпаку від бур'янів. На конкуренцію ріпаку по відношенню до бур'янів в першу чергу впливають культура землеробства (оптимальний термін висіву, якість підготовки насінневого ложа, густина стеблостою), час появи сходів ріпаку, бур'янів і їх видовий склад.

Дотримання сівозміни, диференційована, високоякісна обробка ґрунту, обробіток здорових, конкурентоспроможних сортів і гібридів, внесення добрив відповідно до вимог культури, механічна боротьба з бур'янами, застосування

гербіцидів дозволяють підвищити конкурентоспроможність ріпаку і знизити забур'яненість полів.

Велике значення має своєчасна боротьба з бур'янами, так як вони є господарями більшості збудників хвороб та шкідників. Незважаючи на всі агротехнічні заходи, успішне вирощування ріпаку неможливо без застосування гербіцидів.

Бур'яни затінюють рослини, а сильне засмічення посівів озимого ріпаку восени дводольними бур'янами і падалицею зернових культур сприяє "витягуванню" рослин в боротьбі за світло і харчування, що знижує перезимівлю таких посівів.

Кучеряві бур'яни (горець берізка, березка польова та, особливо, підмаренник чіпкий) призводять до раннього вилягання посівів, знижуючи масу 1000 насінин, олійність і урожай насіння ріпаку. Бур'яни сімейства капустяних (редька дика, гірчиця польова, грицики, талабан польовий та інші) є для ріпаку "резерваторами" грибних хвороб, таких як кореневі гnilі, кила, хвороби листа.

Багато шкідники-переносники вірусів і бактеріозу ріпаку розмножуються і зберігаються на засмічених рослинах. Так, капустяна муха, капустяна попелиця, пильщик, клопи і капустяна міль можуть успішно розвиватися на редьці дикої, суріпиці звичайної, пастушої сумки і сильно пошкоджувати посіви ріпаку.

Негативна роль бур'янів в посівах ріпаку виражається в тому, що вони сильно ускладнюють прибирання та доопрацювання насіння ріпаку. На засмічених полях прибирання і обмолот врожаю ведеться повільно, бур'яни, потрапивши в бункер в купу ріпаку істотно підвищують його вологість, таке насіння зігріваються в купі через 2 години і швидко втрачають схожість, що негативно позначається і на якості олії.

Боротьба з бур'янистою рослинністю. Озимий ріпак належить до порівняно високо конкурентним культурам по відношенню до бур'янів. Разом з тим, сміттєві рослини, що розвиваються в посівах в осінній період, істотно погіршують умови його зростання, знижують перезимівлю, а в кінцевому

підсумку - врожайність цієї культури. Відбувається це головним чином за рахунок: затінення культури і витягування точки зростання більш ніж 3 см над поверхнею ґрунту, конкуренції за світло, вологу та поживні речовини, в результаті чого рослини в таких посівах сильніше пригнічені, менше накопичують цукрів в листках і коренях.

Для успішної боротьби з бур'янами застосовується інтегрована система захисту посівів, що включає попереджувальні, агротехнічні та хімічні методи.

Весняне внесення гербіцидів. Для раннього весняного внесення підходять гербіциди лонтрел 300 і його аналоги, які використовується до початку стеблуння при великій засміченості ромашкою, васильком, горцями, а також галера, яка дозволяє боротися і з підмаренником чіпким, що особливо актуально для насінницьких посівів ріпаку.

Збирання озимого ріпаку. Інтенсивне розгалуження і нерівномірне цвітіння ріпаку ведуть до неодночасному дозріванню. Це ускладнює обмолот, знижує продуктивність, підвищує втрати при збиранні та підвищує вологість насіння. Якщо відтягнути термін збирання при сухій, сприятливою для дозрівання погоді на 2-3 дня, то якісні показники зібраного врожаю помітно покращуються. Незважаючи на те, що стручки, розташовані у верхній частині рослини, починають лопатися, це не призводить до значних втрат, так як в цей час відбувається процес формування врожаю в нижніх ярусах і його якість підвищується [21, 23, 24]. Прибирання проводиться прямим комбайнуванням, якщо ріпак досяг стадії повної зрілості:

- насіння мають колір від чорно-коричневого до чорного, тверді;
- стручки і стебла мають сіро-коричневе забарвлення;
- при струшуванні насіння в стручках.

Вологість зерна в бункері комбайна в момент початку збирання повинна бути менше 12%. Для збирання ріпаку обов'язковим є застосування подовжених на 40-60 см ріпакового столів з бічними ножами. Збирання проводити з високим зрізом, на 2-5 см нижче рівня нижнього ярусу стручків. При передчасній прибирання скорочується приріст врожаю і вміст олії, при

запізнілою виникає небезпека втрат через вітер і опади. Погіршення якості зібраного врожаю не відбувається, якщо вологість закладених на зберігання олійного насіння становить 8% і менше.

2.7 Основні сорти

Черемош – оригінатор Івано-Франківський інститут агропромислового виробництва НААН. З появою сорту озимого ріпаку Черемош, створеного 51 методом на зниження вмісту ерукової кислоти і глюкозинолатів, товаровиробники держали ще одного сильного представника олійних культур. Безеруковий і високоврожайний сорт, насіння якого містить до 48% олії, маса 1000 насінин доходить до 4,5–5,5 грама. Гарантована висока врожайність у комбінації з відмінним агрономічними властивостями, такими як стійкість до вилягання та осипання, зробили Черемош фаворитом для вирощування в усіх ґрунтовокліматичних зонах України. Характерним для сорту Черемош є велика кількість середніх і довгих стручків з крупними зернами, що в свою чергу закладає основу для високого, в межах 70–90 центнерів біологічного врожаю. Подальшою відмітною рисою є рівномірний рівень урожайності в різних зонах вирощування. Насіння містить 23,8% білка. Вміст глюкозинолатів 11,8 мкмоль/г. Рослини озимого ріпаку Черемош виростають потужними, висотою 170–190 см. На відміну від сорту Тисменецький, наприклад, сім'ядолі Черемошу мають антоціанове забарвлення. Швидкий розвиток восени ідеально підходить для багатьох регіонів із термінами сівби від оптимальних до пізніх. Завдяки добре розвиненій кореневій системі Черемош підходить для мінімальної обробки ґрунту. Типовими ознаками сорту є невибагливість до умов вирощування, висока регенеративна сила навесні. Зимостійкість становить 4,5, стійкість до вилягання – 4 бали. Сорт характеризується високою стійкістю до посухи, що дає можливість висівати його на півдні України. Вегетаційний період триває 310–315 днів. Насіння темно-коричневе, чорне [25-27].

Смарагт – оригінатор Прикарпатська державна селекційно-дослідна станція ІСГ Карпатського регіону НААН. У державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2011 р. Тип – 00. Рекомендований для вирощування на всій території (СЛП) України. Ультраранній сорт (290 днів) з повним дозріванням за 2 тижні до терміну ранніх сортів. Біологічні особливості: Висота 170 см, стійкий до вилягання, обсіпання, посухи, зимостійкість 8,0 бала. Стійкий до ураження бактеріозом, пероноспорозом, альтерноріозом. Пошкодженість квіткоюдом – 8%. 52 Урожай і якість зерна: Урожайність 4,5 т/га (максимум – 6,0 т/га), маса 1000 насінин 3,8–4,5 г. Вміст олії – 48 %, ерукової кислоти – 0,2 %, глюकोзинолатів – 12–16 мк.моль/г, білку – 19,7 %, урожай зеленої маси – 470 ц/га, маса 1000 насінин – 4,5 г. Має підвищену зимостійкість та посухостійкість. Вирізняється ультрараннім дозріванням. Густота посіву до 700 000 шт./га.

Пегас – оригінатор Прикарпатська державна селекційно-дослідна станція ІСГ Карпатського регіону НААН. У державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2016 р. Тривалість вегетаційного періоду 305–315 діб, висота рослин 135–145 см. Біологічний потенціал сорту в залежності від технології вирощування становить 4,5–5,5 т/га. Маса 1000 насінин 4,5–6,0 г, маса насіння з однієї рослини 8,0–9,5 г. Сорт 00-типу (вміст ерукової кислоти – 0 мкМ/г, глюकोзинолатів – 18–20 мкМ/г). Вміст олії в насінні – 42–46 % з наступним жирнокислотним складом: олеїнова кислота – 70–74 %, лінолева – 19–22 %, ліноленова – до 6 %. Придатний до механізованого збирання, морозостійкий, стійкий до вилягання, осипання, характеризується підвищеною стійкістю до основних хвороб, зокрема альтерноріозу. Вирівняний за термінами періоду цвітіння і досягання. Чутливий до інтенсивних технологій вирощування, високо пластичний.

