

## **ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ КОМПЛЕКСНИМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА КІЛЬКІСНИЙ РІВЕНЬ ТА ЯКІСНИЙ СКЛАД ХЛОРОФІЛОВОГО КОМПЛЕКСУ В РОСЛИНАХ СОНЯШНИКУ**

**Є. О. Домарацький**, кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент

**А. В. Добровольський**, аспірант  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті представлено результати визначення вмісту хлорофілу (загального і по-фракційно) залежно від фону мінерального живлення та листових позакореневих підживлень мультифункціональними препаратами.

Доведено, що поліпшення поживного режиму агроценозу соняшнику (внесення мінеральних добрив  $N_{30}P_{45}$  у комбінації з мультифункціональним комбінованим препаратом Хелафіт Комбі®) на чорноземах звичайних малогумусних зони Степу України збільшує загальний вміст хлорофілу на 61%. Насамперед зростає вміст фракції хлорофілу «а» (на 85% порівняно з фракцією «в») і, таким чином, співвідношення фракції «а» до «в» зростає з 2,26 до 4,01. Цей процес супроводжується зростанням врожайності соняшнику на 39%.

**Ключові слова:** соняшник, добрива, мультифункціональні препарати Хелафіт Комбі®, Вуксал®, хлорофіл, урожайність.

**Постановка проблеми.** Фотосинтез – це унікальний процес створення органічної речовини за рахунок енергії сонця та біохімічних реакцій в рослинах. Останні, як відомо, протікають за умови наявності зеленого пігменту – хлорофілу. Щоправда, існує так званий безхлорофільний фотосинтез, але він притаманний лише деяким нижчим організмам і ніколи не протікає у вищих зелених рослин. Хлорофіл має порфіринову будову, яка структурно близька до гему крові тварин, з тією різницею, що гем має залізний (Fe), а хлорофіл – магнієвий (Mg) комплекс.

Біомаса рослин на 75% складається з продуктів фотофіксації вуглекислого газу з атмосфери і лише на 25% – з поглинутих мінеральних речовин. Але ґрунтове та повітряне живлення дуже тісно взаємопов'язані в метаболізмі рослин, і один процес без іншого не відбувається. У результаті їхньої

взаємодії в рослинному організмі проходить низка послідовних реакцій з утворенням таких речовин, як вуглеводи, амінокислоти, білки, жири, – які, власне, й формують урожай сільсько-господарських культур [1].

**Огляд останніх публікацій по темі дослідження.** Ефективність позакореневих підживлень рослин мікроелементами широко відома. Сьогодні велику популярність мають мікродобрива на комплексній основі. Переведення мікроелемента в біологічно активну хелатну форму здійснюється за допомогою спеціальних комплексоутворювачів. Вважається, що головна роль належить катіону металу, а комплексон відіграє лише роль інертного транспортного засобу, який забезпечує доставку катіону і його стійкість в ґрунті та живильних розчинах [2,3].

Уперше у 1817 році французькі вчені Жозеф Каванту та П'єр Пеллет'є виділили зелений пігмент з листя і назвали його хлорофілом [4]. Майже через 100 років німецький дослідник Ріхард Вільштеттер визначив фракційний склад хлорофілу (фракції «а» і «в») і за комплекс робіт одержав Нобелівську премію у 1915 році. У 1960 році Роберт Вудворд уперше синтезував хлорофіл, і у 1967 році була остаточно визначена стереохімічна структура хлорофілу [5].

Сьогодні загальновідомо, що хлорофіл фракції «а» необхідний для більшості фотосинтезуючих організмів для перетворення енергії світла в хімічну енергію, виконує роль провідника оксигенного фотосинтезу. Цей хлорофіл найактивніше поглинає світло у фіолетово-блакитній та помаранчово-червоній частинах спектру. Всі організми з оксигенним типом фотосинтезу використовують хлорофіл «а» [6].

Хлорофіл «а» поглинає світло в фіолетовій, голубій і червоній частинах спектру, при цьому зелений колір навпаки відбиває. Спектр його поглинання розширюється за рахунок допоміжних пігментів, яким і виступає хлорофіл фракції «в». За умов недостатньої інтенсивності освітлення підвищується співвідношення хлорофілу «в» до хлорофілу «а», при цьому синтезуючи більше молекул першого, ніж другого, тим самим збільшуючи інтенсивність процесу фотосинтезу [7,8].

