

V. V. Lychotchvor
V. F. Petrytchenko

**Physiological role of nutrients and
fertilizer systems of field crops**

Manual for the training of doctors of philosophy (Ph. D)
in the speciality "201-Agronomy" branch of sciences
"20 Agrarian sciences and foodstuffs"

Lviv 2021

В. В. Лихочвор
В. Ф. Петриченко

**Фізіологічна роль елементів
живлення та системи удобрення
польових культур**

Підручник для підготовки докторів філософії (Ph. D)
за спеціальністю "201-Агрономія" галузь знань
"20 Аграрні науки: продовольство"

Львів 2021

ЗМІСТ

ББК 40.40я73

УДК 631.8:633 doi: [10.15657/2542-0426.2021.0008](https://doi.org/10.15657/2542-0426.2021.0008)

Л65 Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-ге видання, перероблене. – Львів: Українські технології, 2021. 284 с.

Подано значення макро- та мікроелементів у житті рослин, їх вплив на формування врожайності. Наведено характеристику основних макро- і мікродобрив. Розглянуто особливості удобрення найпоширеніших польових культур. Також висвітлюються питання листового підживлення, розрахунку норм внесення мінеральних добрив, удобрення соломкою.

Для студентів і викладачів, агрономів, фермерів, менеджерів з агробізнесу.

Lychotchvor V. V., Petrytchenko V. F. Physiological role of nutrients and fertilizer systems of field crops. – Lviv. Ukrainian Technologies, 2021. 284 p.

The significance of macro- and microelements in plants life, their influence on the yields formation is presented. The characteristics of the main macro- and microfertilizers is given. The peculiarities of fertilization of widespread field crops are studied. Problems of leaf nourishment, calculation of the rates of the fertilizer application and straw fertilization are examined in the book.

The book is designed for students and teachers, agronomists, managers of farms, farmers, managers of agrobusiness.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Львівського національного аграрного університету.
Протокол № 8 від 18 вересня 2020 р.

Рецензенти:

Лопушняк Василь Іванович – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник ННУ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О. М. Соколовського.

Польовий Володимир Мефодійович – доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН, директор Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції.

Шевчук Михайло Йосипович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Волинського національного університету;

Авторські права застережені. Передрук чи інший спосіб копіювання будь-якої частини матеріалу можливий тільки з дозволу авторів.

ISBN 978-966-345-251-7

© Лихочвор В.В., 2021

© Петриченко В. Ф., 2021

Лихочвор В.В. ORCID ID: 0000-0003-0377-6157

Петриченко В.Ф. ORCID ID: 0000-0001-5171-4298

Вступ	7
1. Елементи мінерального живлення та їх біологічна роль	9
2. Фізіологічна роль макроелементів	14
3. Фізіологічна роль мікроелементів	76
4. Види добрив	108
4.1. Азотні добрива.....	110
4.2. Фосфорні добрива.....	120
4.3. Калійні добрива	127
4.4. Сірчані добрива	130
4.5. Магнієво-азотні добрива	131
4.6. Кальцієво-магнієві добрива	131
4.7. Кальцієво-сірчані добрива.....	133
4.8. Кальцієво-азотні добрива.....	134
4.9. Сірчано-магнієві добрива	135
4.10. Комплексні добрива	137
4.11. Мікродобрива.....	147
5. Системи удобрення сільськогосподарських культур	156
5.1. Озима пшениця	157
5.2. Озиме жито	177
5.3. Овес.....	178
5.4. Ярий ячмінь.....	179
5.5. Озимий ячмінь	182
5.6. Кукурудза.....	184
5.7. Горох	192
5.8. Соя	200
5.9. Картопля.....	210
5.10. Цукрові буряки	214
5.11. Ріпак.....	241
5.12. Соняшник.....	250
5.13. Льон	252
5.14. Льон олійний.....	256
6. Листкове (позакоренево) підживлення	257
7. Розрахунок норм внесення мінеральних добрив	267
8. Удобрення соломкою	273
Список використаної літератури	279