Соло – оригінатор: Інститут олійних культур НААН. У державному реєстрі сортів рослин України з 2008 р. Придатний для поширення Лісостеп, Полісся України. Новий високоврожайний сорт – 00 якості. Відноситься до середньостиглої групи, вегетаційний період 273 діб. Характеризується високою

зимо й морозостійкістю. Висота рослин 173 см. Потенційна урожайність до 5,5 т/га, насіння – 3,6–4,5 т/га. Маса 1000 насінин – 3,3 г. Вміст олії – 46–48 %. Стійкий до вилягання рослин, розтріскування стручків, і осипання насіння. Оптимальна густина стояння до збирання – 0,6–0,8 млн шт./га.

Анна – оригінатор: Інститут олійних культур УААН. У Реєстрі сортів рослин України з 2007 р. Придатний для поширення Лісостеп, Полісся України. 53 Насіння без ерукової кислоти. Сім'ядоля середнього розміру. Зубчастість краю листка помірна. Листок середнього розміру з частками. Черешок листка – довгий. Рослина середньої висоти. Колір пелюсток квітки жовтий. Стручок середнього розміру. Середній час цвітіння. Тенденція формування суцвіття в рік весняної сівби – помірна Урожайність по зонах: Лісостепу – 33,8 ц/га, Полісся – 36,9 ц/га, гарантована прибавка, відповідно 5,0–5,1 ц/га. Стійкість до вилягання 8,7– 8,9 посухи 7,9–8,4, осипання 8,1–8,3 балів. Стійкість до ураження переноспорозом 8,7–8,9, бактеріозом 8,8–9,0 балів. Стійкість до пошкодження ріпаковим квіткоїдом 8,5–8,7 бала, вміст ерукової кислоти 0,2–0,3 %, глюкозинолатів 0,7– 0,8 %. Вміст жиру 47,5–49,7 %, білку 21,9–22,9 бала.

Стілуца – оригінатор: Інститут олійних культур НААН. У державному реєстрі рослин України з 2008 р. Рекомендований для усіх регіонів України. Продовольчий сорт, високоврожайний, з високим показником олії. Середньостиглий – 280 днів. Характеризується високою зимо й морозостійкістю. Потенційна врожайність – 6 т/га, середня – 3,6–4,2 т/га. Маса 1000 насінин – 3,4 г. Висота рослин – 160–165 см. Вміст олії – 47 %, глюкозинолатів – 20 мкмоль/г, ерукова кислота – відсутня. Норма висіву насіння – 3–4 кг/га Стимулятор росту Вимпел-К, регулятор росту Вимпел (Агролайт – V) внесені в доповнення (спец. випуск, 2011 р.) до переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні Вимпел-К – являється бурштиново-гуматним комплексом і виступає активним анти-оксидантом (інтенсивно засвоює кисень) та адаптогеном (захищає організм від несприятливих умов середовища, а також токсинів, як власних, так і тих, що надходять зовні). Препарат стабілізує життєдіяльність природної мікрофлори

грунту, що сприяє відновленню його родючості, руйнуванню токсичних органічних речовин та перешкоджає накопиченню чужорідних токсинів в рослині, забезпечує інтенсивну біологічну переробку мінеральних добрив. Містить активні речовини, які покращують засвоєння мікроелементів необхідних для оптимального функціонування фотосинтезуючої, дихальної, 54 транспіраційної та енергетичної систем рослини, підвищують коефіцієнт засвоєння основних елементів живлення, сприяють інтенсивному росту та розвитку рослини, починаючи з проростання насіння. Бурштинова кислота є потужним стимулятором вироблення енергії (АТФ), посилює клітинне дихання, сприяє засвоєнню кисню клітинами [25-27]. При додаванні стимулятора росту швидкість споживання кисню мітохондріями (енергетичним центром клітини) рослини збільшується в десятки разів. Це призводить до прискорення всіх обмінних процесів, в тому числі підвищується інтенсивність фотосинтезу, який продукує більшу кількість біомаси рослини. Багатокомпонентність препарату Вимпел-К надає йому властивості стимулятора росту, адаптогена, антистресанта, кріопротектора, прилипача та інгібітора хвороб, та робить його незамінним при протруюванні насіння. Синергізм композиції препарату дозволяє отримати її ззовні, і забезпечує ефективне функціонування рослини в умовах заморозків, спеки, посухи, надмірної або недостатньої вологості повітря, виступає як антистресовий фактор, захищає рослину від зайвого накопичення в тканинах азотистих речовин (нітратів) при їх надмірному вмісті в ґрунті. Хоча препарат і не замінює добрива та фунгіциди, однак він значно підвищує ефективність їх використання та покращує показники росту і стійкості рослини. Обробка насіння препаратом призводить до закріплення його дії в період всієї життєдіяльності рослини.

Оракул насіння – унікальне рідке мікродобриво для обробки насіння, яке містить фосфор, що знаходиться у складі органічної молекули, яка виступає в ролі хелатоутворювача та легко і швидко проникає в тканини. Калій у складі добрива стимулює схожість насіння і поділ клітин. До складу мікродобрива входять калій, сірка, мідь, марганець та молібден завдяки яким рослини добре

засвоюють підвищені дози добрив, мають кращий розвиток кореневої системи, зимостійкість, та стійкість до вилягання. Оракул сірка актив – високоефективне мікродобриво для позакореневого підживлення рослин, яке ліквідує дефіцит сірки в рослинах, не містить 55 баластних домішок, тому не виникає опіків листя, повністю вбирається через листову поверхню. До складу даного препарату крім сірки входить натрій. Оракул хелат бору - концентроване борне мікродобриво в органічній (легкозасвоюваній) формі. Препарат легко ліквідує дефіцит бору в рослинах, бере участь у процесі проростання пилку і зростанні зав'язі, тому при його недостатчі знижується насіннева продуктивність рослин. Мікродобриво не кристалізується, застосовується у широкому діапазоні температур починаючи від 5 оС.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗРОСТАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

3.1 Короткий огляд досліджень впливу агрометеорологічних умов росту та розвитку ріпаку в умовах зміни клімату

Існують великі міжнародні зусилля щодо покращення доступності даних для життєвого циклу оцінки (LCA), оскільки ці оцінки стали однією з головних опор, що рухають європейську політику щодо сталого використання ресурсів. Однак даних все ще бракує навіть для Європи. Це дослідження [28] представляє оцінку озимого та ярого ріпаку, які вирощуються в північноєвропейській країні Латвії. Модель LCA базується на поглибленій та сучасній сільськогосподарській практиці, що застосовується в регіоні, охоплює проміжок часу 2008–2016 рр. Оцінка впливу на навколишнє середовище була розрахована за методом оцінки впливу ReCiPe версії 1.03, ієрархічна (H) перспектива, поряд із методом кумулятивного споживання енергії v1.11. Вирощування озимого ріпаку має нижчий рівень впливу на навколишнє середовище, ніж вирощування ярого ріпаку завдяки більшим сільськогосподарським ресурсам та більшому урожаю. Мінеральні добрива (виробництво та застосування) та сільськогосподарські машини відповідають за найбільший вплив на навколишнє середовище. Результати для стадія переробки ріпакової олії продемонстрували, що вибір способу розподілу має суттєве значення впливу на результати екологічної діяльності.

У цій статті [29] розглядаються різні сценарії зміни землекористування, а також проблеми невизначеності, пов'язані з параметрами та щодо того, як обліковуються кредити на побічні продукти при моделюванні життєвого циклу ріпакової олії (RO). Була проведена комплексна оцінка різних сценаріїв зміни землекористування (вирощування ріпаку на колишніх сільськогосподарських

угіддях та луках) та сільськогосподарських практик, що призводить до різних значень зміни запасів вуглецю. Інтенсивність викидів ПГ RO та наслідки викидів ПГ, коли RO витісняє нафтовий дизель, оцінювались з точки зору розподілу ймовірностей із використанням методу заміщення, трьох підходів до розподілу та ігнорування зарахування супутніх продуктів. На чистий баланс ПГ ріпакової олії сильно впливають зміни запасів вуглецю в ґрунті внаслідок зміни землекористування та величини викидів закису азоту з обробленого ґрунту. Залежно від попереднього використання земель, викиди парникових газів можуть відповідати цільовим вимогам Європейської директиви з відновлюваних джерел енергії - 35% економії викидів парникових газів (рілля, перероблена на вирощування ріпаку) або, навпаки, може повністю компенсувати прирост вуглецю, пов'язаний з виробництвом ріпакової олії протягом декількох десятиліть (конверсія пасовищ).

