

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**О.В. Овчарук, О.В. Овчарук, Л.Й. Роговик, Т.В. Коваль**

**ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ  
В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

**Навчальний посібник**

**Кам'янець-Подільський**

**2018**

**Автори:**

- Овчарук О.В.** доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології та збалансованого природокористування;
- Овчарук О.В.** кандидат сільськогосподарських наук, асистент кафедри агрохімії, хімічних та загальнобіологічних дисциплін;
- Роговик Л.Й.** кандидат хімічних наук, завідувач кафедри агрохімії, хімічних та загальнобіологічних дисциплін;
- Коваль Т.В.** кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, хімічних та загальнобіологічних дисциплін.

**Рецензенти:**

- Шувар І.А.** Заслужений діяч науки і техніки України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технологій у рослинництві факультету агротехнологій та екології Львівського національного аграрного університету;
- Приліпко Т.М.** доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві Подільського державного аграрно-технічного університету

*Розглянуто і схвалено на засіданні науково-методичної ради Подільського державного аграрно-технічного університету (протокол №5 від 25.06.2018 р.)*

**Овчарук О.В.**

**Хімічний аналіз в сільському господарстві: навчальний посібник** / О.В. Овчарук, О.В. Овчарук, Л.Й. Роговик, Т.В. Коваль. – Кам'янець-Подільський, 2018. – 505 с.

У посібнику подано теоретичні відомості щодо хімічного складу продукції тваринництва, кормів для тварин, харчових продуктів рослинного походження. Також розглянуто загальні основи проведення агрохімічного аналізу ґрунтів та хімічного аналізу добрив. Представлено сучасні методи хімічного аналізу з метою контролю якості продукції сільського господарства.

Для студентів природничих спеціальностей закладів вищої освіти.

© Овчарук О.В., 2018

© Овчарук О.В., 2018

© Роговик Л.Й., 2018

© Коваль Т.В., 2018

## ВСТУП

Питання контролю якості та безпеки продукції сільського господарства найбільш гостро виникло у другій половині 20 століття. Це було пов'язано в першу чергу з безперервним розширенням виробництва, величезним асортиментом продуктів, що невпинно розширюється і стрімким зростанням виробників. Неможливість 100 % контролю змусила зацікавлені сторони розробляти й приймати різні попереджуючі дії, такі, як визначення й впровадження результативних методів контролю (організаційні), розробка відповідного устаткування для виробництва й моніторингу (технічні), а також розробляти й впроваджувати відповідні методики й стандарти (нормативні).

Не був забутий і так званий "людський фактор", була посилена підготовка й навчання персоналу, пов'язаного з виробництвом і моніторингом. Був так само виявлений значний вплив на безпеку продуктів стан екології в районі виробництва. І, на кінець, гостро встало питання із забезпечення результативного й ефективного менеджменту, включаючи менеджмент якості, безпеки і екології.

У зв'язку із цим кінець 20 століття, а особливо його 90-і роки, ознаменувалися розробкою й виходом великої кількості міжнародних, національних, галузевих стандартів, специфікацій і технічних стандартів, спрямованих на забезпечення якості й безпеки харчових продуктів, а так само їхнього пакування. Початок 21 століття продовжує цю тенденцію. Більше того, ця діяльність підсилюється й розширюється рік у рік.

## ЗМІСТ

ВСТУП	3
<b>РОЗДІЛ 1. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА</b>	4
ТЕМА 1. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	4
1.1. Якість і безпека продукції сільського господарства в Україні	4
1.2. Основні показники споживчої якості харчових продуктів – вміст білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин тощо	19
1.3. Основні показники безпеки харчових продуктів – органолептичні, фізичні, хімічні властивості продуктів, які підтверджують їх якість та нешкідливість	22
1.4. Поняття про харчові добавки. Перелік харчових добавок, які дозволені та заборонені для використання у харчових продуктах в Україні	27
1.6. Вивчення та застосування фізико-хімічних методів аналізу для контролю якості продукції сільського господарства	35
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	42
<b>РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ</b>	43
ТЕМА 2. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ М'ЯСА	43
2.1. Поживна цінність м'яса. Хімічний склад м'яса	43
2.2. Фізичні властивості м'яса. Особливості метаболізму у м'язевій тканині	49
2.3. Характеристика білків м'язової тканини. Ферменти м'язової тканини	55
2.4. Небілкові екстрактивні речовини м'язової тканини, їх біологічні функції та біологічна цінність	63
2.5. Мінеральні речовини м'язової тканин. Вітаміни м'язової тканини	66
2.6. Вади м'яса, що виникають внаслідок мікробіологічного псування	68
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	74
ТЕМА 3. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЖИРОВОЇ, СПОЛУЧНОЇ, КІСТКОВОЇ ТА ХРЯЦОВОЇ ТКАНИН	75
3.1. Біологічне значення жирів. Фізичні та хімічні константи тваринних жирів	75
3.2. Гідроліз та згірнення жиру. Запобігання псуванню жиру	79
3.3. Хімічний склад сполучної тканини. Колаген та його похідні.	81