Хлорофіл фракції «в» – це допоміжний пігмент, який поглинає світло більше у синій частині спектру, і тому має жовто-зелене забарвлення. Ця фракція несе відповідальність за підтримку інтенсивності фотосинтезу за умови недостатнього освітлення [9].

Вміст хлорофілу «в» у вищих рослин водоростей становить близько 1/3 вмісту хлорофілу «а». Він зазвичай збільшується при адаптації рослин до нестачі освітлення, одночасно розширює діапазон довжин хвиль, що поглинаються хлоропластами, адаптованими до малої освітленості [10].

Формула хлорофілу (без структурного розміщення) має такий вигляд:

Хлорофіл фракції «А» -  $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$ ,

Хлорофіл фракції «В» -  $C_{55}H_{72}MgN_4O_6$ .

Не зважаючи на те, що хлорофіл вивчено доволі досконало впродовж тривалого історично періоду (майже 200 років), у науковій літературі не має відомостей про пріоритет у фотосинтетичній діяльності будь-якої фракції. Можна зробити узагальнюючий висновок про «паралельність» роботи обох фракцій та їх незамінність одна одною. Однак, напрошується й інший висновок: за умов інтенсивного освітлення синтез органічної речовини відбувається переважно за участі хлорофілу фракції «а».

Доведено, що регулятори росту рослин стимулюють наростання листкового апарату, впливають на біосинтез хлорофілів, формування хлоропластів, транспорт фотоасимілянтів та інтенсивність фотосинтезу [11].

В Україні зареєстровано більше 90 найменувань регуляторів росту рослин, з них 69 дозволено до використання. Ці препарати створені на основі різних активних інгредієнтів низької молекулярної маси, насамперед на основі фізіологічно активних речовин, активаторів росту рослин, таких як ауксини, гібереліни, цитокініни, янтарна кислота, амінофумарова кислота, полісахариди, амінокислоти, вітаміни, сполуки метаболітів мікроорганізмів [12].

При позакореновому обробітку рослин комплексними препаратами основною контактуючою частиною рослин є поверхня листової пластини. Вивчення впливу комплексонату на

біохімію листа, а саме на процеси фотосинтезу, а отже і питання оптимізації позакореневого обробітку можуть викликати практичну зацікавленість. Окрім того, з урахуванням того, що на одній рослині присутні листя різного віку та освітленості (тіньові і світлові), а також пігментовані антоціаном листя, відгук на препарат може бути далеко не однорідним [13].

Тому **метою наших досліджень** було визначення впливу позакорневих підживлень комплексними багатофункціональними препаратами Вуксал<sup>®</sup> і Хелафіт Комбі<sup>®</sup> на стан первинних процесів фотосинтезу, виявлення залежності відгуку від світових умов формування вмісту хлорофілу (загального і пофракційно) залежно від фону мінерального живлення та листових позакорневих підживлень мультифункціональними препаратами.

**Матеріали і методика досліджень.** Польові дослідження було закладено впродовж 2015-2017 рр. на полях Єланецького району Миколаївської області. Ґрунти дослідного поля – чорноземи звичайні малогумусні із вмістом гідролізованого нітрогену 1,5-1,8; легкозасвоюваного фосфору 4,5-7,0 та обмінного калію 12-15 мг/100 г ґрунту.

Дослід закладено за двофакторною схемою. Так, фактором А було обрано фон мінерального живлення (контрольна ділянка без внесення добрив; N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>; N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>); а фактором В – позакореневі підживлення препаратами (Вуксал Мікроплант – мікродобриво німецької компанії Аглюкон, та Хелафіт Комбі – багатофункціональний препарат ТОВ «Хелафіт», Україна).