Зимова та ранньовесняна вітрової ерозії ґрунтів мають значний вплив на екосистеми, добробут людей та сільськогосподарське виробництво в зонах низьких опадів північного Китаю [30]. Мало відомо про вплив вирощування озимого ріпаку на екологічні системи посівів та пов'язані з цим економічні вигоди в зоні вітрової ерозії. Щоб дослідити ефект покриття озимого ріпаку, авторами було проведено польовий експеримент, в якому покрили ґрунт озимим ріпаком, озимою пшеницею та стернею пшениці з різним рівнем щільності рослин та використали весняну голу землю як контроль (КК). Порівняно ефекти вітрової ерозії, систему багаторазового посіву «озимий ріпак» та економічну вигоду. Була велика різниця в сухій речовині, максимальному водопоглинанні, максимальному запасі води, випаровуванні ґрунту та загальній вітровій ерозії, кількості осаду, що транспортується в товщі, та модулі вітрової ерозії. Серед них середній модуль вітрової ерозії весняної сівби голої землі становив $490,9 \text{ кг} \cdot \text{гм} - 2 \cdot \text{год} - 1$, що в 7 та 13 разів більше, ніж у озимій пшениці та озимого ріпаку відповідно. Зі збільшенням швидкості вітру з 14 до 22 м·с⁻¹, від малої до великої щільності, середній модуль ерозії вітру зменшився з 68 до 17 $\text{кг} \cdot \text{гм} - 2 \cdot \text{год} - 1$ для озимого ріпаку та 150 до 31

кг·гм – 2 · год – 1 для озимої пшениці. Загальна вітрова ерозія транспорту осаду КК становила 18,6 г·м – 2 хв – 1, що в 16 та 31 разів перевищувало середнє значення озимої пшениці та озимого ріпаку відповідно. «Озимий ріпак», який пересаджує арахіс, картоплю, рис, баштанні культури та інші культури, як правило, збільшив виробничу вартість на 5–74% порівняно з посівами пшениці та кукурудзи, що на 98–255% перевищувало традиційні посіви пшениці. Результати припустили, що придатна площа для посадки озимого ріпаку на півночі Китаю становила приблизно $3,3 \times 10^6$ гм², а з точки зору найкращих економічних та екологічних ефектів, відповідна щільність становила 5×10^5 рослин · гм – 2 на півночі Китаю. Наші результати показали, що китайський озимий ріпак був найкращим вибором для запобігання ерозії вітру та покращення екологічних та економічних переваг взимку та навесні на півночі Китаю; крім того, озимий ріпак має значний вплив на стійкість сільського господарства в напівзасушливому та посушливому кліматі.

Зменшення викидів парникових газів (ПГ) та збільшення використання енергії від відновлюваних джерел є важливою темою європейської політики щодо клімату та енергетики [31]. У транспортному секторі можна досягти економії викидів ПГ використання палива на основі поновлюваних джерел, таких як біомаса. Директива про відновлювану енергію встановила обов'язкову мету зменшення викидів парникових газів, замінюючи викопне паливо біопаливом. Чиста рослинна олія (PVO) з ріпаку, що використовується для виробництва біопалива, зазвичай виробляють в Росії промислові заводи. Навпаки, виробництво ріпакової олії холодного віджиму (cRSO) як палива децентралізовані олійниці можуть запропонувати певні екологічні переваги, оскільки зменшується кількість хімікатів та енергії, що використовуються в переробці. Згідно з RED, сукупне значення за замовчуванням для викидів парникових газів у кількості ріпакової олії 36 г CO₂eq MJ⁻¹, що еквівалентно економії викидів ПГ на 57% порівняно з викопними копалинами. Наведене значення за замовчуванням стосується виключно чистої рослинної олії (PVO) з насіння ріпаку, виготовленого в промислових масштабах, і, крім того, не

включає регіональні відмінності щодо вирощування ріпаку. З огляду на цю ситуацію метою цього дослідження є отримання конкретних даних щодо викидів парникових газів для децентралізованого виробництва ріпакової олії в Баварії, де ріпакове насіння є найважливішою олійною культурою. Для цього проаналізовано вирощування та технології переробки ріпаку. Результати показують широкий діапазон серед аналізованих тематичних досліджень, які залежать в основному від умови управління вирощуванням ріпаку. Для врожаю 2013 року викиди ПГ в вирощування ріпаку в трьох баварських регіонах становить від 31,0 до 37,0 г CO₂eq MJ⁻¹ cRSO з використанням моделювання LCA та від 37,5 до 41,3 г CO₂eq MJ⁻¹ cRSO згідно RED.

3.2 Вплив агрокліматичних умов на ріст та розвиток озимого ріпаку за весняно-літній період за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5

Оцінка впливу зміни кліматичних умов виконана шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями RCP4.5, RCP8.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за чотири періоди: 1986 – 2005 рр. (середньо багаторічний період), 2021 – 2030 рр. (I-й сценарний період), 2031 – 2040 рр. (II-й сценарний період), 2041 – 2050 рр. (III-й сценарний період). Використовувалися середньо багаторічні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій Української Гідрометслужби [32], дані гідрометеорологічних параметрів, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі, яка поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди [33, 34], і використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [35].

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість визначається приходом ΦAP за період і коефіцієнтом її використання. Під впливом зміни агрокліматичних

умов вирощування ріпаку відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури до яких відноситься ΦAP .

Прихід ΦAP за період відновлення вегетації – повна стиглість за сценарієм RCP4.5 в I-й та II-й періоди зросте до 181,9 та 181,5 кДж/см², що складає 106 та 108% від середнього багаторічного. В III-й період ΦAP зросте до 180,9 кДж/см² і складатиме 105% (табл. 1.1). $ПУ$ всієї сухої маси залежить від ΦAP . В I-й та II-й періоди $ПУ$ зросте до 1915 та 1919 г/м²дек, тобто до 131% від середньої багаторічної (1465 г/м²дек) (табл. 1.2). Із-за найнищої ΦAP в III-й період спостерігається найвищий ріст $ПУ$ до 1922 кДж/см², що складає 131%.

Таблиця 3.1 – Порівняння агрометеорологічних показників умов вегетації озимого ріпаку за середньо багаторічними даними (1986-2005) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °С	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ΦAP , кДж/см ² за період
1986-2005	14,4	224	310	0,72	1,39	171,3
RCP4.5:						
2021-2030	14,4	238	305	0,78	1,15	18,9
Різниця	0	+14	-5	+0,006	+0,24	+10,5
2031-2040	14,5	229	284	0,81	1,25	185,7
Різниця	+0,1	+5	-26	+0,009	-0,14	+14,4
2041-2050	14,6	216	297	0,73	1,11	196,7
Різниця	+0,2	-8	-13	+0,01	-0,28	+25,4

На рис. 3.1 представлена середня температура повітря за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Лісостепу. Максимальне значення середньої температури повітря за базовий період припадає на 1 декаду липня. Максимальні значення в I-й та II-й сценарні періоди приходять 3 декаду липня.

В III-й сценарний період максимальна температура повітря спостерігається в 2 декаді липня.

