

25-1066

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

А. Х. ШЕУДЖЕН, Т. Н. БОНДАРЕВА,
О. А. ГУТОРОВА

**РУКОВОДСТВО
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
АГРОХИМИИ**

25-01066



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»

**А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева,
О. А. Гуторова**

ПОСВЯЩАЕТСЯ

*ученым-рисоводам Аврааму Павловичу Джулаю
и Евгению Павловичу Алешину, внесшим боль-
шой вклад в развитие Кубанского госагроуни-
верситета и Федерального научного центра риса.*

РУКОВОДСТВО К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АГРОХИМИИ

Под редакцией
заслуженного деятеля науки Российской Федерации,
академика Российской академии наук, профессора
А.Х. Шеуджена



АО «Полиграф-ЮГ»
Майкоп – 2024

УДК 631.8 (075.8)
ББК 40.4я73
Ш 52

Рецензенты:

Р.Ф. Байбеков
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН;

О.А. Подколзин
доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН

Ш 52 Шеуджен А.Х. **Руководство к практическим занятиям по экспериментальной агрохимии: учебное пособие** / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, О.А. Гуторова / Под ред. академика РАН А.Х. Шеуджена. – Майкоп: АО «Полиграф-ЮГ», 2024. – 800 с.

В учебном пособии представлены методики, применяемые при выполнении экспериментальных исследований в агрохимии, почвоведении, микробиологии, семеноводстве, физиологии и биохимии растений.

Предназначена для студентов и аспирантов почвенно-агрохимических и агрономических специальностей высших учебных заведений.

ISBN 978-5-7992-1168-4

© А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева,
О.А. Гуторова, 2024
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 2024
ФГБНУ «ФНЦ риса», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	4
1.1 Профиль почвы	4
<i>Описание почвенного разреза и отбор образцов для анализа</i>	4
1.2 Гранулометрический состав.....	5
<i>Определение гранулометрического состава почвы по методу М.М. Филатова</i>	5
1.3 Агрегатный состав	7
<i>Определение агрегатного состава почвы по методу Н. И. Саввинова</i>	7
<i>Определение водопрочности почвенных агрегатов по методу П.И. Андрианова в модификации Н.А. Качинского</i>	9
1.4. Плотность твердой фазы и сложения почвы.....	9
<i>Определение плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом</i>	9
<i>Определение плотности сложения почвы с помощью бура-цилиндра</i>	10
1.5 Методика определения сложения пахотного слоя почвы.....	11
2. ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	13
2.1. Формы почвенной влаги.....	13
2.2 Водопроницаемость почвы	19
<i>Методы определения водопроницаемости почвы</i>	20
3 ГУМУС И ЦИКЛ АЗОТА В ПОЧВЕ	23
3.1 Гумус и его фракционно-групповой состав	23
<i>Определение гумуса в почве по методу И.В. Тюрина</i>	23
<i>Определение гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации Д.С. Орлова и Н.М. Гриндель</i>	26
<i>Определение гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91)</i>	27
<i>Определение гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации Н.В. Симакова</i>	29
<i>Определение гумуса в почве по методу Б.А. Никитина с колориметрическим окончанием по Д.С. Орлову и Н.М. Гриндель</i>	30
<i>Определение легкоразлагаемого органического вещества по методу Н.Ф. Ганжары</i>	31
<i>Определение легкоразлагаемого органического вещества по методу Н.Ф. Ганжары и Б.А. Борисова</i>	31
<i>Определение содержания подвижных гумусовых веществ в почве по методике почвенного института им. В.В. Докучаева</i>	33
<i>Определение группового и фракционного состава гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой</i>	34
<i>Ускоренный пирофосфатный метод определения состава гумуса по И.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой</i>	38
3.2. Биологический круговорот азота.....	41
<i>Определение полевой активности азотфиксации</i>	42
<i>Определение количества фиксированного азота воздуха в полевых условиях по Г.С. Посыпанову</i>	46
<i>Определение аммонифицирующей активности почвы титриметрическим методом</i>	48
<i>Определение аммонифицирующей активности почвы по методу Й. Сэги</i>	48
<i>Определение нитрификационной активности почвы методом С.П. Кравкова</i>	49
<i>Определение нитрифицирующей активности почвы по методу К.Ш. Казеева, С.И. Колесникова и В.Ф. Валькова</i>	50
<i>Определение денитрифицирующей активности почвы по М.В. Федорову</i>	50
<i>Определение денитрифицирующей активности и смены процессов в замкнутой системе почва – атмосфера путем применения ацетилена по методу М.В. Федорова</i>	50
<i>Определение полевой активности денитрификации по методу И.В. Асеева</i>	51
<i>Определение скорости разложения мочевины экспресс-методом по Т.В. Аристовской и М.В. Чугуновой</i>	52
4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	53
4.1 Кислотность и щелочность почв.....	53
<i>Определение pH водной и солевой вытяжек потенциометрическим методом</i>	53

	<i>Определение гидролитической кислотности по Каппену с потенциометрическим окончанием</i>	54
4.2	Сумма поглощенных оснований	55
	<i>Определение суммы поглощенных оснований по Каппену-Гильковичу</i>	55
4.3	Состав обменных катионов	56
	<i>Вытеснение обменных катионов аммонийным ионом хлористого аммония по методу К.К. Гедройца</i>	56
	<i>Определение обменных катионов кальция и магния атомно-абсорбционным методом</i>	56
	<i>Определение обменного магния в почве фотоколориметрическим методом</i>	58
	<i>Определение обменных кальция и магния по методу А.А. Шмука</i>	59
	<i>Определение обменных катионов кальция и магния трилонометрическим методом</i>	60
	<i>Определение обменного кальция</i>	61
	<i>Определение суммы кальция и магния</i>	61
	<i>Определение обменного натрия</i>	62
	<i>Определение поглощенного натрия в солонцовых почвах по методу Н.Н. Антипова-Каратаева и Л.Я. Мамаевой</i>	63
	<i>Определение обменных катионов по методу Пфеффера в модификации В.А. Молодцова и И.В. Игнатовой</i>	64
	<i>Определение кальция комплексонометрическим методом</i>	65
	<i>Определение суммы кальция и магния комплексонометрическим методом</i>	65
	<i>Определение натрия и калия фотометрическим методом</i>	66
	<i>Определение обменных катионов кальция, магния, натрия и калия методом Шолленбергера</i>	66
	<i>Определение обменной кислотности и подвижного алюминия по А.В. Соколову</i>	68
4.4	Емкость поглощения обменных катионов и степень насыщенности почвы основаниями	69
	<i>Определение емкости поглощения обменных катионов по методу Е.В. Бобко, Д.Л. Аскинази, С.Н. Алешина в модификации ЦИНАО</i>	69
	<i>Вычисление емкости катионного обмена (ЕКО) и степени насыщенности почв основаниями</i>	70
4.5	Окислительно-восстановительный потенциал почв	71
	<i>Определение окислительно-восстановительного потенциала почв</i>	71
5	ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	73
5.1	Азот	73
5.1.1	Определение общего азота в почве	73
	<i>Определение общего азота по методу ЦИНАО</i>	74
	<i>Определение общего азота в растворе после разложения почвы (ГОСТ 26107)</i>	75
	<i>Определение общего азота с реактивом Несслера</i>	76
	<i>Определение общего азота феноловым методом</i>	77
	<i>Определение легкогидролизуемого азота по методу Тюрина и Кононовой</i>	78
	<i>Определение легкогидролизуемого азота по методу Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова</i>	79
	<i>Определение щелочногидролизуемого азота по методу Корнфильда в модификации ЦИНАО</i>	80
	<i>Определение водорастворимой формы аммония в почве</i>	81
	<i>Определение обменной формы аммония в почве с реактивом Несслера</i>	82
	<i>Определение обменной формы аммония в почве с реактивами фенол и гипохлорит натрия (модификация Важенина)</i>	84
	<i>Определение обменной формы аммония в почве в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26489–85)</i>	85
	<i>Определение фиксированного аммония в почве по методу Мозилевкиной</i>	86
	<i>Определение азота нитратов в почве по методу Грандваль-Ляжсу в модификации Лебеядицева</i>	87
	<i>Определение азота нитратов в почве по методу Грандваль-Ляжса в модификации С. Йодко и И. Шаркова</i>	89
	<i>Экспресс-метод определения нитратов с использованием дисульфопеноловой кислоты (МРТУ № 46–12–67)</i>	90