Мінеральні добрива вносили під основний обробіток ґрунту методом поверхневого розкидання за допомогою розкидача МВД-0,5. Обробіток рослин соняшнику проводили надземним обприскувачем препаратом Вуксал – 1 раз у фазу початку утворення кошиків, а Хелафіт Комбі – у фазу 4-6 справжніх листків і фазу бутонізації. Норма витрат препарату складала 1 л/га, а робочої рідини – 250 л/га. Площа дослідної ділянки складала 280 м<sup>2</sup>, а облікової – 112 м<sup>2</sup>. Повторність у досліді чотириразова.

Заздалегідь було передбачено наявність впливу програшних чинників на кількісні й якісні характеристики хлорофі-

лового комплексу, бо в літературі про це (особливо добрива) повідомлень достатньо.

Проби листя для визначення вмісту хлорофілу відбирали у фазі цвітіння. Листя звільняли від черешків, вирізали крупні жилки, подрібнювали масу ножом, відбирали проби для визначення вологості листя, а решту подрібненої маси заливали етиловим спиртом. Після повної екстракції хлорофілу проводили вимірювання світлопропускання одержаної суспензії на фотоелектроколориметрі ФЕК-56. Дані колориметра підставляли у графік з каліброваною кривою, де будь-якому значенню оптичної щільності відповідає певний вміст хлорофілу. Для визначення фракційного складу вимірювання проводили при двох довжинах хвиль (540 та 650 нм). Одержані результати переводили у розрахунок на 1 т сухої речовини за формулою:

$$X_{\text{cp}} = (X_{\text{cm}} * 100) / (100 - W);$$

де  $X_{\text{cp}}$  – вміст хлорофілу на суху речовину, мг/г;  $X_{\text{cm}}$  – вміст хлорофілу на сиру масу, мг/г;  $W$  – фактична вологість листа, %.

Облік урожаю здійснювали методом комбайнового обмолоту із площі облікової ділянки. Використовували комбайн KLAAS із чотирирядною приставкою для соняшнику. Фактично одержаний урожай перераховували на базисну вологість (8%) та із урахуванням наявності домішок.

Експериментальні дані обробляли методом багатofакторного дисперсійного аналізу за Б.А. Доспєховим [14]. Моделювання формування урожайності здійснювалося із застосуванням ліцензійної програми «Statistica 8.0».

Результати досліджень та їх обговорення. Одержані нами результати показують не лише абсолютні значення, а й взаємодію добрив і препаратів (табл. 1).

За два роки досліджень ми переконалися, що загальний вміст хлорофілу помітно зростає як від добрив, так і від препаратів. Якщо взяти у середньому за два роки досліджень вміст хлорофілу на контрольному варіанті за 100%, то внесення  $N_{30}P_{45}$  збільшує цей показник до 142%, а при застосуванні Вуксалу<sup>®</sup> – до 167%. Дія Хелафіту Комбі<sup>®</sup> у цьому відношенні трохи поступається дії препарату Вуксал<sup>®</sup> (161%), але різниця,

як бачимо, є досить неістотною. Подальше збільшення норми внесення добрив до  $N_{60}P_{90}$  майже залишає вміст хлорофілу на тому ж рівні, що і дозою  $N_{30}P_{45}$ .

Таблиця 1

**Вміст хлорофілу в листах соняшнику (фаза цвітіння)**

Добриво	Препарат	Мг/1г сухої речовини			Відношення «а» / «в»
		Всього	у т.ч. фракції		
			«а»	«в»	
2016					
Без добрив	Без препаратів	6,24	4,35	1,89	2,31
$N_{30}P_{45}$	Без препаратів	7,68	5,83	1,85	3,17
	Вуксал®	9,02	7,21	1,81	4,00
	Хелафіт Комбі® (2рази)	8,71	7,04	1,67	4,22
$N_{60}P_{90}$	Без препаратів	7,94	6,04	1,90	3,18
2017					
Без добрив	Без препаратів	4,12	2,84	1,28	2,24
$N_{30}P_{45}$	Без препаратів	7,03	5,36	1,67	3,22
	Вуксал®	8,24	6,45	1,79	3,61
	Хелафіт Комбі® (2рази)	7,92	6,27	1,65	3,80
$N_{60}P_{90}$	Без препаратів	7,05	5,34	1,71	3,13
Середній за 2 роки					
Без добрив	Без препаратів	5,18	3,60	1,59	2,26
$N_{30}P_{45}$	Без препаратів	7,36	5,60	1,76	3,18
	Вуксал®	8,63	6,83	1,80	3,79
	Хелафіт Комбі® (2рази)	8,32	6,66	1,66	4,01
$N_{60}P_{90}$	Без препаратів	7,50	5,69	1,81	3,16
		0,45	0,41	0,06	0,21