Таблиця 3.2 – Формування урожаю озимого ріпаку за середньо багаторічними даними (1986-2005) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ² дек			Фотосинте-тичний потенціал, м ² /м ² за період	Баланс гумусу, т/га	Урожай ріпаку при вологості 14 %, ц/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1986-2005	1465	838	503	207	0,042	22,9
RCP4.5:						
2021-2030	1915	1060	636	224	0,089	29,0
Різниця	+450	+222	+133	+17	0,047	+6,1
2031-2040	1919	1102	661	239	0,093	30,1
Різниця	+454	+246	+158	+32	+0,051	+7,2
2041-2050	1922	1038	623	230	0,087	28,4
Різниця	+457	+200	+120	+23	+0,045	+5,5

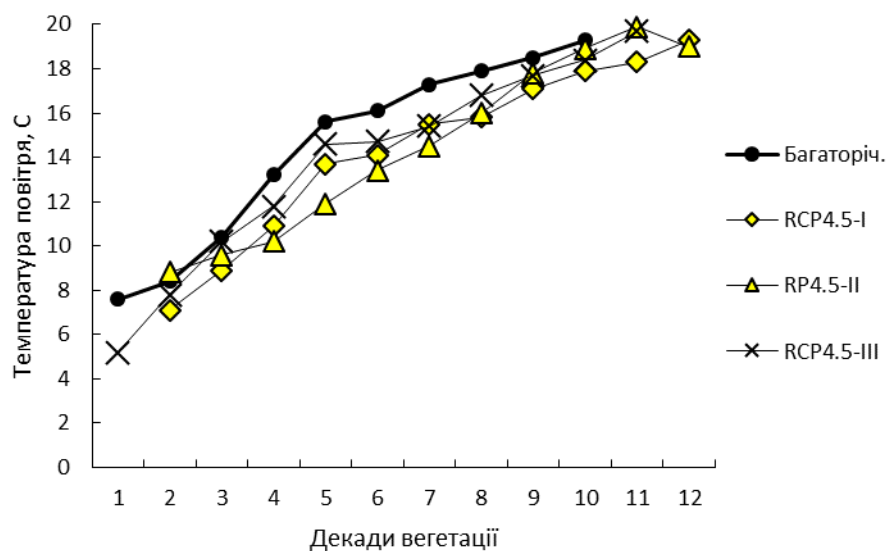


Рисунок 3.1 – Середня температура повітря за період відновлення вегетації – повна стиглість озимого ріпаку в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Лісостепу

За період відновлення вегетації – повна стиглість середня багаторічна температура повітря складає 14,4 °С. Так, в II-й та III-й періоди температура повітря зросте на 1,2 та 0,2 °С від середньої багаторічної. В I-й період середня температура залишиться не змінною.

За умовами реалізації сценарію RCP4.5 за період відновлення вегетації – повна стиглість сумарне випаровування в I-й та II-й періоди зросте на 14 та 5 мм, а в III-й період – зменшиться на 8 мм, в порівнянні з середньо багаторічним значенням – 224 мм.

В середньо багаторічному випаровуваність складає 310 мм. В I-й та III-й періоди випаровуваність зменшиться до 305 та 284 мм, що нижче від середньо багаторічного на 5 та 13 мм. В II-й період випаровуваність складатиме 284 мм, що нижче на 26 мм від середньо багаторічного.

За середніми багаторічними даними вологозабезпеченість озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість складає 0,72 відн.од. У I-й та III-й сценарні періоди вологозабезпеченість посівів озимого ріпаку очікується на рівні 108 та 101% від середньо багаторічної. В II-й період очікується найвища вологозабезпеченість - 113% від середньо багаторічної.

ГТК в середньо багаторічному складає 1,39 відн.од. В I-й період *ГТК* зросте від середньо багаторічного значення на 0,24 відн.од. В II-й та III-й періоди спостерігається зниження *ГТК* на 0,14 та 0,28 відн.од. (табл. 3.1).

Зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури відбувається під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку, до яких в першу чергу відноситься площа асимілюючої поверхні посівів.

Як видно з даних рис. 3.2, рівень динаміки площі листя за умовами сценарію RCP4.5 буде вищим, порівняно з середньо багаторічним періодом. Площа листової поверхні в період її максимального розвитку за середньо багаторічними даними складає 4,61 м²/м². В I-й та III-й періоди площа листової поверхні зросте до 4,735 та 4,86 м²/м². В II-й період очікується найвищий рівень площі листя, який складатиме 4,95 м²/м².

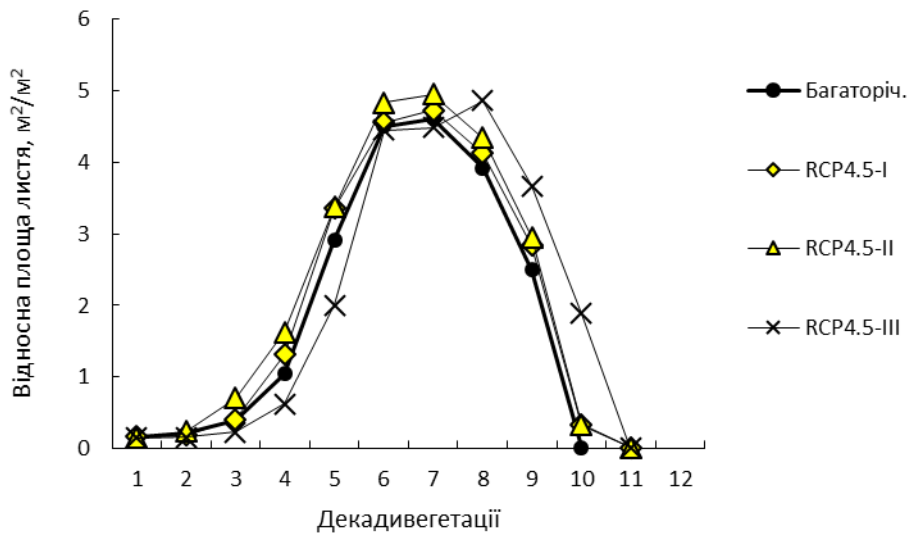


Рисунок 3.2 - Динаміка площі листя озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Лісостепу

Фотосинтетичний потенціал ($\Phi П$) за умовами реалізації сценарію RCP4.5 (табл. 3.2, рис. 3.3) за середньо багаторічний період та за сценарні періоди максимального значення здобуває в кінці вегетаційного періоду. Так, за середньо багаторічний період максимальне значення фотосинтетичного потенціалу складає $207 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В II-й та III-й періоди $\Phi П$ зростає до 239 та $230 \text{ м}^2/\text{м}^2$. В I-й період $\Phi П$ буде трохи нижчим і складатиме $224 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

$ММУ$ залежить від факторів тепла та вологи. За середньо багаторічними даними $ММУ$ складає $838 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та III-й періоди спостерігається ріст $ММУ$ до 1060 та $1036 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 126 та 124% від середньо багаторічного. В II-й період, із-за кращих умов тепло- та вологозабезпеченості, $ММУ$ зростає до $1102 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 132% від базового періоду.

$ДМУ$ всієї сухої маси озимого ріпаку в середньо багаторічному складає $503 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та III-й періоди також спостерігається ріст $ДМУ$ до 636 та $623 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$, що становить 126 та 123% від базового періоду. В II-й період спостерігається найвище значення $ДМУ$ - $661 \text{ г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 131% від середньо багаторічного.

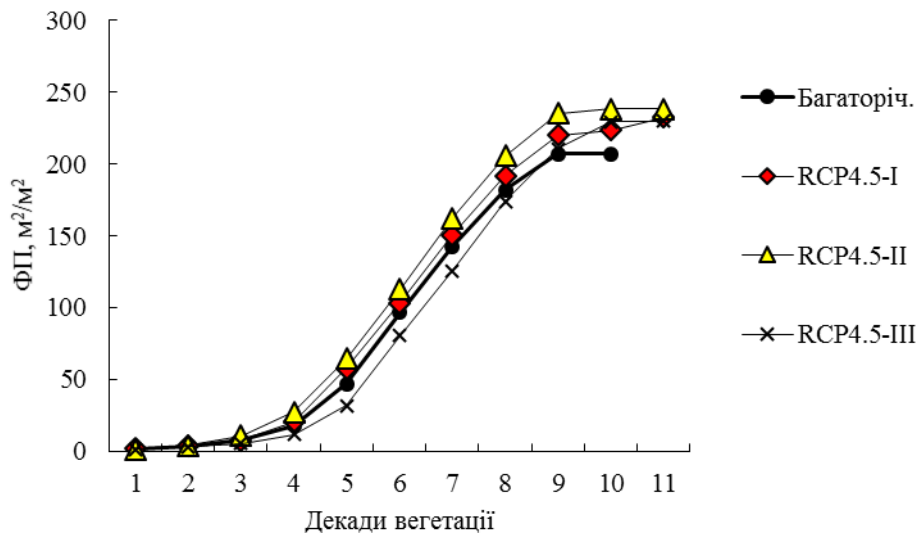


Рисунок 3.3 - Динаміка фотосинтетичного потенціалу озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Лісостепу

При реалізації сценарію RCP4.5 урожай озимого ріпаку при 14%-й вологості при середніх багаторічних умовах складає 22,9 ц/га (табл. 3.2). В I-й та III-й періоди урожай озимого ріпаку зростає до 29,0 та 28,4 ц/га, що становить 127 та 124% від базового періоду. В II-й період очікується найвищий урожай озимого ріпаку – 30,1 ц/га, що становить 131% від середньо багаторічного.

Баланс гумусу під посівами озимого ріпаку в I-й та III-й періоди підвищиться на 0,047 та 0,045 відн.од., а в II-й період – на 0,051 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним 0,042 відн.од. (табл. 3.2).