	<i>Определение нитратов в почве методом хромотроповой кислоты по Басаргину и Черновой</i>	91
	<i>Определение азота нитратов в почве по методу В. Б. Замятиной</i>	92
	<i>Определение азота нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода</i>	93
5.2	Фосфор	94
5.2.1	Определение валового содержания фосфора в почве	94
5.2.2	Определение общего содержания органических и минеральных форм фосфатов почвы	99
	<i>Весовой метод определения фосфора по Лоренцу (описание Е.В. Аринушкиной и Д.М. Хейфец)</i>	101
	<i>Объёмный метод определения фосфора по Лоренцу и Шефферу</i>	102
	<i>Комплексонометрический (объёмный) метод определения фосфора по Краснощёкову, Максимовой, Мышляевой, Столбову</i>	103
	<i>Фотометрический метод определения фосфора по Денижке</i>	104
	<i>Фотометрический метод определения фосфора по Шмук и Курило</i>	105
	<i>Фотометрический метод определения фосфора Труога–Мейера</i>	107
	<i>Фотометрический метод определения фосфора Меццержакова</i>	108
	<i>Фотометрическое определение фосфора ванадомolibденовым методом</i>	109
5.2.3	Определение подвижных соединений фосфора в почве	110
	<i>Методы на основе кислотных вытяжек</i>	110
	<i>Метод Кирсанова (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26207–91)</i>	110
	<i>Метод Чирикова (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26204–91)</i>	111
	<i>Метод Труога</i>	112
	<i>Метод Аррениуса (вариант ВИУА, ГОСТ 26211–91)</i>	113
	<i>Метод Ониани (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26206–91)</i>	115
	<i>Методы на основе буферных растворителей</i>	116
	<i>Метод Эгнера-Рима-Долинго или А-L метод (ГОСТ 26209–91)</i>	116
	<i>Метод Пгча-Инглиша (вариант Хейфец)</i>	118
	<i>Метод Бурриеля-Гернандо</i>	119
	<i>Методы на основе щелочных растворителей</i>	121
	<i>Метод Мачигина (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26206–91)</i>	121
	<i>Метод Олсена</i>	122
	<i>Метод Меццержакова</i>	124
	<i>Методы на основе фторидных растворителей</i>	125
	<i>Метод Брейя и Куртца</i>	125
	<i>Метод Соколова</i>	126
5.2.4	Определение группового и фракционного состава фосфатов	128
	<i>Метод Чирикова в модификации Шконде</i>	128
	<i>Метод Чанга–Джексона (вариант Аскинази, Гинзбург, Лебедевой)</i>	131
	<i>Определение фракционного состава фосфора в почвах по методу Гинзбург и Лебедевой</i>	137
	<i>Определение фракционного состава фосфора в почвах по методу Гинзбург и Лебедевой в модификации Неговелова и Пестовой</i>	143
5.2.5	Определение степени подвижности фосфатов почвы (фактор интенсивности)	149
	<i>Водная вытяжка (модификация метода Шахтшабеля)</i>	149
	<i>Метод Скофилда</i>	150
	<i>Метод Карпинского и Замятиной</i>	150
	<i>Метод Францесона (по прописи Замятиной)</i>	151
5.3	Калий	152
5.3.1	Методы определения калия в почве	152
5.3.1.1	Определение валового содержания калия в почве	152
5.3.1.2	Методы определения калия	157
	<i>Хлороплатинатный метод</i>	157
	<i>Метод с хлорной кислотой</i>	159
	<i>Метод с винной кислотой в модификации Маршалли (Marshallly)</i>	160
	<i>Весовой кобальтнитритный метод</i>	160
	<i>Объёмный кобальтнитритный метод</i>	161
	<i>Кобальтнитритный метод в модификации Мильне (Milne G.)</i>	163
	<i>Определение калия тетрафенилборатом натрия по Швайболду и Келеру</i>	165
	<i>Весовой тетрафенилборатный метод</i>	165

Весовой дипикриламиновый метод	166
Объёмный дипикриламиновый метод	167
Объёмный метод с пикриновой кислотой	168
Пламенно-фотометрический метод	169
Определение калия ионометрическим методом с помощью ионоселективного электрода	170
5.3.2. Определение различных форм калия в почве	172
5.3.2.1. Определение легкоусвояемой формы калия	172
Метод водной вытяжки	172
Метод водной вытяжки в модификации Нёмека (Nemes)	173
Метод уголекислотной вытяжки (метод Сердобольского)	174
Метод хлоркальциевой вытяжки (метод ВИУА–Голубева)	174
Метод Дашевского	175
Метод Диркса и Шеффера	176
5.3.2.2. Определение обменного калия	177
Метод Масловой	177
Метод Я.В. Пейве (вариант ВИУА)	177
Метод Протасова и Гусейнова	178
Метод Гедройца	179
Метод Мачигина	180
Методы на основе кислотных вытяжек	180
Метод Кирсанова (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26207–91)	180
Метод Чурикова (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26204–91)	181
Метод Труога	182
Метод Аррениуса (вариант ВИУА; ГОСТ 26211–91)	183
Метод Ониани в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26206–91)	183
Методы на основе буферных растворителей	184
Метод Эгнера-Рима	184
Метод Эгнера-Рима-Доминго или A-L метод (ГОСТ 26209–91)	185
Метод Шахтшабеля	187
Метод Бурриеля-Гернандо	187
Метод Гинзбург-Артамоновой	188
Методы на основе щелочных растворителей	189
Метод Мачигина (вариант ЦИНАО; ГОСТ 26206–91)	189
Метод Олсена	190
Метод Мещерякова	191
Методы на основе фторидных растворителей	191
Метод Брейя и Куртца	191
Вариант Миллера и Акслей	192
5.3.2.4. Определение необменных форм калия (экстенсивнообменные и кислоторастворимые)	193
Метод Магницкого и Малкова	193
Метод Пчёлкина	195
Метод Гедройца	196
5.3.2.6. Определение калия в рисовых почвах по методу Брейя и Куртца в модификации Рябцовой	198
5.4 Кремний	199
5.4.1 Определение валового содержания кремния в почве	200
Методы разложения почвы	202
Определение кремния в растворе после разложения почвы	202
Определение кремния гравиметрическим методом (ГОСТ 22536.0–87)	202
Определение кремния гравиметрическим методом с желатином	203
Определение кремния с пиридином по методу П. Васильева	204
Определение кремния фотометрическим методом (ГОСТ 22536.0–87)	205
Титриметрическое определение суммарного кремнезема в виде фторсиликата	206
Определение кремния атомно-абсорбционным методом (ГОСТ 11739.7–99)	207
Определение валового содержания кремния по методу Кауричева	208
Определение валового содержания кремния гравиметрическим методом (ГОСТ 11739.7–99)	209