Певну зацікавленість викликає і той факт, що добрива і препарати суттєво впливають на зміну фракційного складу хлорофілу: спостерігається переважне зростання вмісту фракції «а», у той час як фракція «в» залишається майже на одному рівні. То ж відношення фракції «а» до фракції «в» ранжуєть-

ся: на контрольному варіанті – це 2,26, а на фоні добрив та з внесенням препаратів Вуксал® та Хелафіт Комбі® воно досягає відповідно 3,79 та 4,01. Це співвідношення добре ілюструє діаграма, яка наведена нижче (рис.).

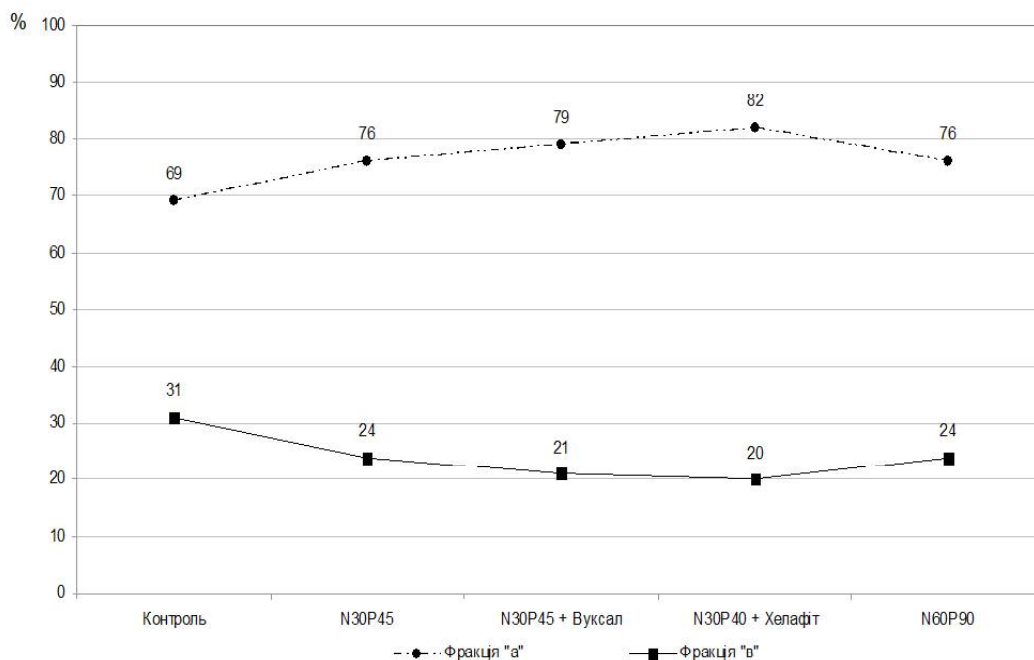


Рис. Співвідношення фракцій хлорофілу залежно від добрив та препаратів

Зараз хлорофіл широко застосовується у фармакології, де створено цілу серію «хлорофіліптів», які успішно використовуються для пом'якшення негативної дії різноманітних зовнішніх подразників. Існує думка, що для виготовлення якісних препаратів на основі хлорофілу необхідно використовувати сировину з переважним вмістом фракції «а» [15].

Для аграрної науки більш важливим є здатність хлорофілу створювати біологічну масу, цей процес є основою формування урожаю сільськогосподарських культур [16].

У нашому досліді було визначено позитивний зв'язок вмісту хлорофілу з рівнем урожайності соняшнику (табл. 2).

