

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ
для специалистов
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
НА ПОСТРАДАВШИХ ОТ КАТАСТРОФЫ
НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ТЕРРИТОРИЯХ**

Минск 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. АГРОХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПАХОТНЫХ И ЛУГОВЫХ ЗЕМЕЛЬ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	4
1.1. Кислотность почв	4
1.2. Обеспеченность почв гумусом	7
1.3. Обеспеченность почв фосфором	8
1.4. Обеспеченность почв калием	10
1.5. Обеспеченность почв кальцием	12
1.6. Обеспеченность почв магнием	14
1.7. Обеспеченность почв бором	16
1.8. Обеспеченность почв медью	18
1.9. Обеспеченность почв цинком	20
1.10. Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных земель	23
2. СИСТЕМА АГРОХИМИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	28
2.1. Известкование кислых почв сельскохозяйственных земель	28
2.1.1. Агротехнические требования к проведению известкования кислых почв сельскохозяйственных земель	28
2.1.2. Дозы известковых материалов.....	32
2.2. Органические удобрения	36
2.2.1. Виды органических удобрений, их характеристика	37
2.2.2. Методика расчета потребности в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах.....	56
2.3. Минеральные удобрения	58
2.3.1. Азотные удобрения.....	58
2.3.1. Фосфорные удобрения	58
2.3.2. Калийные удобрения	60
2.3.3. Микроудобрения	64
ПРИЛОЖЕНИЕ	66

ВВЕДЕНИЕ

Восстановление сельскохозяйственного производства является одним из ключевых направлений реабилитации территорий, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС. Реабилитация радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения – это система организационных, агротехнических, агрохимических и мелиоративных мероприятий, направленных на снижение доз облучения населения, связанных с потреблением пищевых продуктов, содержащих радионуклиды.

Агрохимические мероприятия включают традиционные приемы: известкование кислых почв; внесение органических удобрений; внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений; оптимизация азотного питания растений; внесение микроудобрений. Применение научно обоснованных доз мелиорантов, минеральных и органических удобрений на загрязненных радионуклидами землях должна обеспечивать минимальное накопление радионуклидов в растениеводческой и животноводческой продукции, исключение производства продукции и продуктов питания, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию радионуклидов. Комплекс агрохимических мероприятий должен способствовать восстановлению и поддержанию почвенного плодородия.

За послеаварийный период в результате системной реализации защитных мер были разработаны и применены рекомендованные дозы мелиорантов и удобрений с целью ограничения поступления радионуклидов из почвы в сельскохозяйственную продукцию и снижения уровней дозовых нагрузок на население.

В рамках выполнения работ по мероприятию: «Организация и проведение семинаров-консультаций для специалистов сельскохозяйственных организаций и представителей крестьянско-фермерских хозяйств по ведению производства в условиях радиоактивного загрязнения территорий» Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы РУП «Институт почвоведения и агрохимии» подготовил «Справочное пособие для специалистов агропромышленного комплекса, осуществляющих деятельность на пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС территориях», в котором дан анализ динамики основных агрохимических показателей плодородия пахотных и луговых почв районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС за длительный период времени. Приведена система применения удобрений, которую рекомендуется использовать при обосновании мероприятий по эффективному использованию загрязненных радионуклидами почв сельскохозяйственных земель с целью получения нормативно чистой продукции растениеводства.

1. АГРОХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПАХОТНЫХ И ЛУГОВЫХ ЗЕМЕЛЬ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Агрохимические свойства, определяющие потенциал плодородия почв, оказывают сильное влияние на накопление радионуклидов всеми сельскохозяйственными культурами. При повышении содержания гумуса в дерново-подзолистых супесчаных почвах от 1,0 до 3,5 % переход ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения снижается до 2,0–2,5 раз. По мере повышения содержания в почве обменных форм калия от низкого (менее 100 мг/кг) до оптимального (200–300 мг/кг) и изменения реакции почв от кислого интервала (pH_{KCl} 4,5–5,0) к нейтральному (pH_{KCl} 6,5–7,0) – переход радионуклидов в продукцию уменьшается от 3 до 10 раз.

Почвы, загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных земель, характеризуются различным плодородием и особенно отличаются по областям по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия. При возделывании культур на почвах с низким содержанием элементов питания переход радионуклидов в растения выше, чем на хорошо обеспеченных почвах. Поэтому важно поддерживать оптимальные показатели плодородия почв на загрязненных радионуклидами землях. Благодаря применению защитных мероприятий на загрязненных землях за послеаварийный период произошло существенное улучшение основных показателей агрохимических свойств почв.

1.1. Кислотность почв

Районы, пострадавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС, по степени кислотности характеризуются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией. Высокая доля почв сильно- и среднекислых с pH менее 5,0 отмечена в 3 районах: Лунинецком, Ельском, Лельчицком, что связано с недостаточными объемами известкования. Значительная доля нейтральных и слабощелочных почв с pH более 6,5 в радиоактивно загрязненных районах обусловлена мелиоративным известкованием с целью снижения накопления радионуклидов в продукции сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

**Распределение почв пахотных земель по группам кислотности
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам кислотности, %							Средне- взвешенное рН
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 4,5	4,51– 5,00	5,00– 5,50	5,51– 6,00	6,01– 6,50	6,51– 7,00	> 7,00	
Брестская область								
Лунинецкий	3,7	11,7	27,7	31,1	19,3	6,1	0,4	5,51
Пинский	1,6	6,4	21,3	33,0	22,8	8,9	6,0	5,75
Столинский	1,8	6,0	17,2	29,3	26,5	11,2	8,0	5,94
Могилевская область								
Быховский	1,8	6,7	17,3	30,7	33,0	9,9	0,6	5,87
Костюковичский	6,4	9,5	15,6	20,5	29,5	16,5	2,0	5,84
Краснопольский	4,9	8,5	14,1	23,6	30,0	15,5	3,4	5,89
Славгородский	3,3	10,1	18,8	22,5	26,1	17,3	1,9	5,85
Чериковский	1,9	7,0	13,9	23,0	29,6	21,9	2,7	6,02
Гомельская область								
Брагинский	0,3	2,4	13,8	29,2	31,6	17,6	5,1	6,06
Буда-Кошелевский	1,6	7,1	18,8	27,4	26,3	14,5	4,3	5,91
Ветковский	0,8	4,1	16,5	30,7	32,4	14,9	0,6	5,94
Добрушский	1,0	5,9	18,7	30,7	27,9	12,2	3,6	5,91
Ельский	3,2	12,7	27,7	28,4	19,3	7,8	0,9	5,54
Калинковичский	2,2	9,3	26,3	30,9	21,5	9,1	0,7	5,61
Кормянский	0,6	4,8	16,1	26,8	30,4	19,0	2,3	5,99
Лельчицкий	6,6	14,6	22,3	22,1	19,5	12,1	2,8	5,55
Наровлянский	1,4	4,8	16,0	33,6	28,3	14,9	1,0	5,90
Речицкий	3,1	8,5	19,3	27,0	22,5	13,1	6,5	5,83
Рогачевский	1,1	8,1	22,8	31,4	25,8	10,3	0,5	5,78
Хойникский	0,6	2,9	12,9	26,9	33,4	19,9	3,4	6,05
Чечерский	2,1	6,2	17,8	27,0	28,7	14,7	3,5	5,91

Таблица 2

**Распределение почв луговых земель по группам кислотности
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам кислотности, %							Средне- взвешенное рН
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 4,5	4,51– 5,00	5,00– 5,50	5,51– 6,00	6,01– 6,50	6,51– 7,00	> 7,0 0	
Брестская область								
Лунинецкий	2,8	10,7	30,0	31,3	18,6	6,0	0,6	5,46
Пинский	1,5	5,5	21,4	36,4	22,5	8,4	4,3	5,64
Столинский	1,0	4,9	18,9	31,6	27,1	11,0	5,5	5,85
Могилевская область								
Быховский	2,5	5,0	12,8	27,0	32,0	18,9	1,8	5,85
Костюковичский	7,5	8,8	14,4	21,1	25,5	19,4	3,3	5,86
Краснопольский	4,3	4,8	12,3	24,1	30,3	20,9	3,3	6,01
Славгородский	2,6	8,7	18,5	21,2	25,6	19,0	4,4	5,87
Чериковский	1,9	10,2	11,9	20,0	28,7	23,0	4,3	6,04
Гомельская область								
Брагинский	0,3	3,6	16,6	35,2	23,2	12,1	9,0	5,79
Буда-Кошелевский	0,9	5,0	12,1	21,6	26,0	22,0	12,4	6,13
Ветковский	1,6	4,9	13,8	23,3	36,0	18,5	1,9	5,92
Добрушский	0,9	3,4	12,3	25,6	27,9	17,1	12,8	6,11
Ельский	2,8	13,7	27,8	28,8	17,7	7,6	1,6	5,51
Калинковичский	1,8	8,1	23,1	34,1	24,0	7,7	1,2	5,51
Кормянский	0,2	2,4	7,8	20,3	32,8	31,3	5,2	6,24
Лельчицкий	4,8	13,7	23,8	23,6	19,3	11,7	3,1	5,48
Наровлянский	1,8	6,4	21,0	34,1	20,6	15,5	0,6	5,81
Речицкий	2,2	5,0	16,0	22,9	20,9	17,8	15,2	6,02
Рогачевский	2,4	5,1	14,9	26,8	29,1	19,9	1,8	5,89
Хойникский	0,5	3,8	15,3	31,3	24,8	17,1	7,2	5,91
Чечерский	0,7	5,6	14,9	25,2	27,6	20,0	6,0	5,98

1.2. Обеспеченность почв гумусом

Содержание гумуса в почвах пахотных земель загрязненных районов Брестской области составляет более 2,5 %, Гомельской области различается от 2,07 до 2,76 %, Могилевской – от 1,75 до 2,16 %. Значительная доля почв с содержанием гумуса менее 1,50 % наблюдается на пахотных землях Костюковичского, Краснопольского и Чериковского районов.

Таблица 3

Распределение почв пахотных земель по содержанию гумуса радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь

Район	По группам содержания гумуса, %						Средне- взвешенное содержание гумуса, %
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 1,00	1,01– 1,50	1,51– 2,00	2,01– 2,50	2,51– 3,00	> 3,00	
Брестская область							
Лунинецкий	–	2,0	11,6	17,8	14,2	54,4	2,75
Пинский	–	9,6	22,9	14,4	10,4	42,7	2,51
Столинский	0,9	9,6	13,5	10,9	8,5	56,6	2,66
Могилевская область							
Быховский	0,1	12,3	30,9	29,2	16,8	10,7	2,16
Костюковичский	0,3	35,5	37,8	18,4	5,2	2,8	1,75
Краснопольский	0,9	26,7	35,4	20,3	9,2	7,5	1,91
Славгородский	0,1	15,8	37,8	30,6	11,3	4,4	2,01
Чериковский	1,6	27,1	46,1	18,6	5,0	1,6	1,77
Гомельская область							
Брагинский	0,1	6,9	30,3	25,6	16,4	20,7	2,30
Буда-Кошелевский	–	5,7	33,4	33,9	16,1	10,9	2,21
Ветковский	0,1	4,6	31,9	37,3	16,7	9,4	2,22
Добрушский	0,1	6,4	45,3	32,4	8,8	7,0	2,07
Ельский	–	–	5,3	24,4	21,8	48,5	2,76
Калинковичский	0,1	2,4	13,2	22,8	18,3	43,2	2,62
Кормянский	–	3,0	32,5	43,3	16,5	4,7	2,19
Лельчицкий	0,1	0,7	10,1	22,5	19,2	47,4	2,71
Наровлянский	–	3,5	20,2	34,6	18,6	23,1	2,41
Речицкий	–	3,0	24,8	31,0	14,6	26,6	2,41
Рогачевский	–	2,8	23,7	38,0	21,8	13,7	2,34
Хойникский	–	2,9	38,4	29,1	12,6	17,0	2,24
Чечерский	–	2,0	19,4	38,6	30,5	9,5	2,38

Таблица 4

**Распределение почв луговых земель по содержанию гумуса
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания гумуса, %						Средне- взвешенное содержание гумуса, %
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 1,00	1,01– 1,50	1,51– 2,00	2,01– 2,50	2,51– 3,00	> 3,00	
Брестская область							
Лунинецкий	–	0,9	4,0	12,2	15,1	67,8	3,03
Пинский	–	3,3	9,9	11,1	11,3	64,4	2,96
Столинский	0,2	2,1	2,9	4,3	6,4	84,1	3,20
Могилевская область							
Быховский	–	5,6	18,3	19,6	14,6	41,9	2,72
Костюковичский	0,7	21,7	37,4	24,2	8,7	7,3	1,97
Краснопольский	1,2	7,8	23,1	28,2	16,5	23,2	2,39
Славгородский	0,4	13,0	25,8	24,2	12,7	23,9	2,35
Чериковский	1,0	10,6	32,4	28,8	20,9	6,3	2,17
Гомельская область							
Брагинский	–	1,9	6,3	6,8	13,7	71,3	2,88
Буда-Кошелевский	–	2,0	14,6	22,1	17,3	44,0	2,63
Ветковский	0,6	6,4	10,0	15,8	17,5	49,7	2,64
Добрушский	–	3,2	9,9	14,5	14,9	57,5	2,74
Ельский	–	–	1,7	8,0	13,9	76,4	2,97
Калинковичский	0,3	0,4	4,2	6,1	7,3	81,7	2,95
Кормянский	–	0,2	9,2	24,7	23,0	42,9	2,69
Лельчицкий	–	0,4	1,7	7,1	9,7	81,1	2,98
Наровлянский	1,2	0,5	4,5	15,2	21,7	56,9	2,81
Речицкий	–	0,6	7,0	12,7	11,9	67,8	2,85
Рогачевский	–	2,4	14,8	17,9	16,4	48,5	2,66
Хойникский	0,1	0,3	4,0	6,5	10,4	78,7	2,96
Чечерский	0,5	1,7	18,6	33,8	19,8	25,6	2,47

1.3. Обеспеченность почв фосфором

Средневзвешенное содержание фосфора на почвах пахотных и луговых земель по загрязненным районам сильно различается. Очевидно, что в большинстве районов дозы фосфорных удобрений на пашне необходимо повысить, чтобы соответствовали потребности возделываемых культур и позволяли поддерживать концентрацию подвижных фосфатов в почве на уровне, необходимом для формирования высокой

продуктивности севооборотов и минимизации накопления радионуклидов в продукции.

Таблица 5

Распределение почв пахотных земель по содержанию фосфора радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь

Район	По группам содержания Р ₂ О ₅ , %						Средне- взвешенное содержание Р ₂ О ₅ , мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 60	61– 100	101– 150	151– 250	251– 400	> 400	
Брестская область							
Лунинецкий	9,4	20,0	28,2	29,3	12,2	0,9	148
Пинский	5,5	14,5	23,4	33,0	21,1	2,5	175
Столинский	5,6	14,8	22,8	38,6	17,9	0,3	175
Могилевская область							
Быховский	3,0	13,2	24,7	35,4	21,2	2,5	185
Костюковичский	17,6	18,7	19,3	25,5	16,6	2,3	157
Краснопольский	10,5	12,3	16,6	27,5	28,2	4,9	196
Славгородский	6,0	13,6	22,0	34,4	21,1	2,9	183
Чериковский	2,4	10,3	21,4	39,0	25,0	1,9	195
Гомельская область							
Брагинский	5,0	8,7	16,4	39,2	22,8	7,9	212
Буда-Кошелевский	4,0	11,3	17,9	33,8	22,8	10,2	222
Ветковский	3,4	6,5	13,8	33,6	32,8	9,9	241
Добрушский	3,8	11,2	19,2	39,6	18,7	7,5	207
Ельский	2,8	9,2	17,0	30,2	27,7	13,1	233
Калинковичский	10,9	20,7	23,0	26,6	14,3	4,5	161
Кормянский	3,4	9,1	16,8	36,3	26,8	7,6	221
Лельчицкий	10,8	18,4	22,7	28,0	15,6	4,5	167
Наровлянский	4,6	11,8	18,7	35,6	21,0	8,3	211
Речицкий	2,8	8,2	16,0	29,1	31,9	12,0	245
Рогачевский	4,3	12,7	20,6	35,7	21,4	5,3	199
Хойникский	1,9	6,4	13,5	36,6	29,3	12,3	246
Чечерский	2,4	7,1	13,3	33,4	34,9	8,9	243

Таблица 6

**Распределение почв луговых земель по содержанию фосфора
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания Р ₂ О ₅ , %						Средне- взвешенное содержание Р ₂ О ₅ , мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 60	61– 100	101– 150	151– 250	251– 400	> 400	
Брестская область							
Лунинецкий	26,9	32,5	26,6	12,0	1,8	0,2	92
Пинский	14,9	23,5	24,7	24,8	10,5	1,6	129
Столинский	24,4	28,1	22,2	18,7	6,4	0,2	113
Могилевская область							
Быховский	18,4	22,9	29,6	19,4	6,8	2,9	114
Костюковичский	43,4	22,6	13,9	13,0	5,5	1,6	99
Краснопольский	39,7	21,6	12,5	11,5	11,5	3,2	118
Славгородский	34,3	18,9	17,5	16,9	10,5	1,9	120
Чериковский	5,9	18,6	28,3	34,2	11,5	1,5	159
Гомельская область							
Брагинский	26,1	25,9	23,6	14,1	6,2	4,1	103
Буда-Кошелевский	16,8	24,3	22,7	21,3	9,6	5,3	148
Ветковский	20,5	26,0	23,3	18,8	7,8	3,6	131
Добрушский	14,1	29,2	24,6	20,1	7,4	4,6	135
Ельский	8,6	24,1	25,3	24,0	12,8	5,2	158
Калинковичский	23,8	30,6	24,6	14,1	5,2	1,7	103
Кормянский	23,4	30,1	19,7	16,6	7,1	3,1	127
Лельчицкий	33,0	28,1	22,6	12,0	3,3	1,0	92
Наровлянский	13,1	22,4	22,4	26,5	13,6	2,0	153
Речицкий	13,1	18,8	23,9	24,3	14,6	5,3	161
Рогачевский	19,3	24,3	22,4	20,5	9,8	3,7	135
Хойникский	10,0	24,3	23,8	20,8	12,5	8,6	156
Чечерский	18,9	17,0	16,3	23,6	17,4	6,8	159

1.4. Обеспеченность почв калием

Почвы пахотных земель загрязненных районов характеризуются средним и повышенным содержанием калия. По Брестской области средневзвешенное значение содержания K_2O составляет от 164 до 182 мг/кг, в Могилевской области от 209 до 258 мг/кг, в Гомельской раз-

личается от 126 мг/кг в Калинковичском и 143 мг/кг в Лельчицком районах до 303 мг/кг почвы в Хойникском районе. На улучшенных сенокосах и пастбищах преобладают слабообеспеченные калием почвы.

