

УДК 633.853.494:57.042.2

МЕТОДИ ПОМ'ЯКШЕННЯ НЕГАТИВНОЇ ДІЇ ВОДНОГО СТРЕСУ У РОСЛИН РІПАКУ ОЗИМОГО

Є. О. Домарацький, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті наведено результати впливу застосування азотних мінеральних добрив та мультифункціонального препарату Хелафіт Комбі® за різних строків використання в посіві ріпаку озимого на рівень оводненості листя культури.

Доведено, що за комплексної дії мінеральних добрив і комбінованого препарату простежується синергетичний ефект (коефіцієнт водоспоживання знижується на 14,5% у варіанті з N_{90} + Хелафіт Комбі®).

За внесення добрив дозою N_{90} було досягнуто максимального рівня врожайності культури, а у комплексі із проведенням позакорневих підживлень комбінованим рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® відмічено прибавку врожаю до 1,3 т/га, або 56%.

Ключові слова: ріпак озимий, водний стрес, ґрунтова волога, Хелафіт Комбі®, урожайність.

Постановка проблеми. За останні 20 років кількість опадів у різних регіонах України зросла на 50–100 мм на рік, проте істотне підвищення температур і зниження відносної вологості повітря впродовж вегетаційного періоду не покращили, а ускладнили умови вегетації рослин більшості сільськогосподарських культур. Підрахунки показують, що від 10 до 20% і більше води з опадів зливового характеру залишають межі орних земель і стікають у балки та річки. Такі опади не є продуктивними і не можуть бути використані рослинами на полях через те, що поверхня ґрунту має зруйновану структуру – розпилена або переущільнена. Частина вологи, що проникла в ґрунт, не може бути збережена через низьку поглинальну ємність орного шару та, відповідно, підґрунтя. Багаторічний дефіцит органічної речовини в ґрунті, а також дисбаланс поживних речовин призводять до швидкої мінералізації самої цінної частини ґрунту – гумусу, який крім загальновідомого багатопланового позитивного впливу на агрономічно-цінні показники: структуру ґрунту, його рівноважну щільність, ємність поглинального комплексу, запасу поживних речовин, повітря та водопроникність, здатний утримувати у 5 – 10 разів більше вологи порівняно з материнською породою [1].

Зміна клімату, деградація ґрунтів і відсутність динаміки зростання врожайності створюють загрозу для виробництва зернових і глобальної

продовольчої безпеки у найближчі десятиліття. Так, за прогнозами фахівців ФАО ООН, при незмінному сценарії вже у 2030 році страждати від голоду будуть приблизно 650 мільйонів чоловік. Істотний вплив, що призводить до змін кліматичних умов, чинить господарська діяльність людини, зокрема промислове виробництво та сільське господарство [2, 3].

Через брак опадів аграрії вимушені проводити посівну в більш стислі терміни. Фермери пристосовуються до зменшення посівних строків у технології вирощування польових культур, намагаються «вполювати» вологу в ґрунті. Сівбу озимих зернових проводять зі зміщенням строків сівби у бік більш пізніх, а весняну сівбу, навпаки, розпочинають на одну або дві декади раніше від загальноприйнятих строків [4, 5].

Зміни кліматичних умов є процесом невідворотним, і тому завдання аграріїв полягає в швидкій адаптації до таких трансформацій, а також знайти інструмент, який дозволить пом'якшити негативну дію стресових факторів на агроценози.

Стрес – це негативна дія окремих чинників навколишнього середовища. Залежно від фактора, який виключає стресову реакцію на рослину, тривалість стресів може коливатись від хвилин, годин до місяців і, навіть, років. Всі фактори зовнішнього середовища можна розділити на 2 групи: біотичні та абіотичні (рис. 1) [6].

