

40.4
op 33
1134160

СПРАВОЧНИК АГРОХИМИКА



М. В. Федорченко
Ю. А. Трынкин
Л. С. Алексеев

СПРАВОЧНИК АГРОХИМИКА

Петрозаводск «Карелия»
1989

Ф $\frac{3702050000-087}{M127(03)-89}$ 21-89

© «Карелия», 1989

ISBN 5-7545-0155-2

ПРЕДИСЛОВИЕ

Перед агропромышленным комплексом страны поставлена задача к концу XIII пятилетки полностью обеспечить потребность населения в продуктах питания. Достичь этой цели можно только путем интенсификации всех отраслей сельскохозяйственного производства, сохранения и воспроизводства плодородия почв при эффективном использовании органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов в сочетании с высоким уровнем агротехники возделывания всех сельскохозяйственных культур, механизации и мелиорации.

Ежегодно в хозяйствах Карелии известкуется пятая часть пашни, в среднем на гектар вносится 17—18 тонн органических удобрений, 250—280 килограммов действующего вещества минеральных туков, проводится подкормка сенокосов и пастбищ. Достигнутый уровень применения средств химизации в среднем обеспечивает положительный баланс гумуса и основных элементов питания. Больше половины прироста урожая обеспечивает применение средств химизации.

По определению Д. Н. Прянишникова, «задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растениях, которые могут повышать урожай или изменять его состав».

Значительного увеличения производства растениеводческой продукции при минимальных затратах можно достичь только в результате применения удобрений на основе глубоких агрохимических знаний с использованием последних достижений науки. При этом применение удобрений не должно влиять на окружающую среду, изменять сложившиеся природные экосистемы.

Авторы излагают в справочнике основные вопросы применения органических, минеральных удобрений и химических мелиорантов с учетом почвенных и организационно-хозяйственных условий Карелии, а также последних исследований и нормативных данных.

Справочник может быть полезен не только специалистам сельского хозяйства, но и любителям-садоводам, огородникам, так как основные принципы применения средств химизации остаются неизменными независимо от масштабов производства.

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Климат Карельской АССР прохладный и влажный, характерны продолжительная относительно мягкая зима и короткое прохладное лето. Значительная протяженность с севера на юг, влияние Белого моря, а также Онежского и Ладожского озер, разнообразие форм рельефа и почвообразующих пород определяют различия почвенно-климатических условий на территории республики.

Север Карелии, особенно северо-западный и северо-восточный районы отличаются суровым климатом с суммой эффективных температур менее 1200° и безморозным периодом до 95 дней. Сельское хозяйство здесь развито слабо.

Наиболее развито сельское хозяйство в южной зоне, сумма эффективных температур здесь достигает 1500° , а безморозный период — 120—130 дней.

Годовое количество осадков составляет 450—500 мм на севере и 600—650 мм на юге.

При большом разнообразии почвенного покрова под естественной растительностью под сельскохозяйственные угодья разработаны наиболее плодородные почвы с благоприятным водным режимом, наименее засоренные камнем, в основном подзолистые (на юге — дерново-подзолистые, в бассейнах рек — аллювиальные).

В Медвежьегорском и Кондопожском районах много дерновых литогенных почв на шунгитовых породах, обладающих высоким плодородием, но сильно закамененных.

Большинство пахотных почв являются антропогенными, т. е. сформировавшимися в результате деятельности человека. Верхний пахотный слой создан распашкой гумусово-аккумулятивного и подзолистого (полностью или частично) горизонтов, а на короткопрофильных почвах припахан и иллювиальный горизонт. Вне-

сение органических и минеральных удобрений, возделывание многолетних трав усиливают дерновый процесс, т. е. накопление в пахотном горизонте гумуса, азота и других элементов питания. В связи с этим на пашне для практической работы имеют значение не столько почвенно-генетические различия, сколько степень окультуренности и механический состав.

Проведение мелиоративных работ позволило вовлечь в обработку почвы с избыточным увлажнением — подзолисто-болотные и болотные. Эти почвы имеют свои преимущества: расположены на равнинных участках, в больших массивах, некаменистые, удобные для обработки, с высоким содержанием органического вещества.

Распределение пашни по почвенным генетическим типам и по механическому составу дано в таблицах 1—3.

Таблица 1

Распределение пашни по почвенно-генетическим типам, % общей площади

Районы	Обследованная площадь, тыс. га	Подзолистые	Дерновые шунгитовые	Болотно-подзолистые	Болотные	Аллювиальные
Северные: Калевальский, Лоухский, Беломорский, Сегежский, Муезерский	2,3	38	—	11	50	1
Пудожский	5,6	84	—	8	1	7
Медвежьегорский	5,3	45	15	25	15	—
Кондопожский	1,4	74	—	17	5	4
Прионежский	5,1	39	—	40	18	3
Пряжинский	4,2	82	—	13	5	—
Суоярвский	2,5	51	—	30	19	—
Питкярантский	5,4	47	—	51	2	—
Олонецкий	11,0	23	—	76	1	—
Лахденпохский	11,9	75	—	23	2	—
Сортавальский горсовет	7,6	68	—	30	2	—
Всего по КАССР	62,3	56	1	35	7	1

Таблица 2

Распределение пахотных подзолистых и дерново-подзолистых почв по механическому составу, % общей площади

Районы	Площадь, тыс. га	Песчаные	Супесчаные	Легкие суглинки	Средние суглинки	Тяжелые суглинки
Северные: Калевальский, Лоухский, Беломорский, Сегежский, Муезерский	0,9	25	38	20	16	1
Пудожский	4,4	13	45	22	19	1
Медвежьегорский	2,2	15	54	21	10	—
Кондопожский	1,3	19	40	15	45	11
Прионежский	2,1	19	56	17	8	—
Пряжинский	2,6	11	41	38	10	—
Суоярвский	1,1	2	96	2	—	—
Питкярантский	2,4	3	44	22	31	—
Олонецкий	2,5	6	53	24	17	—
Лахденпохский	9,3	2	13	16	56	14
Сортавальский горсовет	3,7	1	23	13	41	22
Всего по КАССР	32,5	8	36	19	30	7

Таблица 3

Распределение пахотных болотно-подзолистых почв по механическому составу, % общей площади

Районы	Площадь, тыс. га	Пески	Супеси	Легкие суглинки	Средние суглинки	Тяжелые суглинки	Торф
Северные: Калевальский, Лоухский, Беломорский, Сегежский, Муезерский	0,3	8	26	18	34	3	11
Пудожский	0,4	4	33	26	19	18	—
Медвежьегорский	1,2	2	14	26	40	10	8
Кондопожский	0,3	5	59	5	24	7	—
Прионежский	2,2	4	15	32	47	—	2
Пряжинский	0,4	—	8	16	58	18	—
Суоярвский	0,6	1	68	27	4	—	—
Питкярантский	2,6	3	51	16	28	2	—
Олонецкий	8,1	1	11	50	35	1	2
Лахденпохский	2,9	—	6	15	57	20	2
Сортавальский горсовет	1,7	—	7	21	42	29	1
Всего по КАССР	20,7	2	18	33	38	7	2

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ, ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВ

Для большинства типов почв Карелии характерна повышенная кислотность. По данным на 01.01.88 г., площадь кислых пахотных почв составляет 48,1 тыс. га, или 67% (таблица 4), в том числе 41% площади пашни занимают почвы сильно- и среднекислые, т. е. требующие обязательного известкования. По районам республики доля кислых почв значительно изменяется. Так, в Лахденпохском, Калевальском районах, Сортавальском горсовете кислые почвы занимают более 70% пашни. Значитель-

Таблица 4

Кислотность пахотных почв КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %				Итого кислых по .в		Среднее значение pH
		Сильнокислые	Среднекислые	Слабокислые	Ближкие к нейтральным	тыс. га	%	
Медвежьегорский	5,8	10	13	20	57	2,5	43	5,5
Олонецкий	14,3	17	28	27	28	10,3	72	5,1
Кондопожский	1,7	5	16	25	54	0,8	46	5,5
Лахденпохский	12,2	16	32	28	24	9,3	76	5,1
Калевальский	1,0	37	26	26	11	0,9	90	4,7
Муезерский	0,1	13	41	8	38	0,07	62	5,2
Сегежский	0,2	—	5	23	72	0,05	28	5,8
Пудожский	6,2	15	23	25	37	3,9	63	5,2
Сортавальский горсовет	7,7	17	40	23	20	6,2	80	5,0
Суоярвский	2,9	9	21	26	44	1,6	56	5,4
Беломорский	0,4	9	14	13	64	0,1	36	5,6
Лоухский	0,8	—	16	47	37	0,5	63	5,4
Питкярантский	5,6	21	28	23	28	4,0	72	5,1
Прионежский	7,0	11	21	22	46	3,8	54	5,4
Пряжинский	5,5	9	26	37	28	4,0	72	5,2
Всего по КАССР	71,4	14	27	26	33	48,1	67	5,2

но ниже среднереспубликанского уровня количество пашни с повышенной кислотностью в Кондопожском (46%), Прионежском (54%), Суоярвском (56%) районах. В Медвежьегорском районе, где часть сельскохозяйственных угодий расположена на шунгитовых почвах, имеющих хорошие агрохимические свойства, площадь пашни, нуждающейся в известковании, наименьшая — около 43%.

Почвы сенокосов и пастбищ имеют более высокую кислотность, чем пахотные (таблицы 5, 6), велика среди них доля сильно- и среднекислых почв. Наиболее кислой реакцией обладают почвы кормовых угодий Питкярантского, Лахденпохского районов, Сортавальского горсовета.

По степени кислотности почвы всех хозяйств отличаются значительной пестротой. Как правило, в каждом совхозе есть поля и сильнокислые, и близкие к нейтральным. Повышенную кислотность обычно имеют слабокультуренные земли, не распахиваемые в течение 10—12 и более лет.

Таблица 5

Кислотность почв улучшенных сенокосов КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %				Итого кислых почв		Среднее значение pH
		Сильнокислые	Среднекислые	Слабокислые	Близкие к нейтральным	тыс. га	%	
Медвежьегорский	2,0	9	31	22	38	1,2	62	5,3
Олонецкий	6,0	21	29	23	27	4,4	73	5,0
Кондопожский	2,2	4	23	25	48	1,1	52	5,4
Лахденпохский	1,1	24	31	33	12	1,0	88	4,9
Калевальский	0,06	71	24	5	—	0,06	100	4,2
Муезерский	0,09	22	20	16	42	0,05	58	5,2
Пудожский	0,9	14	19	26	41	0,5	59	5,3
Сортавальский горсовет	0,6	21	44	21	14	0,5	86	4,9
Суоярвский	0,5	9	28	34	29	0,3	71	5,2
Беломорский	0,1	6	11	12	71	0,02	29	5,6
Питкярантский	1,5	30	28	25	17	1,2	83	4,9
Прионежский	0,9	31	29	20	20	0,7	80	4,9
Пряжинский	1,7	9	36	26	29	1,2	71	5,2
Всего по КАССР	17,6	17	29	25	29	12,4	71	5,1

Кислотность почв культурных пастбищ КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %				Итого кислых почв		Средневзвешенное значение pH
		Сильнокислые	Среднекислые	Слабокислые	Близкие к нейтральным	тыс. га	%	
Медвежьегорский	0,9	5	11	9	75	0,7	25	5,7
Олонецкий	0,9	13	25	33	29	0,6	71	5,2
Кондопожский	0,4	8	10	39	43	0,2	57	5,4
Лахденпохский	1,4	15	38	29	18	1,2	82	5,0
Пудожский	0,7	10	26	19	45	0,4	55	5,3
Сортавальский горсовет	1,5	22	49	19	10	1,3	90	4,8
Питкярантский	1,3	28	38	20	14	1,1	86	4,8
Прионежский	1,1	12	22	24	42	0,7	58	5,3
Пряжинский	0,8	49	20	22	9	0,7	91	4,6
Всего по КАССР	9,0	19	30	23	28	6,5	72	5,1

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Фосфор. По данным агрохимического обследования, содержание подвижных фосфатов в пахотных почвах довольно высокое. В целом по республике почвы с высоким и очень высоким содержанием фосфора занимают 72% общей площади пашни (таблица 7). В то же время обеспеченность пахотных почв этим элементом питания сильно варьирует по отдельным районам. Так, средневзвешенное содержание фосфора колеблется от 16,4 в Пудожском районе до 27,8 мг на 100 г почвы в Сеgezском районе. Выше среднереспубликанского уровня обеспеченность почв в Кондопожском, Муезерском, Сеgezском, Лоухском районах (26,1—27,8 мг P_2O_5 на 100 г почвы).

Почвы улучшенных сенокосов обеспечены подвижным фосфором значительно хуже пашни. Из данных таблицы 8 видно, что особенно бедны этим элементом питания сенокосы Муезерского, Олонецкого, Пудожского, Суоярвского и Медвежьегорского районов, где содержание фосфора не превышает 15 мг на 100 г почвы более чем на половине площади.

Почвы культурных пастбищ в целом по республике следует отнести к хорошо обеспеченным подвижным фосфором (таблица 9). Средневзвешенное содержание P_2O_5 в почвах этих угодий составляет 19,4 мг на 100 г почвы. В то же время около трети площади культурных пастбищ Пудожского, Пряжинского районов, Сортавальского горсовета недостаточно обеспечены этим элементом питания.