Таблица 7

Распределение почв пахотных земель по содержанию калия радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь

Район	По группам содержания K_2O , %						Средне- взвешенное содержание K_2O , мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 80	81– 140	141– 200	201– 300	301– 400	> 400	
Брестская область							
Лунинецкий	7,3	30,5	31,8	24,5	5,0	0,9	164
Пинский	10,6	27,8	24,3	23,3	8,5	5,5	176
Столинский	9,8	30,2	27,6	21,5	10,6	0,3	182
Могилевская область							
Быховский	1,1	8,9	24,3	40,1	18,9	6,7	244
Костюковичский	8,4	21,6	23,5	25,0	14,1	7,4	209
Краснопольский	4,4	12,3	15,4	29,3	23,9	14,7	258
Славгородский	2,4	15,3	26,4	36,5	13,8	5,6	224
Чериковский	2,9	11,4	22,7	39,1	18,6	5,3	237
Гомельская область							
Брагинский	5,4	11,3	16,6	31,9	21,1	13,7	264
Буда-Кошелевский	4,2	14,0	20,4	31,1	18,5	11,8	256
Ветковский	3,2	11,7	24,0	33,3	19,5	8,3	247
Добрушский	4,6	16,0	21,5	30,8	17,3	9,8	243
Ельский	6,9	20,7	21,8	23,6	14,3	12,7	230
Калинковичский	38,2	30,0	14,7	11,0	3,5	2,6	126
Кормянский	3,4	9,8	20,6	36,4	21,8	8,0	253
Лельчицкий	23,4	31,1	22,4	15,3	5,6	2,2	143
Наровлянский	7,6	19,7	24,5	30,7	11,3	6,2	215
Речицкий	5,9	16,9	21,5	27,3	17,3	11,1	233
Рогачевский	6,4	21,5	27,3	30,3	10,2	4,3	204
Хойникский	1,9	4,7	14,2	31,5	29,6	18,1	303
Чечерский	3,0	15,6	25,5	31,6	18,0	6,3	234

Таблица 8

**Распределение почв луговых земель по содержанию калия
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания К ₂ О, %						Средне- взвешенное содержание К ₂ О, мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 80	81– 140	141– 200	201– 300	301– 400	> 400	
Брестская область							
Лунинецкий	19,9	38,3	23,6	15,2	2,5	0,5	130
Пинский	18,9	31,5	21,0	18,2	5,8	4,6	147
Столинский	22,8	35,5	20,6	14,3	6,6	0,2	146
Могилевская область							
Быховский	36,6	18,6	16,6	16,9	7,2	4,1	143
Костюковичский	26,5	28,9	17,8	17,1	6,6	3,1	154
Краснопольский	23,3	27,2	18,4	18,0	7,7	5,4	166
Славгородский	25,4	26,9	22,8	16,5	4,6	3,8	152
Чериковский	6,6	14,4	21,5	26,6	20,7	10,2	237
Гомельская область							
Брагинский	28,3	25,8	18,8	17,2	5,4	4,5	140
Буда-Кошелевский	16,9	30,1	19,9	18,9	7,3	6,9	183
Ветковский	26,8	31,6	20,9	12,8	5,6	2,3	142
Добрушский	24,8	27,7	21,3	16,2	7,3	2,7	157
Ельский	11,9	18,9	20,5	24,1	13,0	11,6	225
Калинковичский	49,6	24,8	11,5	8,9	3,2	2,0	101
Кормянский	14,9	35,4	19,8	16,8	7,8	5,3	178
Лельчицкий	25,9	28,5	21,0	14,8	6,3	3,5	143
Наровлянский	20,1	23,1	20,6	18,4	9,6	8,2	193
Речицкий	13,5	26,2	19,6	19,6	11,6	9,5	198
Рогачевский	29,1	30,5	18,6	14,5	5,4	1,9	143
Хойникский	17,5	24,3	24,9	21,5	7,2	4,6	172
Чечерский	17,3	30,1	25,5	16,9	6,4	3,8	166

1.5. Обеспеченность почв кальцием

Основным источником поступления кальция в почву является доломитовая мука – основной мелиорант, применяемый для известкования кислых почв. На основной части пахотных земель сельскохозяйственные культуры не испытывают недостатка в кальции. Средневзвешенное содержание обменного кальция на пашне загрязненных районов Брестской области составляет от 1106 до 1530 мг/кг, Гомельской варьируется от 846 до 1311 мг/кг почвы. В Могилевской области произошло заметное снижение

содержания кальция в почве и в настоящее время этот показатель находится в пределах от 835 до 971 мг/кг почвы, доля почв с низким содержанием элемента существенна и составляет более 40 %. Дефицит кальция в питании растений уже становится заметным фактором, ограничивающим потенциал урожайности полевых культур. Оптимальная и высокая обеспеченность почв кальцием наблюдается на большей части площади улучшенных сенокосов и пастбищ. Подкисление почв луговых земель происходит в меньшей степени, по сравнению с пахотными землями.

Таблица 9

**Распределение почв пахотных земель по содержанию кальция
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания CaO, %						Средне- взвешенное содержание CaO, мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 400	401– 800	801– 1200	1201– 1600	1601– 2000	> 2000	
Брестская область							
Лунинецкий	0,3	11,5	27,3	15,6	13,6	31,7	1140
Пинский	0,2	15,6	20,0	9,9	9,3	45,0	1106
Столинский	0,4	16,2	19,0	5,1	8,9	50,4	1530
Могилевская область							
Быховский	3,8	44,7	44,7	4,8	0,8	1,2	825
Костюковичский	0,3	42,9	46,7	6,6	2,0	1,5	880
Краснопольский	0,1	29,3	51,5	12,2	2,6	4,3	971
Славгородский	0,4	45,5	44,8	8,5	0,5	0,3	859
Чериковский	0,1	47,0	48,1	4,0	0,4	0,4	835
Гомельская область							
Брагинский	0,2	16,2	41,4	18,8	4,2	19,2	1311
Буда-Кошелевский	0,9	21,2	47,6	15,8	5,8	8,7	1162
Ветковский	0,1	24,4	55,5	12,7	2,8	4,5	1051
Добрушский	0,2	22,2	49,0	15,4	4,4	8,8	1162
Ельский	0,3	34,5	33,1	8,8	5,4	17,9	870
Калинковичский	1,0	25,3	27,1	9,5	5,2	31,9	1069
Кормянский	0,3	19,3	61,2	15,6	2,1	1,5	1023
Лельчицкий	1,7	34,4	25,0	9,1	6,8	23,0	846
Наровлянский	0,3	38,9	42,9	11,0	2,8	4,1	935
Речицкий	0,6	28,3	31,0	9,5	5,1	25,5	1219
Рогачевский	0,3	22,5	51,9	17,1	3,4	4,8	1060
Хойникский	0,1	13,1	54,5	16,7	3,6	12,0	1205
Чечерский	0,6	20,8	53,4	19,9	2,2	3,1	1034

Таблица 10

**Распределение почв луговых земель по содержанию кальция
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания СаО, %						Средне- взвешенное содержание СаО, мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 400	401– 800	801– 1200	1201– 1600	1601– 2000	> 200 0	
Брестская область							
Лунинецкий	–	2,6	12,0	12,2	17,4	55,8	1203
Пинский	0,2	5,5	9,5	8,7	13,1	63,0	1058
Столинский	0,2	3,3	6,7	4,5	12,9	72,4	1647
Могилевская область							
Быховский	2,8	21,4	20,2	8,4	5,9	41,3	852
Костюковичский	0,2	26,2	47,8	12,9	6,4	6,5	1044
Краснопольский	0,6	19,1	42,2	15,5	12,9	9,7	1170
Славгородский	0,9	32,2	30,2	13,7	6,7	16,3	945
Чериковский	–	38,4	56,7	4,9	–	–	873
Гомельская область							
Брагинский	0,1	4,5	5,5	7,3	5,9	76,7	1308
Буда-Кошелевский	0,5	7,4	19,8	16,9	9,9	45,5	1790
Ветковский	0,5	6,8	15,8	16,0	11,9	49,0	1590
Добрушский	0,1	6,7	11,5	16,2	10,7	54,8	1968
Ельский	0,1	12,1	31,8	17,4	12,7	25,9	1116
Калинковичский	0,5	5,1	6,6	9,2	4,8	73,8	1174
Кормянский	–	1,7	26,3	22,5	14,8	34,7	1823
Лельчицкий	0,2	6,3	18,1	15,1	11,2	49,1	956
Наровлянский	1,3	21,6	40,4	16,1	6,4	14,2	1196
Речицкий	–	5,8	10,1	9,8	6,5	67,8	2015
Рогачевский	0,3	7,4	26,2	13,2	7,8	45,1	1585
Хойникский	0,3	2,5	5,8	10,4	12,0	69,0	1722
Чечерский	1,8	14,1	27,8	23,0	5,5	27,8	1218

1.6. Обеспеченность почв магнием

Магний, как и кальций, поступает в почву в основном с доломитовой мукой при известковании кислых почв. В результате интенсивного известкования почвы пахотных земель характеризуются повышенным содержанием обменного магния. Доля почв с низким содержанием магния, где

сельскохозяйственные культуры испытывают дефицит в элементе, составляют менее 10 %. Почвы луговых земель, с более высокой емкостью катионного обмена и меньшей интенсивностью выщелачивания оснований, накапливают больше обменного магния, чем почвы пахотных земель. Оптимальная и высокая обеспеченность магнием луговых земель наблюдается на 90 % площади улучшенных сенокосов и пастбищ.

Таблица 11

**Распределение почв пахотных земель по содержанию магния
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания MgO, %						Средне- взвешенное содержание MgO, мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 60	61–90	91– 150	151– 300	301– 450	> 450	
Брестская область							
Лунинецкий	0,3	1,1	6,4	35,0	37,4	19,8	276
Пинский	3,1	9,3	19,3	37,0	21,6	9,7	194
Столинский	1,1	3,6	14,7	36,1	31,3	13,2	271
Могилевская область							
Быховский	0,6	3,2	9,7	55,1	27,5	3,9	256
Костюковичский	0,1	6,4	13,0	58,6	20,7	1,2	231
Краснопольский	0,5	7,8	16,3	60,5	12,4	2,5	215
Славгородский	0,5	9,5	22,7	56,6	9,7	1,0	195
Чериковский	0,1	5,9	13,7	61,7	18,2	0,4	224
Гомельская область							
Брагинский	–	1,0	10,8	67,0	15,2	6,0	230
Буда-Кошелевский	0,2	1,0	12,9	61,7	19,5	4,7	246
Ветковский	0,3	0,5	7,3	64,2	24,9	2,8	256
Добрушский	0,2	1,5	22,8	68,8	5,9	0,8	198
Ельский	–	1,2	9,9	53,3	16,5	19,1	220
Калинковичский	0,4	3,0	12,8	48,4	18,6	16,8	218
Кормянский	0,3	1,2	9,7	68,4	18,5	1,9	243
Лельчицкий	1,0	1,8	11,9	39,9	15,6	29,8	225
Наровлянский	0,2	1,9	15,2	64,9	13,2	4,6	228
Речицкий	0,4	2,5	17,8	57,0	16,1	6,2	217
Рогачевский	0,4	1,3	14,6	64,2	15,3	4,2	231
Хойникский	–	0,3	6,2	73,2	15,1	5,2	243
Чечерский	1,4	2,7	11,3	54,8	27,9	1,9	245

Таблица 12

**Распределение почв луговых земель по содержанию магния
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания MgO, %						Средне- взвешенное содержание MgO, мг/кг
	I	II	III	IV	V	VI	
	< 60	61–90	91– 150	151– 300	301– 450	> 450	
Брестская область							
Лунинецкий	0,1	1,1	3,4	22,6	40,8	32,0	279
Пинский	3,8	7,8	13,7	34,5	27,3	12,9	200
Столинский	1,0	3,0	7,0	24,4	40,2	24,4	301
Могилевская область							
Быховский	0,2	2,6	4,7	32,5	23,3	36,7	262
Костюковичский	0,1	4,7	10,6	48,4	32,3	3,9	258
Краснопольский	–	3,6	9,8	49,5	28,9	8,2	267
Славгородский	1,4	7,2	16,6	42,2	20,4	12,2	221
Чериковский	–	4,4	6,5	60,4	27,5	1,2	251
Гомельская область							
Брагинский	0,2	1,4	6,3	22,6	34,7	34,8	223
Буда-Кошелевский	0,2	0,5	4,2	31,6	33,5	30,0	334
Ветковский	0,7	0,3	2,5	27,7	36,4	32,4	315
Добрушский	0,1	0,2	6,4	44,3	36,3	12,7	291
Ельский	–	0,2	3,8	32,9	31,2	31,9	300
Калинковичский	0,1	0,9	3,5	20,9	29,9	44,7	229
Кормянский	–	0,1	2,0	25,4	37,9	34,6	387
Лельчицкий	0,3	–	1,1	12,5	18,3	67,8	273
Наровлянский	0,9	3,0	7,6	43,5	26,5	18,5	301
Речицкий	0,1	0,6	7,8	37,4	34,1	20,0	283
Рогачевский	0,7	2,2	6,4	29,8	22,7	38,2	316
Хойникский	0,1	0,4	3,6	28,3	34,9	32,7	285
Чечерский	0,8	2,5	7,1	42,8	28,3	18,5	266

1.7. Обеспеченность почв бором

Основная часть пахотных земель загрязненных радионуклидами районов относится ко второй группе содержания бора в почве (0,31–0,70 мг/кг). Средневзвешенное содержание бора на пашне составляет от 0,39 до 0,67 мг/кг, на улучшенных сенокосах и пастбищах – от 0,45 до 0,77 мг/кг почвы. Доля почв пахотных земель с низкой обеспеченностью

бором (менее 0,3 мг/кг) в Могилевской и Брестской областях незначительна, в Гомельской области доля таких почв колеблется от 3,5 % в Речицком до 9,6 % в Наровлянском районе. Доля площади почв луговых земель четвертой группы обеспеченности, где не следует применять борсодержащие удобрения, различается по Гомельской области от 5,9 % в Наровлянском до 66,2 % в Калинковичском районе, по Могилевской области от 0,5 % в Краснопольском до 22,5 % в Быховском районе.

Таблица 13

Распределение почв пахотных земель по содержанию бора радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь

Район	По группам содержания В, %				Средне- взвешенное содержание В, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 0,30	0,31–0,70	0,71–1,00	> 1,01	
Брестская область					
Лунинецкий	1,1	94,6	4,2	0,1	0,58
Пинский	1,1	92,5	6,4	–	0,57
Столинский	0,3	86,6	13,0	0,1	0,62
Могилевская область					
Быховский	0,1	56,1	39,2	4,6	0,67
Костюковичский	–	92,4	5,7	1,9	0,52
Краснопольский	–	90,7	8,9	0,4	0,55
Славгородский	0,2	67,3	21,9	10,6	0,63
Чериковский	0,1	54,2	42,8	2,9	0,67
Гомельская область					
Брагинский	5,8	58,7	22,5	13,0	0,62
Буда-Кошелевский	4,9	65,5	24,3	5,3	0,61
Ветковский	5,7	56,4	24,8	13,1	0,66
Добрушский	4,3	81,8	11,9	2,0	0,52
Ельский	6,3	73,0	6,7	14,0	0,39
Калинковичский	4,2	52,4	15,9	27,5	0,55
Кормянский	8,0	70,2	20,2	1,6	0,55
Лельчицкий	5,7	70,6	8,3	15,4	0,39
Наровлянский	9,6	80,2	7,7	2,5	0,46
Речицкий	3,5	66,5	15,2	14,8	0,54
Рогачевский	7,2	77,9	11,5	3,4	0,50
Хойникский	6,5	55,9	23,2	14,4	0,65
Чечерский	4,3	71,9	21,5	2,3	0,56

Таблица 14

**Распределение почв луговых земель по содержанию бора
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания В, %				Средне- взвешенное содержание В, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 0,30	0,31–0,70	0,71–1,00	> 1,01	
Брестская область					
Лунинецкий	1,7	92,1	6,1	0,1	0,58
Пинский	2,5	90,3	7,1	0,1	0,56
Столинский	1,2	85,7	13,0	0,1	0,61
Могилевская область					
Быховский	0,5	42,2	34,8	22,5	0,60
Костюковичский	–	90,0	7,2	2,8	0,53
Краснопольский	–	94,4	5,1	0,5	0,52
Славгородский	–	69,2	19,2	11,6	0,62
Чериковский	–	50,6	46,9	2,5	0,69
Гомельская область					
Брагинский	1,4	22,3	15,5	60,8	0,61
Буда-Кошелевский	1,9	43,2	26,2	28,7	0,77
Ветковский	4,5	36,0	27,9	31,6	0,77
Добрушский	3,1	48,0	21,0	27,9	0,71
Ельский	3,2	64,3	11,9	20,6	0,45
Калинковичский	1,1	19,4	13,3	66,2	0,58
Кормянский	1,6	47,9	30,0	20,5	0,78
Лельчицкий	3,4	49,5	16,6	30,5	0,40
Наровлянский	5,6	81,7	6,8	5,9	0,50
Речицкий	1,7	47,8	21,8	28,7	0,64
Рогачевский	2,8	53,3	15,3	28,6	0,67
Хойникский	4,4	29,1	14,9	51,6	0,73
Чечерский	0,7	63,9	19,4	16,0	0,61

1.8. Обеспеченность почв медью

Пахотные и луговые земли радиоактивно загрязненных районов характеризуются недостатком содержания меди в почве и нуждаются в применении медьсодержащих удобрений. Доля почв, низкообеспеченных элементом (менее 1,5 мг/кг), на пахотных землях различается от 27,4 % в Хойникском до 85 % в Славгородском районе, на луговых землях от 18,2 % в Речицком до 77,6 % в Славгородском районе.