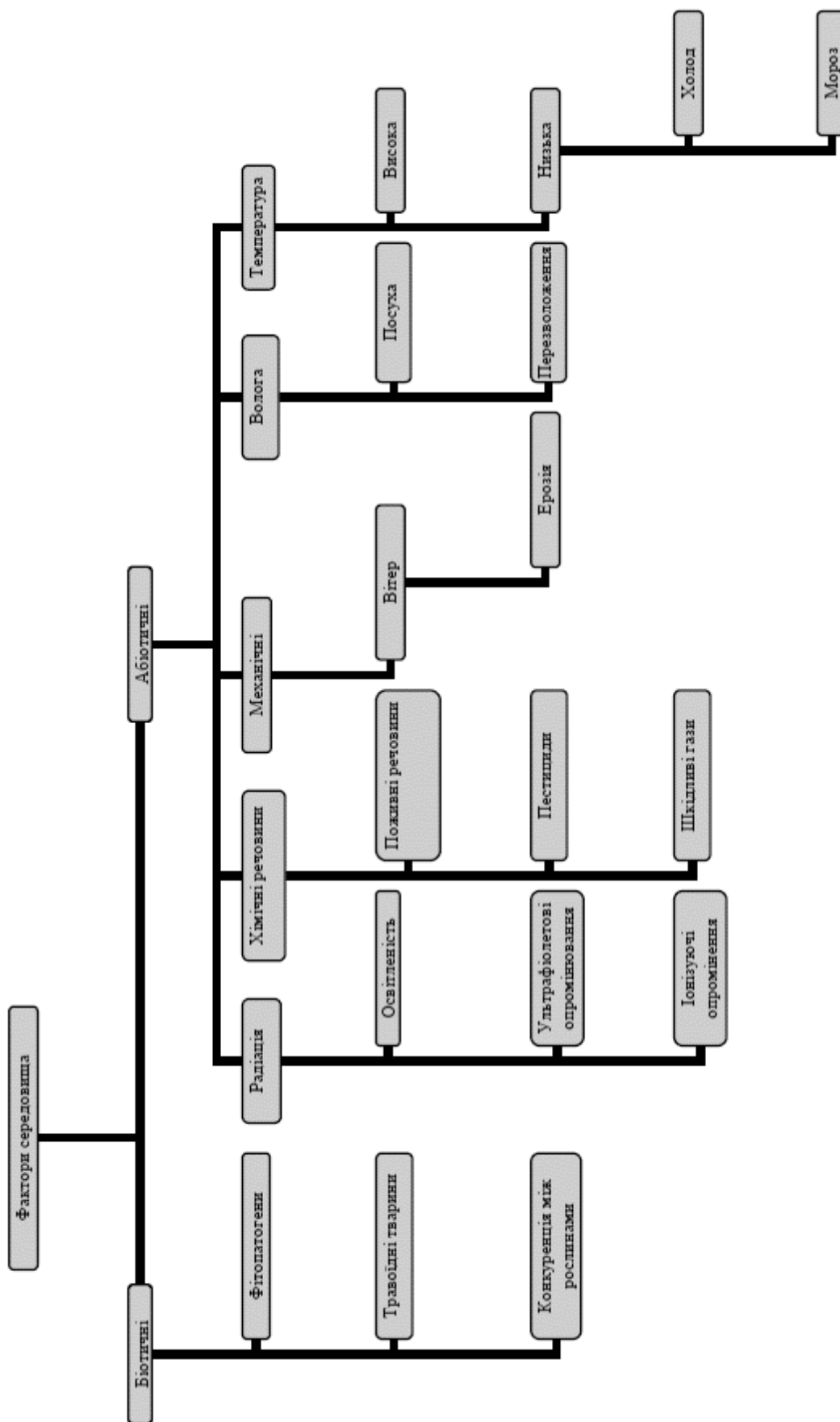


Рис. 1. Схема розподілу стресових факторів (за Н.Е. Новиковою)

Спектр негативних чинників є дуже широким і стресовий стан може викликатися не самим лише фактором, а й ступенем його прояву. За умов посушливого степу України одним з істотних факторів стресу є волога, особливо її дефіцит. Наукових робіт, присвячених впливу водного режиму на розвиток рослин озимого ріпаку, формування генеративної та вегетативної частини урожаю є чимало, але більшість їх не зосереджують увагу саме на стресових ситуаціях.

У цілому, озимий ріпак є вибагливою до умов зволоження культурою, за вегетаційний період рослини потребують постійного позитивного гідротермічного режиму. За даними В.Я.

Щербакова [7], оптимальний гідротермічний режим для ріпаку озимого наведено у таблиці 1.