<i>Определение подвижного кремния по методу Гедройца</i>	210
<i>Определение подвижных соединений кремния по методу О. Тамма</i>	212
<i>Определение подвижного кремния в щелочной вытяжке фотометрическим методом</i>	213
<i>Определение подвижного кремния по прописи С.Ф. Неговелова и С.А. Рябцовой</i>	214
<i>Определение подвижного кремния в солянокислой вытяжке модифицированным методом Матыченкова</i>	216
<i>Определение подвижного кремния в лимоннокислой вытяжке модифицированным методом Матыченкова</i>	218
<i>Определение подвижного кремния в уксуснокислой вытяжке модифицированным методом Матыченкова</i>	219
<i>Определение подвижного кремния модифицированным методом Матыченкова</i>	221
<i>Определение подвижного кремния методом Маллена и Райли с экстракцией кремния методом Матыченкова</i>	222
<i>Определение водорастворимого кремния по методу Матыченкова, Бочарниковой и Аммосовой</i>	224
<i>Оценка состояния доступного кремния растениям и граация почв по дефициту доступного кремния</i>	225
5.5 Сера.....	225
5.5.1 <i>Определение валового содержания серы в почве</i>	225
<i>Определение серы в виде SO₄ гравиметрическим методом</i>	232
<i>Определение серы в виде SO₄ турбидиметрическим методом (вариант ЦИНАО, ГОСТ 26490–85)</i>	234
<i>Определение серы по плотности взвеси BaSO₄ турбидиметрическим методом</i>	235
<i>Определение SO₄ с нитромазо турбидиметрическим методом</i>	236
<i>Определение SO₄ с хлоранитом бария турбидиметрическим методом</i>	237
<i>Определение SO₄ объёмным трилонометрическим методом</i>	238
<i>Определение SO₄ в растворе объёмным методом по Айдиняну</i>	239
<i>Определение органической и минеральной форм серы в почве</i>	240
5.5.2 <i>Определение подвижной серы в почве</i>	242
<i>Определение сульфатной серы (SO₄) гравиметрическим методом</i>	242
<i>Определение SO₄ методом фотоэлектрического титрования по М. Цап и Ш. Юник</i>	243
<i>Определение SO₄ в водной вытяжке из засоленных почв</i>	243
<i>Определение подвижной серы (модификация ЦИНАО, ГОСТ 26490)</i>	244
5.6 Кальций.....	245
5.6.1 <i>Определение валового содержания кальция в почве</i>	245
<i>Определение валового содержания CaO методом биамперометрического титрования</i>	246
<i>Определение кальция атомно-абсорбционным методом</i>	246
<i>Определение кальция полярографическим методом</i>	248
5.6.2 <i>Определение обменного кальция в почве</i>	248
<i>Определение обменного кальция трилонометрическим методом</i>	248
<i>Определение обменного кальция в ацетатно-аммонийной вытяжке</i>	250
<i>Вытеснение обменных катионов кальция хлоридом натрия или хлоридом аммония</i>	250
<i>Определение водорастворимого и поглощенного кальция методом биамперометрического титрования</i>	251
<i>Определение кальция комплексонометрическим методом в водной вытяжке из засоленных почв (ГОСТ 26428)</i>	251
<i>Фотометрическое определение обменного кальция с о-крезолфталеинкомплексом (модификация ЦИНАО)</i>	252
<i>Определение обменного кальция методом ЦИНАО (ГОСТ 26487)</i>	253
<i>Определение обменного кальция в карбонатных почвах</i>	255
<i>Метод Мелиха</i>	255
<i>Метод Шмука</i>	255
<i>Метод Тюрина</i>	256
<i>Определение обменного кальция в известкованных почвах по Айдиняну</i>	256
5.6.3. <i>Определение активности ионов кальция потенциометрическим методом</i>	258

5.7 Магний.....	260
5.7.1 Определение валового содержания магния в почве.....	260
Весовой метод с фосфорнокислым натрием (I) [модификация метода Шмитца (В. Schmitz)].....	260
Весовой метод с фосфорнокислым аммонием (II).....	262
Объёмный метод с фосфорнокислым натрием (модификация метода Хиббарда (Hibbard P)).....	263
Весовой метод с 8-оксихинолином (модификация метода Хуч и Фикле (Hough and Fickle)).....	264
Определение Mg и Ca трилонометрическим методом (I).....	266
Определение Mg и Ca комплексометрическим методом (разработка ТСХА).....	267
Определение Mg и Ca в одном растворе с помощью трилона Б.....	269
Прямое определение магния комплексонометрическим методом.....	270
Определение Mg фотоколориметрическим методом (ГОСТ P53228–2008).....	272
Определение магния пламеннофотометрическим методом (метод ЦИНАО).....	273
Определение магния атомно-абсорбционным методом (метод ЦИНАО).....	273
5.7.2 Определение подвижных форм магния в почве.....	274
Определение подвижного магния в вытяжке 1 М раствором KCl.....	274
Определение обменного магния в вытяжке 1 М раствором NaCl.....	275
Определение обменного магния в вытяжке 1 М раствором NH ₄ Cl.....	276
Определение обменного магния в ацетатно-аммонийной вытяжке (модификация метода Шолленбергера).....	276
Определение обменного магния в карбонатных почвах по методу Шмука в модификации П. Курчатова, М. Скокова, Ю. Пиль.....	278
Определение обменного магния по методу Тюрина.....	278
Определение обменного магния по методу Мелиха.....	279
Определение обменного магния в бескарбонатных почвах по методу Вильямса.....	280
Определение подвижного магния по методу Шахтшабеля.....	282
5.8 Железо.....	283
5.8.1 Определение валового содержания железа в почве.....	283
Определение железа гравиметрическим методом.....	285
Определение железа комплексонометрическим методом.....	286
Определение железа с дихроматом калия и с титриметрическим окончанием (I).....	286
Определение железа с перманганатом калия и с титриметрическим окончанием.....	287
Определение железа сульфосалициловым методом и с турбодиметрическим окончанием.....	288
Определение железа с сульфаниловой кислотой и с турбодиметрическим окончанием.....	289
Определение железа методом с роданидом аммония и с турбодиметрическим окончанием.....	290
Определение железа методом с о-фенантролином и с турбодиметрическим окончанием.....	291
Определение железа атомно-абсорбционным методом.....	292
5.8.2 Определение подвижных форм железа в почве.....	292
Определение подвижного железа в солянокислой вытяжке с роданидом аммония.....	292
Определение двух форм железа (Fe ⁺² и Fe ⁺³) методом Веригиной–Аринушкиной (ГОСТ 27395–87).....	293
Определение подвижных форм железа (Fe ⁺² и Fe ⁺³) по методу В. Казариновой–Окиной в модификации З. Коптевой.....	295
Определение подвижного железа в оксалатной вытяжке из почвы по методу Тамма.....	296
Определение свободного железа по методу Мера–Джексона.....	298
Определение свободного железа по методу Коффина.....	299
Определение свободного железа по методу Маккензи.....	300
Определение свободного железа по методу Францмейера и других.....	301
Определение свободного железа по методу Францмейера и других.....	302