Таблица 15

**Распределение почв пахотных земель по содержанию меди
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания Cu, %				Средне- взвешенное содержание Cu, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 1,50	1,51–3,00	3,01–5,00	> 5,00	
Брестская область					
Лунинецкий	41,9	42,7	13,5	1,9	2,14
Пинский	43,9	41,0	13,0	2,1	2,10
Столинский	36,5	28,6	26,1	8,8	2,61
Могилевская область					
Быховский	52,5	42,6	4,1	0,8	1,63
Костюковичский	74,1	24,1	1,3	0,5	1,31
Краснопольский	58,4	37,9	2,5	1,2	1,53
Славгородский	85,0	13,0	1,2	0,8	1,16
Чериковский	51,6	45,3	2,4	0,7	1,57
Гомельская область					
Брагинский	39,3	48,7	10,1	1,9	1,94
Буда-Кошелевский	44,7	46,3	6,4	2,6	1,83
Ветковский	60,2	35,9	2,9	1,0	1,53
Добрушский	35,7	55,2	7,6	1,5	1,92
Ельский	56,9	34,5	7,7	0,9	1,72
Калинковичский	44,6	41,7	8,8	4,9	1,87
Кормянский	69,9	28,2	1,1	0,8	1,41
Лельчицкий	56,8	35,2	6,3	1,7	1,66
Наровлянский	61,7	32,6	5,0	0,7	1,57
Речицкий	28,2	49,7	16,1	6,0	2,26
Рогачевский	61,5	35,0	2,7	0,8	1,52
Хойникский	27,4	60,1	9,3	3,2	2,12
Чечерский	64,2	33,5	1,3	1,0	1,47

Таблица 16

**Распределение почв луговых земель по содержанию меди
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания Cu, %				Средне- взвешенное содержание Cu, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 1,50	1,51–3,00	3,01–5,00	> 5,00	
Брестская область					
Лунинецкий	44,8	38,8	14,3	2,1	2,14
Пинский	42,2	40,1	14,5	3,2	2,20
Столинский	27,6	31,9	28,0	12,5	2,85
Могилевская область					
Быховский	40,0	37,0	15,7	7,3	2,25
Костюковичский	67,0	31,0	1,3	0,7	1,38
Краснопольский	51,0	41,0	5,2	2,8	1,65
Славгородский	77,6	19,3	2,1	1,0	1,29
Чериковский	61,3	33,7	5,0	–	1,59
Гомельская область					
Брагинский	40,9	39,8	15,1	4,2	2,05
Буда-Кошелевский	29,6	42,8	19,6	8,0	2,43
Ветковский	43,4	31,3	15,6	9,7	2,15
Добрушский	29,5	45,0	18,9	6,6	2,32
Ельский	59,5	34,0	5,1	1,4	1,63
Калинковичский	26,0	45,4	19,5	9,1	2,41
Кормянский	44,4	37,4	12,2	6,0	2,12
Лельчицкий	51,7	38,6	7,3	2,4	1,80
Наровлянский	64,5	27,0	5,4	3,1	1,58
Речицкий	18,2	42,2	27,5	12,1	2,81
Рогачевский	37,7	35,4	15,2	11,7	2,30
Хойникский	40,4	44,5	10,9	4,2	2,07
Чечерский	57,8	31,5	6,4	4,3	1,70

1.9. Обеспеченность почв цинком

Средневзвешенное содержание цинка в почвах пахотных земель загрязненных районов различается от 2,22 до 4,91 мг/кг, луговых земель – от 2,13 до 5,30 мг/кг почвы. В большинстве районов преобладают почвы с низкой и средней обеспеченностью цинком.

Таблица 17

**Распределение почв пахотных земель по содержанию цинка
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания Zn, %				Средне- взвешенное содержание Zn, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 3,00	3,01–5,00	5,01–10,0	> 10,0	
Брестская область					
Лунинецкий	61,2	30,6	7,9	0,3	3,40
Пинский	50,8	36,7	12,2	0,3	3,65
Столинский	46,0	36,4	16,7	0,9	3,85
Могилевская область					
Быховский	49,2	39,9	9,3	1,6	3,39
Костюковичский	24,8	59,2	15,4	0,6	3,87
Краснопольский	6,1	54,9	37,3	1,7	4,91
Славгородский	36,4	46,8	15,7	1,1	3,73
Чериковский	55,0	38,8	5,8	0,4	3,09
Гомельская область					
Брагинский	65,0	28,6	6,0	0,4	2,90
Буда-Кошелевский	50,5	34,4	11,0	4,1	3,79
Ветковский	83,5	12,8	3,5	0,2	2,33
Добрушский	75,1	20,6	3,8	0,5	2,65
Ельский	82,3	15,9	1,6	0,2	2,37
Калинковичский	60,0	30,1	8,2	1,7	3,18
Кормянский	82,1	14,9	2,7	0,3	2,42
Лельчицкий	86,4	12,0	1,6	–	2,22
Наровлянский	76,2	16,5	6,4	0,9	2,70
Речицкий	49,1	36,0	13,0	1,9	3,57
Рогачевский	68,7	24,6	5,6	1,1	2,91
Хойникский	58,6	30,6	8,5	2,3	3,34
Чечерский	82,6	14,4	2,4	0,6	2,38

Таблица 18

**Распределение почв луговых земель по содержанию цинка
радиоактивно загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам содержания Zn, %				Средне- взвешенное содержание Zn, мг/кг
	I	II	III	IV	
	< 3,00	3,01–5,00	5,01–10,0	> 10,0	
Брестская область					
Лунинецкий	64,7	28,3	6,7	0,3	3,37
Пинский	58,0	30,3	11,2	0,5	3,61
Столинский	49,0	32,4	17,2	1,4	3,89
Могилевская область					
Быховский	31,9	29,5	20,8	17,8	4,43
Костюковичский	25,4	54,1	18,6	1,9	4,05
Краснопольский	8,0	41,5	47,5	3,0	5,30
Славгородский	36,0	39,4	21,1	3,5	4,03
Чериковский	57,8	38,5	3,3	0,4	3,02
Гомельская область					
Брагинский	62,5	21,8	14,6	1,1	3,33
Буда-Кошелевский	30,6	36,9	26,1	6,4	4,80
Ветковский	57,5	25,2	17,1	0,2	3,27
Добрушский	54,5	30,3	12,4	2,8	3,50
Ельский	80,7	16,9	2,4	–	2,34
Калинковичский	47,3	28,3	19,1	5,3	3,84
Кормянский	61,3	21,8	12,0	4,9	3,59
Лельчицкий	86,2	12,0	1,7	0,1	2,13
Наровлянский	77,4	15,9	5,9	0,8	2,53
Речицкий	40,0	33,2	22,3	4,5	4,24
Рогачевский	41,0	27,9	21,8	9,3	4,72
Хойникский	53,9	25,1	17,9	3,1	3,66
Чечерский	68,0	20,1	9,4	2,5	3,04

1.10. Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных земель

За длительный послеаварийный период радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях значительно улучшилась. Произошел распад короткоживущих радиоизотопов. Концентрация долгоживущих радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) в почве снизилась в 1,8–1,9 раза в связи с их естественным распадом. Наблюдается постепенное уменьшение площади используемых земель с контролируемой минимальной плотностью загрязнения ^{137}Cs более 1,0 Ки/км² и ^{90}Sr более 0,15 Ки/км², вследствие перехода части земель в категорию незагрязненных.

По уровню загрязнения преобладают земли с плотностью 1,0–5,0 Ки/км², которые занимают 80,6 % от общей площади. Доля сельскохозяйственных земель с плотностью загрязнения от 5,0 до 15 Ки/км² составляют 17,6 % от общего их количества. Они сосредоточены в основном на пашне. Также в республике ведется сельскохозяйственное производство на землях с высокой плотностью загрязнения ^{137}Cs 15–40 Ки/км². Основные массивы сельскохозяйственных земель, загрязненных ^{137}Cs , сосредоточены в Гомельской 60,0 % от общей площади и 29,6 % Могилевской области.

Загрязнение земель ^{90}Sr носит более локальный характер по сравнению с ^{137}Cs . По уровню загрязнения преобладают земли плотностью (0,15–0,30 Ки/км²), занимающие 62,1 % от общей площади. В Гомельской области имеются значительные массивы земель, загрязненных ^{90}Sr с плотностью 0,31–3,00 Ки/км², где наблюдаются превышения допустимых уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции, в первую очередь зерна на продовольственные цели. Из всей общей площади земель, загрязненных ^{90}Sr , 96,3 % их сосредоточено в Гомельской области. Наиболее загрязненными районами являются Брагинский и Хойникский, где средневзвешенное содержание ^{90}Sr в почвах пахотных земель составляет 0,58 и 0,71 Ки/км², луговых – 0,59 и 0,65 Ки/км² соответственно.

Таблица 19

Распределение почв пахотных земель по содержанию радионуклида ^{137}Cs загрязненных районов Республики Беларусь

Район	По группам ¹³⁷ Cs, %							Средне- взвешенное содержание ¹³⁷ Cs, Ки/км ²
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 0,99	1,00– 4,99	5,00– 9,99	10,00– 14,99	15,00– 29,99	30,00– 39,99	> 40,0 0	
Брестская область								
Лунинецкий	22,5	77,2	0,3	–	–	–	–	1,46
Пинский	20,4	79,6	–	–	–	–	–	1,33
Столинский	26,3	73,1	0,6	–	–	–	–	1,49
Могилевская область								
Быховский	–	96,5	3,4	0,1	–	–	–	2,26
Костюковичский	6,5	43,1	26,5	16,9	7,0	–	–	6,24
Краснопольский	–	85,0	12,0	2,5	0,5	–	–	3,45
Славгородский	–	64,2	31,9	3,9	–	–	–	4,36
Чериковский	–	67,4	26,8	2,8	3,0	–	–	4,24
Гомельская область								
Брагинский	11,7	68,0	16,6	2,6	0,9	–	0,2	3,04
Буда-Кошелевский	12,5	76,7	6,8	3,1	0,9	–	–	2,82
Ветковский	0,3	52,3	33,3	8,9	5,2	–	–	5,43
Добрушский	15,1	55,2	11,7	6,0	12,0	–	–	4,98
Ельский	3,9	82,2	13,6	0,3	–	–	–	2,81
Калинковичский	43,3	56,3	0,4	–	–	–	–	1,20
Кормянский	–	63,2	33,5	2,7	0,6	–	–	4,82
Лельчицкий	14,9	84,6	0,5	–	–	–	–	1,68
Наровлянский	–	18,3	60,1	15,2	6,4	–	–	7,78
Речицкий	55,7	44,2	0,1	–	–	–	–	1,01
Рогачевский	3,4	92,2	4,4	–	–	–	–	2,78
Хойникский	1,0	48,5	38,1	9,3	3,1	–	–	5,31
Чечерский	–	62,9	17,3	11,0	8,7	0,1	–	6,00

Таблица 20

**Распределение почв луговых земель по содержанию радионуклида ^{137}Cs
загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам ¹³⁷ Cs, %							Средне- взвешенное содержание ¹³⁷ Cs, Ки/км ²
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 0,14	0,15– 0,30	0,31– 0,50	0,51– 1,00	1,01– 2,00	2,01– 2,99	> 3,00	
Брестская область								
Лунинецкий	21,2	77,8	1,0	–	–	–	–	1,51
Пинский	25,8	74,2	–	–	–	–	–	1,27
Столинский	31,8	65,0	3,2	–	–	–	–	1,56
Могилевская область								
Быховский	0,1	98,5	1,4	–	–	–	–	2,20
Костюковичский	5,8	36,3	17,2	17,5	23,2	–	–	9,01
Краснопольский	–	82,9	14,1	2,9	0,1	–	–	3,32
Славгородский	–	63,8	33,2	3,0	–	–	–	4,38
Чериковский	–	72,2	11,7	12,4	3,7	–	–	4,75
Гомельская область								
Брагинский	12,1	80,2	6,1	0,9	0,6	0,1	–	2,37
Буда-Кошелевский	13,9	79,2	5,1	1,0	0,8	–	–	2,33
Ветковский	0,4	47,9	28,1	14,0	9,6	–	–	6,40
Добрушский	3,9	40,2	27,8	18,6	9,3	0,2	–	7,19
Ельский	6,8	81,8	11,1	0,3	–	–	–	2,42
Калинковичский	48,1	51,9	–	–	–	–	–	1,19
Кормянский	–	42,8	55,9	1,3	–	–	–	5,13
Лельчицкий	19,8	80,1	0,1	–	–	–	–	1,61
Наровлянский	–	29,9	40,0	18,9	11,2	–	–	7,99
Речицкий	45,8	54,2	–	–	–	–	–	1,10
Рогачевский	1,6	90,2	8,2	–	–	–	–	3,25
Хойникский	3,7	68,0	25,6	2,6	0,1	–	–	3,54
Чечерский	–	52,5	32,6	7,1	7,6	0,2	–	6,00

Таблица 21

**Распределение почв пахотных земель по содержанию радионуклида ^{90}Sr
загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам ⁹⁰ Sr, %							Средне- взвешенное содержание ⁹⁰ Sr, Ки/км ²
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 0,14	0,15– 0,30	0,31– 0,50	0,51– 1,00	1,01– 2,00	2,01– 2,99	> 3,00	
Брестская область								
Лунинецкий	89,0	11,0	–	–	–	–	–	0,12
Пинский	–	–	–	–	–	–	–	–
Столинский	57,3	42,7	–	–	–	–	–	0,14
Могилевская область								
Быховский	–	100,0	–	–	–	–	–	0,15
Костюковичский	15,0	85,0	–	–	–	–	–	0,16
Краснопольский	7,6	92,4	–	–	–	–	–	0,15
Славгородский	19,6	80,4	–	–	–	–	–	0,14
Чериковский	13,8	86,2	–	–	–	–	–	0,15
Гомельская область								
Брагинский	–	13,4	28,5	48,6	9,3	0,2	–	0,58
Буда-Кошелевский	15,9	77,4	5,9	0,8	–	–	–	0,19
Ветковский	7,9	75,9	15,2	1,0	–	–	–	0,23
Добрушский	12,8	61,8	20,1	5,3	–	–	–	0,24
Ельский	41,6	58,0	0,4	–	–	–	–	0,15
Калинковичский	8,9	64,8	21,1	5,2	–	–	–	0,25
Кормянский	70,9	29,1	–	–	–	–	–	0,13
Лельчицкий	69,1	30,9	–	–	–	–	–	0,12
Наровлянский	4,8	77,6	15,4	2,1	0,1	–	–	0,23
Речицкий	8,8	80,9	10,2	0,1	–	–	–	0,21
Рогачевский	–	100,0	–	–	–	–	–	0,15
Хойникский	–	5,3	21,7	55,4	17,2	0,4	–	0,71
Чечерский	15,7	63,7	20,4	0,2	–	–	–	0,22

Таблица 22

**Распределение почв луговых земель по содержанию радионуклида ^{90}Sr
загрязненных районов Республики Беларусь**

Район	По группам ⁹⁰ Sr, %							Средне- взвешенное содержание ⁹⁰ Sr, Ки/км ²
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	< 0,99	1,00– 4,99	5,00– 9,99	10,00– 14,99	15,00– 29,99	30,00– 39,99	> 40,0 0	
Брестская область								
Лунинецкий	76,7	23,3	–	–	–	–	–	0,12
Пинский	89,6	10,4	–	–	–	–	–	0,12
Столинский	89,2	10,8	–	–	–	–	–	0,13
Могилевская область								
Быховский	100,0	–	–	–	–	–	–	0,11
Костюковичский	18,8	81,2	–	–	–	–	–	0,16
Краснопольский	14,4	85,6	–	–	–	–	–	0,15
Славгородский	40,1	59,9	–	–	–	–	–	0,14
Чериковский	14,4	85,6	–	–	–	–	–	0,15
Гомельская область								
Брагинский	0,1	14,7	30,5	41,4	12,9	0,4	–	0,59
Буда-Кошелевский	17,8	77,8	3,7	0,7	–	–	–	0,19
Ветковский	14,2	61,4	18,8	5,6	–	–	–	0,25
Добрушский	1,8	50,3	36,4	11,5	–	–	–	0,32
Ельский	37,9	61,9	0,2	–	–	–	–	0,15
Калинковичский	5,7	60,9	23,3	10,1	–	–	–	0,29
Кормянский	79,0	21,0	–	–	–	–	–	0,12
Лельчицкий	78,2	21,8	–	–	–	–	–	0,13
Наровлянский	3,0	64,4	28,1	4,5	–	–	–	0,26
Речицкий	3,3	79,7	16,6	0,4	–	–	–	0,24
Рогачевский	84,4	15,6	–	–	–	–	–	0,11
Хойникский	0,1	14,5	27,9	44,0	12,9	0,6	–	0,65
Чечерский	26,2	61,4	12,4	–	–	–	–	0,19

2. СИСТЕМА АГРОХИМИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Для получения сельскохозяйственной продукции с допустимым содержанием радионуклидов и обеспечения радиационной безопасности людей, работающих на загрязненных радионуклидами землях, проводятся защитные мероприятия, которые подразделяются на следующие группы: организационные, агротехнические, агрохимические, зооветеринарные, технологические, санитарно-гигиенические, информационные.

Агрохимические защитные меры включают: известкование кислых почв; внесение органических удобрений; внесение повышенных доз фосфорных и калийных удобрений; оптимизацию азотного питания растений; применение микроудобрений; использование средств защиты растений.