Хімічна обробка сировини для отримання желатини	
3.4. Хімічний склад кісткової та хрящової тканин	88
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	91
ТЕМА 4. ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ	92
ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСА ПІД ВПЛИВОМ РІЗНИХ ФАКТОРІВ	
4.1. Біохімічні процеси, які відбуваються після забою тварин.	92
Зміни властивостей м'яса під час аутолізу	
4.2. Хімічні процеси під час охолодження та заморожування м'яса	103
4.3. Хімічні процеси під час технологічної обробки м'яса: вплив	107
засолу, нітратів, нітритів консервантів, антиоксидантів	
4.4. Зміни хімічного складу м'яса під час теплових обробок:	115
варіння, смаження, копчення тощо	
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	128
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	130
<b>РОЗДІЛ 3. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ</b>	<b>140</b>
<b>ПРОДУКТІВ</b>	
ТЕМА 5. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОЛОКА	140
5.1. Поживна цінність молока. Молоко як полідисперсна система	140
5.2. Вода і сухі речовини молока	143
5.3. Білки молока. Структура міцел казеїну	144
5.4. Вуглеводи молока	147
5.5. Ліпіди молока	148
5.6. Мінеральні та біологічно-активні речовини молока	151
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА САМОПЕРЕВІРКИ	160
ТЕМА 6. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ	161
ВЛАСТИВОСТІ МОЛОКА	
6.1. Фізико-хімічні властивості молока	161
6.2. Бактерицидні властивості молока	167
6.3. Технологічні властивості молока: сиропридатність,	169
термостійкість	
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА САМОПЕРЕВІРКИ	171
ТЕМА 7. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ МОЛОКА	171
ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ	
7.1. Вплив охолодження та заморожування на показники якості	171
молока	
7.2. Вплив нагрівання, пастеризації, кип'ятіння на показники	173
якості молока	
7.3. Біохімічні зміни компонентів молока в процесі переробки:	176
бродіння молочного цукру, гідроліз і окиснення ліпідів, розщеплення	

білків і зміна амінокислотного складу	
7.4. Вади молока і зміни фізико-хімічних властивостей при фальсифікації	180
7.5. Шкідливі хімічні речовини молока. Шкідливі мікроорганізми в молоці і молочних продуктах	185
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	189
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	190
<b>РОЗДІЛ 4. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ РИБИ І ПРОДУКЦІЇ РИБНИЦТВА</b>	208
ТЕМА 8. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ РИБИ ТА РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ	208
8.1. Хімічний склад м'яса риби. Харчова та біологічна цінність риби	208
8.2. Посмертні зміни в м'ясі риб	211
8.3. Характеристика та якісні показники інших продуктів рибництва	213
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	217
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	217
<b>РОЗДІЛ 5. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЯЄЦЬ ТА ПРОДУКЦІЇ ПЕРЕРОБКИ</b>	223
ТЕМА 9. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ЯЄЦЬ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ	223
9.1. Харчове значення яєць. Біохімія яйця	223
9.2. Технологічні характеристики якості яєць. Вади яєць	230
9.3. Вплив різних факторів на якість яєць	233
9.4. Продукти переробки яєць	236
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	239
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	240
<b>РОЗДІЛ 6. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ШКІРИ ТА ШЕРСТІ</b>	242
ТЕМА 10. ХІМІЯ І БІОХІМІЯ ШЕРСТІ	242
10.1. Хімічний склад шкіри	242
10.2. Обмін речовин у шкірі	245
10.3. Хімічний склад шерсті	249
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	253
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	253
<b>РОЗДІЛ 7. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕДУ ТА ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА</b>	256
ТЕМА 11. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ МЕДУ	256