При реалізації сценарію RCP8.5 за період відновлення вегетації – повна стиглість спостерігається збільшення ΦAP в порівнянні з середнім багаторічним періодом. В середньо багаторічному приход ΦAP складає 171,3 кДж/см². В I-й та II-й періоди приход ΦAP підвищиться до 182,6 та 186,0 кДж/см², що становить 107 та 109% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвищий приход ΦAP – 192,4 кДж/см², що складає 112% від середньо багаторічної (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Порівняння агрометеорологічних показників умов вегетації озимого ріпаку за середньо багаторічними даними (1986-2005) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP8.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

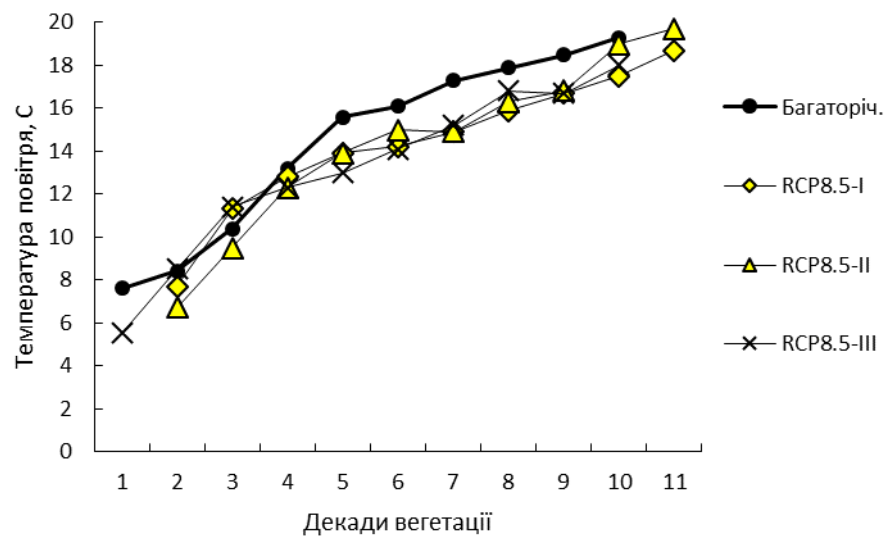
Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °С	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1986-2005	14,4	224	310	0,72	1,39	171,3
RCP8.5:						
2021-2030	14,4	196	258	0,76	1,18	182,6
Різниця	0	-28	-52	+0,04	-0,21	+11,3
2031-2040	14,4	220	273	0,81	1,17	186,0
Різниця	0	-4	-37	+0,096	-60,22	+14,7
2041-2050	13,8	219	257	0,85	1,41	192,4
Різниця	-0,6	-65,5	53	+0,13	+0,02	+21,1

Так як, *ПУ* всієї сухої маси озимого ріпаку залежить від *ФАР*, то за сценарієм RCP8.5 також очікується ріст *ПУ*, в порівнянні з середньо багаторічним періодом. *ПУ* всієї сухої маси озимого ріпаку в середньо багаторічному складає 1465 г/м²дек. В I-й та II-й періоди *ПУ* ріпаку зростає до 1724 та 1754 г/м²дек, що становить 118 та 120% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвище підвищення *ПУ* до 1823 г/м²дек, що становить 124% від середньо багаторічного (табл. 3.4).

На рис. 3.4 представлена середня температура повітря за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні з базовим періодом та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP8.5 в Лісостепу. В усі три сценарні періоди максимальні значення температури повітря спостерігаються в 2 декаді липня. В середньо багаторічний період максимум спостерігається в 1 декаді липня.

Таблиця 3.4 – Формування урожаю озимого ріпаку за середньо багаторічними даними (1986-2005) рр. та за сценарієм зміни клімату RCP8.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ² дек			Фотосинте-тичний потенціал, м ² /м ² за період	Баланс гумусу, т/га	Урожай ріпаку при вологості 14 %, ц/га
	потенцій-ного урожаю	метеоро-логічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1986-2005	1465	838	503	207	0,042	22,9
RCP8.5:						
2021-2030	1724	1047	628	241	0,088	28,7
Різниця	+259	+209	+125	+34	+0,046	+5,8
2031-2040	1754	1060	636	232	0,089	29,0
Різниця	+289	+222	+133	+25	0,047	+6,1
2041-2050	1823	1120	673	254	0,094	30,7
Різниця	+358	+282	+170	+47	+0,052	+7,8



Рисунк 3.4 – Середня температура повітря за період відновлення вегетації – повна стиглість озимого ріпаку в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP8.5 в Лісостепу.

Температурний режим в період відновлення вегетації – повна стиглість за базовий період складає 14,4 °С. В I-й та II-й періоди температура залишиться не змінною. В III-й період середня температура повітря за період знизиться до 13,8, що на 0,6 °С від середньо багаторічної.

За базовий період сумарне випаровування складає 224 мм. В усі три сценарні періоди спостерігається зменшення сумарного випаровування. Так найменше сумарне випаровування очікується в I-й період і складає 196 мм. В II-й та III-й періоди очікується трохи вищі значення і складають відповідно 220 та 219 мм.

Випаровуваність за базовий період складає 310 мм. В перший та III-й періоди випаровуваність зменшиться до 258 та 257 мм, що на 52 та 53 мм нижче від середньо багаторічного. В II-й період очікується трохи вища випаровуваність, порівняно з I-м та III-м періодами, але нижчою від середньо багаторічної і складає 273 мм.

Вологозабезпеченість посівів озимого ріпаку за базовий період складає 0,72 відн.од. В усі три сценарні періоди спостерігається підвищення вологозабезпеченості. В I-й та II-й періоди випаровуваність очікується на рівні 0,76 та 0,81 відн.од., що складає 106 та 113% порівняно з середньо багаторічною. В III-й період очікується найвища вологозабезпеченість посівів і становить 0,85 відн.од., що складає 118% від середньо багаторічної.

ГТК в I-й та II-й періоди зросте до 1,18 та 1,17 відн.од., порівняно з середньо багаторічним 1,39 відн.од. В III-й період спостерігається підвищення *ГТК* до 1,41 відн.од.

ММУ за базовий період становить 838 г/м²дек. В I-й та II-й періоди *ММУ* збільшиться до 1047 та 1060 г/м²дек, що складає 125 та 126% від середньо багаторічного значення. Найвищий *ММУ* очікується в III-й період і складатиме 1120 г/м²дек, що становить 134% від середньо багаторічного (табл. 3.4).

Рівень динаміки площі листя озимого ріпаку (рис. 3.5) за сценарієм RCP8.5 буде вищим, порівняно з базовим періодом. В базовий період максимальна площа листкової поверхні становить 4,61 м²/м². Так, площа листкової поверхні в період її максимального розвитку в I-й та II-й періоди зросте до 4,86 та 4,62 м²/м². В III-й період площа листя очікується найвищою і складатиме 4,93 м²/м².

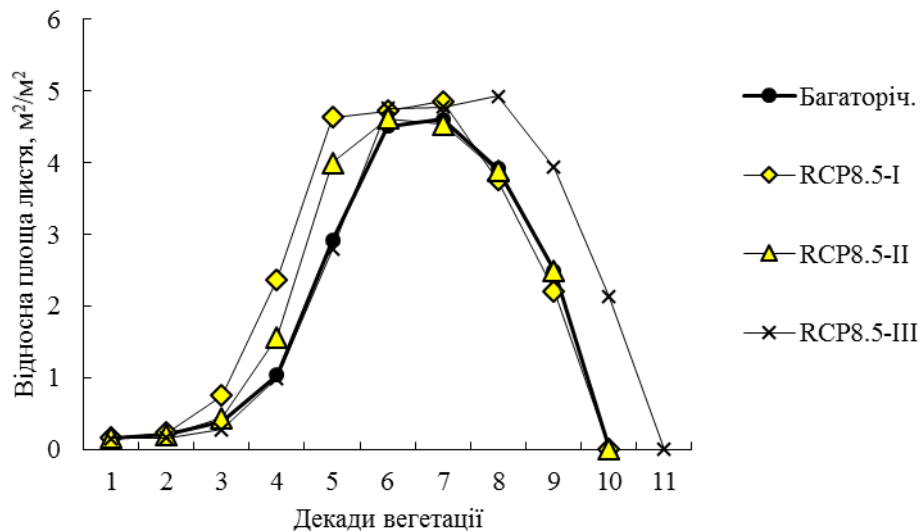


Рисунок 3.5 - Динаміка площі листя озимого ріпаку за період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP8.5 в Лісостепу

$\Phi П$ за умовами реалізації сценарію RCP8.5 в I-й та II-й періоди збільшиться на 34 та 25 $\text{м}^2/\text{м}^2$. В III-й період очікується найбільше підвищення $\Phi П$ до 254 $\text{м}^2/\text{м}^2$, в порівнянні з середньо багаторічним 207 $\text{м}^2/\text{м}^2$ (табл. 3.4, рис. 3.6).