2.1. Известкование кислых почв сельскохозяйственных земель

Известкование кислых почв загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных земель проводится за счет средств республиканского бюджета с целью оптимизации показателей реакции почвенной среды (pH_{KCl}), при которых наблюдается максимальное снижение поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию. Для торфяных почв $pH = 5,0-5,3$; для дерново-подзолистых почв в зависимости от типа севооборота и гранулометрического состава: глинистые и суглинистые – $5,5-6,7$; супесчаные – $5,5-6,2$; песчаные – $5,3-5,8$. Оптимизация степени кислотности почв на фоне применения минеральных удобрений позволяет повысить урожайность и сократить поступление радионуклидов в сельскохозяйственные культуры на 60–80 %.

Порядок известкования кислых почв сельскохозяйственных земель определяет «Инструкция по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель» (В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2019. – 32 с.), утвержденная Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Постановление № 5 от 18.01.2019 г.). Инструкция распространяет свое действие на юридические лица, включая их обособленные подразделения, основными видами деятельности которых являются производство сельскохозяйственной продукции, заготовка и переработка сельскохозяйственной продукции, производимой в Республике Беларусь, предоставление услуг в области растениеводства, мелиоративных услуг и услуг по обслуживанию.

2.1.1. Агротехнические требования к проведению известкования кислых почв сельскохозяйственных земель

1. Известкованию подлежат следующие сельскохозяйственные земли:

- дерново-подзолистые песчаные, супесчаные почвы со степенью кислотности pH_{KCl} пахотного горизонта 5,50 и ниже;
- дерново-подзолистые суглинистые и глинистые со степенью кислотности pH_{KCl} 6,0 и ниже;
- торфяно-болотные почвы со степенью кислотности pH_{KCl} 5,0 и ниже;
- почвы рекультивируемых земель (выработанные торфяные месторождения, карьеры и др.), если степень кислотности pH_{KCl} подготавливаемого в качестве пахотного или гумусового горизонтов имеет 5,5 и ниже.

2. Почвы по степени кислотности pH_{KCl} делятся на группы согласно таблице 23.

Таблица 23

Градации почв по степени кислотности pH_{KCl}

Группа	Степень кислотности	Почвы	
		минеральные	торфяно-болотные
I	Сильнокислые	менее 4,51	менее 4,01
II	Среднекислые	4,51–5,00	4,01–4,50
III	Кислые	5,01–5,50	4,51–5,00
IV	Слабокислые	5,51–6,00	5,01–5,50
V	Близкие к нейтральным	6,01–6,50	5,51–6,00
VI	Близкие к нейтральным и нейтральные	6,51–7,00	6,01–6,50
VII	Нейтральные и слабощелочные	Более 7,00	Более 6,50

3. Оптимальные интервалы по степени кислотности pH_{KCl} для возделывания сельскохозяйственных растений определяются согласно таблице 24.

Таблица 24

Оптимальные интервалы по степени кислотности pH_{KCl} для возделывания сельскохозяйственных растений

Почвы	В среднем	В том числе по типам севооборотов		
		со льном, картофелем, люпином, овсом, озимой рожью	зернотравяно-пропашные с кукурузой, корнеплодами	зерносвекловичные, прифермские (клевер, люцерна), овощекормовые
Дерново-подзолистые:	–	–	–	–
песчаные	5,3–5,8	5,3–5,5	5,5–5,8	5,5–5,8
супесчаные	5,5–6,2	5,5–5,8	5,6–6,0	5,8–6,2
суглинистые	5,5–6,7	5,5–6,0	6,1–6,5	6,5–6,7
Торфяно-болотные	5,0–5,3	–	–	–
Минеральные почвы сенокосов и пастбищ	5,8–6,2	–	–	–

Известкование кислых почв сельскохозяйственных земель подразделяется на:

- мелиоративное – проводится на почвах I и II групп кислотности;
- поддерживающее – проводится на почвах III и IV групп кислотности.

В севооборотах со льном, картофелем и люпином известкование проводится при степени кислотности pH_{KCl} 5,5 и ниже (на песчаных почвах – 5,25 и ниже).

Внесение известковых материалов проводится после уборки основного и побочного урожая возделываемого растения, а также под обработку почвы. Повторное известкование пахотных почв и перезалужаемых земель разрешается после проведения их агрохимического обследования (один раз в четыре года).

Известкование многолетних трав, сенокосов и пастбищ рекомендуется проводить при коренном их улучшении с внесением известковых материалов в период подготовки почвы до посева.

Допускается проводить поверхностное известкование многолетних трав, улучшенных сенокосов и пастбищ с учетом их продуктивности и дальнейшего использования.

Внесение пылевидных известковых материалов осуществляется при средней скорости ветра, не превышающей 6 м/сек. При определении скорости ветра пользуются данными метеостанций или ручными анемометрами.

Необходимо соблюдать рабочую скорость движения машин по внесению известковых материалов, установленную ширину рассева и параллельность между смежными проходами. Внесение известковых материалов в период плохой проходимости машин по полю не допускается.

Внесение известковых материалов на полях с уклоном 7–10 градусов осуществляется центробежными разбрасывателями, их заезды следует направлять в сторону подъема склона, а при уклоне более 10 градусов – по склону вниз.

В зимних условиях известкование кислых почв сельскохозяйственных земель проводится на площадях с уклоном не более 3 градусов, глубине снежного покрова не более 25 см при отсутствии снежного наста, на не затопляемых весенними паводками землях. Запрещается внесение известковых материалов на замерзшие и не покрытые снегом пахотные земли с наличием ледяной корки. Глубина снежного покрова замеряется

непосредственно перед проведением работ по известкованию кислых почв сельскохозяйственных земель.

Разбрасывающие диски центробежных машин должны быть выше верхней отметки снежного покрова не менее чем на 40 см.

Регулировка распределяющих рабочих органов разбрасывателей проводится в соответствии с инструкциями по их эксплуатации, прилагаемыми в обязательном порядке к каждому разбрасывателю.

Не допускается внесение известковых материалов неисправной или неустановленной на требуемую дозу внесения техникой.

Качество внесения известковых материалов на поле или земельном участке определяется на основании следующих показателей:

- соответствие нормативной дозе внесения;
- равномерность внесения;
- отсутствие просыпанных известковых материалов.

Для центробежных и пневматических разбрасывателей при неравномерности распределения известковых материалов свыше 35 % – работы бракуются. Отклонение фактической от заданной дозы не должно превышать 10 %.

Хранение известковых материалов осуществляется в специальных емкостях или складских помещениях. Смешивание их с другими видами продукции не допустимо. Вывозка известковых материалов в бурты должна проводиться на выровненную площадку. В местах складирования известковые материалы тщательно подбираются и разбрасываются по полю не позднее 5 дней.

Известкование кислых почв сельскохозяйственных земель осуществляется в течение календарного года.

Для известкования кислых почв сельскохозяйственных земель используются известковые материалы, которые в соответствии с Законом Республики Беларусь от 25 декабря 2005 г. № 77-З «О карантине и защите растений» прошли государственную регистрацию и включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Для известкования кислых почв сельскохозяйственных земель в Республике Беларусь используется, преимущественно, известняковая доломитовая мука (ГОСТ 14050–93) производства ОАО «Доломит». Она содержит более 95 % CaCO_3 , является труднорастворимым соединением, а измельчение ее до пыли существенно увеличивает степень и скорость

ее взаимодействия с почвой. К недостаткам доломитовой муки следует отнести возможный перенос ее на соседние поля при внесении ее в ветреную погоду.

В качестве известковых материалов также могут использоваться карбонатный сапропель, известняк и мел.

Для известкования кислых почв сельскохозяйственных земель может применяться дефекат с влажностью не более 30 % и с содержанием CaCO_3 не менее 70 % в пересчете на сухое вещество. Дефекат используется для известкования в безморозный период в сухую погоду. Наиболее целесообразно использовать дефекат на сильно-, среднекислых и высокообеспеченных магнием почвах, при залужении и перезалужении сенокосов и пастбищ.

Карбонатный сапропель применяется для известкования кислых почв сельскохозяйственных земель в районах добычи карбонатного сапропеля.

2.1.2. Дозы известковых материалов

Дозы известковых материалов в действующем веществе устанавливаются на основании гранулометрического состава почв, исходной степени кислотности pH_{KCl} , содержания гумуса в почвах, плотности загрязнения территорий радионуклидами.

Для известкования кислых почв пахотных земель применяются средние дозы известковых материалов согласно таблице 25, загрязненных радионуклидами – согласно таблице 26, сенокосов и пастбищ – согласно таблице 27.

К загрязненным радионуклидами почвам, на которых требуется дополнительное внесение известковых материалов, относятся почвы с уровнем загрязнения 1–40 Ки/кв. км по цезию-137 и 0,15–3,0 Ки/кв. км по стронцию-90. Для первого уровня загрязнения (1–4,9 Ки/кв. км по цезию-137 и 0,15–0,29 Ки/кв. км по стронцию-90) дозы известковых материалов увеличиваются только на торфяных почвах и дополнительно известкуются рыхлосупесчаные почвы с pH_{KCl} 5,51–5,75, связносупесчаные почвы с pH_{KCl} 5,51–6,00. Для второго уровня загрязнения (5–40 Ки/кв. км по цезию-137 и 0,30–3,0 Ки/кв. км по стронцию-90) дозы устанавливаются из расчета доведения реакции почвенной среды до оптимального уровня за один прием.

Таблица 25

Средние дозы известковых материалов для известкования кислых почв пахотных земель (т/га СаСО₃)

Группы почв	Содержание гумуса, %	рН солевой вытяжки							
		4,25 и ниже	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,00	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	5,76–6,00
Минеральные									
Песчаные	менее 1,50	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	–	–
	1,51–3,00	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	–	–
	более 3,00	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–	–
Рыхлосупесчаные	менее 1,50	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5*	–
	1,51–3,00	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0**	–
	более 3,00	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5**	–
Связносупесчаные	2,0 и менее	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5**	3,0**
	более 2,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	4,0**	3,5**
Легко- и среднесуглинистые	2,0 и менее	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,0	4,5	3,5
	более 2,0	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Тяжелосуглинистые и глинистые	любое	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0
Торфяно-болотные									
Торфяно-болотные	–	8,0 (12,0)* (13,0) (19,0*)**	6,5 10,0**	5,0 7,5**	3,0 5,0**	–	–	–	–

* Для почв с рН 4,0 и ниже.

** Для почв с уровнем загрязнения 1,0–4,9 Ки/км² по цезию-137 или 0,15–0,29 Ки/км² по стронцию-90.

Таблица 26

Средние дозы известковых материалов для известкования кислых почв пахотных земель, загрязненных радионуклидами (т/га СаСО₃)

Группы почв	Содержание гумуса, %	рН солевой вытяжки							
		4,25 и ниже	4,26–4,50	4,51–4,75	4,76–5,00	5,01–5,25	5,26–5,50	5,51–5,75	5,76–6,00
Минеральные									
Песчаные	менее 1,50	8,0	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	–	–
	1,51–3,00	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	–	–
	более 3,00	9,0	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	–	–
Рыхлосупесчаные	менее 1,50	10,0	9,0	8,5	7,0	5,5	5,0	3,0	–
	1,51–3,00	10,5	9,5	9,0	8,0	6,5	6,0	3,5	–
	более 3,00	11,0	10,0	9,5	8,5	7,5	7,0	4,5	–
Связносупесчаные	2,0 и менее	12,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,5	5,0	4,0
	более 2,0	13,0	11,5	11,0	10,0	8,5	7,0	5,5	4,5
Легко- и среднесуглинистые	2,0 и менее	15,0	14,0	13,0	12,0	11,0	9,5	7,0	6,0
	более 2,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	10,5	8,0	7,0
Торфяно-болотные									
Торфяно-болотные	–	13,0 (19,0)*	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–

* Для почв с рН 4,0 и ниже.

Таблица 27

**Средние дозы известковых материалов для известкования
кислых почв сенокосов и пастбищ (т/га CaCO₃)**

Группы почв	рН солевой вытяжки							
	4,25 и менее	4,26– 4,50	4,51– 4,75	4,76– 5,00	5,01– 5,25	5,26– 5,50	5,51– 5,75	5,76– 6,00
Незагрязненные радионуклидами земли								
Песчаные	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–	–
Рыхлосупесчаные	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	–	–
Связносупесчаные	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	–	–
Легко- и среднесуглинистые	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Тяжелосуглинистые и глинистые	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0
Торфяно-болотные	8,0 (12,0)*	6,5	5,0	3,0	–	–	–	–
Плотность загрязнения Cs-137 – 1,0–4,90, Sr-90 – 0,15–0,29 Ки/км²								
Песчаные	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–	–
Рыхлосупесчаные	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	–
Связносупесчаные	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	4,0	3,5
Суглинистые и глинистые	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Торфяно-болотные	13,0 (19,0)*	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–
Плотность загрязнения Cs-137 – 5,0–40,0, Sr-90 – 0,30–3,0 Ки/км²								
Песчаные	9,0	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5	–	–
Рыхлосупесчаные	11,0	10,0	9,5	8,5	7,5	7,0	4,5	–
Связносупесчаные	13,0	11,5	11,0	10,0	8,5	7,0	5,5	4,5
Суглинистые и глинистые	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	10,5	8,0	7,0
Торфяно-болотные	13,0 (19,0)*	10,0	7,5	5,0	–	–	–	–

* Для почв с рН 4,0 и ниже.

2.1.3. Отношение сельскохозяйственных культур к кислотности почв

Большинство сельскохозяйственных культур требуют слабокислой и близкой к нейтральной реакции среды (рН 5,51–6,5). Сельскохозяйственные культуры очень отличаются по чувствительности к последствиям повышенной кислотности.

По отношению к кислотности почвы сельскохозяйственные культуры подразделяются на несколько групп:

I группа – свекла (сахарная и кормовая), люцерна, эспарцет, клевер луговой, капуста белокочанная очень чувствительны к кислотности почвы и хорошо отзываются на внесение известковых мелиорантов, требуют

нейтральной или слабощелочной реакции среды (рН 6,20–7,20), оптимальная реакция среды – рН 6,51–7,0.

II группа – пшеница, ячмень, кукуруза, горох, бобы, вика, клевер шведский, кострец, турнепс, брюква, огурец, лук, чеснок, чувствительны к повышенной кислотности, требуют слабокислой и близкой к нейтральной реакции среды (рН 5,51–6,50), оптимальная реакция среды – рН 6,0–6,50.

III группа – рожь, овес, тимофеевка, гречиха, просо, томат, редис, морковь устойчивы к повышенной кислотности, переносят умеренную кислотность (рН 4,6–5,0), но лучше растут при слабокислой реакции среды, оптимальная реакция среды – рН 5,51–6,0.

IV группа – картофель, лен, подсолнечник, малина, земляника крыжовник легко переносят умеренную кислотность и требуют известкования только сильно и среднекислых почв, оптимальная реакция среды – рН 5,0–6,0.

V группа – люпин, сераделла, щавель малочувствительны к повышенной кислотности почвы, хорошо растут с рН 4,0–6,0, оптимальная реакция среды – рН 4,5–5,0.

Следует иметь в виду, что при избытке кальция у культур-кальциефобов снижается не только урожайность, но ухудшается и качество продукции. Например, картофель поражается паршой, лен – бактериозом, а при недостатке кальция у льна развивается фузариоз, снижается доступность для растений микроэлементов (бора, меди, цинка и др.), затрудняется усвоение растениями калия и магния. Известкование кислых почв улучшает питание растений и за счет активации полезной и подавлении нежелательной микрофлоры.

Очень хорошо отзывается на известкование сильно- и среднекислых почв сахарная свекла, но уровень рН 5,6–6,0 достаточен для получения максимальных урожаев, как и по подавляющему большинству других культур.

2.2. Органические удобрения

Обеспеченность почв гумусом является одним из параметров их плодородия, влияющих на накопление в растениях радионуклидов. Это связано со снижением их биологической доступности в результате включения в органоминеральные комплексы в почве, а также с повышением обеспеченности почв элементами питания, увеличением урожайности культур или «биологическим» разбавлением концентрации радионуклидов. Анализ экспериментальных данных, полученных в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, свидетельствует о том, что с повышением содержания гумуса в почвах с 1 до 3,5 % накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческой продукции уменьшается в 1,5–3,5 раза. Поэтому обогащение почвы органическим веществом за счет внесения органических удобрений является важным агротехническим приемом, направленным на производство продукции растениеводства с меньшей концентрацией радионуклидов.

Систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса, улучшает физико-химические свойства почвы: увеличивает запас питательных веществ; понижает кислотность; повышает содержание поглощенных оснований, поглотельную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость; обогащает почву микрофлорой; усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты; уменьшает сопротивление почвы при механической обработке; создает оптимальные условия для минерального питания растений; повышает устойчивость растениеводства к неблагоприятным погодным условиям.

В общем балансе элементов питания, вносимых ежегодно под сельскохозяйственные культуры, на долю органических удобрений приходится около 30 % азота и калия и 50 % фосфора. Около 75 % органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, а 25 % гумифицируется и восполняет потери гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур. При сложившейся структуре посевных площадей за счет растительных остатков восстанавливается около 55 % потерь гумуса; остальное количество должно быть восполнено за счет органических удобрений.

Внесение органических удобрений в оптимальных дозах имеет высокую агрономическую эффективность: нормативная прибавка урожая от 1 т навоза для озимых зерновых составляет 25 кг зерна, картофеля –

105 кг клубней, сахарной свеклы – 125 кг корнеплодов, кормовых корнеплодов – 200 кг корней, кукурузы на силос – 190 кг зеленой массы, всех культур на пашне – 30 к. ед.

К наиболее распространенным органическим удобрениям в Республике Беларусь относятся подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение, компосты (торфонавозные, торфопометные, вермикомпосты и др.).

Все виды работ с органическими удобрениями должны осуществляться согласно действующему законодательству по охране природы, санитарным нормам, требованиям техники безопасности и правилам личной гигиены.

2.2.1. Виды органических удобрений, их характеристика

Подстилочный навоз

Подстилочный навоз представляет собой смесь подстилки, остатков корма, твердых и жидких выделений животных. Качество подстилочного навоза зависит от вида животных, типа кормления, количества и вида подстилки, способов хранения. Средний состав подстилочного навоза приведен в таблице 28 и 29.