Згідно з аналізом наведених даних, можна зробити висновок, що оптимальних умов зволоження в зоні Степу взагалі не існує, а оптимальний режим зволоження – це тимчасова ситуація, яка триває впродовж невеликого періоду часу. Решта вегетаційного періоду – є не що інше, як стресові стани, які мають різний ступінь негативного впливу. Динамічність процесу вологозабезпечення та інтенсивність реакції рослин на цей чинник визначила зацікавлення в напряму проведення подальших досліджень.

Таблиця 1

Оптимальний водно-температурний режим для озимого ріпаку за період весняно-літньої вегетації [7]

Місяць	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Гідротермічний коефіцієнт
Квітень	8	50	2,1
Травень	13	70	1,7
Червень	16	75	1,6
Липень	18	30	0,5

Завдання і методика проведення досліджень. Польові дослідні ділянки проводили впродовж 2015 – 2017 рр. в умовах Єланецького району Миколаївської області. Ґрунт дослідних ділянок – чорноземи звичайні малогумусні. У дослідних вивчали гібрид ріпаку озимого Чорний велетень, який занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2003 року. Оригінація сорту – Вінницька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України. Сорт ріпаку озимого є національним стандартом, суперпродуктивний, інтенсивного типу, середньостиглий (300 – 323 дні), олійного використання.

Дослідні ділянки розташовували у трьох повтореннях послідовно. Площа дослідної ділянки склала 2520 м², а облікової – 600 м².

Сівбу проводили у період 1 – 10 вересня (залежно від умов зволоження років досліджень) сівалкою СЗ-5,4 «Астра» з нормою висіву 1,0 – 1,1 млн схожих насінин на 1 га. Попередником виступав чорний пар.

Схема дослідів включала варіанти з проведенням ранньовесняного підживлення азотними добривами дозою N₆₀ і N₉₀ та поза-

кореневі підживлення комплексним рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® двічі в період вегетації рослин ріпаку озимого. Обробіток рослин ріпаку озимого препаратом Хелафіт Комбі® проводили надземним обприскувачем: перший – через 15 діб після початку відновлення весняної вегетації, другий – у фазу початку бутонізації – цвітіння. Норма витрати препарату складала 1 л/га, а робочої рідини – 250 л/га.

Для характеристики водного режиму посівів ріпаку озимого впродовж весняно-літньої вегетації проводили триразове визначення вологості ґрунту для розрахунку запасу продуктивної вологи.

Експериментальні дані обробляли методом багатофакторного дисперсійного аналізу за Доспеховим Б.А. [8]. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійного програмного інструменту «Statistica 8.0».

Результати досліджень. Аналіз результатів досліджень показав, що застосування позакореневих підживлень не мало істотного впливу на динаміку вмісту вологи в ґрунті (табл. 2).

Динаміка вологості та запасів води в ґрунті залежно від добрив та позакоренових підживлень (середнє за 2015 – 2017 рр.)

Варіанти дослідів	Вологість шару ґрунту 0-100 см, %			Продуктивна волога у шарі ґрунту 0-100 см, мм		
	20.03	15.05	01.07	20.03	15.05	01.07
Контроль (без добрив і препаратів)	22,6	20,4	16,6	144	113	60
Хелафіт Комбі®	22,5	20,3	16,3	143	112	56
N ₆₀	22,5	20,1	15,9	143	109	50
N ₆₀ + Хелафіт Комбі®	22,4	19,8	16,3	141	105	56
N ₉₀	22,6	19,8	15,6	144	105	46
N ₉₀ + Хелафіт Комбі®	22,5	19,6	16,2	143	102	55

Загальною особливістю динамічного процесу є поступове зменшення вмісту продуктивної води від початку весняної вегетації і до її завершення. Причому мінеральні добрива, як і ріст регулюючий препарат збільшують загальні витрати води. Але, це більше стосується мінеральних добрив, у той час як позакореневе підживлення комплексним препаратом Хелафіт

Комбі® залишає показники вологозабезпечення майже без змін.

Більш цікавим показником вологоспоживання є витрати води на утворення одиниці сухої органічної біомаси. Саме цей показник (коефіцієнт водоспоживання) характеризує ефективність вологовитрат. У нашому досліді цей показник помітно зменшувався при внесенні добрив і застосуванні препаратів (табл. 3).