Калий. Обменным калием пахотные почвы Карелии обеспечены хуже, чем фосфором. Несмотря на довольно высокое средневзвешенное содержание (17,8 мг на 100 г почвы), площадь сла-

Таблица 7

Содержание подвижного фосфора в пахотных почвах КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средневзвешенное содержание, мг на 100 г почвы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	5,8	18	11	9	16	46	19,4
Олонецкий	14,3	4	8	16	34	38	21,0
Кондопожский	1,7	1	3	7	12	77	26,6
Лахденпохский	12,2	3	6	12	32	47	22,6
Калевальский	1,0	8	8	10	30	44	21,2
Муезерский	0,1	—	—	3	29	68	26,6
Сегежский	0,2	2	5	2	2	89	27,8
Пудожский	6,2	8	21	23	26	22	16,4
Сортавальский горсовет	7,7	5	13	13	22	47	21,2
Суоярвский	2,9	4	12	14	18	52	22,1
Беломорский	0,4	3	12	11	12	62	23,4
Лоухский	0,8	—	2	10	16	72	26,1
Питкярантский	5,6	2	8	12	21	57	23,5
Прионежский	7,0	3	8	13	19	57	23,1
Пряжинский	5,5	1	4	14	17	64	24,7
Всего по КАССР	71,4	5	9	14	25	47	21,7

Таблица 8

Содержание подвижного фосфора в почвах улучшенных сенокосов КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средне-взвешенное содержание, мг на 100 г почвы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	2,0	33	15	15	12	25	13,9
Олонецкий	6,0	34	18	11	13	24	13,5
Кондопожский	2,2	10	11	19	15	45	19,8
Лахденпохский	1,1	16	9	17	33	25	17,3
Калевальский	0,06	—	—	7	45	48	24,3
Муезерский	0,1	65	17	4	12	2	6,5
Пудожский	1,0	22	32	24	10	12	11,6
Сортавальский горсовет	0,6	4	27	25	22	22	16,3
Суоярвский	0,5	23	32	14	9	22	13,2
Беломорский	0,08	11	—	—	6	83	26,4
Питкярантский	1,5	6	17	23	25	29	18,0
Прионежский	0,9	6	27	22	17	28	16,7
Пряжинский	1,7	6	9	18	19	48	21,3
Всего по КАССР	17,7	21	17	16	16	30	15,9

Таблица 9

Содержание подвижного фосфора в почвах культурных пастбищ КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средне-взвешенное содержание, мг на 100 г почвы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	1,0	11	8	12	17	52	21,4
Олонецкий	0,9	6	14	16	29	35	19,5
Кондопожский	0,4	1	12	16	18	53	22,4
Лахденпохский	1,4	2	5	15	31	47	22,6
Пудожский	0,7	3	27	34	21	15	15,2
Сортавальский горсовет	1,5	11	22	19	18	30	16,9
Питкярантский	1,3	6	16	20	19	39	19,5
Прионежский	1,1	7	16	15	20	42	19,8
Пряжинский	0,8	16	17	21	13	33	16,8
Всего по КАССР	9,1	7	15	18	21	39	19,4

бообеспеченных пахотных земель значительна — 16% имеет низкое и столько же среднее содержание обменного калия (таблица 10).

Бедны обменным калием почвы легкого механического состава и торфяные. Мало калия в пахотных почвах Муезерского, Сегежского и Калевальского районов, где средневзвешенное содержание не превышает 12,6 мг на 100 г почвы. Ниже среднереспубликанского уровня обеспеченность почв Олонецкого, Пудожского, Лоухского и Питкярантского районов. Наиболее хорошо обеспечены обменным калием пахотные почвы Лахденпохского района и Сортавальского горсовета — средневзвешенное содержание составляет 22,0 и 20,8 мг на 100 г почвы.

В почвах улучшенных сенокосов и культурных пастбищ калия содержится еще меньше, чем в пахотных (таблицы 11, 12). Осо-

Таблица 10

Содержание обменного калия в пахотных почвах КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средневзвешенное содержание, мг на 100 г почвы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	5,8	20	18	16	16	30	17,1
Олонецкий	14,3	25	22	20	16	17	14,6
Кондопожский	1,7	11	16	20	18	35	19,2
Лахденпохский	12,2	2	6	18	34	40	22,0
Калевальский	1,0	35	26	14	11	14	12,6
Муезерский	0,1	69	7	2	5	17	7,9
Сегежский	0,2	40	27	17	8	8	10,9
Пудожский	6,2	19	22	20	22	17	15,6
Сортавальский горсовет	7,7	6	12	17	29	36	20,8
Суоярвский	2,9	14	18	19	21	27	17,8
Беломорский	0,4	16	20	21	12	31	17,4
Лоухский	0,8	9	40	22	15	14	14,8
Питкярантский	5,6	35	16	12	14	23	14,6
Прионежский	7,0	11	16	18	22	33	19,2
Пряжинский	5,5	12	16	21	20	31	18,6
Всего по КАССР	71,4	16	16	18	22	28	17,8

Таблица 11

Содержание обменного калия в почвах улучшенных сенокосов КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средневзвешенное содержание, мг на 100 г по вы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	2,0	25	26	19	13	17	14,3
Олонецкий	6,0	30	28	19	10	13	12,7
Кондопожский	2,2	9	22	20	19	30	18,3
Лахденпохский	1,1	8	13	23	35	21	18,6
Калевальский	0,06	64	15	5	7	9	8,9
Муезерский	0,1	21	39	21	10	9	12,7
Пудожский	0,9	23	26	17	18	16	14,7
Сортавальский горсовет	0,6	7	16	38	17	22	17,6
Суоярвский	0,5	64	20	4	6	6	8,4
Беломорский	0,08	—	—	6	6	88	28,5
Питкярантский	1,5	32	15	15	18	20	14,7
Прионежский	0,9	18	17	25	21	19	16,1
Пряжинский	1,7	7	21	10	18	44	20,9
Всего по КАССР	17,6	22	23	19	16	20	15,3

Таблица 12

Содержание обменного калия в почвах культурных пастбищ КАССР

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам, %					Средневзвешенное содержание, мг на 100 г почвы
		Низкое	Среднее	Повышенное	Высокое	Очень высокое	
Медвежьегорский	1,0	24	22	21	20	13	14,2
Олонецкий	0,9	21	28	23	16	12	14,0
Кондопожский	0,4	22	18	14	23	23	16,4
Лахденпохский	1,4	2	5	10	35	48	23,9
Пудожский	0,7	28	21	21	20	10	13,3
Сортавальский горсовет	1,5	11	13	22	27	27	18,6
Питкярантский	1,3	53	14	9	13	11	10,9
Прионежский	1,1	9	22	26	24	19	17,2
Пряжинский	0,8	39	18	14	14	15	12,8
Всего по КАССР	9,1	22	16	18	22	22	16,3

бенно плохо обеспечены калием почвы улучшенных сенокосов Суоярвского, Калевальского и Муезерского районов.

Другие элементы. Агрохимическое обследование почв на содержание магния и микроэлементов проводилось выборочно, только в тех почвах, где можно было предположить недостаток этих элементов питания. Магний определяли в легких песчаных и супесчаных почвах, бор — в почвах легкого механического состава и в произвесткованных почвах с $pH > 5,5$, медь — преимущественно в торфяных почвах. Начиная с V цикла обследования в минеральных почвах проводится определение доступной серы. В почвах, имеющих повышенную кислотность ($pH < 5,5$), определяли гидролитическую кислотность и сумму обменных оснований. Результаты исследований даны в таблицах 13—18.

Таблица 13

Содержание доступного магния в пахотных почвах КАССР
(MgO, мг на 100 г почвы)

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам содержания, %					
		до 10,0	10,1 — 20,0	20,1 — 40,0	40,1 — 60,0	60,1 — 80,0	более 80,0
Медвежьегорский	2,2	7	26	33	16	11	7
Олонецкий	12,0	6	22	49	18	3	2
Кондопожский	1,2	14	34	27	10	3	12
Лахденпохский	5,3	4	19	34	22	12	9
Калевальский	0,6	6	48	29	8	5	4
Муезерский	0,1	48	42	10	—	—	—
Сегежский	0,1	—	12	38	—	10	40
Пудожский	3,4	18	39	32	9	4	3
Сортавальский горсовет	2,8	8	29	34	19	7	3
Суоярвский	1,4	19	48	23	3	5	2
Беломорский	0,1	22	49	23	6	—	—
Лоухский	0,1	23	18	28	21	10	—
Питкярантский	3,3	22	49	23	5	1	—
Прионежский	3,9	16	37	32	5	6	4
Пряжинский	2,1	20	48	26	3	2	1
Всего по КАССР	38,6	11	30	36	14	5	4

Таблица 14

Содержание подвижного бора в пахотных почвах КАССР, мг на 1 кг почвы

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам содержания, %			
		до 0,22	0,23—0,50	0,51—1,00	более 1,00
Медвежьегорский	1,0	16	15	32	37
Олонецкий	5,7	4	28	54	14
Кондопожский	0,1	—	61	—	39
Лахденпохский	1,6	4	55	32	9
Калевальский	0,1	66	30	4	—
Сегежский	0,1	—	—	—	100
Пудожский	1,1	3	11	59	27
Сортавальский горсовет	1,8	—	10	57	33
Суоярвский	0,6	—	3	16	81
Беломорский	0,1	—	—	26	74
Лоухский	0,5	—	—	3	97
Питкярантский	0,8	3	56	30	11
Прионежский	2,7	—	11	19	70
Пряжинский	3,0	1	6	26	67
Всего по КАССР	19,2	3	21	38	38

Таблица 15

Содержание подвижной меди в пахотных почвах КАССР, мг на 1 кг почвы

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам содержания, %			
		до 1,0	1,1—2,2	2,3—5,0	более 5,0
Медвежьегорский	1,5	—	10	44	46
Олонецкий	4,0	—	3	40	57
Кондопожский	0,4	—	—	5	95
Лахденпохский	0,8	—	11	33	56
Калевальский	0,1	—	46	54	—
Сегежский	0,1	—	13	23	64
Пудожский	0,7	—	19	53	28
Сортавальский горсовет	0,1	—	—	—	100
Суоярвский	0,9	1	14	62	23
Беломорский	0,2	—	—	16	84
Лоухский	0,7	14	29	46	11
Питкярантский	0,3	6	64	24	6
Прионежский	2,3	—	7	40	53
Пряжинский	2,5	1	10	34	55
Всего по КАССР	14,6	1	10	40	49

Таблица 16

Содержание доступной серы в пахотных почвах КАССР, мг на 1 кг почвы

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам содержания, %		
		до 6,0	6,1—12,0	более 12,0
Медвежьегорский	3,1	3	20	77
Олонецкий	12,9	2	17	81
Лахденпохский	6,8	2	35	63
Калевальский	0,5	18	38	44
Сегежский	0,1	26	21	53
Муезерский	0,1	27	73	—
Пудожский	5,1	10	34	56
Суоярвский	1,6	7	38	55
Всего по КАССР	30,2	4	26	70

Таблица 17

Гидролитическая кислотность пахотных почв КАССР, мг-экв на 100 г почвы

Район	Обследованная площадь, тыс. га	Распределение по группам кислотности, %					
		более 6,0	5,1—6,0	4,1—5,0	3,1—4,0	2,1—3,0	менее 2,0
Медвежьегорский	2,3	47	16	18	15	4	—
Олонецкий	12,5	37	19	17	19	8	—
Кондопожский	0,9	3	3	19	29	40	6
Лахденпохский	10,2	45	25	19	10	1	—
Калевальский	0,8	59	17	9	14	1	—
Муезерский	0,1	62	33	5	—	—	—
Пудожский	4,7	9	7	13	29	37	5
Сортавальский горсовет	6,5	30	19	24	20	7	—
Суоярвский	1,3	27	16	24	25	8	—
Беломорский	0,1	34	38	22	6	—	—
Лоухский	0,1	55	24	7	14	—	—
Питкярантский	4,7	15	13	22	27	22	1
Прионежский	3,9	29	7	13	24	26	1
Пряжинский	2,7	17	14	22	27	20	—
Всего по КАССР	50,8	31	17	18	20	13	1

Сумма поглощенных оснований в пахотных почвах КАССР,
мг-экв на 100 г почвы

Район	Обследо- ванная площадь, тыс. га	Распределение по группам содержания, %				
		до 10,0	10,1—15,0	15,1—20,0	20,1—30,0	более 30,0
Медвежьегорский	2,3	39	25	13	10	13
Олонецкий	12,5	17	32	39	11	1
Кондопожский	0,9	36	38	18	5	3
Лахденпохский	10,2	8	29	39	22	2
Калевальский	0,8	61	21	10	4	4
Муезерский	0,1	97	—	3	—	—
Пудожский	4,7	47	30	12	3	8
Сортавальский	6,5	16	33	34	16	1
Суоярвский	1,3	43	31	19	4	3
Беломорский	0,1	15	9	41	23	12
Питкярантский	4,7	25	39	23	10	3
Прионежский	3,9	29	29	15	17	10
Пряжинский	2,7	37	27	15	15	6
Всего по КАССР	50,7	23	31	29	14	3

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Уровень применения средств химизации в настоящее время не только обеспечивает потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания, но и позволяет активно влиять на изменение плодородия почв.