CONTENTS

INTRODUCTION	7
1. MINERAL NUTRIENTS AND THEIR BIOLOGICAL ROLE	9
2. PHYSIOLOGICAL ROLE OF MACROELEMENTS	14
3. PHYSIOLOGICAL ROLE OF MICROELEMENTS	76
4. TYPES OF FERTILIZERS	108
4.1. Nitrogen fertilizers	110
4.2. Phosphorus fertilizers	120
4.3. Potash fertilizers	127
4.4. Sulfur fertilizers	130
4.5. Magnesium-nitrogen fertilizers	131
4.6. Calcium-magnesium fertilizers	131
4.7. Calcium-sulfur fertilizers	133
4.8. Calcium-nitrogen fertilizers	134
4.9. Sulfur and magnesium fertilizers	135
4.10. Complex fertilizers	137
4.11. Microfertilizers	147
5. FERTILIZER SYSTEMS OF AGRICULTURAL CROPS	156
5.1. Winter wheat	157
5.2. Winter rye	177
5.3. Oat.....	178
5.4. Spring barley	179
5.5. Winter barley	182
5.6. Corn	184
5.7. Peas	192
5.8. Soybean	200
5.9. Potatoes.....	210
5.10. Sugar beets.....	214
5.11. Rape.....	241
5.12. Sunflower.....	250
5.13. Flax.....	252
5.14. Flax oil	256
6. LEAF (FOLIAR) FEEDING	257
7. CALCULATION OF FERTILIZER APPLICATION RATES....	267
8. FERTILIZATION WITH STRAW	273
List of used literature	279

ВСТУП

Україна – древня землеробська держава. Як зазначає видатний історик сучасності Юрій Канигін, уже в VI тисячолітті до нашої ери високий рівень розвитку землеробства був на землях Аррати (Припонтида), тобто на території сучасної України. Тут аріями (від *ар* (санскр.) – земля, ґрунт) була започаткована перша хліборобська цивілізація. Бог вибрав наш народ для святої справи – поширення українських землеробських технологій по всьому світі. Адже неzapеречним фактом є те, що скрізь на планеті (Україна, Молдова, Казахстан, Канада, США, Аргентина, Росія), де є чорноземні ґрунти, живуть і обробляють землю українці – найдавніша хліборобська нація світу.

Генетично українськими ще з часів трипільської цивілізації зерновими культурами, завезеними в різні частини світу, нині харчується людство планети. Українська нація дала світові хліб.

Україна має найродючіші ґрунти, сприятливі кліматичні умови, завжди була і буде важливим виробником зерна та іншої аграрної продукції для потреб власного та світового ринку. Проте великою проблемою останніх десятиліть є нещадна, варварська експлуатація найбільшого багатства держави – ґрунтів.

Це призвело до різкого зниження вмісту гумусу, елементів живлення, розвитку ерозійних процесів тощо, що спричинює зниження природної родючості ґрунту.

Для підтримання *позитивного балансу поживних речовин* у ґрунті, недопущення подальшої деградації ґрунтів, **необхідно вносити добрива**. Оскільки перспективи виробництва органічних добрив незначні внаслідок зменшення поголів'я ВРХ, переведення тваринництва на інтенсивні технології, обов'язковим має бути повернення органічної маси в ґрунт у вигляді побічної продукції: солома, гичка тощо. Категорично забороняється спалювати солому – це злочин проти природи. Дуже важливо якнайширше використати зелені добрива – сидерати.

систему удобрення соломою і зеленою масою можна застосовувати і під озимі культури.