	Определение валового содержания натрия в почве пламенно-фотометрическим методом	302
	Атомно-абсорбционный метод определения натрия в почве	303
5.10	Алюминий	304
	Методика комплексонометрического определения валового содержания алюминия в почвах по Л.А.Воробьевой	304
	Фотокolorиметрическое определение подвижного алюминия по методу ЦИНАО	305
5.11	Хлор	306
	Спектрофотометрический метод определения хлора в почвах	307
	Определение хлорид-иона методом ионометрического титрования по И.П. Дерюгину	307
	Определение хлорид-иона методом прямой ионометрии	308
	Определение содержания хлоридов в почве методом ионометрического титрования (вариант В.Г. Минеева и др.)	310
5.12	Бор	311
5.12.1	Определение валового содержания бора в почве	311
	Определение валового содержания бора в почве по Эльзилегелю с 1,1-диантримидом	311
	Определение бора по Джексону с куркумином	312
	Определение бора по Биру с хинализарином	313
5.12.2	Определение подвижного бора в почве	314
	Определение подвижного бора по Боратынскому с 1,1-диантримидом в вытяжке Эгнера-Рима-Доминго	314
	Определение воднорастворимого бора колориметрическим методом по Г.Я.Ринькису с хинализарином	315
	Определение воднорастворимого бора с кармином по Никишкиной	316
	Определение бора по Крупскому и Александровой в вытяжке буферным раствором уксуснокислого аммония	317
	Определение содержания подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога с хинализарином в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688)	318
	Определение содержания водорастворимого бора в почвах фотометрическим методом с использованием азометина Н	319
	Определение содержания подвижных соединений бора по методу Бергера и Труога с азометином Н в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688)	320
5.13	Кобальт	320
5.13.1	Определение валового содержания кобальта в почве	320
	Фотокolorиметрическое определение валового содержания кобальта β-нитрозо-α-нафтолом в почве по Е.К.Кругловой и О.С. Мусаилову	321
	Определение валового содержания кобальта, меди и цинка из одной навески по К.В.Веригиной после разложения почвы кислотами	322
5.13.2	Определение подвижных форм кобальта в почве	328
	Определение подвижного кобальта с нитрозо-Р-солью в 1 н HNO ₃ вытяжке из почв по Пейве-Ринькису	328
	Определение кобальта с нитрозо-Р-солью в вытяжке из почвы ацетатным буферным раствором, рН 4,8	329
	Определение фракционного состава соединений Со, Сd, Мп, Си, Ni, Pb, Cr, Zn в почвах по методу Д.В. Ладонина	331
	Кислоторастворимые соединения тяжелых элементов в почвах	331
	Подвижные соединения тяжелых элементов в почвах	332
	Экстракционное концентрирование подвижных соединений тяжелых элементов диэтилдитиокарбаминатом натрия	333
	Водорастворимые соединения тяжелых элементов	336
	Определение фракционного состава соединений тяжелых элементов в почвах методами последовательных селективных вытяжек	337
5.14	Марганец	343
5.14.1	Определение валового содержания марганца в почве	344
	Определение марганца периодатным методом по Л.А. Воробьевой	344
	Определение марганца колориметрическим методом по Ю.И. Добрицкой	344
5.14.2	Определение подвижных форм марганца	346

	<i>Фотоколориметрическое определение марганца по Добрицкой</i>	346
	<i>Определение сульфитнорастворимого марганца по Шахтшабелю</i>	346
	<i>Определение легковосстанавливаемого марганца по Шахтшабелю</i>	346
	<i>Определение подвижного марганца по Кругловой в карбонатных почвах в ацетатно-натриевой вытяжке в рН 3,5</i>	347
	<i>Определение подвижного марганца с формальдоксидом в 0,1 н. H₂SO₄ по Пейве-Ринькису</i>	347
	<i>Определение подвижного марганца формальдоксиматным методом по Самохвалову</i>	348
	<i>Определение цинка, меди, марганца и кобальта в почве в ацетатно-аммонийной вытяжке (рН 4,8) по Н.К. Крупскому и А.М. Александровой</i>	349
5.15	Медь	351
5.15.1	Определение валового содержания меди в почве	351
	<i>Определение меди турбодиметрическим методом по К.В. Веригиной</i>	353
	<i>Определение меди диэтилдитиофосфатом никеля по Бусева и Немодрук с турбодиметрическим окончанием</i>	354
	<i>Определение меди с купризоном (из ГОСТ 31382–2009)</i>	355
	<i>Определение меди с диэтилдитиокарбаматом свинца (ГОСТ 31382–2009)</i>	356
	<i>Определение меди с диэтилдитиокарбаматом натрия (ГОСТ 4388–72)</i>	357
	<i>Определение меди с пикрамин–эпсилон (ГОСТ 4388–72)</i>	358
	<i>Определение меди экстракционным роданид–пиридиновым методом</i>	359
	<i>Определение меди титриметрическим методом с йодидом калия</i>	360
	<i>Определение меди атомно–абсорбционным методом</i>	361
15.1.2	Определение подвижных форм меди в почве	362
	<i>Определение подвижной меди в почве по методу Кругловой</i>	362
	<i>Определение подвижной меди в почве по Ринькису</i>	363
	<i>Определение подвижной меди в почве по Ринькису атомно–абсорбционным методом (ГОСТ Р 506984–94)</i>	365
	<i>Определение подвижной меди в почве по Ринькису в модификации Веригиной и Добрицкой</i>	366
	<i>Определение подвижной меди в почве по Крупской и Александрова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50683–94)</i>	367
	<i>Определение подвижной меди по Шаррера и Шаумлеффеля в вытяжке из почвы по Кругловой</i>	369
15.1.3	Определение разных форм соединений меди в почве	370
	<i>Определение общего содержания меди в почве</i>	370
	<i>Определение подвижной кислоторастворимой формы меди в почве</i>	371
	<i>Определение доступной растениям формы меди в почве</i>	372
5.16	Молибден	374
5.16.1	Определение валового содержания молибдена в почве	374
	<i>Определение молибдена гравиметрическим методом (ГОСТ 12354–81)</i>	376
	<i>Определение молибдена комплексонометрическим методом (ГОСТ 2082.3–81)</i>	378
	<i>Определение молибдена роданидным методом, экстракцией его бутилацетатом и с дальнейшим турбодиметрическим окончанием (ГОСТ 12354–81)</i>	380
	<i>Определение молибдена роданидным методом, без его экстракции и с дальнейшим турбодиметрическим окончанием (ГОСТ 12354–81)</i>	381
	<i>Определение молибдена роданидным методом с турбодиметрическим окончанием (ГОСТ 14250.9–80)</i>	382
	<i>Определение молибдена методом ААС (ГОСТ 14250.9–80)</i>	383
	<i>Определение молибдена по Веригиной</i>	384
	<i>Определение молибдена по Веригиной</i>	387
5.16.2	Определение подвижных форм молибдена в почве	387
	<i>Определение подвижных соединений молибдена по Веригиной</i>	387
	<i>Определение подвижных соединений молибдена по Ринькису</i>	388
	<i>Определение подвижного молибдена в оксалатной вытяжке по Григгу в модификации ЦИНАО (ГОСТ 50689–94)</i>	390
	<i>Определение подвижного молибдена по Шелу в модификации Добрицкой</i>	392
	<i>Определение подвижного молибдена по Шелу в модификации Добрицкой</i>	394
5.17	Цинк	395
5.17.1	Определение валового содержания цинка в почве	395