В таблице 19 приведены изменения кислотности пахотных почв за 15 лет между I и IV циклами агрохимического обследования. Несмотря на то, что за этот срок введено много новых, преимущественно кислых земель, количество кислых почв уменьшилось на 11%, а сумма сильно- и среднекислых — на 18%. Средневзвешенное значение рН увеличилось с 4,8 до 5,1. Наиболее заметно почвенная кислотность снизилась в Олонецком, Калевальском, Сегежском, Беломорском, Лоухском и Прионежском

Изменение кислотности пахотных почв КАССР между I и IV циклами обследования, % обследованной площади

Район	Сильнокислые			Среднекислые			Слабокислые			Близкие к нейтральной			Из них кислых почв		
	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±
Медвежье-горский	7	8	+1	28	13	-15	24	18	-6	41	61	+20	59	39	-20
Олонецкий	56	21	-35	25	35	+10	10	25	+15	9	19	+10	91	81	-10
Кондоложский	6	7	+1	25	21	-4	28	22	-6	41	50	+9	59	50	-9
Лахденпохский	34	20	-14	38	39	+1	15	23	+8	13	18	+5	87	82	-5
Калевальский	43	18	-25	35	35	-	16	31	+15	6	16	+10	94	84	-10
Муезерский	20	20	-	53	45	-8	11	13	+2	16	22	+6	84	78	-6
Сегежский	21	-	-21	21	10	-11	8	18	+10	50	72	+22	50	28	-22
Пудожский	24	15	-9	37	23	-14	19	25	+6	20	37	+17	80	63	-17
Сортавальский горсовет	34	17	-17	39	40	+1	15	23	+8	12	20	+8	88	80	-8
Суоярвский	7	9	+2	30	21	-9	27	26	-1	36	44	+8	64	50	-8
Беломорский	10	9	-1	29	14	-15	28	13	-15	33	64	+31	67	36	-31
Луухский	33	-	-33	28	16	-12	17	47	+30	22	37	+15	78	63	-15
Питкярантский	35	21	-14	33	28	-5	17	23	+6	15	28	+13	85	72	-13
Прионежский	24	11	-13	23	21	-2	24	22	-2	29	46	+17	71	54	-17
Правдинский	12	9	-3	33	26	-7	25	37	+12	30	28	-2	70	72	+2
Всего по КАССР	31	16	-15	32	29	-3	18	25	+7	19	30	+11	81	70	-11

районах, где средневзвешенная величина рН возросла в среднем на 0,4 единицы. В этих районах улучшилась и структура площадей кислых почв: значительно уменьшилась группа сильнокислых земель. Меньше, чем в среднем по Карелии, снизилась кислотность пашни в Медвежьегорском, Кондопожском, Лахденпохском, Суоярвском, Муезерском и Пряжинском районах.

Обеспеченность почв сельскохозяйственных угодий фосфором в основном обусловлена уровнем применения минеральных и органических удобрений, а не природными свойствами. Количество поступающего в почву с удобрениями фосфора существенно превышает отчуждение его с урожаями сельскохозяйственных культур. Некоторое влияние на содержание подвижного фосфора оказывает и проводимое известкование, которое увеличивает доступность фосфатов. Результаты повторных агрохимических обследований подтверждают, что под влиянием этих факторов содержание доступного фосфора в почве изменяется сравнительно быстро. Из данных таблицы 20 видно, что за период между I и IV циклами обследования, средневзвешенное содержание фосфора в пахотных почвах республики увеличилось на 7,1 мг на 100 г почвы. Соответственно на 15 и 16% уменьшилась доля земель низко- и среднеобеспеченных, на 7 и 25% увеличилась площади с высоким и очень высоким содержанием фосфора.

Снижение доли слабообеспеченных фосфором почв произошло во всех районах республики. В хозяйствах Пудожского, Суоярвского и Прионежского районов площадь низкообеспеченных фосфором земель уменьшилась более чем на 20%. Однако в Пудожском районе еще 29% пашни содержит фосфора меньше 10 мг на 100 г почвы.

В связи с изменением метода определения подвижного калия его содержание сравнивается по результатам II и IV циклов обследования, т. е. за 10 лет. За этот период обеспеченность почв республики калием несколько снизилась. Средневзвешенное содержание уменьшилось с 19,2 до 17,8 мг на 100 г почвы (таблица 21). В большинстве районов произошло увеличение площади слабообеспеченных калием пахотных почв. Значительно возросла площадь почв с низким содержанием этого элемента питания в хозяйствах Питкярантского и Калевальского районов — на 14 и 15% соответственно. Во всех районах, за исключением Олонецкого, Кондопожского и Пудожского, уменьшилась доля пашни, хорошо обеспеченной калием. Снижение содержания в почве этого элемента питания происходит несмотря на его положительный баланс, характерный для большинства хозяйств республики.

Изменение содержания доступного фосфора в пахотных почвах КАССР между I и IV циклами агрохимического обследования, % обследованной площади

Район	Низкое			Среднее			Повышенное			Высокое			Очень высокое		
	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±	I	IV	±
Медвежьегорский	16	8	-8	23	10	-13	22	13	-9	20	18	-2	19	51	+32
Олонецкий	10	1	-9	21	11	-10	26	22	-4	28	34	+6	15	32	+17
Кондопожский	17	-	-17	21	6	-15	12	10	-2	19	18	-1	31	66	+35
Ладенпожский	13	2	-11	29	9	-20	17	18	+1	16	29	+13	25	42	+17
Калевальский	26	7	-19	35	12	-23	13	17	+4	11	27	+16	15	37	+22
Муезерский	-	-	-	4	-	-4	-	5	+5	38	35	-3	58	60	+2
Сегежский	6	-	-6	11	7	-4	9	4	-5	9	5	-4	65	84	+19
Пудожский	36	8	-26	36	21	-15	13	23	+10	12	26	+14	4	22	+18
Сортавальский	18	5	-13	27	13	-14	15	13	-2	15	22	+7	25	47	+22
горсовет															
Суоярвский	27	4	-23	22	12	-10	16	14	-2	13	18	+5	22	52	+30
Беломорский	4	3	-1	12	12	-	12	11	-1	32	12	-20	40	62	+22
Лоухский	14	-	-14	18	2	-16	15	10	-5	15	16	+1	38	72	+34
Питкярантский	21	2	-19	25	8	-17	14	12	-2	14	21	+7	26	57	+31
Прионежский	26	3	-23	22	8	-14	12	13	+1	18	19	+1	22	57	+35
Пряжинский	17	1	-16	20	4	-16	17	14	-3	16	17	+1	30	64	+34
Всего по КАССР	18	3	-15	26	10	-16	17	16	-1	18	25	+7	21	46	+25

Изменение содержания обменного калия в пахотных почвах КАССР между II и IV циклами агрохимического обследования, % обследованной площади

Район	Низкое			Среднее			Повышенное			Высокое и очень высокое		
	II	IV	±	II	IV	±	II	IV	±	II	IV	±
	Медвежьегорский	9	9	—	10	16	+6	14	19	+5	67	56
Олонецкий	24	27	+3	26	26	—	23	19	-4	27	28	+1
Кондопожский	14	18	+4	17	15	-2	20	16	-4	49	51	+2
Лахденпохский	5	2	-3	6	9	+3	13	19	+6	76	70	-6
Калевальский	12	27	+15	20	23	+3	16	14	-2	52	36	-16
Муезерский	71	72	+1	12	6	-6	4	8	+4	13	14	+1
Сегежский	8	12	+4	8	5	-3	6	23	+17	78	60	-18
Пудожский	17	19	+2	22	22	—	23	20	-3	38	39	+1
Сортавальский горсовет	5	6	+1	7	12	+5	12	17	+5	76	65	-11
Суоярвский	10	14	+4	14	18	+4	16	19	+3	60	48	-12
Беломорский	16	16	—	19	20	+1	11	21	+10	54	43	-11
Лоухский	4	9	+5	2	40	+38	9	22	+13	84	29	-55
Питкярантский	21	35	+14	24	16	-8	16	12	-4	39	37	-2
Пряножский	8	11	+3	12	16	+4	14	18	+4	66	55	-11
Пряжинский	6	12	+6	7	16	+9	11	21	+10	76	51	-25
Всего по КАССР	11	15	+4	15	17	+2	17	19	+2	57	49	-8

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Ткани каждого растительного организма состоят из воды и сухого вещества. В вегетативных органах большинства сельскохозяйственных культур содержится 80—95% воды, а сухого вещества — лишь 5—20%. В зрелых семенах содержание сухого вещества возрастает до 85—90% общего веса, соответственно снижается содержание воды (таблица 22).

Основная масса сухого вещества растений состоит из трех элементов, поступающих из воздуха и воды: углерода (45%), кислорода (42%) и водорода (7%). Только 6% общей массы сухого вещества приходится на другие элементы, поступающие в растения из почвы. Причем уровень урожайности определяет наличие именно этих элементов.

Элементы, входящие в состав растений, делят обычно на две группы: макроэлементы — азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера и микроэлементы — железо, марганец, бор, медь, молибден, цинк, кобальт, йод, фтор. В растениях в небольших количествах содержится и ряд других элементов, но они не имеют большого значения в организации питания растений.

АЗОТ

Азот — обязательная составная часть белка, что и определяет его первостепенное значение в жизни растений. Азот содержится в хлорофилле, витаминах, ферментах и ряде других жизненно важных органических соединениях растительных клеток.

Таблица 22

Содержание воды и сухого вещества в тканях
некоторых сельскохозяйственных культур, %

Культура	Вода	Сухое вещество
Клубни картофеля	75—80	20—25
Корнеплоды моркови, столовой свеклы, луковицы лука	86—91	9—14
Капуста белокочанная, редис, турнепс	90—93	7—10
Плоды помидоров, огурцов	94—96	4—6
Зеленая масса вики, листья многих по- левых культур	80—85	15—20
Зерно хлебных злаков	12—15	85—88
Семена льна, подсолнечника	7—10	90—93

Недостаток азота в растениях проявляется бледной окраской, затем пожелтением листьев. Рост растений при этом идет замедленно. При небольшой вегетативной массе уменьшается количество синтезируемого белка, что приводит к значительному снижению урожайности.

Из почвы в растения азот поступает в виде солей азотной кислоты (нитратов) или солей аммония (в аммиачной форме). Процесс превращения минерального азота в белок и другие органические соединения растительной клетки очень сложен, проходит через целый ряд промежуточных этапов с участием многих ферментов. Азотный обмен в растениях идет только в аммиачной форме. Азот, поступающий в растения в аммиачной форме, сразу синтезируется в аминокислоты. Нитраты же должны предварительно восстановиться до аммиака. Если в растении достаточно углеводов, т. е. фотосинтез идет активно, то этот процесс завершается еще в корнях растений. В состав ферментов, участвующих в переводе нитратов в аммиак, входят микроэлементы (молибден, медь, железо, марганец); молибден имеет особое значение.

В ранние фазы развития растений избыток аммиачного азота в почве или в самих растениях (образуется при замедленном фотосинтезе) может привести к их аммиачному отравлению. Нитратный азот, накапливаясь в растениях, не причиняет им вреда. Однако нитраты в продуктах питания или в кормах ухудшают их санитарно-гигиенические свойства, а при значительном превышении предельно допустимой концентрации могут сделать их непригодными к употреблению. Поэтому необходимо так организовать азотное питание растений, чтобы получить максимально высокий урожай, но не вызвать избыточного накопления аммиачных или нитратных форм азота в растениях. При аммиачном питании необходимы достаточное содержание в почве кальция, магния и калия, а также нейтральная реакция среды, т.е. почвы должны быть известкованы. Для того, чтобы нитратное питание было эффективным, а нитраты не накапливались в тканях растений, необходимо наличие в почве достаточного количества молибдена и фосфора, так как недостаток этих элементов задерживает восстановление нитратного азота до аммиачного.

Основным источником азота в почвах является гумус, в пахотных почвах Карелии он содержит от 4 до 7% азота. На минеральных почвах сельхозугодий в зависимости от содержания гумуса запасы общего азота колеблются от 2 до 8—10 т на 1 га. Содержание гумуса определяет потенциальные возможности азотного питания растений. Доступные же для растений формы азота — соли нитратов и аммония составляют лишь незначительную часть общих запасов (около 1%). В связи с этим азотное пита-

ние растений определяется не столько валовыми запасами азота, сколько скоростью минерализации органического вещества почвы, которая зависит от состава гумуса, влажности, температуры воздушного режима и кислотности.

Содержание подвижных форм азота очень сильно меняется в течение коротких промежутков времени, поэтому при агрохимическом обследовании не проводится анализ на содержание подвижного азота. Он может выполняться только для диагностики азотного питания растений на конкретный период, например, для определения потребности в проведении подкормки зерновых культур при возделывании их по интенсивной технологии.

Разложение органического вещества почв происходит в результате двух процессов: аммонификации и нитрификации. Аммонификация идет как в аэробных, так и в анаэробных условиях, нитрификация — только в аэробных. Процесс нитрификации требует более благоприятных почвенно-климатических условий, является одним из признаков хорошей окультуренности почв.

ФОСФОР

Фосфор является составной частью нуклеиновых кислот, которые принимают участие в синтезе специфических белков, передают наследственные свойства организма и биологическую информацию.

Биосинтез белков, жиров, крахмала требует больших затрат энергии. Фосфор в молекулах живых организмов образует макроэнергетические связи, которые при гидролизе высвобождают необходимую энергию. Именно поэтому так взаимосвязаны в растениях азотный и фосфатный обмен.

Фосфор входит в соединения, регулирующие проницаемость клеточных оболочек, в состав ферментов, катализирующих многие биохимические реакции.

В растение фосфор поступает преимущественно в виде ионов фосфорной (ортофосфорной) кислоты. Трехосновная ортофосфорная кислота, диссоциируя, отделяет три аниона (H_2PO_4 , HPO_4 и PO_4), которые присоединяя катионы, образуют одно-, двух- и трехзамещенные соли, растворимость которых падает с увеличением степени замещения и валентности катиона. Растворимыми в воде являются только однозамещенные соли одновалентных катионов. Растворимость солей увеличивается в слабых кислотах, в том числе и органических, выделяемых корнями растений, поэтому для растений доступны и двухзамещенные соли. Трехзамещенные фосфаты практически не доступны для растений, хотя доказано поступление фосфора из трехзамещенных фосфатов кальция в горох, люпин, гречиху, коноплю.