Дійсно можливий урожай ($ДМУ$), також як і $ММУ$, зросте в усіх трьох сценарних періодах. В базовий період $ДМУ$ складає 503 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$. В I-й та II-й періоди $ДМУ$ збільшиться до 628 та 636 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 125 та 126% від базового періоду. В III-й період спостерігається найвище значення $ДМУ$ до 673 $\text{г}/\text{м}^2\text{дек}$, що складає 134% від середньо багаторічного (табл. 3.4).

За сценарієм RCP8.5 урожай озимого ріпаку при 14%-й вологості в усі три сценарні періоди зросте в порівнянні з середньо багаторічним. В I-й та II-й періоди урожай підвищиться до 28,7 та 29,0 ц/га, що становить 125 та 126% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвищий ріст урожайності до 30,7 ц/га, що складає 134%, в порівнянні з середньо багаторічним (табл. 3.4).

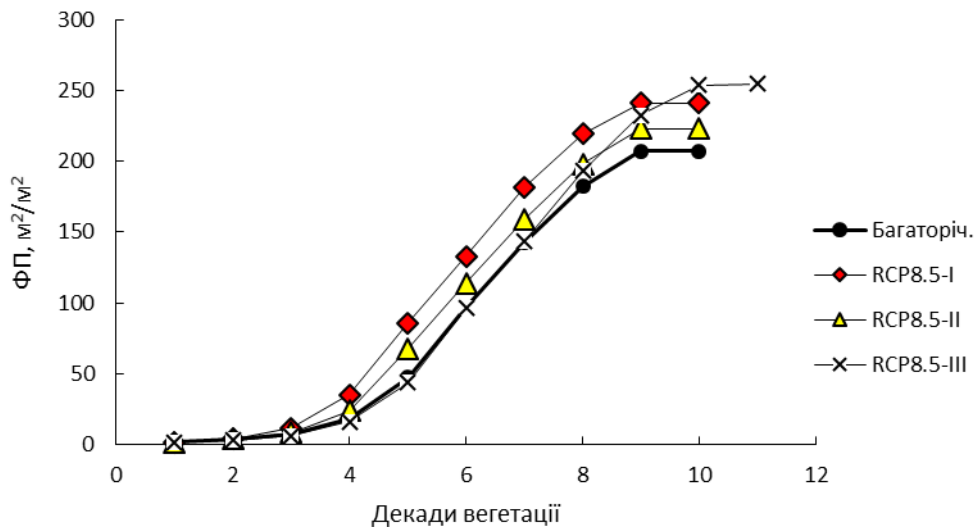


Рисунок 3.6 - Динаміка фотосинтетичного потенціалу озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Лісостепу

Баланс гумусу під посівами озимого ріпаку в I-й та II-й періоди підвищиться до 0,088 та 0,089 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним 0,042 відн.од. В III-й період баланс гумусу зросте до 0,094 відн.од. (табл. 3.4).

3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів

В даний час під агрокліматичними ресурсами розуміються кліматичні можливості територій для отримання сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим відповідними характеристиками агрокліматичних ресурсів є дані про продуктивність і врожайність культур в залежності від показників клімату [38-44]. Однак, адекватне вираження агрокліматичних ресурсів при такому підході досить складне, оскільки фактори погоди впливають на рослини безперервно і комплексно, а результат впливу залежить від фізіологічних параметрів самих рослин і ценотичних взаємодій в агрофітоценозах. У цьому аспекті видається обґрунтованим розгляд значень агроекологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрометеорологічних

умов на продукційний процес, причому ресурси продуктивності оцінюються за відношенням до конкретної культури і, навіть, сорту [37-44].

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях урожайності, нами була проведена оцінка продуктивності території Лісостепу стосовно до культури озимого ріпаку в розрізі основних агроекологічних категорій урожайності за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.

Описуючи ступінь сприятливості кліматичних умов (*СВУ*) вирощування озимого ріпаку RCP4.5 з табл. 3.5 видно, що в середньо багаторічному він складає 0,572 відн.од. В I-й та III-й періоди *СВУ* знизиться до 0,553 та 0,552 відн.од, що складатимуть 96 та 97% від середньо багаторічного. В II-й період значення *СВУ* складає 0,574 відн.од., що становить 100% від середньо багаторічного.

Таблиця 3.5 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

Період	СВУ, відн.од	С ₀ , відн.од.	С _d , відн.од.	С _a , відн.од
1986-2005	0,572	0,600	0,419	0,733
RCP4.5				
2021-2030	0,553	0,600	0,321	0,579
2031-2040	0,574	0,600	0,320	0,557
2041-2050	0,552	0,600	0,326	0,592

Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів (*С₀*) для вирощування культури озимого ріпаку показала, що в середньому

багаторічному та у всі сценарні період показник C_0 очікується на рівні 0,600 відн.од.

Аналіз рівня реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) для культури озимого ріпаку показав, що в середньо багаторічному значення оцінки культури землеробства C_d для ріпаку на території Лісостепу складає 0,419 відн.од. В усі три сценарні періоди спостерігається зниження C_d до позначки 0,321 відн.од. в I-й період, до 0,320 відн.од. в II-й та 0,326 відн.од. в III-й періоди, що складає 77 та 78%, в порівнянні з середньо багаторічним.

З даних табл. 3.5 видно, що в середньо багаторічному значення оцінки культури землеробства C_a для ріпаку на території Лісостепу складає 0,733 відн.од. В усі три сценарні періоди спостерігається падіння C_a . в I-й період C_a зменшиться до позначки 0,579 відн.од., в II-й період до 0,557 відн.од. та до 0,592 відн.од. в III-й період.

Описуючи ступінь сприятливості кліматичних умов (CBV) вирощування озимого ріпаку RCP8.5 з табл. 3.5 видно, що в I-й та II-й періоди CBV зросте до 0,608 та 0,604 відн.од, що складатимуть 106% від середньо багаторічного. В III-й період значення CBV буде найвищим і складатимен 0,615 відн.од., що становить 108% від середньо багаторічного.

Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів (C_0) для вирощування культури озимого ріпаку показала, що в середньому багаторічному та у всі сценарні періоди також як і за сценарієм RCP4.5 показник C_0 очікується на рівні 0,600 відн.од.

Аналіз рівня реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) для культури озимого ріпаку показав, що в усі три сценарні періоди спостерігається зменшення C_d до позначки 0,356 відн.од. в I-й період, до 0,350 відн.од. в II-й та 0,337 відн.од. в порівнянні з середньо багаторічним 0,419 відн.од.

В середньо багаторічному значення оцінки культури землеробства C_a для ріпаку на території Лісостепу складає 0,733 відн.од. В усі три сценарні періоди спостерігається зниження C_a . в I-й період C_a зменшиться до позначки 0,586 відн.од., в II-й період до 0,579 відн.од. та до 0,548 відн.од. в III-й період.

Таблиця 3.6 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP8.5 в Лісостепу (за період відновлення вегетації – повна стиглість)

Період	СВУ, відн.од	С _о , відн.од.	С _д , відн.од.	С _а , відн.од
1986-2005	0,572	0,600	0,419	0,733
RCP8.5				
2021-2030	0,608	0,600	0,356	0,586
2031-2040	0,604	0,600	0,350	0,579
2041-2050	0,615	0,600	0,337	0,548

У третьому розділі представлений аналіз тенденції зміни клімату шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм RCP4.5 та RCP8.5 і середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за чотири періоди: 1986 – 2005 рр., 2021 – 2030 рр., 2031 – 2040 рр., 2041 – 2050 рр. Виконані оцінки рівня використання агрокліматичних ресурсів показують, що вони досить низькі, є великі резерви щодо їх використання.

ВИСНОВКИ

З виконаної нами магістерської роботи можна зробити наступні висновки:

1. Вивчені фізико-географічне районування й агрокліматичні ресурси Лісостепової зони України.

2. Розглянуто ботанічний опис культури озимого ріпаку, вимоги до тепла, світла, вологи, вимоги до ґрунтів і мінерального живлення. Розглянуто сучасні сорти культури.