Таблиця 3

Водний баланс метрового шару ґрунту залежно від добрив і позакоренових підживлень (середнє 2015 – 2017 рр.)

Варіанти дослідів	Вміст продуктивної води, мм		Опади, м ³ /га	Загальне водо-споживання, м ³ /га	Урожайність сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водо-споживання, м ³ /т
	Початок вегетації	Кінець вегетації				
Контроль (без добрив і препаратів)	1440	600	1540	2380	10,5	227
Хелафіт Комбі®	1430	560	1540	2410	10,9	221
N ₆₀	1430	500	1540	2470	11,3	219
N ₆₀ + Хелафіт Комбі®	1410	560	1540	2390	11,6	206
N ₉₀	1440	460	1540	2520	12,2	207
N ₉₀ + Хелафіт Комбі®	1430	550	1540	2420	12,5	194

Найбільшої уваги заслуговує той факт, що окремо ні добриво у вигляді ранньовесняного підживлення, ні позакореневі обробки препаратом Хелафіт Комбі® не дають такого рівня позитивного впливу, як їх комбінація. Якщо внесення N₆₀ зменшує коефіцієнт водоспоживання на 3,6%, а обробка Хелафітом Комбі® знижує цей показник лише на 2,7%, то за їх комбінованої дії простежується синергетичний

ефект (коефіцієнт водоспоживання знижується на 9,3%, а у варіанті з N₉₀ + Хелафітом Комбі® - на 14,5%).

Відповідь на питання про природу цього синергізму було знайдено при визначенні показника оводненості листя ріпаку озимого під час формування генеративної частини урожаю. Отримані результати представлено в таблиці 4.

Рівень оводненості листя ріпаку озимого залежно від мінерального живлення і препаратів, % від максимально можливого насичення, 2016 рік

Варіанти досліджу	Цвітіння			Формування стручків		
	Години доби визначення коефіцієнту					
	6	14	22	6	14	22
Контроль (без добрив і препаратів)	87	80	89	91	88	93
Хелафіт Комбі®	96	94	95	98	93	96
N ₆₀	90	87	90	92	88	95
N ₆₀ + Хелафіт Комбі®	100	97	99	100	95	95
N ₉₀	94	88	92	94	88	94
N ₉₀ + Хелафіт Комбі®	98	93	100	97	92	96

Дефіцит вологи в листках було визначено насиченням листків у водному середовищі в різні години доби. Чим більше показник оводненості листа відхиляється від 100 %, тим жорсткішою буде дія стресу. На жаль, в ранкові та вечірні години листя були повністю насичені вологою. У середині дня у всіх випадках спостерігається певний дефіцит вологи. Але рівень прояву цього дефіциту, а відтак і рівень негативної дії стресу суттєво залежить від застосування добрив і рістрегулюючих препаратів. Дані з рівня дефіциту вологи графічно представлені на рисунку 2.

Як видно з графіку, визначено два мінімуми дефіциту вологи в листках: перший – при

застосуванні для позакореневого підживлення рослин ріпаку озимого препарату Хелафіт Комбі®; другий – за комбінації вище вказаного препарату з ранньовесняним підживленням рослин азотними добривами дозою N₆₀. Аналізуючи дані польових досліджень, можна зробити висновок, що у фазу цвітіння рівень позитивного впливу від застосування рістрегулюючого комбінованого препарату є дещо більшим за рівень впливу в фазу формування стручків. Тому комбінований рістрегулюючий препарат Хелафіт Комбі® можна вважати антистресовим продуктом, який здатний підвищувати ступінь оводненості асиміляційного апарату агроценозу ріпаку озимого у критичні фази розвитку культури за вологозабезпеченістю.