Запас фосфора в почве является одним из основных показателей уровня ее плодородия, определяет возможность получения высоких устойчивых урожаев.

В зависимости от механического состава, степени окультуренности почвы валовое содержание фосфора в пахотных почвах Карелии составляет 0,06—0,25% веса почвы.

Соединения фосфора в почве очень разнообразны. Рыхлосвязанные водно-растворимые фосфаты содержатся в очень небольшом количестве; в пахотных почвах Карелии они составляют десятые доли миллиграмма на 100 г почвы, лишь изредка достигая одного миллиграмма. Содержание фосфатов возрастает при внесении минеральных удобрений и по мере закрепления почвой опять уменьшается. Далее в порядке уменьшения подвижности следуют фосфаты алюминия, железа и кальция.

Большая часть фосфора почв, от 20 до 50% и более (по данным В. М. Заварзина), входит в состав органического вещества. Это малоподвижные формы, недоступные растениям, количество их зависит от содержания гумуса и механического состава. Фосфор органических фосфатов при разложении органического вещества может переходить в доступные для растений формы, а затем в результате взаимодействия с почвой опять превращаться в труднорастворимые соединения. В торфяных почвах органический фосфор составляет 80—90%, и только в результате внесения минеральных фосфорных удобрений относительное содержание его снижается до 60—70%.

Часть фосфора находится в адсорбированном состоянии в сложных соединениях почвенных коллоидов и в составе кристаллической решетки минералов.

При агрохимическом обследовании подвижный фосфор в почвах Северного района Нечерноземной зоны определяют методом Кирсанова, обрабатывая почву кислым раствором 0,2 н соляной кислоты. При этом считается, что по силе воздействия на почву раствор близок к корневым выделениям растений. Однако не весь подвижный фосфор, определенный этим методом, является доступным для растений. Так, по данным В. М. Заварзина, в почвах Карелии в некоторых случаях кроме подвижных соединений с алюминием извлекают соединения фосфора с железом и даже с кальцием.

На доступность фосфора растениям влияет ряд почвенных условий. В первую очередь — это кислотность. На кислых почвах используется 5—15% подвижного фосфора, после известкования доля доступного растениям фосфора возрастает до 15—25%.

Фосфор вносимых в почву растворимых фосфорных удобрений очень активно закрепляется в почве, переходя в нерастворимые

формы. В основном образуются фосфаты алюминия и железа, причем на хорошо окультуренных почвах процесс закрепления фосфора идет медленнее, чем на почвах слабоокультуренных.

КАЛИЙ

В клеточном соке растений большая часть калия (не менее 80%) находится в растворимом состоянии. Его основная физиологическая роль — поддерживать благоприятное для растений состояние протоплазмы. При достаточном содержании калия растения легче переносят кратковременные засухи, так как калий удерживает в клетках воду. Увеличивая осмотическое давление клеточного сока, калий положительно влияет на зимостойкость культур. При калийном голодании снижается устойчивость растений к грибковым заболеваниям. Калий повышает устойчивость хлебных злаков к полеганию.

Во время роста растения калий распределяется равномерно по всем органам, но по мере формирования генеративных органов и созревания происходит его перераспределение. Так, у злаков большая часть калия остается в соломе, у бобовых — сосредоточивается в зерне, у картофеля — накапливается в клубнях.

Валовое содержание калия в почвах довольно высоко, в зависимости от минералогического состава — от 1 до 3%. В тяжелых почвах калия, как правило, больше, в легких — меньше. Особенно мало калия в торфяных почвах.

Наибольшее количество калия находится в кристаллической решетке почвообразующих минералов. Кроме того, обменный калий адсорбирован на поверхности почвенных коллоидов, составляющих почвенный поглощающий комплекс. Довольно большая часть калия, до 40 кг на 1 га, содержится в плазме микроорганизмов, населяющих почву.

В питании растений наибольшее значение имеет обменный калий, который непосредственно в виде катиона поглощается корневыми волосками в обмен на катион водорода. Поэтому к концу вегетационного периода содержание обменного калия в почве заметно уменьшается, а к следующей весне опять восстанавливается. Уже один этот факт говорит о том, что калий в почве способен переходить из труднодоступных фиксированных форм в подвижные. Происходит и обратный процесс, когда растворимые формы калия необменно закрепляются почвой, этому способствует попеременное высыхание и увлажнение почвы.

Обменный калий, определяемый при агрохимическом обследовании, не может использоваться растениями полностью. Счита-

ется, что из почвы растением поглощается до 40% обменного калия, определяемого методом Кирсанова.

КАЛЬЦИЙ

В процессе роста растений кальций участвует в углеводном и белковом обменах. При недостатке кальция рост корней подавляется иногда до их частичного отмирания. В протоплазме клеток кальций, устраняя отрицательное действие избытка некоторых катионов (в первую очередь калия), играет роль регулятора физиологической уравниваемости среды, участвует в восстановлении нитратов до аммиака, поэтому недостаток кальция способствует накоплению в растениях нитратного азота. Кальций необходим растению с первых дней его жизни.

В растениях кальций накапливается в вегетативных органах, в соломе зерновых культур содержание СаО равно 0,3% сухого вещества, в зерне — в 4—5 раз меньше. Много кальция выносят бобовые культуры: в сене клевера, вики кальция в полтора раза больше, чем калия. Такое же соотношение этих элементов в ботве картофеля, кормовых корнеплодов, моркови.

В почве кальций находится в составе силикатов, карбонатов, гипса, в почвенном растворе — в форме бикарбоната $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Растение использует кальций из растворимых солей, количество которых постоянно пополняется в результате разрушения кальцийсодержащих минералов органическими кислотами корневой системы, физиологически кислыми минеральными удобрениями, кислым почвенным раствором. В условиях влажного климата растворимые соли кальция постоянно вымываются из пахотного горизонта, поэтому подзолистые, дерново-подзолистые почвы требуют периодического известкования не только для устранения кислотности, но и для обеспечения растений кальцием.

МАГНИЙ

Роль магния в жизни растений определяется уже тем, что он входит в состав хлорофилла, участвует в углеводном обмене. Магний оказывает влияние на превращение минеральных солей фосфора в органические соединения и таким образом участвует в образовании регенеративных органов растений и процессе плодоношения. Передвижение магния в растении тесно связано с фосфором, поэтому магний накапливается в семенах, в зародыше.

В почвах магния содержится обычно гораздо меньше, чем кальция. Недостаток магния чаще всего проявляется на легких кислых почвах и торфяниках.

НАТРИЙ

По своей роли в жизни растений натрий близок к калию, например при недостатке последнего натрий повышает урожай кормовой и сахарной свеклы, увеличивает их сахаристость. При возделывании кормовых культур натрий приобретает особое значение, так как в кормах необходимо обеспечить оптимальные для кормления животных соотношения калия и натрия.

СЕРА

Роль серы в жизни растений определяется тем, что она входит в состав белка, витаминов группы В и некоторых других соединений. Особенно много выносят серы бобовые, крестоцветные и овощные культуры (30—50 кг/га). Недостаток серы может способствовать накоплению в растениях нитратов.

В почве основная часть серы находится в составе органического вещества, при его минерализации она переходит в сульфатную форму (SO_4) и в виде этого соединения поступает в растения. Недостаток подвижной серы встречается на легких малогумусированных почвах.

В почву сера поступает с органическими удобрениями (с дозой навоза 50 т/га вносится 10—15 кг серы), с простым суперфосфатом, сульфатом калия и аммония, сернокислым магнием. Вблизи городов, промышленных центров значительное количество серы поступает в почву с атмосферными осадками, до 15—20 кг/га.

ЖЕЛЕЗО

Содержание железа в растениях составляет сотые доли процента; оно входит в состав некоторых ферментов, влияющих на образование хлорофилла и дыхание растений. Особенно чувствительны к недостатку железа плодовые культуры.

В почвах фосфор находится в виде ферроалюмосиликатов, окиси, закиси и их гидратов. Недостаток железа может проявиться только на карбонатных или переизвесткованных почвах, где оно переходит в труднодоступные формы.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

Многочисленными исследованиями советских и зарубежных ученых доказана важная роль микроэлементов в росте урожайности сельскохозяйственных растений и улучшении качества продукции. Применение микроудобрений повышает устойчивость растений к ряду заболеваний и лежкость.

Возделывание культур по интенсивным технологиям, вынос большого количества микроэлементов урожаями, необходимость восстановить их оптимальное содержание для дальнейшего интенсивного использования земли ставят перед земледельцами задачу по-настоящему заняться обеспечением растений микроэлементами, задачу, которая не стояла при экстенсивном ведении сельского хозяйства.

Почвы Карелии относятся к биогеохимической провинции с низким валовым содержанием меди, бора, молибдена и кобальта (Заварзин, Перевозчикова, 1970). Количество их возрастает от почв легкого механического состава к почвам, сформировавшимся на тяжелых породах. Высокое содержание микроэлементов обнаружено в шунгитовых и аллювиально-маршевых (на морских глинах) почвах, т. е. в районах Заонежья, северо-запада Приладожья, Прибеломорской низменности, а также в окультуренных почвах всех районов Карелии.

В верхнем 50-сантиметровом слое преобладающая часть почв Карелии имеет валовое содержание (мг/кг): меди 1—12, бора 12—18, молибдена 0,8—12, кобальта 1—5, цинка менее 10, марганца 200—550. Максимальное содержание достигает (мг/кг): меди — 151, бора — 93, молибдена — 88, кобальта — 24, цинка — 104, марганца — 3500.

Обеспеченность растений микроэлементами определяется содержанием их в почве в подвижной форме. В почвах сельскохозяйственных угодий, особенно на пашне, количество подвижных микроэлементов в большой степени зависит от степени окультуренности почвы, регулярного внесения органических удобрений. С тонной навоза вносится до 3,3 г бора, 2,5 г меди, 86,2 г марганца, 0,3 г кобальта, 0,7 г никеля.

Медь оказывает существенное влияние на дыхание и фотосинтез растений. Чаще всего недостаток меди обнаруживается в торфяных почвах, появляется «болезнь обработки»: белеют кончики листьев злаков, усиливается их кушение, отсутствует колос. Недостаток меди в кормах (менее 4 мг в 1 кг сена) у крупного рогатого скота вызывает заболевание (лизуху).

Половина обследованных торфяных почв Карелии содержит меди менее 5 мг на 1 кг почвы, что является низким показателем. Недостаток меди на песчаных почвах часто совпадает с недостатком магния. Использование медных удобрений снижает заболеваемость картофеля фитотфторой, повышает устойчивость растений к засухе и холоду. Урожаем различных сельскохозяйственных культур с 1 га выносятся от 30 до 80 г меди.

Бор участвует в углеводном обмене растений. При его недостатке отмирает точка роста, опадают бутоны, нарушается процесс плодоношения.

С 1 га растениями выносятся от 20 до 200 г бора. Наиболее требовательны к бору овощные и бобовые культуры.

Недостаток бора чаще всего обнаруживается в легких почвах, особенно слабокультуренных, с низким содержанием гумуса. Но низкое содержание бора может отмечаться и в хорошо окультуренных почвах, где вынос высокими урожаями не компенсируется внесением борных или органических удобрений. Это могут быть посевы многолетних трав 5—10-летнего пользования.

Известкование кислых почв снижает подвижность бора. После известкования характерными признаками недостатка бора являются заболевания картофеля паршой, свеклы — гнилью сердечка. Развитие заболеваний прекращается после внесения борных удобрений.

Молибден входит в состав фермента нитратредуктазы, который активизирует в растении процесс восстановления нитратов до аммиака. При недостатке молибдена процесс может замедляться, при этом в растении накапливается нитратный азот. Молибден имеет большое значение для жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Он устраняет токсичность марганца, что особенно необходимо для почв Карелии, в которых подвижный марганец часто находится в избытке.

Значительная часть почв Карелии имеет невысокое содержание молибдена. К среднеобеспеченным относятся почвы Приладожья и Заонежья. Высокое его содержание обнаруживается в хорошо окультуренных почвах, при применении высоких доз органики.

Подвижность молибдена уменьшается в кислых почвах.

Кобальт благоприятно действует на процесс синтеза хлорофилла, увеличивает интенсивность дыхания растений. При недостатке кобальта в кормах у животных пропадает аппетит и резко падает продуктивность. В кормах должно быть не менее 0,25 мг Со на 1 кг сухого вещества корма (Ковальский и др., 1987). В большинстве кормов Карелии (Микроэлементы в Карелии, 1973) содержание кобальта равно 0,1 мг на 1 кг. Это связано с низким содержанием кобальта в почвах. Хорошо обеспечены этим элементом почвы Заонежья, Прибеломорской низменности и Прионежья на ленточных глинах.

Цинк входит в состав 30 ферментов, оказывает сильное влияние на процессы дыхания и обмена веществ растений. Внесение высоких доз азота и фосфора обуславливает повышенную потребность в цинке. Почвы с низким содержанием цинка встречаются крайне редко. Преобладающая часть почв Карелии в достаточном количестве обеспечена этим элементом: от 1 до 3 мг на 1 кг; в болотных почвах его содержится более 30 мг, иногда до 70—80 мг на 1 кг.