Як бачимо, більш ефективною є доза добрив  $N_{30}P_{45}$ , яка дозволила одержати прибавку у 24%. Збільшення дози добрив до  $N_{60}P_{90}$  підвищило врожайність ще на 0,15 т/га, але за цього варіанту одиниця діючої речовини обох елементів живлення використовується менш ефективно. Так, на 1 кг діючої речо-

вини N одержано додатково у першому випадку 13,3 кг насіння, а у другому ( $N_{60}P_{90}$ ) – цей показник становив лише 9,2 кг.

Таблиця 2

**Урожайність соняшнику залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів, т/га**

Добриво	Препарат	Роки			Середнє	
		2015	2016	2017	т/га	%
Без добрив	Без препаратів	1,54	1,70	1,81	1,68	100
$N_{30}P_{45}$	Без препаратів	1,82	2,01	2,40	2,08	124
	Вуксал®	2,00	2,17	2,54	2,24	133
	Хелафіт Комбі® (2рази)	2,12	2,25	2,64	2,34	139
$N_{60}P_{90}$	Без препаратів	1,95	2,13	2,60	2,23	133
НІР <sub>05</sub>		0,16	0,18	0,19	-	-

Цікавим є той факт, що подальше зростання рівня врожайності можна досягти не за рахунок збільшення доз внесення добрив, а завдяки застосуванню комплексних препаратів, які в свою чергу збільшують відсоток засвоєння добрив рослинами [17,18].

Як бачимо, при комплексному застосуванні добрив  $N_{30}P_{45}$  і комбінованого препарату Хелафіт Комбі® прибавка врожаю (0,66 т/га, або 39%) перевищує цей показник у порівнянні з нормою  $N_{60}P_{90}$  (0,55 т/га, або 33%).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Аналіз результатів досліджень показав, що:

- внесення мінеральних добрив та мультифункціональних комбінованих препаратів дозволяє підвищувати вміст хлорофілу у листках соняшнику та якісно поліпшити його фракційний склад;

- найбільш доцільною нормою внесення мінеральних добрив з препаратом Хелафіт Комбі® при вирощуванні соняшнику виявилася доза  $N_{30}P_{45}$ , що забезпечило зростання рівня врожайності у порівнянні з контрольним варіантом на 0,66 т/га, або 39%.

Подальше використання результатів досліджень має забезпечити можливість багатоаспектного вивчення і визначення



ступеня впливу нових препаратів і стимуляторів росту рослин на оптимізацію поживного режиму агроценозу соняшнику та їх подальше застосування під час вирощування культури в агрокліматичних умовах Степової зони України.

Список використаних джерел:

1. Рябчун Н. Фотосинтез та врожайність зернових культур [Електронний ресурс] / Н. Рябчун // Режим доступу: <http://propozitsiya.com/ua/fotosintez-ta-vrozhaynist-zernovih-kultur>
2. Інформаційний розділ сайту групи компаній «РЕАКОМ». [Електронний ресурс]. – 2007. – Режим доступу : <http://www.reacom.info/info.html>
3. Реаком [Електронний ресурс]. // Сайт «Торговий дім Насіння». – Київ, 2004. – Режим доступу : <http://www.ukrfood.com.ua/tdn/defence5.php#top>
4. Монтеверде Н.А. Изследования надъ образованіемъ хлорофилла у растений / Н.А. Монтеверде, В.И. Любименко // Извстія Императорской Академіи Наукъ. VI серія, 5:1 (1911), 73–101
5. Speer, Brian R. Photosynthetic Pigments / на сайті UCMP Glossary (online). – University of California, Berkeley Museum of Paleontology. Verified availability August 4, 2005.
6. Raven, Peter H.; Evert, Ray F.; Eichhorn, Susan E. Photosynthesis, Light, and Life // Biology of Plants. — 7th. — W.H. Freeman, 2005. — P. 119–127. — ISBN 0-7167-9811-5.
7. Lange, L.; Nobel, P.; Osmond, C.; Ziegler, H. Physiological Plant Ecology I – Responses to the Physical Environment. — Springer-Verlag, 1981. — Vol. 12A. — P. 67, 259.
8. Булда О. В. и др. Спектрофотометрический метод определения содержания каротинов, ксантофиллов и хлорофиллов в экстрактах семян растений // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – №. 4. – С. 604–611.
9. Характеристика міцності зв'язку хлорофілу з білково-ліпідним комплексом у рослин пшениці за дії саліцилової кислоти та кадмій хлориду / Кавулич Я. та ін. // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – 2013. – №. 5, Вип. 4. – С. 471–474.
10. Boardman N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants / N.K. Boardman // Annual review of plant physiology, 1977. - 28(1), 355–377.
11. Карпенко В. П. Інтенсивність процесів ліпопероксидації та стан антиоксидантних систем захисту ячменю ярого за дії гербіциду Гранстар 75 і регулятора росту рослин Емістим С / Карпенко В. П. // Збірник наук. праць Уманського ДАУ. – 2009. – Вип. 72. – Ч. 1. – С. 30–39.
12. Пономаренко С. П. Шляхами до екологічної сировини для вирощування продуктів дитячого харчування / Пономаренко С. П. // Захист рослин. – 2005. – № 4. – С. 15–17.
13. Влияние внекорневой подкормки препаратом РЕАКОМ на систему фотосинтеза растений / Байрак Н. В. и др. // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Біологія. – 2008. – №. 8. – С. 137–141.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 335с.
15. Теунова Е. А. Технологические исследования по обоснованию состава геля хлорофиллипта / Е. А. Теунова, З. Д. Хаджиева // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции : сб. науч. трудов. — Пятигорск, 2010. — Вып. 65. — С. 232–233.
16. Рослинництво : підручник / В.В. Базалій, О.І. Зінченко, Ю.О. Лавриненко та ін. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 520 с.: іл.
17. Домарацький Є.О. Особливості водоспоживання соняшника за різних умов мінерального живлення / Є.О. Домарацький, А.В. Добровольський // Наукові доповіді НУ-БіП України. – 2017.– № 1 (65). – Режим доступу : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8117>