Таблица 28

Средний состав подстилочного навоза

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Соломистый навоз								
КРС	75	200	5,0	3,0	6,0	2,0	1,5	0,6
свиньи	70	240	5,0	2,0	6,0	1,8	0,9	0,8
овцы	65	300	8,0	2,5	6,5	3,3	1,8	1,5
лошади	70	220	6,0	3,0	6,5	2,1	1,4	0,7
Торфяной навоз								
КРС	75	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5
лошади	70	230	8,0	2,5	5,5	4,4	1,2	0,4

Таблица 29

**Среднее содержание микроэлементов в подстилочном навозе, г/т
(влажность навоза 75 %)**

Подстилочный навоз	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Co
Крупного рогатого скота	42,1	19,1	4,6	3,8	0,2	0,3
Свиной	102,6	68,7	12,7	3,1	0,2	0,3
Конский	91,5	36,0	6,2	3,1	0,2	0,3

В качестве подстилки используется солома, торф, опилки, лиственной опад (табл. 30). Одна весовая часть соломы поглощает 3 части воды, верхового торфа – 10–15 частей, опилок – 4–4,5 части.

Таблица 30

Средний состав подстилки, кг/т

Вид подстилки	Влажность, %	Азот	Фосфор	Калий
Солома зерновых культур	16,0	4,0	1,5	10,0
Торф верховой	60,0	4,0	0,4	0,3
Торф переходный	60,0	6,5	0,6	0,5
Торф низинный	60,0	10,0	1,2	0,7
Опилки	25,0	2,0	3,0	7,0
Листовой опад	14,0	10,0	2,5	3,0

Для хранения подстилочного навоза используют горячий, холодный и горячепрессованный способы. При *горячем* или *рыхлом* хранении навоз укладывают в узкие, не шире 3 м, штабеля без уплотнения. При *холодном* или *плотном* способе хранения навоз складывают в штабель шириной около 5–6 м и высотой около 1 м, сразу же утрамбовывая; далее настилают новые слои навоза, пока высота уплотненного штабеля не достигнет 2,5–3 м; затем штабель накрывают резаной соломой или торфом. При *горячепрессованном* или *рыхло-плотном* способе хранения навоз вначале укладывают рыхло слоями 80–100 см и после повышения температуры в слое до 60–70 °С (на 3–5 день) сильно уплотняют; штабель после уплотнения накрывают соломой или торфом.

Разложение навоза при холодном способе хранения происходит в анаэробных условиях (за исключением поверхности штабеля), при этом сохраняется постоянное увлажнение. Температура в штабеле зимой не поднимается выше 20–25 °С, летом – 30–35 °С. Холодный способ хранения рассчитан на приготовление полуперепревшего навоза, который в зимний период образуется через 3–4 месяца после закладки штабеля. Перепревший навоз при таком хранении получается через 7–8 месяцев.

Горячий и горячепрессованный способы хранения, при которых навоз разогревается до 70 °С, применяют при обнаружении возбудителей желудочно-кишечных заболеваний и необходимости биотермического обеззараживания навоза. Горячепрессованный способ хранения применяется также для уничтожения семян сорняков и при необходимости ускорить разложение навоза, содержащего большое количество соломенной или торфяной подстилки. При горячепрессованном способе хранения полу-

перепревший навоз образуется через 1,5–2 месяца, перепревший – через 4–5 месяцев после закладки штабеля.

Удобрение лучшего качества получают при хранении холодным способом, при котором меньше потери азота и органического вещества, больше накапливается и сохраняется аммонийного азота. При горячем способе хранения из навоза с соломенной подстилкой в среднем теряется 33 % органического вещества и 31 % азота, при горячепрессованном – 25 и 22 %, при холодном – 12 и 11 %. Из навоза на торфяной подстилке потери органического вещества и азота при горячем способе составляют 40 и 25%, горячепрессованном – 33 и 17 %, холодном – 7 и 1 %.

Самый лучший навоз получается при содержании скота на глубокой подстилке. В начале стойлового периода в помещение завозят и расстилают тонким слоем торфокрошку или солому (в среднем 300 кг на одну корову). Через 10 дней добавляют новый слой торфокрошки или соломы. Аналогично навоз готовят на выгульных площадках и полевых загонах. Убирают его один-два раза в год и укладывают на площадке у фермы в типовых навозохранилищах или в поле в уплотненные штабеля. Штабеля делают шириной 4 м и более и высотой 1,5–2,0 м. Их размещают так, чтобы при внесении навоза холостые проезды навозоразбрасывателей были минимальными. В зимний период каждый штабель укладывают не больше чем за 1–2 дня и укрывают слоем торфа или резаной соломы (до 25 см).

Выход навоза зависит от вида животных, количества подстилки и продолжительности стойлового периода (табл. 31).

Таблица 31

Примерные нормы подстилки для животных, кг/сутки

Вид животных	Солома зерновых культур	Торф	Опилки
Крупный рогатый скот	4–6	6–8	3–4
Молодняк КРС	2–3	3–4	2–4
Лошади	3–5	5–6	2–3
Свиньи	2–3	3–4	2–3
Овцы, козы	0,5–1	0,8–1	1,5–2

Для расчета выхода экскрементов все поголовье скота переводится в условные головы по коэффициентам: коровы и быки – 1,0; прочий крупный рогатый скот – 0,6; свиньи – 0,3; овцы и козы – 0,1; лошади – 1,0; птица – 0,01.

В сутки от одной условной головы выход экскрементов составляет 40 кг. В качестве годового норматива выхода экскрементов с учетом 15 % потерь при хранении принято 9,5 т на условную голову. К общему количеству экскрементов от всех видов животных прибавляют вес подстилки и получают выход органических удобрений в целом по хозяйству.

Количество навоза, хранящегося в штабеле, можно определить, зная объем штабеля (произведение длины, ширины и высоты в м³). 1 м³ свежего навоза весит 400 кг, уплотненного – 700, полуперепревшего – 800, сильно разложившегося – 900 кг.

В процессе хранения и разложения подстилочного навоза из него выделяется **навозная жижа**, которую необходимо собирать в жижесборники. Объем жижесборника составляет 1,3 м³ на каждые 100 т навоза. Вместимость его должна быть не менее 3–4 м³. Навозная жижа жижесборников при скотных дворах содержит 0,1 % азота, 0,03 % фосфора и 0,28 % калия; жижесборников при навозохранилищах – 0,26; 0,06 и 0,58 % соответственно. Собранную навозную жижу используют в первую очередь для приготовления компостов, а также непосредственно на удобрение в основное внесение или подкормку.

Бесподстилочный навоз

Бесподстилочный навоз представляет собой смесь жидких и твердых экскрементов животных с примесями воды и корма. В общей структуре органических удобрений в Республике Беларусь бесподстилочный навоз занимает более 40 %. Образуется бесподстилочный навоз на животноводческих фермах и комплексах, где технологией не предусмотрено использование подстилки.

Бесподстилочный навоз в зависимости от соотношения жидкой и твердой фракций подразделяют на полужидкий (более 8 % сухого вещества), жидкий (3–8 % сухого вещества) и навозные стоки (менее 3 % сухого вещества).

Для расчета количества органических удобрений бесподстилочный навоз с помощью коэффициентов переводят в условный навоз влажностью 75 % (25 % сухого вещества). Коэффициент пересчета (**К**) устанавливается по формуле:

$$K = (100 - V_{\text{факт}}) : (100 - V_{\text{усл}}),$$

где **V_{факт}** – фактическая влажность, %;

$V_{\text{усл}}$ – условная влажность (75 %).

Если влажность удобрений не определяется, можно воспользоваться следующими коэффициентами пересчета удобрений в условный навоз: все виды подстилочного навоза и компосты – 1; полужидкий бесподстилочный – 0,5; жидкий – 0,2; навозные стоки – 0,06.

Количество бесподстилочного полужидкого навоза на животноводческом комплексе ($H_{\text{бп}}$) в тоннах за стойловый период рассчитывают по формуле:

$$H_{\text{бп}} = [(K + M) \times D_c \times Ч_c] : 1000,$$

где K и M – масса кала и мочи от одной головы скота в сутки, кг;

D_c – продолжительность стойлового периода, дней;

$Ч_c$ – число голов скота;

1000 – коэффициент пересчета кг в тонны.

При расчете выхода жидкого навоза к количеству экскрементов добавляют количество воды, используемой для гидросмыва. 1 м³ жидкого навоза в среднем весит 0,95 т, полужидкого – 0,9 т. Средний выход экскрементов в сутки от разных видов животных приведен в таблице 32.

Таблица 32

Средний суточный выход экскрементов, кг на 1 голову

Крупный рогатый скот			Свиньи		
Группа животных	Влажность, %	кг в сутки	Группа животных	Влажность, %	кг в сутки
Быки-производители	86,0	40,0	Хряки	89,4	11,1
Коровы	88,4	55,0	<u>Свиноматки:</u>		
Телята до 3 мес.	91,8	4,5	холостые	90,0	8,8
Телята до 6 мес.	87,4	7,5	супоросные	91,0	10,0
<u>На откорме:</u> до 4 мес.	87,4	7,5	подсосные	90,1	15,3
с 4 до 6 мес.	87,2	14,0	<u>Поросята:</u> 26–42 дней	90,0	0,4
с 6 до 12 мес.	86,2	26,0	43–60 дней	86,0	0,7
старше 12 мес.	84,9	35,0	61–106 дней	86,1	1,8
<u>Молодняк:</u> телки и нетели 6–12 мес.	87,2	14,0	<u>Свиньи на откорме:</u> до 70 кг	87,0	5,0
нетели 12–18 мес.	86,7	27,0	более 70 кг	87,5	6,5

Для примерного расчета выхода бесподстилочного навоза применяют коэффициенты перевода в условные головы и нормативы выхода экскрементов, приведенные в разделе «Подстилочный навоз».

Количество элементов питания в бесподстилочном навозе в зависимости от технологии содержания животных и удаления навоза колеблется в очень широких пределах и должно определяться в агрохимических лабораториях. Средний состав бесподстилочного навоза приведен в таблицах 33 и 34.

Хранят бесподстилочный навоз в прифермских или полевых навозохранилищах. Прифермские навозохранилища строят на расстоянии не менее 300 м от животноводческого комплекса. Полевые навозохранилища открытого котлованного типа размещаются на удобряемых полях. На одну условную голову при 6-месячном хранении бесподстилочного навоза (при слабом разбавлении его водой) требуется хранилище объемом 12 м³. Как прифермские, так и полевые навозохранилища должны иметь хорошую гидроизоляцию, иначе они будут являться очагами загрязнения грунтовых вод и водоемов.

Таблица 33

Средний состав бесподстилочного навоза

Удобрение	Влаж-ность, %	Содержание, кг/т						
		Органиче-ское веще-ство	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Полужидкий навоз								
КРС	90	80	2,5	1,5	3,5	0,8	0,6	0,3
свиньи	90	80	4,0	2,5	2,0	1,8	1,0	0,4
Жидкий навоз								
КРС	95	40	2,0	0,8	2,0	0,5	0,3	0,1
свиньи	95	40	2,5	1,2	1,2	0,6	0,4	0,1
Навозные стоки								
КРС	98	18	0,7	0,4	0,7	0,2	0,1	—
свиньи	98	14	1,5	0,8	0,7	0,3	0,2	—

Таблица 34

Среднее содержание микроэлементов в бесподстилочном навозе, г/т

Удобрение	Влажность, %	Mn	Zn	Cu
Полужидкий навоз				
КРС	90	19,6	12,8	2,7
свиньи	90	37,0	131,0	53,0
Жидкий навоз КРС	95	6,1	5,9	1,4
Навозные стоки свиней	98	10,1	26,6	9,0

Бесподстилочный навоз при хранении расслаивается на три слоя: верхний – плотный плавающий (влажность 78–84 %), нижний – осадок

(влажность 84–88 %), средний – жидкий (влажность 88–94 %). Чтобы обеспечить однородность навозной массы, в хранилище должно быть устройство для ее перемешивания. Перемешивание (гомогенизация) бесподстилочного навоза проводится не реже 1 раза в неделю, а в период внесения – несколько раз в день по 40–70 мин. Полужидкий бесподстилочный навоз используют главным образом для приготовления компостов с торфом, соломой, растительными, древесными и бытовыми отходами. Жидкий навоз применяют в основном для внесения, в том числе совместно с соломой, и в подкормки. Навозные стоки, содержащие более 97 % влаги и небольшое количество элементов питания, целесообразно использовать для удобрительных поливов. Концентрация азота в навозных стоках при их внесении на посевы большинства сельскохозяйственных культур не должна превышать 1000 мг/л.

На животноводческих комплексах жидкий навоз может разделяться на твердую и жидкую фракции. Твердая фракция, которая по удобрительным свойствам близка к подстилочному навозу, используется для приготовления компостов или для непосредственного внесения под культуры обычной техникой, применяемой для подстилочного навоза или компостов. Жидкую фракцию применяют на удобрение дождеванием или с помощью цистерн-разбрасывателей. Рекомендуемая доза жидкой фракции навоза – 100 м³/га за один полив. Разделение бесподстилочного навоза на фракции может быть механическим или естественным (в отстойниках).

Птичий помет

Птичий помет – быстродействующее органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ. В зависимости от технологии выращивания птицы помет может быть подстилочным и бесподстилочным. В среднем за год от каждой курицы накапливается 70 кг, утки – 85, гуся – 170, индюка – 150 кг помета.

Состав помета зависит от вида и возраста птицы, типа кормления и содержания (табл. 35). В водорастворимых соединениях в помете содержится 50 % азота, 4 % фосфора и 60 % калия. Кроме макроэлементов, в состав птичьего помета входят микроэлементы. В 100 г сухого вещества содержится 15–38 мг марганца, 12–39 мг цинка, 1,0–1,3 мг кобальта, 0,5 мг меди, 367–900 мг железа. Сырой помет обладает неблагоприятными свойствами: имеет сильный неприятный запах, содержит

семена сорняков, яиц и личинок гельминтов и насекомых, множество микроорганизмов. Помет лучше хранить холодным (плотным) способом с добавлением до 40 % соломы, сухого торфа или опилок.

Таблица 35

Средний состав различных видов птичьего помета

Удобрение	Влаж- ность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Птичий помет								
куры	75	200	14,0	10,0	5,0	10,0	1,7	4,0
утки	70	250	7,0	9,0	6,0	11,0	2,0	3,0
гуси	75	230	5,0	5,0	9,0	8,0	2,0	9,0
индюки	75	230	7,0	6,0	5,0	5,0	2,0	3,0
Подстилочный помет	40	450	20,0	16,5	8,5	18,0	6,0	3,5
Птичий помет полужидкий	85	110	9,0	9,0	3,0	6,0	1,1	2,0
Птичий помет жидкий	95	35	3,0	2,5	1,0	2,0	0,6	0,7
Стоки птичьего поме- та	98	18	1,2	1,1	0,6	1,8	0,5	0,3
Сухой птичий помет	15	790	40,0	39,0	20,0	44,0	14,0	10,0

Эффлюент

Биогазовые технологии являются относительным новшеством для Беларуси. В основе процесса производства биогаза из органических отходов животного и растительного происхождения лежит анаэробное (метановое) сбраживание, т. е. преобразование органических отходов в биогаз с помощью микроорганизмов. Метановое брожение представляет собой многоступенчатый процесс разложения смеси разных органических отходов в анаэробных условиях действием консорциума микроорганизмов с образованием метана и углекислоты в качестве конечных продуктов и сброженной навозной массы. Таким образом, в результате биохимических превращений из сбраживаемого субстрата образуются биогаз и переброженная навозная масса – эффлюент.

Расчеты показывают, что биогазовые комплексы не решают проблему утилизации жидкого навоза и навозных стоков, т. к. объем навоза после сбраживания уменьшается незначительно, однако органические удобрения, получаемые на выходе биогазовых установок, имеют другие качественные характеристики.

Состав эффлюента зависит от химического состава исходного навоза и другого используемого сырья (табл. 36). Во время брожения разлагается в среднем 30 % органического вещества, что составляет 1–2 % массы жидкого навоза. Азот, фосфор и калий практически полностью сохраняются в сброженной массе, однако в результате брожения существенно увеличивается содержание доступных для растений форм азота и фосфора по сравнению с исходным сырьем: до 50–75 % общего количества азота находится в аммонийной форме, фосфор находится в основном в форме фосфатов и нуклеопротеидов, что обеспечивает их лучшую усвояемость растениями по сравнению с нативным навозом.

Таблица 36

Средний состав различных видов эффлюента

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т					
		Органическое вещество	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Эффлюент на основе:							
птичьего помета	95	30	7,0	3,7	4,1	2,3	0,8
свиного навоза	95	40	4,0	1,7	2,0	0,8	0,4
навоза КРС	95	35	4,0	1,3	3,0	0,8	0,4

По утверждению многих исследователей важной особенностью эффлюента является значительное сокращение содержания в нем личинок и яиц глистов, а также других патогенов в результате воздействия мезофильного режима анаэробного брожения. Зарубежные исследования констатируют гибель 90 % патогенов животных в анаэробной системе, а также значительное или полное уничтожение патогенов растений. Отмечают уменьшение общего количества микробного загрязнения примерно на 50–65 %. Наличие поливирусов снижается на 98 %, яиц паразитов – на 90–100 %. Исследования по наличию жизнеспособных семян сорных растений показали, что таковые в эффлюенте отсутствуют.

В результате исследований, проведенных в Институте почвоведения и агрохимии, установлено, что применение эффлюента, аналогично по влиянию на урожайность традиционным видам органических удобрений, используемым для производства биогаза, и минеральным удобрениям, внесенных в дозах, эквивалентных по азоту.

В эффлюенте основное количество азота, фосфора и калия находится в форме, доступной для растений, удобрения гомогенизированы и соответственно технологичны в работе. Однако, в производственных

условиях, в связи с отсутствием достаточного количества емкостей для хранения, машин для качественного внесения, данные удобрения вносятся неравномерно, бессистемно, в течение всего года (в т. ч. зимой и летом), поэтому на практике агроэкономический эффект от применения эффлюента ниже, чем в опытах. Рациональные дозы эффлюента под зерновые – 40 т/га, картофель – 40–50 т/га, кукурузу – 60 т/га.

