

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК



В. Г. Минеев

# АГРОХИМИЯ



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

В.Г. Минеев

# АГРОХИМИЯ

**3-е издание**

---

*Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению 510700 «Почвоведение»  
и специальности 013000 «Почвоведение»*

---



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

МОСКВА  
2006

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
НАУКА

УДК 63:54  
ББК 40.4  
М 61

*Печатается по решению  
Ученого совета Московского университета*

Рецензенты:

академик РАСХН, заведующий кафедрой почвоведения  
агрохимии Воронежского государственного университета  
*А.П. Щербаков,*

заведующий кафедрой агрохимии и биохимии  
Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева,  
профессор *В.В. Кидин*

### **Минеев В.Г.**

Агрохимия: учебник. – 3-е изд. / В.Г. Минеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та ; Наука, 2006. – 720 с., [16] л. ил. : ил. – (Классический университетский учебник). – ISBN 5-211-05218-8. – ISBN 5-02-035746-4 (в пер.).

В учебнике на основе достижений агрохимической науки излагаются новые экспериментальные данные по повышению эффективности удобрений во взаимосвязи факторов “почва, климат, удобрение и растение”. Большое внимание уделяется роли агрохимии в регулировании питания растений с целью повышения урожаев и качества продукции растениеводства, а также в воспроизводстве плодородия почвы, улучшении баланса и биологического круговорота веществ. Все эти вопросы рассматриваются с учетом особенностей природно-климатических условий. Сформулированы новые экологические функции агрохимии. Представлены научные основы зональных систем удобрения и отдельных культур, их агрономическая и экологическая оценка.

Для студентов почвенных специальностей университетов, а также для студентов сельскохозяйственных вузов.

ISBN 5-211-05218-8  
ISBN 5-02-035746-4

© Минеев В.Г., 2006  
© Издательство Московского университета,  
2006  
МГУ им. М.В. Ломоносова, художественное оформление, 2006

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ (В.А. Садовничий)</b> .....	5
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ ко второму изданию</b> .....	7
<b>Часть 1. ПРЕДМЕТ, МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ АГРОХИМИИ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АГРОХИМИИ. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДородИЯ ПОЧВ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ</b> .....	9
<b>Глава 1. ПРЕДМЕТ, МЕТОДЫ И МЕСТО АГРОХИМИИ СРЕДИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУК</b> .....	9
<b>МЕСТО АГРОХИМИИ СРЕДИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУК</b> .....	19
<b>Глава 2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ АГРОХИМИИ КАК НАУКИ</b> .....	33
<b>ИСТОКИ АГРОХИМИИ</b> .....	33
<b>ЗАРОЖДЕНИЕ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ, ПЛОДородИИ ПОЧВ И УДОБРЕНИИ ЗЕМЕЛЬ</b> .....	37
<b>РОЛЬ РУССКИХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИИ УЧЕНИЯ О ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ И НАУКИ АГРОХИМИИ</b> .....	42
<b>Глава 3. АГРОХИМИЯ И ПЛОДородИЕ ПОЧВЫ</b> .....	79
<b>СОСТАВ И СВОЙСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТЕЙ ПОЧВЫ</b> .....	81
Минеральная часть почвы .....	85
Органическое вещество почвы .....	92
<b>ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ И СВОЙСТВА ПОЧВЫ</b> .....	98
<b>ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДородИЯ И СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ</b> .....	115
<b>КРУГОВОРОТ И БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ГУМУСА ПОЧВЫ</b> .....	136
<b>Глава 4. ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ</b> .....	152
<b>ТИПЫ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ</b> .....	153
Воздушное питание растений (фотосинтез) .....	156
Минеральное (корневое) питание растений .....	164
Связь между углеродным (воздушным) и минеральным (корневым) питанием растений .....	180
<b>ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ</b> .....	185
<b>ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ</b> .....	192
<b>МАКРОЭЛЕМЕНТЫ</b> .....	192
Азот .....	192
Фосфор .....	212
Калий .....	223
Кальций .....	234
Магний .....	236
Сера .....	238
Железо .....	241
<b>МИКРОЭЛЕМЕНТЫ</b> .....	242