Також представлена характеристика шкідників та хвороб озимого ріпаку.

3. Представлений сучасний стан моделювання формування продуктивності озимого ріпаку у світі.

Представлена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вирощування озимого ріпаку за середньо багаторічними даними та за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5.

Для досліджень використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового.

Виконана оцінка впливу зміни кліматичних умов виконана шляхом порівняння даних за кліматичними сценарієм RCP4.5, RCP8.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників.

Так, за умовами реалізації сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 в усіх трьох сценарних періодах спостерігається підвищення ΦAP , в порівнянні з середньо багаторічною.

Прихід ΦAP за період відновлення вегетації – повна стиглість за сценарієм RCP4.5 в I-й та II-й періоди зросте до 106 та 108% від середнього багаторічного. В III-й період ΦAP зросте до 105%. В I-й та II-й періоди $ПУ$ зросте до 131% від середньої багаторічної. Із-за найнищої ΦAP в III-й період спостерігається найвищий ріст $ПУ$ до 131%.

За період відновлення вегетації – повна стиглість середня багаторічна температура повітря складає 14,4 °С. Так, в II-й та III-й періоди температура повітря зросте на 1,2 та 0,2 °С від середньої багаторічної. В I-й період середня температура залишиться не змінною.

За умовами реалізації сценарію RCP4.5 за період відновлення вегетації – повна стиглість сумарне випаровування в I-й та II-й періоди зросте на 14 та 5 мм, а в III-й період – зменшиться на 8 мм, в порівнянні з середньо багаторічним значенням – 224 мм.

В середньо багаторічному випаровуваність складає 310 мм. В I-й та III-й періоди випаровуваність зменшиться до 305 та 284 мм, що нижче від середньо багаторічного на 5 та 13 мм. В II-й період випаровуваність складатиме 284 мм, що нижче на 26 мм від середньо багаторічного.

За середніми багаторічними даними вологозабезпеченість озимого ріпаку за період відновлення вегетації – повна стиглість складає 0,72 відн.од. У I-й та III-й сценарні періоди вологозабезпеченість посівів озимого ріпаку очікується на рівні 108 та 101% від середньо багаторічної. В II-й період очікується найвища вологозабезпеченість - 113% від середньо багаторічної.

ГТК в середньо багаторічному складає 1,39 відн.од. В I-й період *ГТК* зросте від середньо багаторічного значення на 0,24 відн.од. В II-й та III-й періоди спостерігається зниження *ГТК* на 0,14 та 0,28 відн.од.

Рівень динаміки площі листя за умовами сценарію RCP4.5 буде вищим, порівняно з середньо багаторічним періодом. Площа листкової поверхні в період її максимального розвитку за середньо багаторічними даними складає 4,61 м²/м². В I-й та III-й періоди площа листкової поверхні зросте до 4,735 та 4,86 м²/м². В II-й період очікується найвищий рівень площі листя, який складатиме 4,95 м²/м².

Фотосинтетичний потенціал середньо багаторічний період максимальне значення фотосинтетичного потенціалу складає 207 м²/м². В II-й та III-й періоди *ФП* зросте до 239 та 230 м²/м². В I-й період *ФП* буде трохи нищим і складатиме 224 м²/м².

ММУ залежить від факторів тепла та вологи. За середньо багаторічними даними *ММУ* складає 838 г/м²дек. В I-й та III-й періоди *ММУ* складає 126 та 124% від середньо багаторічного. В II-й період, із-за кращих умов тепло- та вологозабезпеченості, *ММУ* зросте до 132% від базового періоду.

ДМУ всієї сухої маси озимого ріпаку в середньо багаторічному складає 503 г/м²дек. В I-й та III-й періоди *ДМУ* становить 126 та 123% від базового періоду. В II-й період значення *ДМУ* складає 131% від середньо багаторічного.

При реалізації сценарію RCP4.5 урожай озимого ріпаку при 14%-й вологості при середніх багаторічних умовах складає 22,9 ц/га. В I-й та III-й періоди урожай озимого ріпаку зросте до 29,0 та 28,4 ц/га, що становить 127 та 124% від базового періоду. В II-й період очікується найвищий урожай озимого ріпаку – 30,1 ц/га, що становить 131% від середньо багаторічного.

Баланс гумусу під посівами озимого ріпаку в I-й та III-й періоди підвищиться на 0,047 та 0,045 відн.од., а в II-й період – на 0,051 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним 0,042 відн.од.

При реалізації сценарію RCP8.5 за період відновлення вегетації – повна стиглість спостерігається збільшення *ФАР* в порівнянні з середнім багаторічним періодом. В середньо багаторічному прихід *ФАР* складає 171,3 кДж/см². В I-й та II-й періоди прихід *ФАР* підвищиться до 182,6 та 186,0 кДж/см², що становить 107 та 109% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвищий прихід *ФАР* – 192,4 кДж/см², що складає 112% від середньо багаторічної.

За сценарієм RCP8.5 також очікується ріст *ПУ*, в порівнянні з середньо багаторічним періодом. *ПУ* всієї сухої маси озимого ріпаку в середньо багаторічному складає 1465 г/м²дек. В I-й та II-й періоди *ПУ* ріпаку зросте до 1724 та 1754 г/м²дек, що становить 118 та 120% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвище підвищення *ПУ* до 1823 г/м²дек, що становить 124% від середньо багаторічного.

Температурний режим в період відновлення вегетації – повна стиглість за базовий період складає 14,4 °С. В I-й та II-й періоди температура залишиться не

змінною. В III-й період середня температура повітря за період знизиться до 13,8, що на 0,6 °C від середньо багаторічної.

За базовий період сумарне випаровування складає 224 мм. В усі три сценарні періоди спостерігається зменшення сумарного випаровування. Так найменше сумарне випаровування очікується в I-й період і складає 196 мм. В II-й та III-й періоди очікується трохи вищі значення і складають відповідно 220 та 219 мм.

Випаровуваність за базовий період складає 310 мм. В перший та III-й періоди випаровуваність зменшиться до 258 та 257 мм, що на 52 та 53 мм нижче від середньо багаторічного. В II-й період очікується трохи вища випаровуваність, порівняно з I-м та III-м періодами, але нижчою від середньо багаторічної і складає 273 мм.

Вологозабезпеченість посівів озимого ріпаку за базовий період складає 0,72 відн.од. В усі три сценарні періоди спостерігається підвищення вологозабезпеченості. В I-й та II-й періоди випаровуваність очікується на рівні 0,76 та 0,81 відн.од., що складає 106 та 113% порівняно з середньо багаторічною. В III-й період очікується найвища вологозабезпеченість посівів і становить 0,85 відн.од., що складає 118% від середньо багаторічної.

ГТК в I-й та II-й періоди зросте до 1,18 та 1,17 відн.од., порівняно з середньо багаторічним 1,39 відн.од. В III-й період спостерігається підвищення *ГТК* до 1,41 відн.од.

ММУ за базовий період становить 838 г/м²дек. В I-й та II-й періоди *ММУ* збільшиться до 1047 та 1060 г/м²дек, що складає 125 та 126% від середньо багаторічного значення. Найвищий *ММУ* очікується в III-й період і складатиме 1120 г/м²дек, що становить 134% від середньо багаторічного.

Рівень динаміки площі листя озимого ріпаку за сценарієм RCP8.5 буде вищим, порівняно з базовим періодом. В базовий період максимальна площа листкової поверхні становить 4,61 м²/м². Так, площа листкової поверхні в період її максимального розвитку в I-й та II-й періоди зросте до 4,86 та 4,62 м²/м². В III-й період площа листя очікується найвищою і складатиме 4,93 м²/м².

ФП за умовами реалізації сценарію RCP8.5 в I-й та II-й періоди збільшиться на 34 та 25 м²/м². В III-й період очікується найбільше підвищення *ФП* до 254 м²/м², в порівнянні з середньо багаторічним 207 м²/м².

Дійсно можливий урожай (*ДМУ*), також як і *ММУ*, зросте в усіх трьох сценарних періодах. В базовий період *ДМУ* складає 503 г/м²дек. В I-й та II-й періоди *ДМУ* збільшиться до 628 та 636 г/м²дек, що складає 125 та 126% від базового періоду. В III-й період спостерігається найвище значення *ДМУ* до 673 г/м²дек, що складає 134% від середньо багаторічного.

За сценарієм RCP8.5 урожай озимого ріпаку при 14%-й вологості в усі три сценарні періоди зросте в порівнянні з середньо багаторічним. В I-й та II-й періоди урожай підвищиться до 28,7 та 29,0 ц/га, що становить 125 та 126% від середньо багаторічного. В III-й період очікується найвищий ріст урожайності до 30,7 ц/га, що складає 134%, в порівнянні з середньо багаторічним.