Компосты

Ценными органическими удобрениями являются компосты, для приготовления которых используют навоз, птичий помет, торф, солому, растительные и древесные органические отходы. В компостную смесь могут добавляться и минеральные компоненты.

Высококачественный компост представляет собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 %, с реакцией среды близкой к нейтральной, и содержанием элементов питания в доступных для растений соединениях. При приготовлении компостов в результате биотермических процессов погибают патогенные микроорганизмы и теряют жизнеспособность семена сорных растений, а само удобрение становится более концентрированным и биологически активным.

Компост готовят очаговым, послойным, площадочным, цеховым и другими способами около животноводческих помещений на специально выделенных (стационарных или временных) площадках или непосредственно на краю поля. Место для компостирования следует выбирать исходя из наименьших затрат на погрузку и перевозку используемых компонентов и приготовленного компоста на поля, а также в соответствии с действующим законодательством по охране природы, санитарными нормами, требованиями техники безопасности и правилами личной гигиены. Для получения высококачественного компоста необходимо выполнять требования технологии приготовления и управлять процессами, протекающими в компостных штабелях: температурой, влажностью, аэрацией, кислотностью среды и т. д. Существует связь между влажностью, температурой, доступом воздуха и размером штабеля.

Размер штабеля зависит от способности к разложению компостируемого материала и его рыхлости. Длина может быть произвольной, но не менее 6–8 м, высота – 2,5–3,0 м, ширина по основанию – 4–6 м. При малых размерах штабеля теряется много аммиака, недостаточна температура компостной массы, процессы разложения органического вещества затор-

можены, мобилизация азота протекает медленно. Большая высота штабеля также нежелательна, т. к. это может привести к переуплотнению компоста и сдерживанию процессов нитрификации, которые энергичнее протекают при достаточном доступе воздуха. Необходимая аэрация в компостируемой массе достигается ее ворошением во время созревания. При этом понижается влажность компоста, если она превышает оптимальную. Если увлажнение компостируемой массы недостаточно, ее необходимо поливать навозной жижей или водой.

При оптимальных условиях аэрации и увлажнения под влиянием микробиологических процессов температура в компосте повышается до 60–70 °С. При такой температуре семена сорных растений теряют всхожесть, погибают яйца гельминтов и другие болезнетворные начала, содержащиеся в свежем навозе, навозной жиже и птичьим помете, а процессы накопления легкоподвижных питательных веществ протекают наиболее энергично. Процесс компостирования идет более активно при положительной температуре окружающего воздуха.

Торфонавозные компосты получают перемешиванием торфа с навозом в различном соотношении в зависимости от влажности торфа и навоза (табл. 37).

Таблица 37

Среднее соотношение торфа и бесподстилочного навоза для приготовления торфонавозных компостов (по массе)

Влажность компоста, %	Влажность торфа, %	Влажность навоза, %				
		80	85	88	90	92
70	50	0,5:1	0,75:1	0,9:1	1:1	1,1:1
	55	0,7:1	1:1	1,2:1	1,3:1	1,5:1
	60	1:1	1,5:1	1,8:1	2:1	2,2:1
75	50	0,2:1	0,4:1	0,5:1	0,6:1	0,7:1
	55	0,25:1	0,5:1	0,65:1	0,75:1	0,85:1
	60	0,3:1	0,7:1	0,9:1	1:1	1,1:1

Экономически целесообразным является приготовление торфонавозного компоста в соотношении 1:3, когда на 1 часть торфа (ГОСТ РБ СТБ 832-2001) приходится 3 части бесподстилочного навоза. Средний состав торфонавозных и других видов компостов приведен в таблице 38. Более точно качество компостов перед их применением должно быть проверено агрохимической службой (кислотность, влажность, содержание основных элементов питания и т. д.).

Средний состав различных компостов

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Торфонавозный компост 1:1	70	220	5,0	1,6	4,0	3,5	0,6	0,3
Торфонавозный компост 1:2	70	220	5,5	1,8	4,5	4,0	0,8	0,4
Торфонавозный компост 1:3	70	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5
Торфопометный компост 1:1	70	250	10,0	8,0	3,0	9,0	3,0	1,5
Торфопометный компост 1:2	70	250	12,5	10,0	4,0	10,0	4,0	2,0
Вермикомпост	50	190	9,0	6,5	9,5	6,5	3,0	1,2

Торфопометные компосты готовят на птицефабрике или непосредственно в хозяйстве в соотношении 1:1 или 1:2. В качестве дополнительных компонентов могут использоваться опилки (3 части помета и 2 части опилок). Компост созревает от трех месяцев до двух лет в зависимости от компонентов, температуры, влажности, условий аэрации и др. Очень медленно разлагаются опилки, особенно хвойных деревьев.

Вермикомпост – темно-коричневая или темно-серая сыпучая однородная масса, полученная в результате переработки органического субстрата красным калифорнийским червем. Для приготовления вермикомпоста используют различные органические отходы: навоз, бытовые отходы, растительные остатки и др. В организме червей исходный субстрат измельчается, химически трансформируется. Вермикомпост, благодаря высокой концентрации элементов питания, агрономически полезных групп микроорганизмов и биологически активных веществ положительно влияет на рост и развитие растений и оздоравливает почвенную биоту.

Сапропель

Сапропель – осадки пресноводных водоемов, образующиеся из отмерших растительных и животных организмов, минеральных веществ биогеохимического происхождения и принесенных минеральных компонентов, имеющие зольность не более 85 %. Органическое вещество сапропеля состоит не только из образований самого озера, но и пополняется за счет поступлений с водосбора в виде коллоидных растворов. Накопление минеральных веществ происходит также за счет выпадения

из раствора солей под влиянием геохимических процессов и в результате жизнедеятельности водных организмов. В итоге сложных физических, химических и биологических процессов сапропель обогащается, помимо органического вещества, кальцием, фосфором, серой, микроэлементами и другими биологически активными веществами. Общие запасы озерного сапропеля в Республике Беларусь оцениваются в 263,45 млн м³, ресурсы сапропеля на выработанных и разрабатываемых торфяных месторождениях – в 574,1 млн м³.

Согласно республиканскому стандарту СТБ 17.04.02-01-2010 выделено 4 типа сапропеля: *органический, кремнеземистый, карбонатный и смешанный*. Органический сапропель в сухом веществе в среднем содержит 76 % органического вещества (верхний предел зольности – 30 %), 3,3 % общего азота, 0,4 % P₂O₅, 0,2 % K₂O, 0,5 % MgO, 2,6 % CaO, 0,8 % SO₃, 13,1 % SiO₂. Органический сапропель по соотношению гуминовых кислот (ГК) и легкогидролизуемых веществ (ЛГ) разделяется на торфосапропель (ГК/ЛГ > 3), высокогумусный (ГК/ЛГ = 1–3), среднегумусный ((ГК/ЛГ = 0,5–1,0) и низкогумусный (ГК/ЛГ < 0,5).

Кремнеземистый сапропель содержит 43 % органического вещества; 2,1 % общего азота; 0,5 % P₂O₅; 1,5 % K₂O; 1,3 % MgO; 4,6 % CaO; 0,7 % SO₃; 36 % SiO₂. Кремнеземистый сапропель наиболее широко представлен в озерных осадках Беларуси и составляет около 70 % разведанных запасов.

Свежедобытые сапропели не применяют как удобрение, так как в них содержится много закисных токсичных соединений, низкая биологическая активность. Применение органических удобрений из сапропеля предусматривает проветривание и промораживание, в результате чего активизируется микробиологическая деятельность, происходит детоксикация и улучшается структура.

Сапропелевые удобрения на основе органического или смешанного сапропеля в чистом виде рекомендуется применять при возделывании картофеля, кукурузы, кормовых корнеплодов, однолетних и многолетних трав, а также при коренном улучшении и перезалужении сенокосов и пастбищ. В среднем 1 т сапропелевых удобрений равноценна 0,6–0,8 т подстилочного навоза или торфонавозных компостов. Целесообразнее использовать органические, органо-кремнеземистые и органо-известковистые виды сапропелевых удобрений на почвах легкого гранулометрического состава. Дозы внесения сапропелевых удобрений определяются для каждого кон-

кретного случая с учетом их вида и свойств, условий и технологии добычи сапропеля, характеристики почв и требований возделываемой культуры. Повышенные дозы сапропелевых удобрений в чистом виде могут применяться для рекультивации бросовых земель.

Использование высоких доз органических и органо-кремнеземистых сапропелевых удобрений под посев требовательных к реакции почвенной среды культур целесообразно совмещать с известкованием почвы.

Карбонатный (известковистый) сапропель применяется в качестве известковых удобрений для нейтрализации избыточной кислотности почвы; по эффективности карбонатный сапропель не уступает мелу и доломитовой муке.

Сапропель может применяться также для приготовления различных удобрительных смесей и компостов, мелиорантов, сапропелевых субстратов, растительных грунтов, а также в кормлении животных в качестве ингредиента комбикормов, различных белково-витаминно-минеральных добавок и премиксов.

Торф

Торф – это растительная масса, разложившаяся в разной степени в условиях избыточного увлажнения и недостатка воздуха, которая состоит из негумифицированных растительных остатков, перегноя и минеральных соединений.

Тип торфа определяется условиями его образования. По условиям образования торфяных болот добываемый торф делится на три типа: верховой, низинный и переходный. Верховой торф образовался на возвышенных элементах рельефа из сфагновых мхов, пушицы, багульников и других растений, которые отличаются малой требовательностью к условиям питания и увлажнения. Низинный торф возник в пониженных участках рельефа под влиянием грунтовых вод. В его образовании участвуют гипновые мхи, травянистые растения (осоки, тростники, вейники, хвощи), древесные растения (ольха, береза, ель, сосна, ива) и другие влаголюбивые и требовательные к питательным веществам растения.

Вид торфа определяется в основном по растительным остаткам, входящим в его состав. В название вида торфа входят названия растений-торфообразователей, содержание малоразложившихся остатков которых в торфе составляет не менее 20 % от веса сухого вещества. Название

преобладающего вида растения-торфообразователя ставят в конце слова, а название второстепенных – в начало. Так, если преобладающими торфообразователями являются осоки (например, на 60 %), а кроме них в торфе присутствуют также древесные остатки, но в меньшем количестве (например, 25 %), то такой торф называют древесно-осоковым.

При агрономической оценке различных типов и видов торфов большое значение имеют их ботанический состав, степень разложения, зольность, содержание питательных веществ, кислотность, влагоемкость.

По степени разложения торф делится на *слаборазложившийся* (содержит 5–25 % гумифицированных веществ), *средне-разложившийся* (25–40 % гумифицированных веществ), *сильноразложившийся* (более 40 % гумифицированных веществ). Слаборазложившийся торф целесообразно применять на подстилку, пропуская через скотный двор; средне-разложившийся – для компостирования; сильноразложившийся – для приготовления специальных питательных смесей.

Моховой торф всех типов (верховой, переходный, низинный) обладает наименьшей степенью разложения (5–25 %); травянистый торф имеет большую степень разложения (20–40 %), а древесный – максимальную (35–70 %).

По зольности торф бывает нормальнозольным (содержание золы до 12 %) и высоко-зольным (содержание золы более 12 %). В верховом торфе содержится до 5 % золы, в переходном – 5–10 %, в нормальнозольном низинном – 8–12 % и более.

Содержание питательных веществ в торфе зависит от его вида и типа. Торф содержит все необходимые для растений питательные элементы, однако большая часть из них (в первую очередь азот) становится доступной только после минерализации. Поэтому торф становится источником питания для растений лишь после биологического на него воздействия, что может быть осуществлено при компостировании его с навозом, навозной жижей и пометом.

Важными показателями при определении способов использования торфа в сельском хозяйстве являются кислотность, влагоемкость и поглощательная способность торфа. В Республике Беларусь основным способом использования торфа в сельском хозяйстве является его компостирование. В небольших количествах торф может быть использован на подстилку и изготовление специальных удобрительных смесей, а так-

же в качестве мульчи. Непосредственное использование торфа на удобрение без предварительного компостирования не допускается.

Средний состав нормальнозольного торфа при влажности 60 % приведен в таблице 39.

Таблица 39

Средний состав нормальнозольного торфа

Тип торфа	рН	Влажность, %	Содержание, кг/т				
			органическое вещество	Нобщ.	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Низинный	4,7–5,5	60	350	10,0	1,2	0,7	15,0
Переходный	3,5–4,7	60	370	6,5	0,6	0,5	4,8
Верховой	2,8–3,5	60	385	4,0	0,4	0,3	1,2

Зеленое удобрение

Зеленое удобрение – это свежая растительная масса, запахиваемая в почву для обогащения ее органическим веществом, азотом и другими элементами питания. Часто этот прием называют сидерацией, а растения, выращиваемые на удобрение, – сидератами. Сидераты в отличие от других видов органических удобрений являются неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником обеспечения сельскохозяйственных земель органическим веществом, а за счет бобовых сидератов – и биологическим азотом.

На зеленое удобрение возделывают бобовые культуры (люпин однолетний и многолетний, донник белый и желтый, горох, пелюшка (кормовой горох), сераделла, вика озимая и яровая, кормовые бобы, клевер, люцерна, лядвенец, галега восточная (козлятник) и др.); крестоцветные культуры (озимый и яровой рапс, редька масличная, горчица белая, сурепица озимая и яровая); злаковые культуры (озимая рожь, райграс однолетний); водолистниковые культуры (фацелия); гречишные культуры (гречиха). Широко практикуется также использование сидератов в составе различных смесей, когда высевается не один вид сидератов, а их комбинация в самом разнообразном соотношении.

Использование того или иного вида сидерата зависит от погодно-климатических условий, количества тепла, осадков, условий местности, гранулометрического состава почвы, наличия удобрений и семян.

Различают три основные формы зеленого удобрения: полное, укосное и отавное. *Полное* – когда в почву запахивают всю зеленую массу и корни растений; *укосное* – когда зеленую массу для заправки перевозят на другой участок; *отавное* – когда запахивают отаву, стерневые остатки и корни растений. В крупнотоварном производстве агроэкономически наиболее целесообразно отавное применение зеленого удобрения; зеленая масса в этом случае используется на корм животным.

На зеленое удобрение используются также две формы сидератов – в качестве самостоятельной и промежуточной культуры. Как самостоятельная культура, сидераты занимают поле весь вегетационный период. При промежуточном использовании сидеральные культуры высеваются в промежутке между основными культурами. Промежуточные культуры в свою очередь подразделяются на следующие группы: подсевные, пожнивные, покосные и озимые.

Наращивание сидератами надземной растительной массы и корней в пахотном слое зависит от типа почв, их гранулометрического состава, уровня плодородия, погодно-климатических и других местных условий. Наращивание растительной массы сидератов зависит также от биологических особенностей культуры, срока посева, внесения удобрений, а также от формы использования. В связи с этим может запахиваться от 6–7 до 25–50 т/га надземной зеленой массы и от 5 до 20 т/га корней. При заправке сидерата с нормальной густотой стояния растений вся надземная и корневая масса равномерно распределяется по полю, чего очень трудно добиться при внесении других видов органических удобрений. В среднем отавная форма зеленого удобрения с учетом заправки пожнивных и корневых остатков эквивалентна 4 т/га навоза, полная форма зеленого удобрения при урожайности сидератов 150–250 ц/га – 15 т/га, 250–350 т/га – 20 т/га подстилочного навоза.

Культуры, используемые в качестве сидератов, по-разному влияют на плодородие почвы, и, прежде всего, на накопление в почве гумуса. Это зависит от того, используется ли на удобрение только надземная масса сидерата, запахивается ли она полностью на месте роста совместно с корневой системой или заделываются в почву только отава с пожновыми и корневыми остатками. Отношение углерода к азоту в зеленой массе составляет 1:10–15, она быстро разлагается; коэффициент гумификации очень низкий. Поэтому запахивать зеленую массу рекомендуется только после ее подвяливания. Заправка надземной массы после подвяливания с корневыми остатками на месте роста или только отавы с пожновыми и корневыми остатками положительно влияет на накопле-

ние в почве гумуса. Отношение углерода к азоту увеличивается почти в два раза и в зависимости от культуры составляет 1:20–30, т. е. приближается к показателю классического органического вещества – подстилочного навоза.

Кроме прямого влияния на улучшение плодородия почвы и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, сидераты снижают переуплотнение почвы, улучшают ее структуру, предотвращают водную и ветровую эрозию, вымывание (миграцию) элементов питания за пределы корнеобитаемого слоя.

При посеве сидеральных культур рекомендуются следующие нормы высева: люпин однолетний в качестве промежуточной культуры – 200–250 кг/га; люпин однолетний в качестве самостоятельной культуры – 180–200 кг/га; люпино-овсяная смесь – 140–170 кг/га люпина и 60–70 кг/га овса; горохо- и пелюшко-овсяные смеси в качестве самостоятельной культуры – 200–250 кг/га гороха или пелюшки и 60–70 кг/га овса; горохо- и пелюшко-овсяные смеси в качестве промежуточной культуры – 250–270 кг/га гороха или пелюшки и 20–30 кг/га овса; кормовые бобы – 280–300 кг/га; вико-овсяная смесь – 120–150 кг/га яровой вики и 60–70 кг/га овса; вико-ржаная смесь – 60–80 кг/га озимой вики и 70–90 кг/га озимой ржи; сераделла – 40–50 кг/га; клевер луговой и гибридный – 10–14 кг/га; люцерна – 16–18 кг/га; лядвенец рогатый – 12–14 кг/га; донник белый и желтый – 20–30 кг/га; галега восточная (козлятник) – 30–40 кг/га; рапс озимый – 12–15 кг/га; рапс яровой – 10–12 кг/га; озимая и яровая сурепица – 8–10 кг/га; редька масличная – 25–30 кг/га; перко – 9–11 кг/га; горчица белая – 25–30 кг/га; озимая рожь – 200–250 кг/га; райграс однолетний – 15–30 кг/га; гречиха – 100–110 кг/га; фацелия – 20–30 кг/га.

Средний состав различных видов зеленого удобрения приведен в таблице 40.