Марганец входит в состав ферментов, регулирует процессы фотосинтеза, дыхания и азотного обмена у растений. Повышенное содержание в почвах ионов железа, магния, аммония может усилить потребность в марганце. При резком недостатке марганца и нейтральной реакции почвенного раствора внесение марганца положительно сказывается на урожае овощей, картофеля, корнеплодов.

В большей части почв Карелии в 1 кг содержится от 20 до 50 мг подвижного марганца. Широко распространены почвы с высоким уровнем обеспеченности — до 100 мг на 1 кг и более. Подвижность марганца возрастает на кислых почвах, для снижения его отрицательного влияния на растения почвы необходимо известковать.

ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Поглощение элементов питания и их содержание в растении определяется в первую очередь биологическими особенностями, характером синтеза органических веществ самого растения. Так, например, в сухом веществе вегетативной массы (ботва) картофеля по сравнению с вегетативной массой гороха содержится в восемь раз больше калия, в пять раз больше магния при одинаковом примерно содержании азота и фосфора. Семена по сравнению с другими органами растения накапливают фосфор и магний, листья и стебли — калий и кальций. Один и тот же вид и сорт растения выносит неодинаковое количество элементов в зависимости от погодных условий, типа почвы и механического состава, кислотности почвенного раствора и содержания элементов питания в почве.

Однако, как бы ни велики были отклонения, вызванные условиями произрастания растений, основная закономерность уровня выноса и соотношения элементов питания остается характерной для каждого вида сельскохозяйственных культур. Соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ для зерновых составляет 1 : 0,4 : 0,9, для картофеля — 1 : 0,25 : 1,5, для капусты — 1 : 0,2 : 1,2, для сеяных трав — 1 : 0,3 : 1,3.

Для практических целей — расчета баланса питательных веществ, определения доз удобрений — необходимо знать вынос урожаем общего количества элементов питания из почвы. Это хозяйственный вынос, т. е. то, что отторгается за пределы поля. Для его определения делается лабораторный анализ основной и побочной продукции, учитывается их количественное отношение и рассчитывается, сколько выносятся элементов питания одной

тонной основной продукции с соответствующим количеством побочной. Фактическое потребление элементов питания в процессе вегетации несколько иное, так как при указанной методике определения выноса не учитывается подземная часть растения; кроме того, к периоду созревания опадает часть листьев, идет отток из корневой системы в почву.

В таблице 23 приведены средние данные о выносе элементов питания урожаем сельскохозяйственных культур в расчете на 10 ц основной продукции.

Таблица 23

Вынос питательных веществ урожаем сельскохозяйственных культур, кг на 1 т основной продукции

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Источники	
Озимая рожь, зерно	26,0	10,2	23,5	Нормативные показатели выноса. Северный и Северо - Западный р-н ЦИНАО, 1986 г.	
Яровой ячмень, зерно	24,4	9,5	22,4		
Овес, зерно	22,3	11,4	26,2		
Картофель, клубни	5,4	1,3	8,2		
Капуста	2,33	0,53	2,82		
Бобово-злаковые однолетние травы, сено	17,6	6,3	23,4		То же
Злаковые однолетние травы, сено	14,5	4,2	18,2		То же
Злаковые многолетние травы	13,1	3,6	18,4		То же
Морковь, корнеплоды	3,0	1,2	5,0		БелНИИПА
Вика+овес, зеленая масса	3,3	1,5	4,5		То же
Озимая рожь, зеленая масса	2,5	1,2	4,0	То же	
Клевер, сено	20,0	6,0	25,0	То же	

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ НЕДОСТАТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Определить недостаток элементов питания по внешним признакам растения довольно сложно, так как один и тот же внешний показатель характерен для нескольких элементов. Например, хлороз листьев наблюдается при недостатке азота, магния, железа, бора, марганца, меди, цинка, потому что эти элементы участвуют в образовании хлорофилла. В то же время недостаток одного и того же элемента у разных групп растений проявляется по-разному. Так, при недостатке фосфора листья кукурузы при-

обретают пурпурную окраску, а листья картофеля закручиваются кверху и желтеют. Поэтому делать выводы о недостатке элементов питания необходимо по комплексу признаков, очень четко определяя место проявления признака (старые нижние листья или молодые верхние, листовая пластина или край листа и т. п.), фазу развития растения, отклонения в росте и развитии (таблица 24).

Надо иметь в виду, что зачастую внешние признаки недостатка элементов питания проявляются только тогда, когда содержание элемента в растении снижается в 2—5 раз по сравнению с оптимальным уровнем.

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ, СРОКИ И СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Существует определенная периодичность поступления в растения основных элементов питания в течение вегетационного периода. В первые дни жизни — от прорастания до появления всходов — растения особенно чувствительны к недостатку фосфора. В период роста для формирования вегетативной массы в растениях в достаточном количестве должен поступать азот. Затем во время формирования урожая семян, клубней, корнеплодов, луковиц значение азота снижается и возрастает потребность в фосфоре и калии; в этот период излишек азота может быть даже вреден. Так, растения озимой ржи после цветения почти не потребляют азот и калий, а фосфор продолжает поступать до фазы восковой спелости.

Сельскохозяйственные культуры различаются по количеству поглощаемых из почвы питательных веществ, которое также зависит от величины урожая (об этом говорилось в главе «Вынос основных элементов питания сельскохозяйственными культурами»).

Неодинаково и количество элементов питания, поступающих в растение в течение вегетационного периода. У каждого растения есть период, когда поглощение идет наиболее интенсивно. Например, картофель наиболее интенсивно поглощает из почвы элементы питания в период от начала до конца цветения (в июле). За это время в растения поступает почти половина азота, более половины фосфора и калия. С учетом этих особенностей питания растений должна быть определена технология внесения удобрений, т. е. дозы, сроки и способы.

Различают три срока внесения удобрений: основное (предпосевное), припосевное и подкормка.

Основное внесение должно обеспечить питание растений на протяжении всего периода вегетации и планируемое повышение

Характерные внешние признаки недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур
(«Справочник агрохимика», Минск, 1974)

Элемент	Характер роста и развития при недостатке элемента	Окраска листьев	Другие признаки	На каких частях растения прежде всего проявляются признаки и в какие фазы развития
Азот	Угнетенный рост. Короткие и тонкие стебли и побеги. Небольшие размеры листьев. Слабое кущение у злаков. Слабое цветение у плодовых и ягодных культур. Слабое образование усов у земляники	Бледно-зеленая, хлоротичная, в дальнейшем пожелтение листьев. Появление оранжевых и красных оттенков на листьях капусты, ягодных, плодовых культур	Раннее опадение листьев. Вертикальное положение пазушных побегов и листьев. Образование ильвов окраски плодов	На более старых, нижних листьях. Признаки недостатка могут проявляться уже в ранние фазы развития
Фосфор	Затяжка цветения и созревания; слабое образование усов у земляники	Темно-зеленая, тусклая. Появление красных, фиолетовых, бронзовых оттенков. Засыхающие листья имеют темный, иногда почти черный цвет	Небольшой размер плодов (яблоны). Изменчивость их окраски. Раннее опадение листьев. Ржаво-коричневые повреждения внутри клубней картофеля	На более старых, нижних листьях
Калий	Угнетенный рост. Укороченные междоузлия. Усиленное кущение при малом количестве плодonoсящих стеблей у злаков	Голубовато-темно-зеленая, тусклая. Пожелтение, побурение и отмирание ткани между жилками листа и на кончиках листьев. Появление в окраске листьев бронзовых оттенков. Хлороз у листьев	Неравномерный рост листовой пластинки. Морщинистость листьев. Жилки кажутся погруженными в ткань листа. Неровное созревание плода (томаты, яблоны, черная смородина). Преждевремен-	На более старых, нижних листьях. Признаки недостатка часто проявляются в середине вегетации

Магний	<p>—</p> <p>клевера. Красновато-пурпурные, коричневые оттенки в окраске листьев черной смородины</p> <p>Хлороз, поражающий преимущественно край и центральную часть листовой пластинки, часто с сохранением между ними зеленой полосы, «мраморная» хлоротичность листьев (репа, брюква, турнепс, малина). Появление желтых, коричневых и красных полос по краям листа (крыжовник)</p>	<p>ное отмирание ботвы у картофеля</p> <p>Недозревание плодов (яблоны). Завертывание с краев листа (габак). Хрупкость листьев (картофель)</p>	<p>На более старых, нижних листьях. Признаки недостатка проявляются в более поздние фазы развития</p>
Кальций	<p>Повреждение и отмирание верхушечных почек и корешков. Образование розеток мелких листьев. Сильная разветвленность корней</p>	<p>Закручивание краев листа вверх (свекла, картофель и др.). Неровные края листьев. Потеря тургора (томат). Повреждение клубней картофеля (коричневые пятна отмершей ткани)</p>	<p>На более молодых листьях и частях растений</p>
Бор	<p>Отмирание верхушечных почек и корешков. Усиленное развитие боковых (пазушных) побегов, придающих растению кустовую форму. Искривление верх-</p>	<p>Пустотелость стеблей и корней. Гниение корня (сахарная свекла). Повреждение плодов (томат), образование отмершей ткани на поверхности и внутри</p>	<p>На более молодых листьях и частях растений</p>

Элемент	Характер роста и развития при недостатке элемента	Окраска листьев	Другие признаки	На каких частях растения прежде всего проявляются признаки и в какие фазы развития
Сера	Характер роста и развития при недостатке элемента них листьев. Отсутствие цветения; опадание цветков, незавязывание плодов	Окраска листьев Бледно-зеленая окраска листовых пластинок и часто жилков без отмирания тканей	Другие признаки плодов. Слабое развитие головки у цветной капусты. Появление коричневых оттеков. Небольшие размеры клубней картофеля, неровная поверхность их	На более молодых частях растений
Железо	—	Хлоромерный хлороз между жилками листа. Бледно-зеленая и желтая окраска листьев без отмирания тканей	Образование сильно окрашенных плодов. Отмирание ветвей при сильном недостатке железа (груша, слива, вишня)	На более молодых частях растений
Марганец	—	Хлороз между жилками листа, часто пятнистость листьев. Жилки листа (в том числе самые мелкие) остаются зелеными, что придает листу пестрый вид. Серовато-зеленые и коричневые оттенки у ов-	Отмирание тканей листа. Вертикальное положение пасушных побегов и листьев. Треугольная форма листьев и закручивание их краев кверху (свекла). Коричневые пятна или	На более молодых частях растений (в первую очередь в основании листьев)

	<p>са. Мелкие темно-коричневые пятна вдоль жилок листа у картофеля. Блекло-красная окраска листьев у столовой свеклы</p>	<p>пустые полости на внутренней поверхности каждой половинки зерна у гороха</p>	
Медь	<p>Слабый рост, невыквашивание зерновых</p>	<p>Хлороз, побеление кончиков листьев</p>	<p>На более молодых частях растений</p>
Цинк	<p>Укороченные междоузлия</p>	<p>Пожелтение или пятнистость листьев (хло-роз). Появление бронзовых оттенков в окраске листьев</p>	<p>На более старых листьях. В разные фазы развития</p>

плодородия почв. Удобрения при этом вносят разбросным способом под перепашку или предпосевную культивацию, чтобы обеспечить их равномерное распределение по всему пахотному горизонту. Органические и фосфорно-калийные удобрения целесообразно вносить под зяблевую вспашку (кроме песчаных почв), азотные — весной под предпосевную культивацию.

Припосевное внесение производится в рядки при посеве и посадке с целью обеспечить растение элементами питания в первый период развития. Наибольший эффект на всех почвах дало внесение фосфорных удобрений в невысоких дозах — до 20 кг P_2O_5 на гектар. На слабокультуренных почвах, когда нет возможности быстро повысить плодородие почвы, в рядки целесообразно внести все три основных элемента. Такое внесение эффективно и в случае недостатка удобрений для полного основного внесения.

Подкормка производится в следующих случаях:

- если не внесено основное удобрение перед посевом;
- под озимые культуры весной при недостатке в почве подвижных форм азота;
- под пропашные культуры с длинным периодом вегетации, выносящие с урожаем большое количество элементов питания (капуста, кормовые корнеплоды, огурцы, помидоры);
- под многолетние травы, многолетние насаждения.

Во всех остальных случаях подкормка мало эффективна, а азотными удобрениями иногда вредна.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЧВОЙ И РАСТЕНИЯМИ

АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Промышленность выпускает азотные удобрения в основном в трех формах: аммиачной (NH_4), нитратной (NO_3) и амидной (NH_2). В сложных удобрениях азот находится в этих же соединениях.

Нитратные азотные удобрения — соли азотной кислоты (селитры): кальциевая, натриевая, калиевая. Нитраты — физиологически щелочные удобрения, подщелачивающее действие 1 ц удобрения эквивалентно 0,2—0,3 ц $CaCO_3$. Нитратный азот не поглощается почвой. Если он не используется сразу растениями или микроорганизмами, то в условиях влажного климата очень быстро вымывается из пахотного слоя.

Аммиачные азотные удобрения — соединение аммиака с кис-

лотами: серной (сульфат аммония), соляной (хлористый аммоний), фосфорной (аммофос), а также аммиачная вода и безводный (жидкий) аммиак.

После внесения аммиачные удобрения растворяются и вступают в обменную реакцию с почвой. Катион NH_4 закрепляется в почвенном поглощаемом комплексе. Особенно сильно закрепляется свободный аммиак жидких азотных удобрений, что позволяет их вносить под яровые культуры с осени. Однако закрепление аммиачного азота в почве имеет и отрицательное значение: при неравномерном внесении могут создаваться очаги с повышенным содержанием аммиачного азота, а его интенсивное поступление особенно в молодые растения может привести к аммиачному отравлению.