Баланс гумусу під посівами озимого ріпаку в I-й та II-й періоди підвищиться до 0,088 та 0,089 відн.од., в порівнянні з середньо багаторічним 0,042 відн.од. В III-й період баланс гумусу зросте до 0,094 відн.од.

Представлений аналіз тенденції зміни клімату шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм RCP4.5 та RCP8.5 і середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за чотири періоди: 1986 – 2005 рр., 2021 – 2030 рр., 2031 – 2040 рр., 2041 – 2050 рр. Виконані оцінки рівня використання агрокліматичних ресурсів показують, що вони досить низькі, є великі резерви щодо їх використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. К.: Наукова думка, 1985. 224 с.
2. Маринич ОМ., Шищенко П.Т. Фізична географія України: Підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
3. Краткий агроклиматический справочник Украины. / Под ред. К.Т. Лавинова. Л.: Гидрометеиздат. 1976. 256 с.
4. Жаркова О. Озимий ріпак – нові пропозиції. Пропозиція. Київ. 2014. № 7. С. 72–77.
5. Гаєв О. Озимий ріпак: потужне повернення значущої культури. Пропозиція. Київ. 2013. № 7. С. 76–77.
6. Наконечний О. Т., Санін О. Ю. Вирощуємо озимий ріпак. Агровісник. Україна. 2007. № 1 (13). С. 34–36.
7. Гуляєв Б. І., Рогач В. В., Кур'ята В. Г., Кірізін Д. А. Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку. Физиология и биохимия культурных растений. 2008. Т. 40. № 2. С. 101–109.
8. Бардин Я. Б. Ріпак: від сівби – до переробки. Київ : Світ. 2000. 108 с.
9. Сорока В. І. Продуктивність, морфоагробіологічні та адаптивні властивості сортів ріпаку озимого (*Brassica napus* L). Сортовивчення та сортознавство. Київ, 2012. № 2. С. 34.
10. Гусєв М. Г., Коковіхін С. В., Пелих І. Я. Ріпак – перспективна кормова й олійна культура на півдні України. Вінниця, 2011. 160 с.
11. Коломієць Н. Норми висіву ріпаку. Пропозиція. 2002. № 6. С 42–43.
12. Коломієць Н. Добрива під ріпак. Пропозиція. 2001. № 6. С. 34–35.
13. Томашов С. В. Мінеральні добрива під озимий ріпак як елемент технології вирощування. Современные научные проблемы создания сортов и

гибридов масличных культур и технологии их выращивания : сб. тезисов Междунар. конф. (г. Запорожье, 4–6 авг. 2009 г.). Запорожье. 2009. С. 76–77.

14. Дукач В. Алгоритм питания озимого рапса. Агровісник. Україна. 2007. № 9. С. 35–37.

15. Иншин Н. А. Влияние удобрений на продуктивность озимого рапса. Агрохимия. 1992. № 7. С. 77–82.

16. Рожкован В. Вітчизняні сорти озимого ріпаку. Озимий ріпак від А до Я (спецвипуск). Пропозиція : укр. журнал з питань агробізнесу. Київ : ТОВ «Юнівест Медіа», 07/2013. С. 12–13.

17. Волощук О. П., Косовська Р. Ю. Сортовые особенности выращивания рапса озимого в Западной Лесостепи Украины. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии : науч.-метод. журнал. 2014. № 4. С. 61–65.

18. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Ріпак. Українські технології. Львів. НВФ. 2005. 88 с.

19. Лазар Т. І, Лапа О. М., Чехов А. В, Свидинюк І. М. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. 2006. 102 с.

20. Технологія вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу : методичні рекомендації / І. С. Волощук, О. П. Волощук О. М. Случак [та ін.]. Оброшино : [Б. в.], 2013. 30 с. 50. Плетень С. Догляд за озимим ріпаком в зимовий період. Пропозиція. Київ. 2011. № 1. С. 56.

21. Гайдаш В. Д. Ріпак – стратегічна технічна культура. Вісник аграр. науки. 1994. № 7. С. 100–104.

17. Интенсивная технология производства рапса / под. общ. ред. Ю. П. Бурякова. Москва : Росагропромиздат, 1990. 57 с.

22. Адаменко Т. Агрокліматичні умови вирощування ріпаку в Україні. Агроном. 2006. № 2. С. 95–96.

23. Фетюхин И. В., Литвинов Г. Г., Кусурова В. И. Зимостойкость и продуктивность озимого рапса в зависимости от сроков и норм посева. Научный журнал КубГАУ УААН. Запорожье. 2006. Вып. 11. С. 53–59.

24. Демченко Н. В., Шапарь Л. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби. Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 14–16 червня 2012 р. Херсон, 2012. С. 53–54.
25. Вожегова Р., Влащук А., Шапарь Л. Коли краще сіяти ріпак. Фермер. № 8 (92). 2017. С. 108–109.
26. Ситник І. Д. Технологія вирощування озимого і ярого ріпаку. Посібник українського хлібороба. 2008. С. 77–90.
27. Секунд М. П., Лапа О. М., Марков І. Л. Технологія вирощування і захисту ріпаку. Київ : Глобус-Принт. 2008. 115 с.
28. Секунд М. П., Лапа О. М., Марков І. Л. Технологія вирощування і захисту ріпаку. Київ : Глобус-Принт. 2008. 115 с.
24. Рудик О. В., Переходько Н. І., Петрук М. П. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку : метод. рек. Рівне : РДСГДС, 2006. 12 с
29. Волощук О. П., Роп Р. Ю. Сортвые особенности выращивания рапса озимого Западной Лесостепи Украины. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: науч.-метод. журнал. 2014. № 4. С. 61–65.
30. Войташенко Д. П., Шапарь Л. В., Демченко Н. В. Продуктивность сортов и гибридов озимого рапса в зависимости от сроков посева в условиях Южной Степи Украины. Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных культур : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15–16 февр. 2013 г. Рязань. 2013. С. 71–75.
31. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник. Київ, 2012. Т. 2. С. 283–284.
32. Anda Fridrihsone, Francesco Romagnoli, Ugis Cabulis. Environmental Life Cycle Assessment of Rapeseed and Rapeseed Oil Produced in Northern Europe: A Latvian Case Study. Sustainability. 2020. 12 p. doi:10.3390/su12145699

33. João Malça, Fausto Freire, All Authors. Capturing uncertainty in GHG savings and carbon payback time of rapeseed oil displacing fossil diesel in Europe. Proceedings of the 2011 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology. 16-18 May 2011. DOI: [10.1109/ISSST.2011.5936887](https://doi.org/10.1109/ISSST.2011.5936887)

34. Li Ma, Xuefang Wang, Yuanyuan Pu et al. Ecological and economic benefits of planting winter rapeseed (*Brassica rapa* L.) in the wind erosion area of northern China. *Sci Rep* 9, 20272 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56678-3>

35. Karsten Engelmann, Lorenz Strimitzer, Edgar Remmele. Environmental effects of decentralized rapeseed oil production in Bavaria – A life cycle assessment (LCA) case study. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07.2014.

36. Мищенко З.А. Методика агроклиматической оценки и среднемасштабного районирования территорий на основе продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорология и гидрология*, 8. 1999. С. 87-98.

37. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования территории СССР. Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: Изд. МСХ СССР, 1958. С. 14-37.

34. Сверлова Л.И. Сельскохозяйственная оценка продуктивности климата Восточной Сибири, Дальнего Востока и трассы БАМ для ранних яровых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 183 с.

38. Беляков И.И. Засухоустойчивость пшеницы и ячменя в разные периоды роста и развития. В кн.: Сб. трудов аспирантов и молодых науч. Сотрудников. Л.: ВИР, 1965. С. 11-17.

39. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології: Навчальний посібник. Одеса, Вид-во «ТЭС», 2003. 246 с.

40. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 319с.

41. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. С.П.: Гидрометеиздат, 1982. 424 с.

42. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 175 с.

43. Полевой А.Н. О прогнозе случайной составляющей временных рядов урожайности ярового ячменя. Метеорология, гидрология, 4. 1975. С. 84-90.

44. Полевой А.Н., Мызина Т.И. Методические указания по составлению агрометеорологического прогноза среднеобластной урожайности ярового ячменя в нечерноземной зоне ЕТС. М.: Гидрометеоиздат, 1976. 39 с.