Таблица 40

Средний состав зеленого удобрения

Культуры	Влажность, %	Содержание, кг/т					
		Органическое вещество	Нобщ.	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Бобовые	80	140	5,0	1,1	3,0	3,0	1,4
Крестоцветные	80	140	4,0	1,3	3,8	2,0	1,0
Злаковые	80	140	3,5	1,2	2,8	1,0	0,4
Смесь	80	140	4,2	1,2	3,2	2,0	1,0

Солома

Дополнительным резервом органических удобрений является солома, применение которой повышает плодородие пахотных земель и поддерживает бездефицитный баланс гумуса и питательных элементов. Традиционным способом использования зерновой соломы на удобрение является получение подстилочного навоза и производство компостов, где солома служит одним из компонентов и хорошим влагопоглощающим материалом.

Эффективным способом использования соломы является ее непосредственное применение на удобрение без отчуждения из агроценоза. Для этого используют солому рапса и других крестоцветных культур (горчица, сурепица, редька масличная), солому гречихи, кукурузы, люпина, кормовых бобов, сои, которые в чистом виде практически не используются на корм и подстилку. Для удобрения рекомендуется также солома озимой и яровой пшеницы, озимого и ярового тритикале, озимой ржи, а также излишки соломы других яровых (ячмень, просо, овес) и зернобобовых (горох, вика, пелюшка) культур.

Наряду с соломой в качестве дополнительного источника органического вещества может использоваться *ботва* картофеля, сахарной свеклы и кормовых корнеплодов. Средний состав ботвы при влажности 80 % приведен в таблице 41.

Таблица 41

Средний состав ботвы сельскохозяйственных культур

Культура	Влажность, %	Содержание, кг/т					
		Органическое вещество	№ _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Сахарная свекла	80	120	3,5	1,0	5,0	1,0	1,0
Кормовая свекла	80	120	4,0	1,0	6,0	2,0	1,0
Картофель	80	120	2,0	0,5	4,0	1,5	1,0

После уборки товарной части урожая ботва подвяливается, равномерно распределяется по полю и заделывается в почву.

Общее количество ботвы определяется по валовому сбору товарной продукции, умноженному на соответствующий коэффициент. По результатам обобщения полевых опытов и анализа производственных результатов приняты следующие коэффициенты пересчета корне- и клубнеплодов в ботву: сахарная свекла – 0,5; картофель – 0,2; кормовые корнеплоды – 0,25.

2.2.2. Методика расчета потребности в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах

При сложившейся структуре посевных площадей в общем объеме поступающего в почву органического вещества доля растительных остатков составляет в среднем по республике 55 %, доля органических удобрений – 45 %.

При недостаточных объемах навоза для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель возрастает роль структуры посевных площадей. По количеству органического вещества, поступающего в почву в виде послеуборочных растительных остатков, сельскохозяйственные культуры делятся на три группы:

многолетние злаковые и бобово-злаковые травы;

однолетние культуры сплошного сева: зерновые, зернобобовые, рапс, гречиха, лен;

однолетние пропашные культуры: картофель, свекла, кукуруза, овощи.

Пропашные культуры характеризуются, с одной стороны, высоким выносом элементов питания с урожаем, с другой стороны, оставляют в почве небольшое количество пожнивно-корневых остатков. Культуры сплошного сева по количеству оставляемых растительных остатков занимают промежуточное положение между многолетними травами и пропашными культурами. Многолетние травы, оставляя в почве наибольшее количество растительных остатков, обогащают почву органическим веществом. Особенно высокий положительный эффект характерен для бобовых трав благодаря их способности фиксировать атмосферный азот и вовлекать его в биологический круговорот.

За период с 1995 по 2012 гг. доля многолетних трав в структуре посевных площадей уменьшилась с 24,2 % до 12,7 %, в то время как доля пропашных культур увеличилась с 8,5 % до 23,8 % за счет расширения площадей под кукурузой и сахарной свеклой. Так, если в 1996 г. на 1 га пропашных культур приходилось 2,8 га многолетних трав, то к 2012 г. это соотношение в среднем по республике снизилось до 0,5 га. С 2013 г. наметилась обратная тенденция – площади под пропашными культурами начали несколько снижаться, а под многолетними травами – увеличиваться. В 2019 г. на 1 га пропашных культур приходилось 0,7 га трав (табл. 42).

Таблица 42

**Удельный вес многолетних трав и пропашных культур
в структуре посевных площадей по областям**

Год	1995			2004			2012			2019		
Показатели	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные
Брестская	13,0	17,6	1,4	20,7	15,4	0,7	28,0	11,5	0,4	26,6	14,0	0,5
Витебская	2,7	32,7	12,1	7,8	26,5	3,4	12,3	13,8	1,1	10,5	21,2	2,0
Гомельская	11,9	19,2	1,6	16,2	19,3	1,2	34,4	8,5	0,3	36,5	11,7	0,3
Гродненская	10,3	19,6	1,9	17,7	20,3	1,1	23,5	15,0	0,6	22,4	18,4	0,8
Минская	9,9	23,6	2,4	14,1	18,7	1,3	23,2	13,4	0,6	22,8	19,5	0,9
Могилев- ская	5,1	29,1	5,7	14,5	26,5	1,8	19,9	14,9	0,8	19,1	19,9	1,0
Беларусь	8,5	24,2	2,8	15,1	20,9	1,4	23,8	12,7	0,5	23,4	17,4	0,7

Потребность в органических удобрениях для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель определяется на основании соотношения между пропашными культурами и многолетними травами: чем меньше многолетних трав приходится на 1 га пропашных культур, тем выше должны быть дозы применения органических удобрений.

С учетом сложившейся структуры посевных площадей для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель потребность в органических удобрениях составляет 62,0 млн т в год. На 1 га пашни необходимо применять ежегодно в среднем 12,5 т/га (табл. 43).

Таблица 43

Потребность в органических удобрениях для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель по областям Республики Беларусь

Область	Требуется в год	
	тыс. т	т/га
Брестская	10670,5	15,5
Витебская	6497,5	8,3
Гомельская	14728,4	18,3
Гродненская	8913,1	12,4
Минская	13548,3	11,7
Могилевская	7616,2	10,4
Беларусь	61973,9	12,5

Среднегодовые дозы органических удобрений в севооборотах для достижения положительного баланса гумуса зависят от типа и гранулометрического состава почвы, содержания гумуса (табл. 44).

**Нормативы дополнительной потребности в органических удобрениях
для достижения положительного баланса гумуса, т/га**

Содержание гумуса, %	Гранулометрический состав почвы			
	суглинистые	супесчаные, подстилаемые мореной	супесчаные, подстилаемые песком	песчаные
до 1,50	3,0	3,4	3,8	4,3
1,51–2,00	2,0	2,3	2,6	3,0
2,01–2,50	1,0	1,2	1,4	1,7
более 2,50	0,5	0,6	–	–

2.3. Минеральные удобрения

2.3.1. Азотные удобрения

Азотные удобрения. Важная роль отводится регулированию азотного питания растений на загрязненных радионуклидами почвах. Недостаток доступного азота в почве приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, а повышенные дозы азотных удобрений усиливают накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческой продукции. Расчет доз азотных удобрений проводится исходя из потребности в азоте для формирования планируемого урожая. Во избежание превышения доз азотных удобрений при подкормках озимых и яровых зерновых культур рекомендуется проведение почвенной и растительной диагностики.

2.3.1. Фосфорные удобрения

Научными исследованиями установлено снижение поступления радионуклидов из почвы в растительную продукцию при внесении фосфорных удобрений. Фосфорные удобрения способствуют закреплению ^{90}Sr в почве за счет осаждения его фосфатами: $3\text{Sr}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$. Для этого разработаны среднегодовые основные и дополнительные дозы фосфорных удобрений, которые дифференцируются по типам почв.

Учитывая высокую стоимость фосфорных удобрений, на загрязненных радионуклидами землях рекомендованы минимальные дифференцированные дозы этих удобрений, необходимые для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур, исходя из содержания подвижных фосфатов в почве. Предусмотрены также дополнительные дозы для повышения содержания подвижных фосфатов, до нижнего уровня оптимального диапазона обеспеченности почв фосфором. На почвах с высоким содержанием подвижных фосфатов (более 250 мг/кг P_2O_5 на минеральных и 1200 мг/кг на торфяных почвах) не предусмотрено применение фосфорных удобрений до очередного тура агрохимического обследования (табл. 45 и 46).

Таблица 45

**Нормативы среднегодовых доз фосфорных удобрений
на загрязненных радионуклидами пахотных землях**

Почвы	Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы	Основные дозы P_2O_5 , кг/га	Дополнительные дозы P_2O_5 (кг/га д. в.) при плотности загрязнения (Ки/км ²)		
			$^{137}Cs - 1,0-4,9$ $^{90}Sr - 0,15-0,29$	$^{137}Cs - 5,0-14,9$ $^{90}Sr - 0,30-0,99$	$^{137}Cs - 15,0-40,0$ $^{90}Sr - 1,00-3,00$
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные, дерновые полугидроморфные, рыхлые (песчаные и супесчаные, подстилаемые песками)	< 60	45	15	30	45
	61–100	40	10	20	30
	101–150	35	5	10	15
	151–250	20	–	5	10
	> 250	–	–	–	–
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные, дерновые полугидроморфные, связные (суглинистые и супесчаные, подстилаемые суглинками)	< 60	45	25	30	45
	61–100	40	20	25	30
	101–150	35	15	20	25
	151–250	30	10	15	20
	251–400	15	5	10	15
	> 400	–	–	–	–
Торфяные и торфяно-минеральные	< 200	60	30	40	60
	201–300	45	20	30	45
	301–500	30	15	20	30
	501–800	20	10	15	20
	800–200	10	–	5	10
	> 1200	–	–	–	–

Таблица 46

**Нормативы среднегодовых доз фосфорных удобрений
на загрязненных радионуклидами луговых землях**

Почва	Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы	Основные дозы P_2O_5 , кг/га	Дополнительные дозы P_2O_5 (кг/га д. в.) при плотности загрязнения (Ки/км ²)		
			$^{137}Cs - 1,0-4,9$ $^{90}Sr - 0,15-0,29$	$^{137}Cs - 5,0-14,9$ $^{90}Sr - 0,30-0,99$	$^{137}Cs - 15,0-40,0$ $^{90}Sr - 1,00-3,00$
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные дерновые полугидроморфные	< 60	35	15	30	45
	61–100	30	10	20	30
	101–150	25	5	10	15
	151–250	10	–	5	10
	> 250	–	–	–	–
Торфяные и торфяно-минеральные	< 200	55	15	30	45
	201–300	40	10	20	30
	301–500	35	5	10	15
	501–800	20	–	5	10
	> 800	–	–	–	–

2.3.2. Калийные удобрения

Калийные удобрения оказывают максимальное влияние на снижение поступления ^{137}Cs в растения при содержании в почве подвижного калия в диапазоне от 50 до 250 мг/кг. Внесение высоких доз калийных удобрений 160–240 кг/га д. в. снижает в 1,5–2,7 раза содержание ^{137}Cs и в 1,3 раза – содержание ^{90}Sr в продукции. Применение калийных удобрений при сбалансированном азотно-фосфорном питании приводит к существенному снижению поступления из почвы в растения ^{137}Cs и ^{90}Sr . Механизм этого явления основан на антагонизме между калием и данными радионуклидами. Минимум доступности ^{137}Cs и ^{90}Sr для сельскохозяйственных культур находится в диапазоне содержания K_2O 300–430 мг/кг дерново-подзолистой почвы. Однако экономически и экологически целесообразно поддержание уровня содержания подвижных форм калия, необходимого для получения наибольшей продуктивности сельскохозяйственных культур, в диапазоне 170–250 мг/кг. По мере повышения загрязнения почв радионуклидами потребность в дополнительных дозах калия увеличивается.

Учитывая сравнительно невысокую стоимость калийных удобрений, рекомендованы повышенные основные дозы, которые обеспечивают прибавку урожая, дифференцированные по типам почв и содержанию в них подвижных форм калия (табл. 47 и 48).

Возрастающие дополнительные дозы калия предусмотрены по мере повышения плотности загрязнения почв радионуклидами для увеличения в почве запаса подвижных форм калия. На почвах с высоким содержанием калия (более 300 мг/кг K_2O на минеральных и 1200 мг/кг на торфяных) внесение калийных удобрений не предусмотрено.

Интенсивное использование травостоев, особенно на органогенных почвах, обуславливает высокий уровень потребления калия (до 300 кг/га). На злаковых и бобово-злаковых травах первого-третьего года использования при залужении сенокосов и пастбищ калийные удобрения вносятся на основе балансовых расчетов, с учетом выноса урожаем и обеспеченности почвы подвижным калием. Дозу калийных удобрений вносят в 2–3 приема, так как этот элемент из удобрений лучше используется, чем из почвы и меньше накапливается в растениях. Как правило, первое внесение на сенокосах и пастбищах производят весной, второе и третье – после проведения укосов или стравливания скотом.

Таблица 47

**Нормативы среднегодовых доз калийных удобрений
на загрязненных радионуклидами пахотных землях**

Почвы	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы	Основные дозы K ₂ O, кг/га	Дополнительные дозы K ₂ O (кг/га д. в.) при плотности загрязнения (Ки/км ²)		
			¹³⁷ Cs – 1,0–4,9 ⁹⁰ Sr – 0,15–0,29	¹³⁷ Cs – 5,0–14,9 ⁹⁰ Sr – 0,30–0,99	¹³⁷ Cs – 15,0–40,0 ⁹⁰ Sr – 1,00–3,00
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные, дерновые полугидроморфные, рыхлые (песчаные и супесчаные, подстилаемые песками)	< 80	100	50	100	150
	81–140	90	30	60	90
	141–200	80	20	40	60
	201–300	55	15	30	45
	> 300	–	–	–	–
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные, дерновые полугидроморфные, связные (суглинистые и супесчаные, подстилаемые суглинками)	< 80	100	60	100	150
	81–140	90	40	60	90
	141–200	80	30	40	60
	201–300	60	20	30	45
	301–400	20	10	20	30
	> 400	–	–	–	–
Торфяные и торфяно-минеральные	< 200	140	60	80	120
	201–400	120	40	60	90
	401–600	100	30	40	60
	601–1000	60	20	30	40
	1000–1300	20	10	20	30
	> 1300	–	–	–	–

Таблица 48

Нормативы среднегодовых доз калийных удобрений на загрязненных радионуклидами луговых землях

Почвы	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы	Основные дозы K ₂ O, кг/га	Дополнительные дозы K ₂ O (кг/га д. в.) при плотности загрязнения (Ки/км ²)		
			¹³⁷ Cs – 1,0–4,9 ⁹⁰ Sr – 0,15–0,29	¹³⁷ Cs – 5,0–14,9 ⁹⁰ Sr – 0,30–0,99	¹³⁷ Cs – 15,0–40,0 ⁹⁰ Sr – 1,00–3,00
Дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные дерновые полугидроморфные	< 80	80	40	80	120
	81–140	70	30	60	90
	141–200	60	20	40	60
	201–300	45	15	30	45
	> 300	–	–	–	–
Торфяные и торфяно-минеральные	< 200	100	40	80	120
	201–400	90	30	60	90
	401–600	80	20	40	60
	601–1000	60	10	20	30
	> 1000	–	–	–	–

Установлено, что действующие схемы и нормативы выделения фосфорных и калийных удобрений на луговые земли и пахотные почвы рыхлого гранулометрического состава на площади 448,5 тыс. га соответствуют потребности и не требуют корректировки. В то же время дозы фосфорных и калийных удобрений для пахотных минеральных почв связного гранулометрического состава на площади 111,5 тыс. га и для органогенных почв на площади 32,5 тыс. га должны быть существенно повышены согласно предложенным нормативам.

В Республике Беларусь разработана целая серия новых форм комплексных удобрений для почв различного уровня плодородия, содержащих биологически активные соединения и микроэлементы, для ряда сельскохозяйственных культур (лен-долгунец и лен масличный, сахарная свекла, озимые и яровые зерновые культуры, озимый рапс, гречиха, картофель, кукуруза, бобовые и зернобобовые, овощные культуры, многолетние злаковые и бобово-злаковые травы, зеленые насаждения и др.). Удобрения выпускаются в промышленном или опытно-промышленном масштабе на ОАО «Гомельский химический завод», ОАО «Беларуськалий» и ОАО «Гомельхимторг». Предназначены удобрения как для основного внесения в почву, так и для некорневых подкормок по вегетирующим растениям.

Для основного внесения в почву под различные сельскохозяйственные культуры разработаны сложно-смешанные комплексные гранулированные удобрения, содержащие макроэлементы (азот, фосфор, калий) и, при необходимости, серу, натрий, магний, микроэлементы (медь, марганец, бор, цинк и др.) в зависимости от потребности культуры, а также биологически активные соединения и другие модифицирующие добавки. Для некорневых подкормок по вегетации растений разработаны удобрения жидкие комплексные с добавками микроэлементов (8 марок, для 12 культур), в том числе и бесхлорные (табл. 49).