Со временем в результате нитрификации аммиачный азот переходит в нитратный; процесс этот идет с разной скоростью в зависимости от температуры, влажности и кислотности почв.

В результате поглощения катиона аммиака растениями, обменных реакций с почвой и в процессе нитрификации происходит образование минеральных кислот и подкисление почвенного раствора. Поэтому на почвах, не насыщенных основаниями, при неравномерном внесении создаются очаги повышенной кислотности. При длительном применении аммиачных азотных удобрений значительно повышается кислотность почв. Обязательным условием применения аммиачных форм азотных удобрений является известкование.

Аммиачная селитра содержит азот в аммиачной и нитратной формах, чем и определяются особенности ее взаимодействия с почвой. Это физиологически кислое удобрение. Обладая хорошими агрохимическими свойствами, аммиачная селитра имеет ряд отрицательных физико-химических свойств: она сильно гигроскопична, пожароопасна и взрывоопасна.

В амидной форме выпускается один вид удобрения — карбамид (мочевина). Карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ является самым концентрированным из твердых азотных удобрений. Растворяясь в почве, при благоприятных условиях карбамид под действием уробактерий аммонифицируется в течение 2—3 дней и дальше ведет себя, как аммиачное удобрение. Но на почвах малоплодородных, особенно песчаных и болотных, процесс аммонификации идет медленно, амидная форма азота не используется растениями, не закрепляется в почве, в этом случае могут быть потери азота за счет вымывания.

Мочевину можно применять для внекорневой подкормки. В отличие от других азотных удобрений даже при повышенной концентрации (до 1%) она не обжигает листья.

Гранулированная мочевина обладает хорошими физическими свойствами: негигроскопична, не слеживается при хранении.

В хозяйствах Карелии используют в основном аммиачную селитру и карбамид (мочевину), реже — сульфат аммония. На подзолистых и дерново-подзолистых почвах эффективность разных видов азотных удобрений практически одинакова, если соблюдаются оптимальные агротехнические условия их применения (сроки и способы внесения, заделка в почву и т. д.), а почва имеет хорошую агрохимическую характеристику. Однако в некоторых случаях необходимо отдавать предпочтение какому-то определенному виду удобрений. Так, сульфат аммония наиболее эффективен на почвах с низким содержанием серы, особенно при внесении под крестоцветные культуры, отзывчивые на этот элемент.

Основные свойства азотных удобрений приведены в таблице 25.

ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Сырьем для производства фосфорных удобрений служат природные фосфаты — апатиты и фосфориты.

Эффективность фосфорных удобрений в большой степени зависит от растворимости, поэтому их принято разделять по этому признаку на три группы:

1. Водно-растворимые: суперфосфат простой и двойной, аммофос и другие сложные удобрения;
2. Растворимые в слабых кислотах: преципитат, обесфторенный фосфат, мартеновский фосфатшлак.
3. Труднорастворимые: фосфоритная и костная мука.

Суперфосфаты содержат фосфор в виде однозамещенного фосфата с небольшой примесью двух- и трехзамещенных фосфатов. Простой суперфосфат содержит гипс (CaSO_4), который пополняет почву серой. Двойной суперфосфат имеет повышенную концентрацию фосфора, удобен при перевозках и хранении, но не содержит серы. При взаимодействии суперфосфата с почвой фосфор переходит в слаборастворимые формы, на кислых, богатых полуторными окислами почвах образует фосфаты железа и алюминия; на нейтральных почвах — двух- и трехзамещенные фосфаты кальция. Чтобы уменьшить взаимодействие суперфосфата с почвой, на более длительный срок сохранить растворимым, его выпускают в гранулированном виде. Порошковидный суперфосфат гигроскопичен, плохо рассеивается. Для улучшения сыпучести можно добавлять фосфоритную или известняковую муку (но не сланцевую золу). Гранулированный суперфосфат не имеет этого недостатка.

Основные свойства азотных удобрений

Название удобрения № ГОСТа или ТУ	Химическая формула	Содержание азота (N), %	Внешний вид	Действие на почву	Особые свойства
Аммиачная селитра ГОСТ 2—85	NH_4NO_3	34	Белые гладкие гранулы диаметром до 4 мм	Подкисляет, 1 ц удобрения нейтрализуется 0,74 ц CaCO_3	Очень сильно гигроскопична, сильно слеживается, горит, взрывоопасна
Натриевая селитра ГОСТ 828—77	NaNO_3	Не менее 16	Бесцветные прозрачные кристаллы с сероватым или желтоватым оттенком	Подщелачивает, 1 ц эквивалентен 0,3 ц CaCO_3	—
Кальциевая селитра ТУ 6-03-361-19	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Не менее 17,5	Кристаллический порошок, белый или с серым, синим, фиолетовым и другими оттенками или гранулы до 4 мм	Подкисляет, 1 ц эквивалентен 0,2 ц CaCO_3	Очень сильно гигроскопична
Сульфат аммония ГОСТ 9097—82	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Не менее 21	Кристаллический порошок, белый или с серым, синим, фиолетовым и другими оттенками или гранулы до 4 мм	Подкисляет, 1 ц удобрения нейтрализуется 1,13 ц CaCO_3	Кроме азота, содержит серу, мало гигроскопичен, не слеживается
Мочевина (карбамид) ГОСТ 2081—75	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Не менее 46	Белые или слабоокрашенные гладкие гранулы до 4 мм или кристаллы	Подкисляет, 1 ц удобрения нейтрализуется 0,83 ц CaCO_3	Слабо гигроскопична, в герметической упаковке не слеживается. Содержит биурет
Аммиак водный ГОСТ 9—77	NH_4OH	18—20,5	Прозрачная жидкость	Подкисляет, 1 ц удобрения нейтрализуется 0,36 ц CaCO_3	Аммиак легко испаряется
Жидкий аммиак ГОСТ 6221—75	NH_3	82	Сжиженный газ	Подкисляет, 1 ц удобрения нейтрализуется 1,74 ц CaCO_3	Обладает высокой упругостью паров, для применения необходима специальная система машин и оборудования

В фосфоритной муке фосфор находится в нерастворимой форме в виде трехзамещенного фосфата кальция. Эффективность муки в большой степени зависит от свойств почвы и способа внесения. Решающее значение здесь имеет реакция среды. При гидrolитической кислотности 2,5 мг-экв на 100 г почвы и выше происходит разложение фосфоритов, поэтому фосфоритная мука может применяться даже на слабokислых почвах среднего и легкого механического состава. Высока эффективность фосфоритной муки на торфяниках.

На почвах известкованных, слабokислых можно готовить смеси фосфоритной муки с суперфосфатом или аммиачной селитрой, при этом физические свойства последних улучшаются. Эффективность фосфоритной муки возрастает на почвах хорошо обеспеченных азотом, или при внесении азотных удобрений. Целесообразно компостирование фосфоритной муки с торфом и навозом, но здесь необходимо обеспечить равномерность перемешивания и точный учет внесения компостов, чтобы не делать затраты на излишнее внесение фосфора.

Характеристика основных свойств фосфорных удобрений дана в таблице 26.

КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Сырьем для производства калийных удобрений служат природные калийные соли, содержащие 8—20% K_2O . Принято подразделять калийные удобрения на три группы:

1. Концентрированные, получаемые в процессе заводской переработки калийных руд методом флотации или кристаллизации — калий хлористый, сернокислый калий, сульфат калия — магния (калмагнезия).

2. Менее концентрированные калийные соли, получаемые смешиванием концентрированных солей с природными калийными солями, они содержат меньше K_2O и имеют примеси натрия хлористого и других соединений.

3. Сырые калийные соли, подвергшиеся только размолу — каннит, сильвинит.

Кроме того, в качестве калийных удобрений используют отходы производства — цементную пыль и печную золу.

В Карелию поступает в основном калий хлористый и сульфат калия.

Все калийные удобрения хорошо растворимы в воде. При взаимодействии с почвой калий поглощается и находится в обменном состоянии, поэтому калийные удобрения можно вносить с осени (кроме легких почв с низкой емкостью поглощения). Хлор не закрепляется в почве и со временем вымывается атмос-

Основные свойства фосфорных удобрений

Название удобрений № ГОСТа или ТУ	Химическая формула	Содержание фосфора (P_2O_5), %	Форма	Действие на почву	Особые свойства
Сульфосфат простой порошковидный из апатитового концентрата ТУ 113-08-529—83	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$ с примесью свободной H_3PO_4 (в пересчете на P_2O_5) до 5%	Не менее 19	Водорастворимая	Очень слабо подкисляет, 1 ц удобрений нейтрализуется 0,1 ц $CaCO_3$. Быстро связывается почвой в мало-подвижные соединения, постепенно переходит в малодоступные для растений формы	Гигроскопичен, плохо рассеивается при высокой влажности
Сульфосфат гранулированный из апатитового концентрата ГОСТ 5956—78	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$ с примесью свободной H_3PO_4 (в пересчете на P_2O_5) 2,3—2,5%	20±1	Водорастворимая	Очень слабо подкисляет почву, связывается ею менее быстро, чем порошковидный сульфосфат	Рассеиваемость хорошая
Сульфосфат двойной гранулированный ГОСТ 16306—80	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ с примесью свободной H_3PO_4 (в пересчете на P_2O_5) для I сорта: марки А — 2,5%, марки Б — 4,5% II сорта — 5%	Условно для I сорта: марки А — 49±1, марки Б — 46±1, для II сорта — 43±1	Водорастворимая	То же	То же

Название удобрений, № ГОСТа или ТУ	Химическая формула	Содержание фосфора (P_2O_5), %	Форма	Действие на почву	Особые свойства
Обесфторенный фосфат	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot$ $\cdot 4CaO \cdot P_2O_5 \cdot$ $\cdot CaSiO_3$	30—32 из апатитов и 22—28 из фосфоритов Каратау	Растворимая в 2%-м растворе лимонной кислоты	Несколько ослабляет кислотность	Рассеивается хорошо, но пылит
Фосфоритная мука ГОСТ 5716—74	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot$ $\cdot CaCO_3$ с примесью $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot$ $\cdot CaF_2$ и соединений алюминия, железа и др.	Сорт: I — 29±1, II — 23±1, III — 20±1	Труднораство- римая	Снижает кислотность, на кислых почвах пе- реходит в доступное для растений состоя- ние	Рассеивается хорошо, но сильно пылит

ферными осадками. Под культуры, чувствительные к хлору, например картофель, калий хлористый и калийные соли лучше вносить с осени. На почвах с низким содержанием серы, надо использовать сульфат калия. Это же удобрение можно вносить весной под картофель. На легких почвах эффективно применение калимагнезии, благодаря содержанию магния.

Поглощение калия почвой происходит в обмен на ион водорода, поэтому около кристалла калийного удобрения создается повышенная кислотность. По мере использования калия растениями кислотность снижается, однако применение калийных удобрений более эффективно на известкованных землях.

Характеристика свойств калийных удобрений дана в таблице 27.

КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Комплексные удобрения содержат два-три и больше элементов питания; их подразделяют на сложные, сложносмешанные и смешанные.

Сложными принято называть удобрения, содержащие элементы питания в одном химическом соединении, например аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), калийная селитра (KNO_3) и др.

Сложносмешанными называют удобрения, полученные из разных химических соединений в едином технологическом процессе, в результате которого в каждой грануле содержатся все составные части удобрения.

Смешанные удобрения получают путем простого смешивания разных видов удобрений с целью получения смеси элементов питания, необходимой для внесения под определенную культуру. Смеси готовят в хозяйствах, на базах «Сельхозхимии». Смесями являются и некоторые удобрения, продаваемые розничной торговлей, например фоскамид, цветочная смесь.

Характеристика комплексных удобрений, поступающих в совхозы Карелии, дана в таблице 28.

МИКРОУДОБРЕНИЯ

Применяемые микроудобрения можно разделить на две группы:

1. Соли и кислоты, в состав которых входят микроэлементы. Они отличаются высоким содержанием действующего вещества и применяются для опрыскивания и опудривания семян или внекорневых подкормок. Для основного внесения они не использу-

Основные свойства калийных удобрений

Название удобрения, № ГОСТа или ТУ	Химическая формула	Содержание калия (K ₂ O), %	Внешний вид	Действие на почву	Особые свойства
Калий хлористый ГОСТ 4568—83	KCl с примесью NaCl	I сорт — 60 II сорт — 58 III сорт — 57	Мелкие кристаллы серовато - белого цвета, или мелкие зерна различных оттенков красно-бурого цвета, или спрессованные гранулы неправильной формы серовато - белого или различных оттенков красно - бурого цвета, или круглые кристаллы серовато-белого цвета	Временно подкисляет почву	Мало гигроскопичен. Не слеживается. Хорошо рассеивается
Сульфат калия — магния (калимгнезия) ТУ 6-13-11—85	K ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · nH ₂ O с примесью хлоридов калия и натрия	Не менее 28	Спрессованные гранулы неправильной формы или зернистый порошок белого цвета, допускается розовый или серый оттенок	То же	То же
Сульфат калия технический ТУ 48-5-30—78	K ₂ SO ₄	Не менее 48	Кристаллы белого цвета с сероватым оттенком, размером до 3 мм	То же	Не гигроскопичен не слеживается, хорошо рассеивается

Характеристика комплексных удобрений

Название удобрения № ГОСТа или ТУ	Содержание питательных веществ, %				
	N	P ₂ O ₅		K ₂ O	Всего
		усвояе- мая	в т. ч. водо- растворимая		
Аммофос					
ГОСТ 18918—79					
Марка А					
сорт высший	12±1	Не ме- нее 52	Не менее 48	—	
сорт I	12±1	50±1	Не менее 46	—	62
Марка Б					
сорт высший	11±1	Не ме- нее 44	Не менее 36	—	55
сорт I	10±1	42±1	Не менее 34	—	52
Нитрофоска					
ГОСТ 11365—75	Не ме- нее 11	Не ме- нее 10	Не менее 55 по от- ношению к усвояемой P ₂ O ₅	Не ме- нее 11	32
Нитроаммофоска					
ГОСТ 19691—80					
Марка А	17±1	17±1	Не менее 15	17±1	51
Марка Б	13±1	19±1	Не менее 16	17±1	51
Диаммофоска					
ТУ 113-08-569—87	9—10	25—26	Не уста- новлен	25—26	60—62
Диаммонийфосфат (диаммофос)	Не ме- нее 18	46—47	97—98 по отноше- нию к ус- вояемой P ₂ O ₅	—	64
ТУ 113-08-556—84					
Удобрение для теплиц (кри- сталлин) ТУ 6-08-454—80					
Марка А (содержит 6% MgO)	Не ме- нее 10	Не ме- нее 5		Не ме- нее 20	35
Марка Б	18	6		18	42
Марка В	20	16		10	46

ются, так как из-за очень малой дозы невозможно равномерно внести их в почву (таблица 29).