	Определение цинка турбодиметрическим методом по Веригиной.....	395
	Определение цинка дитизиновым методом в модификации Ариушкиной и Макаровой	398
	Определение цинка комплексонометрическим методом (РД 34.37.305.4–97)	400
	Определение цинка атомно-абсорбционным методом (ГОСТ 24978–91)	401
	Определение цинка гравиметрическим методом.....	401
	Определение цинка инверсионно-вольтамперометрическим методом	403
5.17.2	Определение подвижных форм цинка в почве	403
	Определение содержания обменного цинка по методу Ринькиса (I)	403
	Определение подвижного цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ 50686–94)	405
	Определение подвижной формы цинка по Кругловой.....	407
	Определение подвижной формы цинка в вытяжке 1М НСl из почвы турбодиметрическим методом	408
	Определение содержания подвижной формы цинка в вытяжке 1М HNO ₃ из почвы турбодиметрическим методом.....	410
	Определение содержания подвижной формы цинка в вытяжке 1М НСl или 1М HNO ₃ из почвы атомно-абсорбционным методом	411
	Определение подвижных форм цинка в вытяжке по методу Эгнера–Риму–Доминго (A–L метод) в модификации Боратынского и Зитекса (Boratynski, Zieteska, 1970)	411
	Определение подвижных форм цинка в вытяжке ацетатно-аммонийным буферным раствором инверсионно-вольтамперометрическим методом.....	413
	Определение содержания подвижных форм цинка в вытяжке 1М НСl или 1М HNO ₃ раствором инверсионно-вольтамперометрическим методом.....	414
	Определение содержания водорастворимой формы цинка атомно-абсорбционным методом (модификация Ариушкиной и Макаровой).....	414
5.17.3	Методы определения фракционного состава соединений цинка в почве	415
	Разложение почвы смесью фтористоводородной и азотной кислот по Добрицкой при определении общего содержания цинка	416
	Определение содержания кислоторастворимых соединений цинка в вытяжке 1М HNO ₃ из почвы атомно-абсорбционным методом.....	417
	Определение подвижных соединений цинка по Крупскому и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ 50686–94)	418
	Определение водорастворимых соединений цинка	418
5.17.4	Определение фракционного состава соединений цинка в почве методом последовательных селективных вытяжек	419
	Выделение фракции водорастворимых соединений цинка	419
	Выделение фракции обменных катионов цинка	420
	Выделение фракции специфически сорбированных ионов цинка.....	420
	Выделение фракции цинка, связанной с органическим веществом.....	420
	Выделение фракции цинка, связанной с минералами железа и марганца	421
	Выделение фракции цинка, прочно связанной с алюмосиликатами	421
	Определение содержания цинка в последовательных вытяжках атомно-абсорбционным методом	421
5.18	Ванадий.....	422
	Определение ванадия фосфорновольфраматным методом	422
	Определение ванадия бензидиновым методом.....	424
	Определение валового содержания ванадия по Добрицкой.....	424
	Определение подвижного ванадия по Добрицкой.....	426
5.19	Йод	427
	Объемное определение валового содержания йода по Дрозмировой, в модификации Глуценко и Миненковой.....	427
	Определение йода объемным методом по йод-крахмальной реакции	429
	Колориметрическое визуальное определение йода по Каменеву.....	430
	Фотоколориметрическое определение йода по Латину, Ришу и Бен-Утяевой вариант Покатилова.....	431
	Кинетический роданидно-нитритный метод определения йода по Проскураковой.....	433

	<i>Ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения йода по Проскураковой, Швейкиной и Никитиной</i>	435
5.20 Селен	.....	436
	<i>Определение содержания селена в почве флуориметрическим методом с использованием 2,3-диаминафталина</i>	436
	<i>Определение селена колориметрическим методом с помощью диаминобензидина по Ковальскому и Гололобовой</i>	438
	<i>Объемное определение селена по Полуэктову</i>	439
5.21 Литий	.....	440
	<i>Колориметрический феррипериодатный метод</i>	441
	<i>Нефелометрический метод</i>	442
	<i>Пламенно-фотометрический метод определения лития по Пономареву</i>	443
5.22 Титан	.....	444
	<i>Определение валового содержания титана пероксидным методом</i>	445
5.23 Фтор	.....	445
	<i>Определение фтора колориметрическим методом с помощью циркониевого лака по Ковальскому и Гололобову</i>	446
	<i>Определение содержания фторидов в почве ионометрическим методом</i>	447
	<i>Общее содержание фторидов</i>	447
	<i>Определение содержания водорастворимых фторидов</i>	448
	<i>Определение содержания фтора фотометрическим методом с использованием ализаринкомплексона и нитрата церия</i>	448
	<i>Определение содержания водорастворимых фторидов</i>	449
5.24 Хром	.....	450
	<i>Определение хрома фотометрическим методом с использованием дифенилкарбазида</i>	450
5.25 Кадмий	.....	452
	<i>Определение кадмия фотометрическим методом с использованием дитизона</i>	452
	<i>Определение подвижной формы кадмия атомно-абсорбционным методом</i>	453
5.26 Свинец	.....	454
	<i>Определение общего содержания свинца фотометрическим методом с использованием дитизона</i>	455
	<i>Определение содержания подвижного свинца атомно-абсорбционным методом</i>	456
5.27 Никель	.....	456
	<i>Определение никеля фотометрическим методом с использованием диметилглиоксима</i>	457
5.28 Мышьяк	.....	458
	<i>Определение мышьяка фотометрическим методом с использованием молибдата аммония</i>	458
	<i>Подготовка почвы к определению валового содержания мышьяка</i>	459
5.29 Ртуть	.....	461
	<i>Определение содержания ртути в почве беспламенным атомно-абсорбционным методом (методом «холодного пара»)</i>	461
	<i>Колориметрическое определение ртути с помощью дитизона по Ковальскому и Гололобову</i>	462
	.....	463
5.30 Уран	.....	463
	<i>Определение урана по методу Ковальскому и Гололобову</i>	463
	.....	465
6 БИОЛОГИЯ ПОЧВЫ	.....	465
6.1 Микроорганизмы почвы	.....	467
	<i>Метод Виноградского</i>	467
	<i>Люминесцентный метод Штруггера</i>	467
	<i>Метод посева на плотные питательные среды по Коху</i>	469
	<i>Определение численности почвенных микроорганизмов методом комочков обрастания</i>	474
	.....	474
	<i>Методы расчета количества микроорганизмов и их биомассы в почве</i>	474
	<i>Количественный учет микроорганизмов почвы методом предельных разведений на жидких питательных средах</i>	480
	<i>Качественно-количественный учет микрофлоры почвы методом Д. И. Новогрудского</i>	482