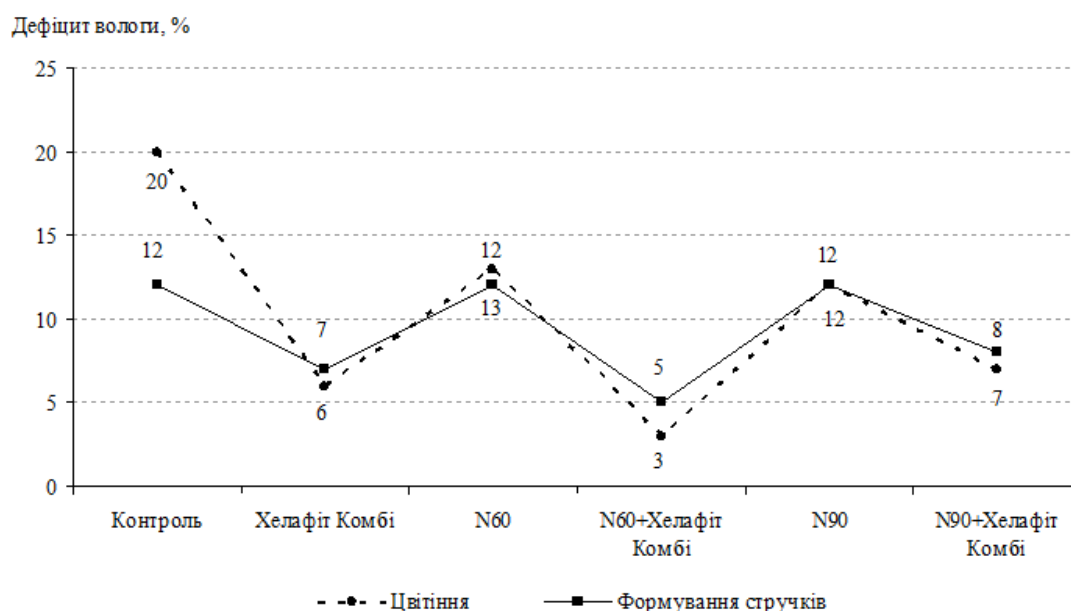


Рис. 2. Залежність рівня дефіциту вологи у тканинах рослин озимого ріпаку від мінерального живлення і застосування рістрегулюючого препарату (2016 р., 14 годин)

Наслідком синергетичної дії ранньовесняних підживлень азотними добривами і позакореневими підживленнями комбінованим рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® є

збільшення рівня врожайності культури порівняно з іншими варіантами досліджу. Отримані результати представлено в таблиці 5.

Урожайність ріпаку озимого залежно від мінерального живлення та застосування комбінованого рістрегулюючого препарату, т/га

Варіанти досліджу	Роки			Середнє за три роки	± прибавка до контролю, т/га
	2015	2016	2017		
Контроль (без добрив і препаратів)	2,14	2,49	2,30	2,31	-
Хелафіт Комбі®	2,57	2,92	2,73	2,74	+0,43
N ₆₀	2,74	3,05	2,91	2,90	+0,59
N ₆₀ + Хелафіт Комбі®	3,12	3,47	3,31	3,30	+0,99
N ₉₀	3,17	3,60	3,40	3,39	+1,08
N ₉₀ + Хелафіт Комбі®	3,42	3,79	3,62	3,61	+1,30
НІР ₀₅	0,26	0,31	0,33	-	-

Згідно з результатами досліджень, можна зробити висновок, що ріпак озимий є культурою, яка істотно реагує на підживлення азотними добривами. Доза N₆₀ не є достатньою для одержання максимального рівня врожаю. Лише за внесення добрив дозою N₉₀ було досягнуто максимального рівня урожайності культури, а у комбінації з проведенням позакореневих підживлень комбінованим рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® можна досягти прибавки врожаю до 1,3 т/га, або 56%.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами досліджень встановлено істотний позитивний вплив від синергетичної дії ранньовесняних підживлень азотними добривами та позакореневих підживлень комбінованим рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі®: для реалізації

потенційних можливостей ріпаку озимого доцільним є збільшення дози внесення азотних добрив при ранньовесняному підживленні культури до 90 кг/га діючої речовини та проводити позакореневий обробіток рослин комбінованим рістрегулюючим препаратом Хелафіт Комбі® дозою 1 л/га. Все це створює умови для пом'якшення чинників негативної дії водного стресу.

Подальше використання результатів досліджень має забезпечити можливість багатаспектного вивчення і визначення ступеня впливу нових препаратів і стимуляторів росту рослин на продуктивність культури та їх подальше застосування за вирощування ріпаку озимого в умовах жорсткого ГТК Степової зони України.