2. Простые и сложные минеральные удобрения с добавками микроэлементов. Такие виды удобрений содержат небольшое количество микроэлементов и используются для основного внесения (таблица 30).

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Бактериальные удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин) — это препараты, содержащие полезные почвенные микроорганизмы. Наиболее эффективным и широко применяемым является нитрагин. Он представляет собой культуру клубеньковых бактерий, размноженную (до 70—300 млн в 1 г) в простерилизованной почве. Торфяной нитрагин называют ризоторфином.

Клубеньковые бактерии, живущие в почве, проникают в корни бобовых культур и размножаются в образующихся на корнях клубеньках. В результате симбиоза бактерии используют из корней растений углеводы, а растения получают азот, который микроорганизмы фиксируют из воздуха.

В среднем за год на одном гектаре многолетние бобовые травы связывают до 150 кг, а однолетние — до 80 кг азота. Часто в почвах содержится небольшое количество клубеньковых бактерий или они неактивны, в этом случае необходимо применение нитрагина. Для клубеньковых бактерий характерна специфичность, т. е. отдельные виды бактерий могут образовывать клубеньки только на корнях одного или нескольких видов растений.

Ризоторфин поставляется в расфасовке, рассчитанной на определенную площадь. Срок годности препарата 6 месяцев; температура хранения +3...+15°. Если нитрагин подвергся замораживанию, его необходимо реактивировать, т. е. дать бактериям размножиться при температуре +13...+15° в течение 7—10 суток. Доза ризоторфина — 200 г на гектарную норму семян.

Обработка семян ризоторфином производится вручную или с помощью машин, применяемых для химического протравливания. Для прилипания ризоторфин смачивают водой из расчета 0,5 л на 200 г, затем смешивают с семенами в помещении, закрытом от прямых солнечных лучей. Вручную это удобнее делать на брезенте (3×4 м) путем встряхивания. Инокулированные семена должны быть сразу высеяны, через 5—6 часов после обработки количество бактерий уменьшается вдвое. Обработка семян пестицидами проводится не менее, чем за месяц до инокуляции.

Высокий эффект от применения ризоторфина может быть по-

**Микроудобрения, используемые для предпосевной обработки семян
и внекорневой подкормки**

Удобрение	Химический состав	Содержание действующего вещества, %
Борная кислота	H_3BO_3	17,3
Борат магния	$MgB_2O_4 \cdot 3H_2O$	1,6
Бура	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	11,3
Сульфат меди (медный купорос)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	25,5
Молибдат аммония (аммоний молибденовокислый)	$(NH_4)_6Mo_7O_{21} \cdot 4H_2O$	52,0
Сульфат цинка	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	21,8
Сульфат кобальта	$CoSO_4 \cdot H_2O$	21,0
Хлорид кобальта	$CoCl_4 \cdot 6H_2O$	24,7
Нитрат кобальта	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	20,0
Сульфат марганца	$MnSO_4 \cdot 5H_2O$	21—22

Таблица 30

Минеральные удобрения с добавками микроэлементов

Удобрение	Содержание микроэлемента в водорастворимой форме
Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата ГОСТ 5956—78 с добавкой бора (В)	0,20 ± 0,05
с добавкой марганца (Mn)	1,5 ± 0,5
с добавкой молибдена (Mo)	0,13 ± 0,03
Суперфосфат двойной гранулированный с бором ТУ 6-08-315—74 с изм. № 3	0,4 ± 0,05
Удобрение сложносмешанное гранулированное, марка 1:1:1 с бором ОСТ 6-08-3—76 с изм. № 3	0,1 ± 0,04

лучен только в том случае, если обеспечены все условия для роста и развития растений. В начальный период роста бобовых до образования клубеньков необходимо внести небольшое количество минерального азота — 20—40 кг/га. Фосфорно-калийные удобрения вносят в полной дозе под планируемый урожай. Важную роль в образовании клубеньков играет молибден. Бобовые растения (кроме люпина) и клубеньковые бактерии чувствительны к повышенной кислотности, наиболее благоприятное значение рН — 6,0—6,8. Люпин многолетний (сидерат) фиксирует азот даже при рН 4,0 и достигает максимальной азотфиксации при рН 5,5. На торфяно-болотных почвах лучше возделывать клевер гибридный (розовый), он хорошо растет и фиксирует азот при рН 4,5—5,0.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

ГУМУС ПОЧВ

Гумус, или органическое вещество, является обязательной составной частью почвы и одним из важнейших показателей ее плодородия.

Органическое вещество определяет структуру почвы, регулирует физико-химические и биологические процессы, условия питания растений, водный, тепловой и воздушный режимы, является источником элементов питания растений и углекислоты — основного материала для фотосинтеза. При высоком содержании гумуса снижается отрицательное действие почвенной кислотности, значительно повышается эффективность минеральных удобрений.

В составе гумуса выделяют две группы органических соединений. В первую входят продукты распада или жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов; это соединения индивидуальной природы, составляющие 10—15% общего количества органического вещества почв. Они занимают промежуточное положение между свежими неразложившимися остатками растений и второй группой органического вещества почв, которую составляют специфические собственно гумусовые вещества. Они образуются в основном в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Для каждого типа почв характерны свое содержание гумуса, его групповой и фракционный состав, отношение углерода к азоту (С : N). Почвы тяжелого механического состава гумусированы сильнее легких почв того же типа (таблица 31). Как правило, с повышением содержания гумуса растет и плодородие почв.

Средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах Карельской АССР

Подтип почвы	Содержание гумуса, %	
	супесчаные и песчаные почвы	глинистые и суглинистые почвы
Подзолистые на моренных отложениях	4,51	4,54
Подзолистые на флювиогляциальных отложениях	3,02	3,92
Болотно-подзолистые	5,31	6,36

Большая часть пахотных угодий Карельской АССР расположена на почвах избыточного увлажнения: болотно-подзолистых (35%) и болотных (7%). Торфяной пахотный горизонт имеют 28% пашни. На минеральных почвах избыточного увлажнения при низких температурах и повышенной кислотности, где жизнедеятельность микроорганизмов подавлена, идет накопление органического вещества, что, однако, не является показателем их плодородия, так как накапливаются соединения неспецифические для минеральных почв нормального увлажнения. Зачастую пахотный горизонт болотно-подзолистых почв формируется в результате перепашки верхнего оторфованного горизонта с нижележащим минеральным, содержание гумуса в пахотном слое таких почв достигает 10% и более. Здесь нет необходимости вносить высокие дозы органических удобрений; повышение плодородия почв достигается регулированием водного режима, известкованием и внесением в небольших дозах биологически активного компоста.

Группировка пахотных почв Карельской АССР по содержанию гумуса дана в таблице 32.

БАЛАНС ГУМУСА И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЯХ

В естественных условиях содержание гумуса в почвах сохраняется постоянным, так как два процесса — минерализация гумуса и его образование из остатков растительных и животных организмов — находятся в равновесии. При сельскохозяйственном использовании земель это равновесие нарушается.

Активная механическая обработка пашни, усиливающая процесс минерализации гумуса, и вынос азота урожаем сельскохозяйственных культур приводят к уменьшению запасов органического вещества в почве. Особенно велики потери гумуса под про-

Распределение пахотных почв Карельской АССР по содержанию гумуса

Районы	Площадь пашни, тыс. га	В том числе по группам содержания гумуса, %						оторфованные и торфяные
		до 2,0	2,1 — 4,0	4,1 — 6,0	6,1 — 8,0	8,1 — 10,0	больше 10,0	
Северные: Лоухский, Калевальский, Беломорский, Сегежский, Муезерский	2,5	—	12	10	3	2	5	68
Пудожский	6,2	2	55	17	2	1	—	23
Медвежьегорский	5,8	—	15	14	7	4	2	58
Кондопожский	1,7	—	25	32	10	7	2	24
Прионежский	7,0	2	24	17	7	10	4	36
Пряжинский	5,5	—	9	29	13	4	2	43
Суоярвский	2,9	—	9	24	11	5	3	48
Питкярантский	5,6	1	24	47	16	4	4	10
Олонецкий	14,3	1	20	30	23	13	7	6
Лахденпохский	12,2	—	8	37	11	4	3	37
Сортавальский горсовет	7,7	—	17	42	16	5	4	16
Всего по КАССР	71,4	1	20	29	12	6	4	28

пашными культурами и на паровых полях. Под культурами сплошного сева процесс разложения органического вещества идет медленнее. Под многолетними травами потери гумуса не происходят, а гумификация большого количества растительных остатков обеспечивает даже некоторое накопление гумуса в почве.

Внесение органических и минеральных азотных удобрений, введение севооборотов с многолетними травами позволяют сохранить и повысить в почвах запасы органического вещества, а следовательно сохранить и повысить их плодородие.

Так как применение органических удобрений требует больших материальных затрат, особенно в случае отдаленности поля от скотных дворов и ферм, в хозяйстве необходимо иметь расчет потребности в органических удобрениях, обеспечивающей сохранение оптимальных запасов гумуса в почвах и повышение их на полях малоплодородных с небольшим пахотным горизонтом.

Расход гумуса в почвах складывается из потерь при минерализации органического вещества в результате обработки почв, вымывания и эрозионных процессов. Эрозия почв в большой сте-

пени зависит от хозяйственной деятельности и учитывается на конкретных участках. Потери гумуса при минерализации зависят от возделываемой культуры и механического состава почв; усредненные показатели этих потерь приведены в таблице 33. Под многолетними травами потери органического вещества принимаются равными нулю.

Восполнение запасов гумуса в почве идет за счет внесения органических удобрений, пожнивных и корневых остатков, а также семян. Последняя статья прихода гумуса невелика и при расчете может не учитываться (таблица 34). Количество пожнивных и корневых остатков обуславливается возделываемой культурой и урожаем основной продукции. При внесении минеральных удобрений значительно возрастает количество послеуборочных остатков, но снижается отношение их к основной продукции.

Коэффициент гумификации — количество гумуса, образующееся из единицы массы сухого вещества растительных остатков или

Таблица 33

Ежегодная минерализация гумуса на почвах Северного экономического района, т на 1 га

Культуры	Механический состав				
	песок	супесь	легкий суглинок	средний суглинок	тяжелый суглинок
Зерновые, культуры сплошного сева	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8
Пропашные	2,5	2,0	1,7	1,4	1,1
Чистый пар	3,6	2,8	2,4	2,0	1,6

Таблица 34

Поступление органического азота и гумуса на 1 га пашни с семенами

Культура	Поступление азота, кг на 1 га	Поступление гумуса, т на 1 га
Зерновые	5	0,1
Картофель	12	0,24
Овощи	1	0,02
Многолетние травы	0,8	0,016
Однолетние травы	4	0,08

органических удобрений — колеблется в зависимости от почвенных условий. В среднем для северной зоны он принят равным 0,18 для небобовых и 0,22 для бобовых культур.

В усредненных расчетах для Северного экономического района можно принять следующие размеры поступления гумуса за счет пожнивных и корневых остатков (т/га): зерновые культуры — 0,4, пропашные культуры — 0,2, многолетние травы — 0,6.

Разность между расходом и поступлением гумуса характеризует баланс органического вещества почвы. Если баланс гумуса отрицательный, то для восполнения дефицита необходимо вносить органические удобрения.

Количество гумуса, восполняемого внесением навоза, рассчитывается по формуле:

$$H \cdot \frac{100 - \text{Вл}}{100} \cdot 0,2,$$

где H — количество внесенного навоза;

Вл — влажность навоза;

0,2 — коэффициент гумификации.

С 1 т подстильного навоза влажностью 75% вносится 50 кг гумуса.

При расчете потребности в органических удобрениях на любом уровне — в среднем по району, по хозяйству, по полю севооборота — необходимо планировать не только сохранение запасов органического вещества, но и их повышение на малоплодородных почвах (с низким содержанием гумуса, с неглубоким пахотным горизонтом).

Чтобы увеличить содержание гумуса в почве на 0,1%, на 1 га необходимо внести 3 т гумуса (усредненный вес 20-сантиметрового пахотного горизонта принят 3 тыс. т), что обеспечивается внесением 60 т подстильного навоза кроме того количества, которое вносится для обеспечения положительного баланса и получения заданного урожая.