Изучение микрофлоры почвы методом обрастания стекол по Н. Г. Холодному с изменениями А. В. Рыбалкиной и Е. В. Кононенко	483
6.2 Ферментативная активность почвы	484
Каталаза	485
Газометрический метод А.Ш. Галстяна	485
Титрометрический метод Р.С. Кацнельсона и В.В. Ершова	486
Калориметрический метод Дж. Штефаника и Ч. Думитру	486
Спектрофотометрический метод К. Тразар-Сепеда, Ф. Камина, М. Лейрос и Ф. Джил-Сотрес	487
Пероксидазы	487
Метод А. Ш. Галстяна	488
Полифенолоксидазы	488
Метод К.А. Козлова	488
Уратоксидаза (уриказа)	489
Метод Дж. Дюрана	489
Сульфидоксидаза	489
Метод А.Ш. Галстяна и Э.А. Арутюнян	489
Аскорбатоксидаза	490
Метод А.Ш. Галстяна, Л.Г. Марукяна	490
Глюкозооксидаза	491
Метод Росса	491
Дегидрогеназы	491
Метод А. Тальмана	492
Цистеинредуктаза	492
Метод А.Ш. Галстяна и Э.Д. Антонян	492
Сульфатредуктаза	492
Метод А.Ш. Галстяна	493
Нитратредуктаза	493
Метод А.Ш. Галстяна и Л.В. Маркосян	493
Сульфитредуктаза	494
Метод А.Ш. Галстяна	494
Нитритредуктаза	494
Метод А.Ш. Галстяна и Э.Г. Саакян	494
Гидроксиламинредуктаза	495
Метод А.Ш. Галстяна и Э.Г. Саакян	495
Ферриредуктаза	497
Метод А.Ш. Галстяна, Н.А. Оганесян	497
Марганецредуктаза	497
Метод А.Ш. Галстяна	497
Инвертаза (сахараза, β -фруктофуранозидаза, β -фруктофуранозид-фруктогидролаза) ..	498
Метод В.Ф. Купревича	498
Метод Е. Гофманна и А. Зеегерера	500
Метод А.Ш. Галстяна	500
Метод В.Ф. Купревича и Т.А. Щербаковой	501
Метод У.Т. Франкенбергера и Дж. В. Йохансона	501
Метод Ф.Х. Хазиева, Я.М. Агафаровой, А.Е. Гулько	502
α -Глюкозидаза	502
Метод Е. Гофманна и А. Гоффмана	502
β -Глюкозидаза	503
Метод А.Ш. Галстяна	503
β -Глюканаза	503
Метод Дж. Летбриджа, А.Т. Балла и Р.Дж. Барнса	503
α - и β -Галактозидазы	503
Метод Р.Ришави и Ж.Мацуры	504
Трегалаза	504
Метод Смита и Родригес-Кабаны	504
α - и β -Амилазы	505
Метод Е. Гофманна и А. Гоффманна	505
Метод Т.А. Щербаковой	505
Целлюлаза	506

Аппликационный метод И.С. Вострова и А.Н. Петровой.....	506
Колориметрический метод В.Л. Кислицыной.....	506
Вискозиметрический метод Е. Томеску.....	507
Ксиланаза.....	507
Метод Л.Г. Соренсена.....	507
Леваназа.....	508
Метод Ст. Кишиа, М. Боару и Л. Константинеску.....	508
Декстраназа.....	509
Метод М. Драгана-Буларды и С. Кишиа.....	509
Хитиназа.....	510
Метод Е.С. Харкевича.....	510
β -N-Ацетилглюкозаминидаза.....	510
Метод К. Канадзава и К. Такай.....	510
Триацилглицерол-липаза.....	511
Метод К.А. Козлова, В.П. Кислицыной, Ю.А. Марковой и Э.Н. Михайловой.....	511
Пектинэстераза. Полигалактуроноза.....	511
Метод Р. Кайзера и М.С. Монзона.....	512
Протеазы.....	512
Колориметрический метод Дж. Гоффманна и К.Тейхера.....	513
Титрометрический метод И.Н. Ромейко.....	513
Викозиметрический метод Р.С. Кацнельсона и В.В. Еришова.....	513
Аппликационный метод Е.Н. Мишустина, Д.И. Никитина, И.В. Вострова.....	514
Аминопептидаза (ариламидаза).....	514
Метод У.Акоста-Мартинец и М.А. Табатабая.....	514
Аргиназа.....	515
Метод А.Ш. Галстяна и В.Т. Вартапяна.....	515
Аденозиндезаминаза.....	515
Метод Р. Сато, Г. Омурсы и К. Хаяно.....	516
Аспарагиназа.....	516
Диффузионный метод Я. Дробника.....	516
Дистилляционный метод А.Ш. Галстяна.....	517
Колориметрический метод С. Канадзава и Г. Кайоты.....	517
Глутаминаза.....	518
Дистилляционный метод У. Т. Франкенберга и М. А. Табатабая.....	518
Колориметрический метод Х. Омурсы, Р. Сато и К. Хаяно.....	518
Амидаза.....	519
Метод У.Т. Франкенбергеера и М.А. Табатабая.....	519
Арил ациламидаза.....	519
Метод Р.М. Заблотовича, Р.Е. Хогланда, С.К. Вагнера.....	519
Уреаза.....	520
Определение активности уреазы по остаточному количеству мочевины – метод В.Ф. Купревича.....	520
Дистилляционный метод А.Ш. Галстяна.....	521
Дистиллированный метод И.А. Табатабая и Ж.М. Бремнера.....	522
Диффузионный метод Е.С. Василенко.....	523
Колориметрический метод Т.А. Щербаковой.....	523
Определение активности уреазы путем измерения количества CO_2 – метод Ж. Каупа.....	524
Фосфатазы.....	525
Метод Т.А. Щербаковой.....	525
Метод А.Ш. Галстяна и Э.А. Артюняна.....	526
Метод Ф.Х. Хазиева.....	527
Фитаза.....	527
Метод Ф.Х. Хазиева и М.Н. Бурангуловой.....	527
Неорганическая пирофосфатаза.....	527
Метод Ф.Х. Хазиева.....	528
Нуклеазы.....	528
Метод Ф.Х. Хазиева и М.Н. Бурангуловой.....	529
Фосфодизстеразы.....	529
Метод М. Дж. Броумана и М.А. Табатабая.....	529