18. Базалій В.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику / В.В. Базалій, Є.О. Домарацький, А.В. Добровольський // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2016. – № 4 (92). – С. 77 – 84.

**Е. А. Домарацкий, А. В. Добровольский. Влияние внекорневых подкормок комплексными многофункциональными препаратами на количественный уровень и качественный состав хлорофиллового комплекса в растениях подсолнечника.**

*В статье приведены результаты определения содержания хлорофилла (общего и по-фракционно) в зависимости от фона минерального питания и листовых внекорневых подкормок мультифункциональными препаратами.*

*Доказано, что улучшение питательного режима агроценоза подсолнечника (внесение минеральных удобрений  $N_{30}P_{45}$  в сочетании с мультифункциональным комбинированным препаратом Хелафит Комби®) на черноземах обыкновенных малогумусных зоны Степи Украины увеличивает общее содержание хлорофилла на 61%. При этом, прежде всего, возрастает содержание фракции хлорофилла "а" (на 85% по сравнению с фракцией «в») и, таким образом, соотношение фракции «а» к «в» возрастает с 2,26 до 4,01. Этот процесс сопровождается ростом урожайности подсолнечника на 39%.*

**Ключевые слова:** : подсолнечник, удобрения, урожайность, хлорофилл, мультифункциональные препараты Хелафит Комби®, Вуксал®.

**E. Domaratsky, A. Dobrovolsky. Influence of non-root infusions with complex multifunctional preparations on the level and qualitative composition of the chlorophyll complex in sunflower plants.**

*The article presents the results of studies determining the content of chlorophyll (total and fractional) depending on the background of mineral nutrition and foliar dressing with multifunctional fertilizers Wuksal® and Helafit Combi®.*

*In conditions of field experiment on black earth soils of the low-humus zone of the Steppe of Ukraine it is proved that the improvement of the nutrient regime of sunflower agrocenosis (application of mineral fertilizers with the norm  $N_{30}P_{45}$  in combination with the multifunctional combined fertilizer Helafit Kombi®) increases the total chlorophyll content by 61% on average over the years of research. This increases the content of the chlorophyll fraction "a" (by 85% compared with the fraction "b") and the ratio of the fraction "a" to "b" increases from 2.26 to 4.01. This process is accompanied by the increase in the yield of sunflower by 39%.*

**Keywords:** sunflower, fertilizers, yield, chlorophyll, Helafit Combi®, Wuksal®.