Таблица 5.1

Ассортимент комплексных (твердых и жидких) удобрений с добавками микроэлементов для сельскохозяйственных культур

Культуры	Марки удобрения (NPK) для почв разного уровня плодородия
Удобрения комплексные для основного внесения в почву	
Озимые зерновые культуры	N(5–7) P(16–21) K(31–36), Cu, Mn, гуминовые вещества
Яровые зерновые культуры	N(13–16) P(8–12) K(17–20), S, Cu, Mn, гуминовые вещества

Культуры	Марки удобрения (NPK) для почв разного уровня плодородия
Пивоваренный ячмень	N(8–13) P(14–19) K(20–25), S, Cu, Mn, B, гуминовые вещества
Крупяные культуры	N(8–16) P(10–20) K(17–30), S, Mg, B, Zn, Fe, регулятор роста растений Эпин
Лен-долгунец	N(5–7) P(16–21) K(32–35), B, Zn, Fe
Лен масличный	N(12–13) P(8–14) K(14–28), B, Zn, Fe, Cu, регулятор роста растений Эпин
Сахарная свекла	N(13–17) P(8–12) K(18–22), Na ₂ O, S, B, Mn, Zn, Co
Озимый рапс	N(5–8) P(16–20) K(25–35), S, B, Mn
Картофель	N(13–16) P(8–12) K(17–24) S, B, Cu, Mn, гуминовые вещества
Бобовые* и зернобобовые** культуры	N(5–6) P(18–21) K(321–35) B, Mo, гуминовые вещества * N(5–7) P(16–21) K(31–35), B, Mo, Mn, Co, гуминовые вещества **
Кукуруза	N(14–15) P(10–13) K(18–20), Zn, B, Cu, Mn, Co, гуминовые вещества
Морковь	N(14–16) P(10–12) K(19–20), S, B, Cu
Столовая свекла	N(13–16) P(12) K(19–20), S, Na ₂ O, B, Mn, гуминовые вещества
Капуста	N(13) P(11–12) K(19–21), S, B, Zn, Mo, Fe
Подсолнечник	N(10–16) P(10–18) K(18–25), S, Mg, B, Cu, Mn
Однолетние бобово-злаковые травосмеси	N(14–16) P(10–12) K(19–20), S, B, Cu, Mn
Многолетние злаковые травы	N(13–14) P(10–11) K(19–21), Cu, B, Zn, Mn
Многолетние бобово-злаковые травы	N(7–8) P(0–15) K(24–30), Cu, B, Zn, Mo, Mn
Хмель	N(13–14) P(7–12) K(19–29), (S, B, Zn, Cu, Fe)
Зеленые насаждения (городское озеленение)	N(5–16) P(11–20) K(20–25), S, MgO, B, Cu, Zn, Mo, гуминовые вещества
Многолетние злаковые, бобово-злаковые и бобовые травы	N(9–18) P(0) K(8–17), с микроэлементами (B, Mo, Cu, Zn, Mn)
Удобрения жидкие комплексные с хелатными формами микроэлементов для некорневых подкормок сельскохозяйственных культур	
Зерновые	N(8) P(4) K(9), Cu и Mn (в хелатной форме)
Картофель	N(8) P(4) K(9), B, Cu и Mn (в хелатной форме)
Кукуруза	N(8) P(4) K(9), B, Zn и Mo (в хелатной форме)
Бобовые и зернобобовые	N(5) P(7) K(10), B, Mo (в хелатной форме)
Лен-долгунец и лен масличный	N(5) P(7) K(10), B, Zn и Cu (в хелатной форме)
Морковь	N(8) P(4) K(9), B, Cu и Co (в хелатной форме)
Свекла	N(8) P(4) K(9), Na, B, Mn (в хелатной форме)
Капуста	N(8) P(4) K(9), B, Zn и Mo (в хелатной форме)
Зеленые насаждения	N(6) P(3) K(8), B, Cu и Mn (в хелатной форме)
Цветочно-декоративные растения	N(6) P(3) K(8), B, Cu и Mn (в хелатной форме)
Всего: 84 марки (твердых и жидких комплексных удобрений)	

Применение в сельскохозяйственном производстве комплексных удобрений имеет свои преимущества по сравнению со стандартными туками: удобрения характеризуются высокой концентрацией питательных веществ, в их состав можно вводить широкий спектр модифицирующих добавок с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур и уровня плодородия почв; обеспечивается значительное сокращение расходов хозяйств на их транспортировку, смешивание, хранение и внесение (за один проход техники вносится весь необходимый комплекс элементов питания для растений). При этом сокращаются также сроки внесения удобрений, уменьшается неравномерность их распределения по площади поля, обеспечиваются оптимальные условия для роста и развития растений, что, в конечном счете, положительно сказывается на величине урожая и качестве продукции.

2.3.3. Микроудобрения

Наиболее эффективной формой микроудобрений для растений являются комплексные соединения микроэлементов, которые более технологичны в применении и обладают высокой биологической активностью, что позволяет обеспечить лучшую доступность микроэлементов для растений. В Институте почвоведения и агрохимии разработаны новые формы жидких комплексных микроудобрений МикроСтим и МикроСил, приготовленные на основе хелатов металлоэлементов и бора в органоминеральной форме (табл. 50). Кроме микроэлементов (медь, цинк, бор, марганец, молибден, кобальт) жидкие комплексные микроудобрения содержат регулятор роста растений природного происхождения Гидрогумат или Экосил, что повышает их эффективность и отличает от других аналогичных форм микроудобрений. Состав и содержание микроэлементов соответствует биологическим потребностям сельскохозяйственных культур. Новые микроудобрения МикроСтим и МикроСил прошли регистрацию и внесены в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь». По лицензионным договорам освоено производство новых жидких комплексных микроудобрений на 4-х предприятиях республики, что во многом решает проблему потребности сельского хозяйства в микроудобрениях. Жидкие комплексные микроудобрения рекомендованы для применения в виде некорневых подкормок растений в период вегетации и для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур.

Таблица 50

Ассортимент отечественных жидких хелатных микроудобрений

Марка микроудобрения	Состав, г/л	Культуры
МикроСтим-Бор	N – 50; B – 150; гуминовые в-ва – 0,6–8,0	Сахарная свекла, рапс, лен, картофель, гречиха, зернобобовые, овощные, плодовые и ягодные
МикроСтим-Бор, Медь	N – 65; B – 40; Cu – 40; гуминовые в-ва – 0,6–6,0	Лен, рапс, картофель, гречиха, сахарная свекла, овощные, плодовые и ягодные
МикроСтим-Кобальт	N – 53–73; Co – 127–140	Зернобобовые
МикроСтим-Кобальт, Бор	N – 90–115; Co – 45–55; B – 45–55; гуминовые в-ва – 0,6–9,0	Зернобобовые
МикроСтим-Медь Л	N – 65; Cu – 78; гуминовые в-ва – 0,6–5,0	Озимые и яровые зерновые, овощные, плодовые и ягодные
МикроСтим-Марганец	N – 35; Mn – 50	Озимые и яровые зерновые, рапс, сахарная свекла
МикроСтим-Медь ПС	N – 47; Cu – 60; гуминовые в-ва – 0,9–6,0	Озимые и яровые зерновые
МикроСтим-Медь, Марганец	N – 35–70; Cu – 25–55; Mn – 20–30	Озимые и яровые зерновые
МикроСтим-Медь, Молибден	N – 66–86; Cu – 45–55; Mo – 45–55; гуминовые в-ва – 0,6–9,0	Озимые и яровые зерновые
МикроСтим-Медь, Цинк, Бор ИС	N – 50,0; Cu – 7,3; Zn – 6,5; B – 6,1; гуминовые в-ва – 0,15–0,6	Лен
МикроСтим-Цинк	N – 90–115; Zn – 60–80	Озимые зерновые, кукуруза
МикроСтим-Цинк, Бор	N – 93,0; Zn – 46,0; B – 30,0; гуминовые в-ва – 0,48–6,0	Лен, кукуруза, гречиха, овощные, плодовые и ягодные
МикроСтим-Цинк, Медь	N – 60–100; Zn – 35–55; Cu – 45–55	Кукуруза
МикроСтим-Молибден	N – 65–85; Mo – 140–160; гуминовые в-ва – 0,6–6,0	Многолетние бобовые травы
МикроСтим-Молибден, Бор	N – 55–75; Mo – 45–55; B – 45–55; гуминовые в-ва – 0,6–6,0	Многолетние бобовые травы
МикроСил-Бор	N – 50; B – 150; экосил – 30 мл/л	Сахарная свекла, рапс, лен, картофель, гречиха, люпин
МикроСил-Бор, Медь	N – 65; B – 40; Cu – 40; экосил – 30 мл/л	Сахарная свекла, рапс, лен, картофель, зернобобовые, томат, перец, баклажан
МикроСил-Медь Л	N – 65; Cu – 80; экосил – 30 мл/л	Озимые и яровые зерновые, томат, перец, баклажан
МикроСил-Медь ПС	N – 47; Cu – 60; экосил – 70 мл/л	Озимые и яровые зерновые
МикроСил-Медь, Цинк, Бор ИС	N – 50; Cu – 7,3; Zn – 6,5; B – 6,1; экосил – 12 мл/л	Лен
МикроСил-Цинк, Бор	N – 93; Zn – 46; B – 30; экосил – 30 мл/л	Лен, кукуруза

В практической деятельности хозяйств в качестве микроудобрений могут использоваться также борная кислота и микроэлементы в форме химических солей: сульфат меди, сульфат цинка, сульфат марганца, молибдат аммония, сульфат кобальта, калий йодистый.

Оценка состояния плодородия почв

Расчеты по разработке планов применения удобрений основываются на данных агрохимической характеристики почв. В данном разделе приводятся нормативные сведения по агрофизическим свойствам основных почвенных разновидностей, принятых в Агрохимической службе республики, градациям почв по степени кислотности, содержанию фосфора, калия, кальция, магния, гумуса, микроэлементов, оптимальные параметры основных агрохимических показателей плодородия почв, нормативы затрат фосфорных и калийных удобрений на повышение запасов этих элементов в почвах.

Приложение

Агрофизическая характеристика пахотного слоя почв Республики Беларусь

Почвы	Плотность сложения, г/см ³	Вес пахотного слоя, т	
		0–20 см	0–25 см
Суглинистые	1,18–1,25	2350–2420	2950–3125
Супесчаные	1,28–1,33	2550–2650	3200–3325
Песчаные	1,38–1,42	2750–2850	3450–3550
Торфяные	0,35–0,45	700–900	875–1125
Дегроторфяные	0,65–0,75	1300–1500	1625–1875

Запас элементов питания в почве по конкретным данным рассчитывается следующим образом: вес пахотного слоя (т/га) умножается на содержание элемента питания в мг/кг почвы.

$$\text{Пример: } \frac{2400 \text{ т} \cdot 123 \text{ мг P}_2\text{O}_5}{1000} = 295 \text{ кг/га.}$$

Приложение 2

Градации почв по степени кислотности (pH_{KCl})

Группы по степени кислотности	Минеральные почвы	Торфяные почвы
Сильнокислые	< 4,50	< 4,00
Среднекислые	4,51–5,00	4,01–4,50
Кислые	5,01–5,50	4,51–5,00
Слабокислые	5,51–6,00	5,01–5,50
Близкие к нейтральным	6,01–6,50	5,51–6,00
Нейтральные	6,51–7,00	6,01–6,50
Слабощелочные	> 7,00	> 6,50

Приложение 3

Градации почв по содержанию и запасам гумуса

Группы по содержанию гумуса	Минеральные почвы, %	Запасы гумуса в пахотном слое 0–25 см, т/га
Очень низкое	менее 1,0	< 30
Низкое	1,01–1,50	31–50
Среднее	1,51–2,00	51–70
Повышенное	2,01–2,50	71–90
Высокое	2,51–3,00	91–110
Очень высокое	> 3,00	> 110

Градации почв по содержанию и запасам подвижного фосфора

Группы по содержанию фосфора	Содержание P_2O_5 (по методу Кирсанова), мг/кг почвы		Запасы P_2O_5 в 25 см слое, т/га	Концентрация P_2O_5 в 0,01 М вытяжке $CaCl_2$, мг/л
	минеральные	торфяные		
Очень низкое	< 60	< 200	< 0,20	< 0,10
Низкое	61–100	201–300	0,21–0,30	
Среднее	101–150	301–500	0,31–0,50	0,10–0,20
Повышенное	151–250	501–800	0,51–0,80	0,21–0,60
Высокое	251–400	801–1200	0,81–1,30	0,61–2,00
Очень высокое	> 400	> 1200	> 1,31	> 2,00

Градации почв по содержанию и запасам подвижного калия

Группы по содержанию калия	Содержание K_2O (по методу Кирсанова), мг/кг почвы		Запасы K_2O в 25 см слое, т/га
	минеральные	торфяные	
Очень низкое	< 80	< 200	< 0,3
Низкое	81–140	201–400	0,31–0,40
Среднее	141–200	401–600	0,41–0,70
Повышенное	201–300	601–1000	0,71–1,00
Высокое	301–400	1001–1300	1,01–1,30
Очень высокое	> 400	> 1300	> 1,31

Градации почв по содержанию и запасам кальция

Группы по содержанию кальция	Минеральные	Торфяные	Запасы в слое 0–25 см, т/га
	мг/кг почвы		
Очень низкое	< 400	< 1200	< 1,20
Низкое	401–800	1201–2400	1,21–2,50
Среднее	801–1200	2401–3600	2,51–4,00
Повышенное	1201–1600	3601–4800	4,01–5,00
Высокое	1601–2000	4801–6000	5,01–6,00
Очень высокое	> 2000	> 6000	> 6,00

Градации почв по содержанию и запасам серы

Группы по содержанию серы	Минеральные	Торфяные	Запасы в слое 0–25 см, кг/га
	мг/кг почвы		
Низкое	< 6 ,0	< 20,0	< 20,0
Среднее	6,1–12,0	20,1–40,0	20,1–40,0
Высокое	12,1–18,0	40,1–60,0	40,1–60,0
Очень высокое	> 18,0	> 60,0	> 60,0

Градации почв по содержанию и запасам магния

Группы по содержанию магния	Минеральные	Торфяные	Запасы в слое 0–25 см, кг/га
	мг/кг почвы		
Очень низкое	< 60	< 200	< 200
Низкое	61–90	201–300	201–300
Среднее	91–150	301–450	301–500
Повышенное	151–300	451–900	501–1000
Высокое	301–450	901–1500	1001–1500
Очень высокое	> 450	> 1500	> 1500

Градации почв по содержанию подвижных форм микроэлементов в минеральных (в числителе) и торфяных (в знаменателе) почвах, мг/кг

Элемент	Вытяжка для определения подвижных форм	Группы по обеспеченности микроэлементами			
		1 (низкая)	2 (средняя)	3 (высокая)	4 (избыточная, слабая степень загрязнения)
Cu	1,0 М HCl	< 1,5	1,6–3,0	3,1–5,0	5,1–7,0
		< 5,0	5,1–9,0	9,1–12,0	12,1–16,0
Zn	1,0 М HCl	< 3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	10,1–16,0
		< 10,0	10,1–15,0	15,1–30,0	30,1–50,0
B	H ₂ O	< 0,3	0,31–0,70	0,71–1,00	> 1,0
		< 1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–5,3
Mn	0,1 М H ₂ SO ₄	< 25	25,1–100	100,1–300	> 300
		< 75	75,1–300	300,1–600	600,1–900
Mn	1,0 М KCl	< 2,0	2,0–6,0	6,1–10,0	> 10,0
		< 6,0	6,0–18,0	18,1–30,0	> 30,0
Co	1,0 М HNO ₃	< 1,0	1,1–2,5	2,51–3,0	> 3,0
		< 3,0	3,1–7,5	7,51–9,0	9,1–12,0

Примечание: марганец определяется только в минеральных почвах.

Градации дерново-подзолистых почв по содержанию подвижных форм Cd и Pb в 1 М HCl

Группировка почв по содержанию металлов	Содержание, мг/кг почвы		
	песчаные	супесчаные	суглинистые
Cd			
Кларк	0,02 и менее	0,03 и менее	0,04 и менее
Повышенное	0,03–0,09	0,05–0,15	0,05–0,25
Высокое	0,10–0,20	0,16–0,30	0,25–0,40
Очень высокое (ОДК)	> 0,20	> 0,30	> 0,40
Pb			
Кларк	2,0 и менее	3,0 и менее	5,0 и менее
Повышенное	2,1–5,0	3,1–10,0	5,1–15,0
Высокое	5,1–10,0	10,1–15,0	15,0–25,0
Очень высокое (ОДК)	> 10,0	> 15,0	> 25

**Градации дерново-подзолистых почв по валовому
содержанию тяжелых металлов**

Группировка почв по содержанию металлов	Содержание, мг/кг почвы		
	песчаные	супесчаные	суглинистые
Cd			
1. Фоновое	0,07 и менее	0,09 и менее	0,12 и менее
2. Повышенное	0,08–0,20	0,10–0,30	0,13–0,40
3. Высокое	0,21–0,30	0,31–0,40	0,41–0,60
4. Очень высокое (ОДК)	> 0,30	> 0,40	> 0,60
Pb			
1. Фоновое	7,0 и менее	10,0 и менее	15,0 и менее
2. Повышенное	7,1–15,0	10,1–25,0	15,1–30,0
3. Высокое	15,1–25,0	25,1–35,0	30,1–60,0
4. Очень высокое (ОДК)	> 25,0	> 35,0	> 60,0
Zn			
1. Фоновое	20,0 и менее	28,0 и менее	40,0 и менее
2. Повышенное	20,1–35,0	28,1–45,0	40,1–60,0
3. Высокое	35,1–50,0	45,1–60,0	60,1–80,0
4. Очень высокое (ОДК)	> 50,0	> 60,0	> 80,0
Cu			
1. Фоновое	5,0 и менее	8,0 и менее	12,0 и менее
2. Повышенное	5,1–20,0	8,1–35,0	12,1–50,0
3. Высокое	20,1–35,0	35,1–60,0	50,1–90,0
4. Очень высокое (ОДК)	> 35,0	> 60,0	> 90,0
Cr			
1. Фоновое	18,0 и менее	25,0 и менее	50,0 и менее
2. Повышенное	18,1–50,0	25,1–75,0	50,1–125,0
3. Высокое	50,1–80,0	75,1–150,0	125,1–200,0
4. Очень высокое (ОДК)	> 80,0	> 150,0	> 200,0

Градации по степени загрязнения радионуклидами почв

Степень загрязнения	Цезий-137	Стронций-90
	плотность загрязнения, Ки/км ²	
1	< 1,0	< 0,15
2	1,0–4,9	0,15–0,30
3	5,0–9,9	0,31–0,50
4	10,0–14,9	0,51–1,00
5	15,0–29,9	1,01–2,00
6	30,0–39,9	2,01–2,99
7	40 и более	3,00 и более

Производственно-практическое издание

Богдевич Иосиф Михайлович,
Путятин Юрий Викторович,
Серая Таисия Михайловна,
и др.

**СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ
для СПЕЦИАЛИСТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
НА ПОСТРАДАВШИХ ОТ КАТАСТРОФЫ
НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ТЕРРИТОРИЯХ**

Ответственный за выпуск Н. Ю. Жабровская
Редакторы А. С. Атлас, Т. Н. Самосюк