11.1. Хімічний склад меду. Фізико-хімічні властивості меду	256
11.2. Міжнародні стандарти якості меду. Українські стандарти якості меду	264
11.3. Зміна фізико-хімічних властивостей під час зберігання та переробки	266
11.4. Фальсифікація меду	268
11.5. Параметри якості інших продуктів бджільництва	271
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І САМОПЕРЕВІРКИ	280
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	281
<b>РОЗДІЛ 8. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ГОСПОДАРСЬКА ОЦІНКА ЯКОСТІ КОРМІВ</b>	300
ТЕМА 12. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ КОРМІВ	300
12.1. Класифікація та структура кормів	300
12.2. Показники якості рослинних кормів	303
12.3. Характеристика поживності кормів	311
12.4. Співвідношення поживних речовин у раціоні	316
12.5. Оцінка поживності кормів	317
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА САМОПЕРЕВІРКИ	325
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	325
<b>РОЗДІЛ 9. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТУ І ДОБРІВ</b>	343
ТЕМА 13. АГРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТУ	343
13.1. Відбір зразків ґрунту і підготовка їх до аналізу	343
13.2. Вологість ґрунту	347
13.3. Явища вбирання у ґрунті	349
13.4. Визначення потреби у вапнуванні кислих ґрунтів	353
13.5. Визначення кислотності ґрунту	356
13.6. Методи меліорації солонців і солонцюватих ґрунтів	364
13.7. Визначення ступеня солонцюватості ґрунтів і доз гіпсу	366
13.8. Визначення сполук азоту в ґрунті	371
13.9. Визначення сполук фосфору в ґрунті	373
13.10. Визначення вмісту калію в ґрунті	376
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	379
Тема 14. АНАЛІЗ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	410
14.1. Якісні показники добрив	410
14.2. Класифікація добрив	413
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	416
<b>РОЗДІЛ 10. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА</b>	424
ТЕМА 15. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ	424

15.1. Відбір зразків рослин для аналізу	424
15.2. Підготовка зразків рослин для аналізу	429
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	430
ТЕМА 16. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗЕРНА ТА БОРОШНА	450
16.1. Оцінка якості зерна	450
16.2. Класифікація показників якості зерна, які нормовані державними стандартами	456
16.3. Порядок сертифікації зерна і насіння олійних культур	457
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА САМОПЕРЕВІРКИ	458
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	458
Тема 17. ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	469
17.1. Оцінка якості плодоовочевої сировини	469
17.2. Хімічний склад овочів і плодів	470
ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА САМОПЕРЕВІРКИ	478
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	478
СЛОВНИК ТЕРМІНІВ	497
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	501



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / И.А. Глотова, И.А. Рогов -М.: Колос, 2001. -370с.
2. Бегей С.В. Екологічне землеробство: Підручник / С.В. Бегей, І. А. Шувар. – Львів: „Новий Світ – 2000”,2007. – 429с.
3. Безпека харчування – сучасні проблеми. – Чернівці, 2005. – 456с.
4. Господаренко Г.М. Агрохімія: Підручник / Г.М. Господаренко – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. – 376 с.
5. Гудзь В.П. Екологічні проблеми землеробства: Підручник; За ред. В.П. Гудзя / В.П. Гудзь, П.І. Бойко, І.А. Шувар та ін. – Житомир: Вид-во „Житомирський національний агроекологічний університет”, 2010. – 708 с.
6. Гудзь В. П. Наукові аспекти систем землеробства / В. П. Гудзь, І. А. Шувар. – Навчальний посібник. – В. ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – 330с.
7. Довгань В.П. Хіміко-бактеріологічний аналіз: Підручник / В.П. Довгань. – К.: А.С.К., 2005. – 320 с.
8. Житенко П.В. Технологія продуктів убою / П.В. Житенко. – М.: Колос, 1984. – 238с.
9. Зінченко О.І. Рослинництво: Практикум / О.І. Зінченко, А.В. Коротєєв, С.М. Каленська – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 536 с.
10. Іванишин В. В. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи /науково-виробниче видання; за заг. ред. В. В. Іванишина та І. А. Шуvara / В. В. Іванишин, М. В. Роїк, І. А. Шувар, Л. В. Центило, В. М. Сендецький, О. М. Бунчак, Н. М. Колісник та ін. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 284с.
11. Каленська С.М. Рослинництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась – К.: НАУУ, 2005. – 502 с.
12. Карасюк І.М. Агрохімія: Підручник / І.М. Карасюк, О.М. Геркіял, Г.М. Господаренко. – К.: Вища школа, 1995. – 471 с.
13. Коваль Т.В. Біохімія тварин / Т.В.Коваль, О.В.Овчарук. – Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., 2016. – 440 с.
14. Коваль Т.В. Загальна біологія: навчальний посібник / Т.В.Коваль, О.В.Овчарук. – м. Кам'янець-Подільський, ПП Мошак М.І., 2017. – 192 с.
15. Кононський О.І. Біохімія тварин / О.І. Кононський – Київ: Вища школа, 2006. – 454 .
16. Кравців Р.Й. Біохімія молока / Р.Й. Кравців. – Львів. – 2000. – 150 с.
17. Овчарук О.В. Екологічні тенденції та перспективи використання біомаси рослин для виробництва альтернативного палива в Україні /

О.В.Овчарук, Т.Д. Гуцол, О.В. Овчарук – Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції, 2018. – с. 29-31.