Аденозинтрифосфатаза.....	529
Метод А.Ш. Галстяна.....	529
Арилсульфатаза.....	530
Метод А.Ш. Галстяна, Г.В. Базояна.....	530
Аспартаза.....	530
Метод Ц.Н. Сенву и М.А. Табатабая.....	530
6.3 Биологическая активность почвы.....	531
6.3.1 Интенсивность дыхания почвы.....	531
Метод А.Ш. Галстяна.....	531
Метод В.И. Штатнова.....	532
Метод Л.О. Карпачевского и Н.К. Киселевой.....	532
Монометрический метод.....	533
Метод Г.М. Оганова.....	533
Метод Роуэлла.....	534
6.3.2 Интенсивность разложения целлюлозы.....	535
7 ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР.....	536
Химический анализ водной вытяжки из почв.....	536
Определение сухого остатка.....	537
Потенциометрическое определение рН.....	537
Определение щелочности от растворимых карбонатов.....	537
Определение содержания HCO_3^-	538
Потенциометрический метод определения щелочности.....	538
Определение содержания хлор-иона.....	539
Определение содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}	539
Определение суммы Ca^{2+} и Mg^{2+}	539
Определение Ca^{2+}	539
Определение содержания Na^+ и K^+	540
Содержание сульфат ионов.....	540
8 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН.....	542
8.1. Посевные качества семян.....	542
Определение всхожести, энергии, скорости и дружности прорастания семян.....	542
Определение силы роста семян (ГОСТ 12040-66).....	546
Определение посевных качеств семян по числу Шеуджсена.....	547
Определение жизнеспособности семян (ГОСТ 12039-82).....	547
Определение полевой всхожести семян.....	549
8.2 Реакция семян на воздействие химических стимуляторов.....	549
Определение поглощения семенами элемента из раствора по методу А.Х. Шеуджсена.....	549
8.3 Выравненность семян.....	550
Определение фракционного состава и выравненности семян.....	550
Определение массы 1000 семян.....	550
Определение влажности семян.....	552
9 КОРНЕВАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ.....	553
9.1 Рост и развитие корневой системы.....	553
Способ взятия почвенного монолита и количественный учет корней по методу Качинского-Станкова в модификации Шеуджсена.....	553
Определение объема корней.....	556
Определение массы корней.....	556
Определение поверхности корневой системы.....	556
Вычисление длины корней.....	557
9.2 Поглощительная деятельность.....	558
Определение общей адсорбирующей и рабочей поглощающей поверхности корневой системы методом Д.А. Сабинина и И.И. Колосова.....	558
Определение емкости катионного и анионного обменов корней по методу А.В. Петербургского в модификации А.Х. Шеуджсена.....	560
Определение емкости катионного обмена корней по методу Хельми и Элгебели в модификации А.В. Петербургского.....	561
Определение емкости анионного обмена корней по методу А.В. Петербургского и Г.Л. Нелюбовой.....	561

10 РОСТ, РАЗВИТИЕ И ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ	564
10.1 Рост и развитие растений	564
Фенологические наблюдения	564
Учет густоты стояния растений и изреживаемости посевов	567
Показатели роста растений	567
10.2 Водный обмен растений	568
Определение содержания воды и сухого вещества в растениях	569
Определение содержания свободной и связанной воды в растениях	570
Определение водного дефицита растений	579
Определение водоудерживающей способности растений методом «завядания» по Арланду.....	580
Определение продуктивности транспирации и транспирационного коэффициента	580
Определение интенсивности транспирации и относительной транспирации весовым методом	581
11 ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ	583
11.1 Фотосинтез	583
Ассимиляционная поверхность листьев	583
Фотосинтетический потенциал.....	584
Пигментный статус.....	585
Определение содержания пигментов в листьях по В.Е. Васильевой.....	586
Разделение пигментов методом хроматографии на бумаге по Сапожникову.....	589
Разделение каротиноидов методом тонкослойной хроматографии по Хазеру в модификации Корнюшенко и Сапожникова.....	590
Определение пигментов с помощью фотоэлектроколориметра	592
Определение содержания пигментов в листьях по методу Т.Н. Годнева в модификации А.Х. Шеуджена.....	593
Интенсивность фотосинтеза и ассимиляционное число	594
Определение интенсивности фотосинтеза и дыхания растений по методу Ф.З.Бородулиной в модификации А.Х. Шеуджена.....	595
Чистая продуктивность фотосинтеза.....	596
11.2 Дыхание	597
Определение интенсивности дыхания по методу Р. Бойсен-Инсена.....	598
Определение интенсивности дыхания манометрическим методом Варбурга по С.С. Баславской и О.М. Трубецкой	599
Определение интенсивности дыхания и дыхательного коэффициента	604
Определение дыхания и фотосинтеза по методу Ф.З. Бородулиной.....	607
Определение дыхательного коэффициента прорастающих семян по методу Л.В. Можжаевой и Н.В. Пильчиковой.....	610
12 ФЕРМЕНТЫ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ	612
12.1 Ферменты.....	612
Определение активности нитратредуктазы по методу Мульдера	612
Определение активности каталазы методом титрования перманганатом.....	613
Определение активности амилазы колориметрическим методом.....	613
Определение активности цитохромоксидазы спектрофотометрическим методом.....	614
Определение активности уреазы колориметрическим методом	615
Определение активности пероксидазы.....	616
Определение активности аскорбатоксидазы спектрофотометрическим методом.....	617
Определение активности полифенолоксидазы по методу А.Н. Бояркина.....	618
Определение активности дегидрогеназ	619
Определение активности липазы по А.И. Еракову	620
Определение активности липоксигеназы	621
Определение активности протеолитических ферментов.....	621
Определение кислой и щелочной фосфатаз.....	624
Определение активности липоксигеназы монометрическим методом Варбурга.....	624
Определение активности фосфорилазы колориметрическим методом	625

Определение активности хлорофиллазы спектрофотометрическим методом по В.Ф. Гавриленко	626
Определение активности малатдегидрогеназы (декарбоксимизирующей) по методу Е.Г. Сальковой и Ю.В. Звягинцевой	627
Определение активности β -глюкозидазы по методу А.Н. Ермакова	627
Определение активности альдолазы по методу А. Берто и В. Грассман с изменениями, разработанными биохимической лабораторией ВИРа	628
Определение активности пектинметилэстеразы потенциометрическим методом	629
Определение активности полигалактуроназы	630
Определение активности пектинэстеразы титрометрическим методом по Н.П. Пономаревой	632
Определение активности β -галактозидазы по методу Б.М.Кажана	633
Определение активности β -фруктофуранозидазы	634
12.2 Обмен веществ	635
12.2.1 Азот и формы его соединений	635
Определение общего, белкового и небелкового азота в растениях по Б.П. Плешкову	635
Определение форм небелкового азота в одной навеске по Б.П. Плешкову	638
Выделение белков из растений и определение их фракционного состава по Осборну в модификации Плешкова	639
Выделение зеина по методу В.Г. Конарева	644
Определение содержания клейковины в зерне	645
Определение изоэлектрической точки белков по Б.П. Плешкову	646
Определение аминокислотного состава белков по Б.П. Плешкову	647
12.2.2 Фосфор и формы его соединений	649
Определение форм фосфорных соединений в растениях по методу В.Г. Конорева в модификации А.Ф. Слипчика	649
12.2.3 Углеводы и их фракционно-групповой состав	652
Количественное определение разных групп углеводов в одной навеске по методу А.Н. Белозерского и Н.И. Проскурякова	652
Фракционированное определение углеводов	654
Количественное определение сахаров по Бертрану	659
Определение водорастворимых углеводов	662
Определение крахмала методом кислотного гидролиза	662
Объемный метод определения крахмала по методу Х. Починка	663
Определение крахмала прямым методом по Н. И. Проскурякову и А. Н. Кожевниковой	665
Определение клетчатки по методу Кишинера и Ганека	665
12.2.4 Жиры	665
Определение сырого жира в растениях по массе обезжиренного остатка по методу С.В. Рушковского	666
Определение кислотного числа	666
Определение числа омыления	667
Определение йодного числа	668
Определение перекисного числа	669
13 МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ	671
13.1 Агробиохимическая классификация химических элементов А.Х. Шеуджена	671
13.2 Изучение реакции растений на элементы питания	673
13.3 Питательные смеси для водных и песчаных культур, методика расчета норм удобрений для вегетационного опыта с почвенной культурой	674
13.4 Методы анализа растений	677
13.4.1 Азот	677
Определение общего азота по методу Кьельдаля	680
Определение общего азота с реактивом Несслера по В.Н. Кудянову	681
Определение общего азота в растениях по методу ЦИНАО	682
13.4.2 Фосфор	683
Определение фосфора по методу Левицкого	686
Определение фосфора по методу Малюгина и Хреновой	687