Незважаючи на заборону, масово продовжується *спалювання* соломи на полях. Під час спалювання температура підвищується понад 400° С на поверхні ґрунту, а на глибині 7 см – до 16° С. У таких умовах руйнується біологічне життя не тільки на поверхні, а й на декілька сантиметрів у глиб ґрунту. За деякими даними, у 2,5 см шарі знищується вся макро- і мікрофауна. Пересушений ґрунт, збіднений на елементи живлення і гумус, позбавлений біологічної активності, знижує свою природну родючість і легше піддається вітровій та водній ерозії. Знищується світ корисних мікроорганізмів, який утримує біологічну рівновагу ґрунту. Погіршується його структура і пористість. Безповоротно втрачається органічний вуглець і азот, в атмосферу потрапляють такі елементи, як Р, К, Са, Mg, S. Крім того, завдається велика шкода повітрю, довкіллю. Це практично єдиний природний сільськогосподарський фактор шкідливості, що прирівнюється до промислових викидів відходів у повітря.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрохімія / М.М. Городній, А.Г. Сердюк, В.А. Копілевич та ін.; За ред. М.М. Городнього. – К.: Вища школа, 1995 – 526 с.
2. Агрохімія / М.М. Городній та ін. – К.: Алефа, 2003. – 778 с.
3. Агрохімія // І.М. Карасюк, О.М. Геркіял, Г.М. Господаренко та ін.; За ред. І.М. Карасюка. – К.: Вища школа, 1995. – 471 с.
4. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
5. Алвін А. Хелатуючий агент ЕДТА – потрібна умова для високоякісного добрива // Пропозиція. – 2008. – № 8. – С. 64-65.
6. Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Венедіктов О.М., Балан М.О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2011. Вип. 69. С. 113-121.
7. Бовсуновский О., Черный С. Минеральное питание растений // Зерно. – 2008. – № 8. – С. 48-52.
8. Водорастворимые удобрения для систем капельного полива. Каталог фирмы «УкрАгро».
9. Добрива та їх використання / І.У. Марчук, В.М. Макаренко, В.Є. Розстальний, А.В. Савчук. – К.: Юнівест Маркетинг, 2002. – 246 с.
10. Добрива – це добре. Каталог добрив компанії «Агрон».
11. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин. – Суми: Університетська книга, 2004. – 464 с.
12. Еколист – позакореневі добрива. Каталог мікродобрив фірми ЕКОПЛОН.
13. Карпець І.П., Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Льон. – Львів: НВФ «Українські технології», 2004. – 44 с.
14. Каталог живлення рослин від ЗАТ компанії Райз. – 45 с.
15. Каталог мікродобрив компанії «АДОБ».
16. Каталог мінеральних добрив від ЗАТ Компанія Райз. – 35 с.
17. Каталог мінеральних добрив ТОВ «Укragenком» на 2007 рік.
18. Каталог продукції Квантум НВК «Квадрат». Харків, 2019. – 75 с.
19. Каталог продуктів ТОВ «Нутрітех Україна». – 39 с.
20. Каталог продукції Реаком. – 37 с.