Список використаних джерел:

1. Рудник-Іващенко О.І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату / О.І. Рудник-Іващенко // Сортовивчення та сортознавство. – 2012. – № 2. – С. 8 – 10.
2. Рассел Рубі. Глобальне потепління – це вже факт, однак ще не кінець [Електронний ресурс] / Р. Рассел, М. Малий – Режим доступу : <http://p.dw.com/p/2mtPl>
3. Бекер Андреас. Глобальне потепління: скільки коштуватиме для людства зміна клімату? [Електронний ресурс] / А. Бекер, А. Магазова – Режим доступу : <http://p.dw.com/p/2nKrZ>
4. Особливості продукційного процесу пшениці м'якої озимої за умов глобального потепління (прогноз вчених) / Є.О. Домарацький, В.В. Базалій, О.О. Домарацький, Г.Г. Базалій // Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета : Матеріали конференції « 4-й Міжнародний екологічний форум ». – Херсон, 2012. – С. 544 – 547.
5. Екологізація технології вирощування озимої пшениці в зоні південного Степу України : монографія / В.В. Базалій, Є.О. Домарацький, В.І. Пічура, О.О. Домарацький – Херсон, 2014. – 175 с.
6. Новикова Н.Е. Физиологические основы устойчивости сельскохозяйственных растений : уч. пособие / Новикова Н.Е., Зотиков В.И. – Орел : Полиграф ; Картуш, 2016. – 176 с.
7. Щербаков В. Я. Озимий ріпак в Степу України / Щербаков В. Я., Неруцький С. Г., Боднар М. В. – Одеса : ІНВАЦ, 2009. – 182 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 335с.

Е. А. Домарацкий. Методы смягчения негативного воздействия водного стресса у растений рапса озимого.

В статье приведены результаты изучения влияния применения азотных минеральных удобрений и мультифункционального препарата Хелафит Комби® на разных сроках использования (ранневесенняя подкормка и вегетационные внекорневые подкормки) в посеве рапса озимого на уровень дефицита влаги в листьях культуры.

Доказано, что коэффициент водопотребления существенно уменьшался при внесении удобрений и применении рострегулирующих препаратов. Ни удобрение в виде ранневесеннего внесения, ни проведение внекорневых обработок препаратом Хелафит Комби® по отдельности не влияли на процессы роста и развития, как их комбинация. Если внесение N_{60} уменьшает коэффициент водопотребления на 3,6%, а обработка Хелафитом Комби® уменьшает этот показатель лишь на 2,7%, то при их комплексном воздействии прослеживается синергетический эффект (коэффициент водопотребления уменьшается на 9,3%, а на варианте с N_{90} + Хелафит Комби® – на 14,5%).

При внесении удобрений дозой N_{90} был достигнут максимальный уровень урожайности культуры, а в комплексе с проведением внекорневых подкормок комбинированным рострегулирующим препаратом Хелафит Комби® отмечена прибавка урожая до 1,3 т/га, или 56%.

Ключевые слова: рапс озимый, водный стресс, почвенная влага, Хелафит Комби®, урожайность.

E. O. Domaratsky. The methods of water stress negative effect reduction in winter rapeseeds.

The article presents the results of the influence of nitrogen mineral fertilizers and multifunctional feeding Helafit Combi® in different periods of use (early spring feeding and leaf foliar feeding) in winter rape sowing on the level of leaf vegetation.

It is proved that the coefficient of water consumption significantly decreased after fertilizing and the use of the growth regulating feedings. Neither fertilizers in the form of early spring feeding, nor leaf treatment with Helafit Combi® alone did not affect the growth and development processes, but their combination. If the treatment of plants with N_{60} reduces the water consumption by 3.6%, and the treatment with Helafit Combi® reduces this figure by only 2.7%, then the synergistic effect can be observed in their complex action (water consumption decreases by 9.3%, and optionally from N_{90} + Helafit Combi® - by 14.5%).

After fertilization with the N_{90} dose, the maximum level of crop yield was achieved, and in the complex with foliar feeding with Helafit Combi® there was achieved increase in yields of up to 1,3 t/ha or 56%.

Key words: winter rape, water stress, soil moisture, Helaphite Combi®, yield.