	Определение фосфора по методу Мецержакова.....	687
	Определение фосфора по методу Ле Ван Тием.....	688
	Определения фосфора с реактивом Бартона.....	689
13.4.3	Калий.....	689
	Определение калия по методу Тананаева.....	690
	Определение калия объёмным микрометодом.....	690
	Объёмный метод определения калия с помощью ферроцианида магния.....	692
	Объёмный метод определения калия с виннокислым анилином.....	693
	Определение азота, фосфора и калия из одной навески по Куркаеву.....	694
13.4.4	Кремний.....	696
	Определение содержания кремния в растворе золы по методу Г. Барсуковой.....	697
	Определение кремния гравиметрическим методом.....	697
	Определение кремния фотометрическим методом.....	698
	Определение кремния атомно-абсорбционным методом.....	700
	Определение кремния в свежесрезанных растениях по методу Матычченкова.....	701
	Определение органического и минерального кремния по методу М. П. Колесникова.....	701
13.4.5	Кальций.....	702
	Определение кальция трилонометрическим методом.....	703
	Определение кальция методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.....	703
	Пламенно-фотометрическое определение кальция по методу Алексева.....	705
	Определение кальция комплексометрическим методом.....	706
	Калориметрическое определение кальция с кальционом.....	707
	Калориметрический метод определения кальция с кислотным хромом синим К.....	708
	Флуориметрическое определение кальция по методу Е. А. Божевольному.....	709
13.4.6	Сера.....	710
	Определение SO_4 в растворе золы гравиметрическим методом по методу Айдиняна.....	711
	Определение содержания SO_4 турбидиметрическим методом.....	712
13.4.7	Магний.....	714
	Комплексометрический метод определения магния.....	714
	Определение магния фотокалориметрическим методом.....	715
	Определение магния атомно-абсорбционным методом.....	716
13.4.8	Железо.....	717
	Определение железа гравиметрическим методом.....	719
	Определение железа с диэдратом калия и с титриметрическим окончанием.....	719
	Определение железа сульфосалициловым методом и с турбодиметрическим окончанием.....	720
	Определение железа методом с о-фенантролином и с турбодиметрическим окончанием.....	721
	Определение железа атомно-абсорбционным методом.....	722
13.4.9	Алюминий.....	722
	Определение алюминия алюминоновым методом.....	723
	Определение алюминия альбероновым методом по И. С. Мустафину и Л. О. Матвееву.....	724
13.4.10	Натрий.....	724
	Определение натрия пламенно-фотометрическим методом.....	724
13.4.11	Бор.....	725
	Определение бора с хинализарином.....	726
	Определение бора с диантрохинолиимидом.....	726
	Определение бора в виде комплекса тетрафторбората с окрашенными органическими основаниями.....	727
	Определение бора атомно-абсорбционным методом.....	728
13.4.12	Кобальт.....	728
	Определение кобальта с 2-нитрозо-1-нафтолом.....	728
	Атомно-абсорбционный метод определения кобальта в растениях.....	729
	Определение кобальта с помощью нитрозо-R-соли.....	730
13.4.13	Марганец.....	730
	Определение марганца персульфатным методом.....	731
	Определение марганца с формальдоксимом.....	731

	<i>Определение марганца комплексометрическим способом</i>	731
	<i>Определение марганца атомно-абсорбционным методом</i>	732
13.4.14	Медь	733
	<i>Определение меди турбодиметрическим методом с использованием дитиолдитиокарбамата свинца</i>	733
	<i>Определение меди с купризоном (ГОСТ 31322–2009)</i>	734
	<i>Определение меди с пикрамин–эпсилон (взято из ГОСТ 4388–72)</i>	735
	<i>Определение меди экстракционным роданид-пиридиновым методом</i>	735
	<i>Определение меди титриметрическим методом с йодидом калия</i>	736
	<i>Определение содержания меди в растворе золы растений атомно-абсорбционным методом</i>	737
13.4.15	Молибден	738
	<i>Определение молибдена гравиметрическим методом (ГОСТ 12354–81)</i>	739
	<i>Определение молибдена комплексометрическим методом (ГОСТ 2082.3–81)</i>	741
	<i>Определение молибдена ААС методом (ГОСТ 14250.9–80)</i>	742
	<i>Определение молибдена по методу А.М. Мецержакова</i>	743
	<i>Определение молибдена по методу Ринькиса</i>	744
	<i>Определение молибдена в растениях роданидным методом по Веригиной</i>	745
	<i>Определение молибдена цинк–дитиоловым методом по В.Н. Дышко и Л.В. Дышко</i>	747
13.4.16	Цинк	749
	<i>Определение цинка турбодиметрическим методом по К.В.Веригиной</i>	749
	<i>Определение цинка комплексометрическим методом (ГОСТ 24978–91)</i>	752
	<i>Определение цинка атомно–абсорбционным методом (ГОСТ 24978–91)</i>	753
	<i>Определение цинка гравиметрическим методом</i>	753
13.4.17	Литий	755
	<i>Определение лития колориметрическим феррипериодатным методом по В.В. Ковальскому и А.Х. Гололобову</i>	755
13.4.18	Селен	756
	<i>Определение селена флуориметрическим методом с использованием 2,3-диаминонафталина</i>	756
13.4.19	Йод	757
	<i>Определение йода без озоления проб в муфельных печах</i>	757
13.4.20	Ванадий	759
	<i>Определение ванадия фосфорновольфраматным методом</i>	759
	<i>Определение ванадия бензидиновым методом</i>	760
13.4.21	Титан	761
	<i>Определение титана пероксидным методом по В.В. Ковальскому и А.Д.Г.Гололобову</i>	761
	<i>Определение титана атомно-абсорбционным методом</i>	761
13.4.22	Кадмий	762
	<i>Определение кадмия атомно-абсорбционным методом</i>	762
	<i>Определение кадмия фотометрическим методом с использованием дитизона</i>	762
13.4.23	Свинец	765
	<i>Определение свинца атомно-абсорбционным методом</i>	765
	<i>Определение свинца фотометрическим методом с использованием дитизона</i>	766
13.4.24	Никель	767
	<i>Определение никеля атомно-абсорбционным методом</i>	767
	<i>Определение содержания никеля фотометрическим методом с использованием диметилглиоксима</i>	767
13.4.25	Хром	768
	<i>Определение хрома атомно-абсорбционным методом</i>	768
	<i>Определение хрома фотометрическим методом с использованием дифенилкарбазида</i>	769
13.4.26	Мышьяк	770
	<i>Определение мышьяка фотометрическим методом с использованием молибдата аммония</i>	770
13.4.27	Фтор	771

	<i>Определение фтора фотометрическим методом Ж с использованием ализарин-комплексона и нитрата церия</i>	771
13.4.28	<i>Ртуть</i>	772
	<i>Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом (методом «холодного пара»)</i>	772
13.4.29	<i>Уран</i>	773
	<i>Определение урана люминесцентно-фотометрическим методом во В.В. Ковальского и А.Х. Гололобова</i>	773
13.5	<i>Методы расчета агрохимической эффективности удобрений в агроценозах</i>	774
	<i>Расчет содержания биогенных элементов в органических удобрениях</i>	780
	<i>Определение потерь азота удобрений из затопленной почвы в лабораторном опыте по методу А.Х. Шеуджена</i>	780