18. Овчарук О.В. Екологічні характеристики вирощування кукурудзи та перспектива переробки поживних решток на тверде біопаливо / О.В. Овчарук, О.В. Овчарук, С.М. Каленська – Інноваційні технології в рослинництві, 2018. – с. 125-127.

19. Овчарук О.В. Екологічні аспекти вирощування та поширення квасолі звичайної в Україні / О.В. Овчарук, О.В. Овчарук, В.Д. Рудський, І.А. Шувар – Інноваційні технології в рослинництві, 2018. – с. 128-130.

20. Овчарук О.В. Еколого-біологічні аспекти використання побічної продукції рослинництва для виробництва твердого біопалива / О.В.Овчарук, Шувар І.А., Овчарук О.В., Коваль Т.В. Інноваційні технології в рослинництві: проблеми та їх вирішення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Житомир, 7-8 червня 2018 р.) – Житомир: вид-во «Рута». 2018. – С. 109-113.

21. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 343с.

22. Перцевий В.Ф. Технологія продукції харчових виробництв: Навчальний посібник / В.Ф. Перцевий, Н.В. Камсуліна, М.Б. Колеснікова – Харків: ХДУХТ, 2006. – 318 с.

23. Плахтій П.Д. Харчові, оздоровчі та лікувальні властивості бджолиних медів України / П.Д.Плахтій, Т.В.Коваль, В.К.Підгорний, Д.П.Плахтій. – Кам'янець – Подільський: ПП. «Медобори-2006», 2012. – 204 с.

24. Роговик Л.Й. Аналітичне оцінювання компонентів біосфери: лабораторний практикум / Л.Й. Роговик, Т.В.Коваль, Р.С. Ямборак, О.В.Овчарук, Г.І. Прохацька – Кам'янець-Подільський, 2017. –100 с.

25. Сидерація в технологіях сучасного землеробства: науково-виробниче видання (монографія) / [Шувар І.А., Роїк М.В., Іванишин В.В., Сендецький В.М., Центило Л.В. та ін.]; за заг. ред. І.А. Шувара, М.В. Роїка. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 182 с.

26. Смоляр В.І. Харчова експертиза.: Підручник / В.І. Смоляр – К.:Здоров'я, 2005. – 448 с.

27. Фурсова Г.К. Рослинництво, лабораторно-практичні заняття. Ч. I. Технічні та кормові культури / Г.К. Фурсова, Д.І. Фурсов, В.В. Сергеев – Харків, 2004. – 380 с.

28. Фурсова Г.К. Рослинництво, лабораторно-практичні заняття. Ч. II. Технічні та кормові культури / Г.К. Фурсова, Д.І. Фурсов, В.В. Сергеев – Харків, 2006. – 420 с.

29. Черевко О.І. Методи контролю якості харчової продукції: Навчальний посібник. Ч. 1. / О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова - Харків: ХДУХТ, 2008. – 250 с.
30. Черевко О.І. Методи контролю якості харчової продукції: Навчальний посібник. Ч. 2. / О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова - Харків: ХДУХТ, 2008. – 242с.
31. Шувар І. А. Екологічні основи збалансованого природокористування: навч. посібник / І. А. Шувар, В.В. Снітинський, В.В. Бальковський. – Львів-Чернівці: Книги – XXI, 2011. – 760с.
32. Шувар І. А. Еколого-герботологічний моніторинг і прогноз в агроценозах: Навч. посібник; За ред. І. А. Шувара / І.А. Шувар, В. П. Гудзь, А. М. Шувар, та ін. – Львів: НВФ „Українські технології”, 2011. – 208с.
33. Шувар І. А. Виробництво і використання органічних добрив: монографія / І.А. Шувар, О.М. Бунчак, В.М. Сендецький, О.Б. Тимофійчук, В.С. Гнидюк, Л.В. Центило, О.М. Бахмат., Н.М. Колісник, Б.В. Тимофійчук, О.В. Лозова; За заг. ред. І. А. Шувара. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. – 596с.
34. Янчева М.О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясопродуктів / М.О. Янчева, Л.В. Пешук, О.Б. Дроменко – Київ: Центр учбової літ-ри, 2009. – 304 с.