<b>Часть 2. ВИДЫ УДОБРЕНИЙ, ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА, УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДОЗ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ</b> .....	257
<b>Глава 5. МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	259
<b>АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	259
Пути повышения эффективности азотных удобрений .....	274
Оптимизация доз азотных удобрений .....	277
Подбор форм азотных удобрений, сроки и способы их внесения ....	284
<b>ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	288
Применение фосфорных удобрений .....	297
Оптимизация доз фосфорных удобрений .....	304
<b>КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	308
Эффективность калийных удобрений .....	314
Оптимизация применения калийных удобрений .....	321
<b>КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ, СВОЙСТВА</b> .....	326
Особенности применения и эффективность комплексных удобрений .....	346
<b>МАГНИЕВЫЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	351
Условия эффективного применения магниевых удобрений .....	358
<b>СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ УДОБРЕНИЯ</b> .....	364
Эффективность серосодержащих удобрений .....	366
<b>МИКРОУДОБРЕНИЯ И УСЛОВИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ</b> .....	368
Борные удобрения .....	368
Молибденовые удобрения .....	371
Медные удобрения .....	374
Марганцевые удобрения .....	376
Цинковые удобрения .....	378
Кобальтовые удобрения .....	380
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ</b> .....	380
<b>Глава 6. ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ, ИХ ВИДЫ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ</b> .....	391
<b>НАВОЗ</b> .....	391
Навоз и плодородие почв .....	391
Навоз в земледелии – важнейший источник гумуса почвы .....	395
Накопление и хранение навоза .....	400
Эффективность навоза по сельскохозяйственным зонам и продолжительность его действия .....	406
<b>БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ</b> .....	410
<b>ТОРФЯНЫЕ КОМПОСТЫ</b> .....	419
<b>НАВОЗНАЯ ЖИЖА</b> .....	423
<b>ПТИЧИЙ ПОМЕТ</b> .....	425
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛОМЫ НА УДОБРЕНИЕ</b> .....	429
<b>ЗЕЛЕНОЕ УДОБРЕНИЕ (СИДЕРАТЫ)</b> .....	434

<b>Глава 7. ИЗВЕСТКОВАНИЕ КИСЛЫХ И ГИПСОВАНИЕ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ</b> .....	442
<b>ИЗВЕСТКОВАНИЕ ПОЧВ</b> .....	442
Изменения, вызываемые в почве известью .....	445
Определение необходимости известкования .....	447
Определение доз известковых удобрений .....	450
Эффективность известкования .....	455
Известковые удобрения .....	461
<b>ГИПСОВАНИЕ ПОЧВ</b> .....	465
Эффективность гипсования .....	466
Дозы, сроки и способы внесения гипса .....	467
<b>Часть 3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ</b> .....	469
<b>Глава 8. ПОНЯТИЯ О СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЙ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ В СЕВООБОРОТЕ</b> .....	469
<b>НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ</b> .....	474
Зона дерново-подзолистых и серых лесных почв .....	474
Зона черноземных и каштановых почв .....	478
<b>ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ ПРИ ОРОШЕНИИ</b> .....	482
<b>Глава 9. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ</b> .....	484
<b>ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ И ТЕХНИКА ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, ИХ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ</b> .....	484
Основное удобрение .....	485
Припосевное удобрение .....	490
Подкормка .....	494
<b>МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ</b> .....	499
<b>УДОБРЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ, КРУПЯНЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР</b> .....	520
Удобрение озимой пшеницы .....	520
Особенности удобрения озимой ржи .....	535
Удобрение яровой пшеницы .....	542
Удобрение ячменя .....	552
Особенности удобрения овса .....	557
Удобрение проса .....	559
Удобрение гречихи .....	561
Удобрение риса .....	563
Удобрение зернобобовых культур .....	567
Удобрение кукурузы .....	575
<b>УДОБРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР</b> .....	582
Удобрение сахарной свеклы .....	582
Удобрение хлопчатника .....	593
Удобрение подсолнечника .....	598
Удобрение льна-долгунца .....	602
Удобрение картофеля .....	608
<b>УДОБРЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР</b> .....	617

Применение удобрений в овощном севообороте .....	622
Способы и сроки внесения удобрений под овощные культуры .....	627
<b>УДОБРЕНИЕ ЛУГОВ, ПАСТБИЩ И СЕЯНЫХ ТРАВ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ .....</b>	<b>632</b>
Удобрение лугов .....	633
Удобрение пастбищ .....	634
Удобрение многолетних трав .....	639
<b>УДОБРЕНИЕ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР .....</b>	<b>644</b>
Общие вопросы питания плодовых и ягодных культур .....	644
Диагностика минерального питания плодовых и ягодных культур .....	650
<b>Часть 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ФУНКЦИИ АГРОХИМИИ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ .....</b>	<b>669</b>
<b>Глава 10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ. ПУТИ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УДОБРЕНИЯМИ .....</b>	<b>669</b>
<b>ПРИЧИНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ УДОБРЕНИЯМИ И ВОЗМОЖНЫЕ НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ .....</b>	<b>670</b>
<b>Глава 11. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АГРОХИМИИ.....</b>	<b>695</b>
<b>Глава 12. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ .....</b>	<b>706</b>
<b>РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ .....</b>	<b>710</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>715</b>