21. Кобак С.Я., Колісник С.І., Сереветник О.В., Чорна В.М. Мінеральне живлення сої. *Farmer*. 2017. № 4 (88). С. 112-116
22. Колесник С.И., Кобак С.Я. Система удобрения сои в условиях Лесостепи Украины. Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы: сборник Международной научно-практической конференции; 23-24 июня 2011 г., г. Жодино /РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Борисов: МОУП «Борис. укр. типогр. им. 1 Мая», 2011. С.72-76.
23. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2012. Вип. 71. С. 41-48.
24. Колісник С.І., Венедіктов О.М., Кобак С.Я. Шляхи оптимізації системи удобрення сої в умовах правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2012. Вип. 74. С. 100-106.
25. Колісник С.І., Венедіктов О.М., Кобак С.Я., Опанасенко Г. В. Формування продуктивності сортів сої залежно від рівнів мінерального живлення в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2013. Вип. 77. С. 134-142.
26. Колісник С.І., Кобак С.Я., Сереветник О.В. Особливості азотного живлення сої. Матеріали міжнародної наукової конференції «2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України». 11-12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло, 2016. С. 27-28.
27. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. – К.: Логос, 2005. – 150 с.
28. Крикунов В.Г. Грунти і їх родючість. – К.: Вища школа, 1993. – 287 с.
29. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 2-е вид., виправлене. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 808 с.
30. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2020. – 806 с.
31. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озима пшениця. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 216 с.
32. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Цукровий буряк. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 136 с.
33. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Ріпак. – Львів: НВФ «Українські технології», 2005. – 88 с.
34. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Соняшник. – Львів: НВФ «Українські технології», 2004. – 48 с.
35. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Мигаль І.Б. Соя. – Львів: НВФ «Українські технології», 2004. – 54 с.
36. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долежал Я. Ячмінь. – Львів: НВФ «Українські технології», 2003. – 88 с.
37. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долежал Я. Горох. – Львів: НВФ «Українські технології», 2003. – 64 с.
38. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Кукурудза. – 2-е вид., доп. і перероб. – Львів: НВФ «Українські технології», 2003. – 72 с.
39. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Ільницький М.В. Картопля. – 3-е вид., доп. і перероб. – Львів: НВФ «Українські технології», 2003. – 72 с.
40. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив. – К.: Вища школа, 2002. – 317 с.
41. Микроэлементы в сельском хозяйстве // С. Ю. Булыгин, Л. Ф. Демишев, В. А. Доронин и др.; Под ред. С. Ю. Булыгина. – 3-е изд. перераб и доп. – Днепропетровск: Січ, 2007. – 100 с.
42. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових // Пропозиція. – 2007. – №2. – С. 40-41.
43. Нутриванти Плюс. Каталог мікродобрив ТОВ «Нутрітех Україна.
44. Онищук Д.М., Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Кормові боби. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 44 с.
45. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І., Венедіктов О.М., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Балан М.О., Фостолович С.І., Темченко І.В. Соя. Технологічні аспекти вирощування на насіння. Насінництво, 2008, № 6. С. 5-9.
46. Петриченко В.Ф., Колісник С.І., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Кушнір М.В. Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2013. № 13 (вересень). С. 57-62.

47. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов, 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. 448 с.

48. Соя // В.Ф. Петриченко, В.В. Лихочвор, С.В. Иванюк, О.В. Корнійчук, С.І. Колісник та ін.; За ред. В.Ф. Петриченка, С.В. Іванюка. – Вінниця: Віндрук, 2016. – 400 с.

49. Удобрения сельскохозяйственных культур серой. Проспект ООО «Сяркополь» Тарнобжег.

50. Укртехнофос, виробництво мінеральних добрив. – 2006. – 12 с.

51. Уникальные технологии применения современных удобрений и регуляторов роста. Каталог компании «Валагро», ООО «АгриСол».

52. Фосфоритне борошно. Проспект компанії «Беста».

53. Швартау В. ЕДТА може інгібувати розвиток рослин озимої пшениці // Пропозиція. – 2008. – №5. – С. 42-43.

54. Шевчук М. І., Веремеєнко С. І. Агрохімія. – Рівне: НЦВГП, 2011. – 728 с.

55. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофмана, М. Городнього. – К.: Арістей, 2004. – 488 с.

56. Grzeskowiak A. Nawożenie warzyw w uprawie polowej. – Police: Endo media, 2002. – 96 s.

57. Grzeskowiak A. System nawożenia ANWILU. – Włocławek: Studio wena, 32 s.

58. Grzeskowiak A. System nawożenia «Police». – Police: Agencja Reklamowa DCS, 2003. – 67 s.

59. Grzeskowiak A., Jakubowski W. System nawożenia «Police». – Police: Agencja Reklamowa DCS, 2004. – 80 s.

60. Poplawski Z. Roztwyr saletrzano-mocznikowy. Podstawowe informacje o zasadach stosowania. – Pulawy: Zakłady azotowe Pulawy. – 1998. – 17 s.

61. Каталог добрив компанії InterMag. Довідник по позакореновому підживленню. 128 с. www.intermag.eu

**Лихочвор Володимир Володимирович
Петриченко Василь Флорович**

**Фізіологічна роль елементів живлення
та системи удобрення польових культур**

**Навчальний посібник для студентів
вищих аграрних закладів освіти
I–IV рівнів акредитації**