Ниже приводится пример расчета баланса гумуса и потребности в органических удобрениях в двух севооборотах: полевом (таблица 35) и кормовом (таблица 36). Предполагается, что хозяйство имеет достаточное количество минеральных удобрений и вносит их в расчетных дозах, обеспечивающих планируемый урожай.

Почвы полевого севооборота супесчаные, содержание гумуса оптимальное — 4%, ставится задача обеспечить бездефицитный баланс гумуса за ротацию севооборота. Потери гумуса за счет минерализации определяются по таблице 33; за ротацию севооборота они составят 8,8 т на 1 га. Восполнение гумуса за счет

Таблица 35

Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях
в полевом севообороте, т на 1 га
(Почвы супесчаные, содержание гумуса 4,0%)

Поле севооборота	Культура	Потери гумуса за счет минерализации	Восполнение гумуса с растительными остатками	Баланс гумуса без внесения органических удобрений	Восполнение гумуса за счет внесения навоза		Баланс гумуса при внесении навоза
					доза навоза	поступление гумуса	
1	Однолетние травы	1,4	0,4	-1,0	—	—	-1,0
2	Картофель	2,0	0,2	-1,8	50	2,5	0,7
3	Корнеплоды	2,0	0,2	-1,8	50	2,5	0,7
4	Однолетние травы	1,4	0,4	-1,0	—	—	-1,0
5	Картофель	2,0	0,2	-1,8	50	2,5	0,7
	Итого	8,8	1,4	-7,4	150	7,5	0,1
	В среднем за год	1,76	0,28	-1,48	30	1,5	0,02

Таблица 36

Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях
в кормовом севообороте, т на 1 га
(Почвы оглеенные суглинистые, содержание гумуса 3,0%)

Поле севооборота	Культура	Потери гумуса за счет минерализации	Восполнение гумуса с растительными остатками (усредненные данные)	Баланс гумуса без внесения органических удобрений	Восполнение гумуса за счет внесения навоза		Баланс гумуса после внесения навоза
					доза навоза	поступление гумуса	
1	Беспокровный посев многолетних трав	2,0	—	-2,0	80	4,0	2,0
2	Многолетние травы 1-го года	—	0,6	0,6	—	—	0,6
3	Многолетние травы 2-го года	—	0,6	0,6	—	—	0,6
4	Многолетние травы 3-го года	—	0,6	0,6	—	—	0,6
5	Многолетние травы 4-го года	—	0,6	0,6	—	—	0,6
6	Однолетние травы	1,0	0,4	-0,6	—	—	-0,6
7	Кормовые корнеплоды	1,4	0,2	-1,2	80	4,0	2,8
8	Однолетние травы	1,0	0,4	-0,6	—	—	-0,6
	Итого	5,4	3,4	-2,0	160	8,0	6,0
	В среднем за год	1,08	0,68	-0,4	20	1,6	1,2

корневых и пожнивных остатков (усредненные показатели) составит 1,4 т на 1 га. Значит, с органическими удобрениями необходимо внести 7,4 т гумуса. Если с каждой тонной подстилочного навоза вносится 50 кг гумуса, то за ротацию севооборота надо внести (7400 кг : 50 кг) 148 т (округленно 150) навоза. По-видимому, в полевом севообороте наиболее рационально органические удобрения внести за три года под пропашные культуры, по 50 т на 1 га. Могут быть и другие варианты.

В кормовом севообороте содержание гумуса низкое — 3%, ставится задача повысить его содержание на 0,2%. Расчет ведется как в предыдущем примере. Потери гумуса за ротацию севооборота составят 2 т и должны быть компенсированы внесением (2000 кг : 50 кг) 40 т навоза. Кроме того, для увеличения содержания гумуса на 0,2% необходимо внести 120 т навоза (6 т гумуса). Таким образом, всего за ротацию севооборота следует внести 160 т навоза. Это количество можно внести в два приема по 80 т при бесплодном посеве многолетних трав (одновременно с проведением комплексного агрохимического культивирования) и под кормовые корнеплоды.

Уровень применения органических удобрений в хозяйстве зависит от выхода навоза, наличия торфа и других источников органики. Обязательным условием рационального использования органических удобрений является сохранение бездефицитного баланса гумуса на всех полях. Оставшиеся удобрения необходимо распределить на поля севооборота с низким плодородием, на мелиорируемые земли.

В лугово-пастбищных севооборотах, где более 70% площадей занимают многолетние травы, устанавливается положительный баланс гумуса при достаточно высоком его содержании. Здесь можно обойтись без внесения органических удобрений, обеспечив получение заданного урожая применением минеральных удобрений.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Восполнение органического вещества в почве происходит в результате гумификации растительных остатков, вносимых органических удобрений и сидератов. Причем, в качестве органических удобрений, кроме таких традиционных материалов как навоз, птичий помет и их компосты с торфом, используются отходы деревообрабатывающей промышленности (лигнин, скоп, опилки, жора), осадки сточных вод, сапрпель и др. Далеко не все они равноценны по действию на урожайность сельскохозяйственных

культур, способности воспроизводства гумуса, экономической эффективности.

Органические удобрения являются источником поступления в почву элементов питания, поэтому их ценность и экономическая эффективность определяются содержанием азота, фосфора и калия, а также других элементов: магния, кальция, микроэлементов.

Одним из основных показателей качества органических удобрений является отношение углерода к азоту (С:N) и содержание азота. Оптимальным для гумификации органического вещества является отношение С:N=20...25. При более широком отношении С:N и недостатке азота для жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в процессе гумификации, снижается коэффициент гумификации и размеры накопления гумуса в почве. При внесении таких удобрений в почву отмечается азотное голодание растений, так как микроорганизмы поглощают подвижный азот.

Отношение углерода к азоту в удобрении рассчитывается по формуле:

$$C : N = \frac{(100 - a) \cdot 0,5}{D},$$

где a — зольность, %;
(100— a) — органическое вещество, % на сухое вещество;
 D — содержание азота, % на абсолютно сухое вещество;
0,5 — коэффициент пересчета органического вещества на углерод, в среднем в органическом веществе содержится 50% углерода.

При использовании органических удобрений, содержащих менее 1,8—2% азота в расчете на абсолютно сухую массу и имеющих отношение углерода к азоту более 25, необходимо дополнительное внесение минерального азота сверх доз, обеспечивающих получение запланированного урожая.

Качество органических удобрений, производимых в Карелии, приведено в таблице 37.

ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

НАВОЗ

Навоз — смесь жидких и твердых выделений животных, подстилки и воды для удаления экскрементов. В зависимости от способа содержания животных различают навоз подстилочный и бесподстилочный. Подстилочным навоз считается в том случае, если подстилка применялась в количестве не менее 70% нормы. Влажность подстилочного навоза 70—85%. Бесподстилочный на-

Химический состав органических удобрений в хозяйствах Карельской АССР

Вид удобрения	Содержание, % на натуральную влажность										рН	C:N
	азота		фосфора	калия	воды	зола						
	общего	аммиачного										
Навоз крупного рогатого скота	0,36	0,10	0,24	0,38	73,3	8,6	7,8	22,9				
	0,21—0,48	0,01—0,3	0,05—0,58	0,01—0,72	52,2—85,1	2,3—23,9	5,9—8,8	13,7—39,3				
свиной	0,49	0,17	0,41	0,28	69,8	11,3	7,2	18,0				
	0,26—0,79	0,04—0,49	0,23—0,81	0,15—0,49	45—77,8	4,9—24,0	6,3—8,9	10,9—29,7				
конский	0,45	0,04	0,14	0,51	79,5	4,3	8,0	18,9				
	0,31—0,65	0,01—0,12	0,08—0,22	0,06—0,75	75,7—81,6	2,5—5,3	7,5—8,2	11,6—28,1				
зверьковый	1,39	0,74	2,36	0,25	67,1	13,4	7,4	9,2				
	0,47—3,14	0,05—1,35	0,26—8,74	0,04—0,56	42,8—79,4	7,2—21,9	5,6—8,4	3,2—22,9				
куриный помет	0,90	0,47	0,98	0,49	74,2	7,7	8,1	11,1				
	0,26—2,24	0,02—1,35	0,12—2,7	0,15—1,18	41—95,2	1,1—19,2	6,8—9,1	6,7—18,1				
Компосты торфо-навозные	0,39	0,07	0,25	0,34	69,6	11,9	7,3	22,8				
	0,27—0,69	0,01—0,3	0,06—0,65	0,09—0,62	38,4—82,3	3,0—25,4	5,2—8,5	10,4—38,1				
торфо-пометные	0,70	не опр.	0,78	0,34	70,6	11,3	7,7	15,8				
	0,21—1,67	не опр.	0,13—1,49	0,11—0,85	54,9—84,4	2,7—26,7	6,2—8,5	6,9—34,7				
пометно-опиленный	0,37	не опр.	0,69	0,29	70,6	8,8	7,4	29,2				
	0,18—0,69	не опр.	0,10—1,53	0,11—0,96	58,8—88,4	2,5—21,9	5,4—8,5	15,7—54,7				
пометно-коровый	0,42	не опр.	0,62	0,32	65,3	11,9	6,9	36,9				
	0,15—0,89	не опр.	0,1—1,55	0,11—0,58	60,8—69,9	3,5—23,8	5,9—8,4	13,4—116,4				

Примечание. В числителе — средний, в знаменателе — минимальный и максимальный показатели.

воз в зависимости от содержания в нем воды бывает полужидким (влажность до 92%) и жидким (влажность 92—97%). Навозные стоки содержат более 97% воды.

Основу любого навоза составляют экскременты животных. Суточный выход экскрементов и их состав приведены в таблицах 38—41.

Таблица 38

Среднее количество твердых и жидких выделений у разных видов взрослых животных (данные ВИАУ)

Вид животных	Количество твердых выделений, кг/сутки	Количество жидких выделений, л/сутки
Крупный рогатый скот	20—30	10—15
Лошади	15—20	4—6
Свиньи	1,2—3,0	2,5—4,5
Овцы	1,5—2,5	0,6—1,0

Таблица 39

Суточный выход экскрементов крупного рогатого скота (ОНТП—17—82)

Половозрастная группа	Выделение одним животным в сутки, кг		
	экскрементов всего	в том числе	
		кала	мочи
Быки-производители	40	30	10
Коровы	55	35	20
Нетели	27	20	7
Телята до 6 мес., на откорме до 4 мес.	7,5	5	2,5
Молодняк 6—12 мес., на откорме 4—6 мес.	14	10	4
Молодняк на откорме 6—12 мес.	26	14	12
Молодняк 12—18 мес.	27	20	7
Молодняк на откорме старше 12 мес.	35	23	12

Примечание. Средняя влажность экскрементов — 87%.

Суточный выход экскрементов свиней

Группа животных	Количество экскрементов, кг/сутки	Влажность, %
Хряки	11,1	89,4
Свиноматки:		
холостые	8,8	90,8
супоросные	10,0	90,1
с поросятами	15,3	90,1
Поросята (отъем)	2,4	86,0
Свиньи на откорме:		
до 40 кг	3,5	86,6
40—80 кг	5,1	87,0
более 80 кг	6,6	87,5

Примечание. Масса экскрементов на свиноводческом комплексе с законченным циклом составляет в среднем 4,5 кг на голову в сутки при влажности 88,1%.

Таблица 41

Состав твердых и жидких выделений животных, % на исходное вещество
(Справочник по удобрениям, М., 1964)

Экскременты	Вода	Сухое вещество	Азот N	Фосфор P ₂ O ₅	Калий K ₂ O	Кальций СаО	Магний MgO
Свежий кал:							
крупного рогатого скота	83,6	16,4	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13
лошадей	75,7	24,3	0,44	0,35	0,35	0,15	0,12
свиней	82,0	18,0	0,60	0,41	0,26	0,09	0,10
овец	65,5	34,5	0,55	0,31	0,15	0,46	0,15
Свежая моча:							
крупного рогатого скота	93,8	6,2	0,58	0,00	0,49	0,01	0,04
лошадей	90,1	9,9	1,55	0,00	1,50	0,45	0,24
свиней	96,7	3,3	0,43	0,07	0,83	0,00	0,08
овец	87,2	12,8	1,95	0,01	2,26	0,16	0,34

Количество микроэлементов в навозе колеблется в очень широких пределах и зависит в первую очередь от содержания их в почве, на которой выращены кормовые культуры. Усредненные данные, приведенные в таблице 42, могут быть использованы для общих расчетов.

В качестве подстилки используются торф, солома, опилки. Состав и погложительные свойства подстилочных материалов даны в таблице 43.

Лучшим подстилочным материалом считается торф; 100 кг торфа при стандартной влажности впитывает 500—1500 кг жидких экскрементов, в то время как опилки или солома в 2—3 раза меньше. Опилки, обладая хорошими гигиеническими свойствами, сильно снижают качество навоза, так как почти не содержат азота и имеют очень широкое соотношение C : N—до 100 и бо-

Таблица 42

Среднее содержание микроэлементов в навозе

Микроэлементы	В 1 кг сухого вещества, мг	В 20 т навоза, г
Бор	17,4—20,2	80
Марганец	21,7—201,4	900
Молибден	0,7—2,37	8
Медь	9,8—15,6	60
Цинк	82,0—96,2	380
Кобальт	1,0—1,04	5
Йод	0,4—0,5	2

Таблица 43

Состав и погложительные свойства подстилки
(Справочник по органическим удобрениям, М., 1984)

Вид подстилки	Влажность, %	Содержится, %				100 весовых частей подстилки поглощают частей воды
		азот N	фосфор P ₂ O ₅	калий K ₂ O	кальций СаО	
Солома озимой ржи	14,3	0,45	0,26	1,00	0,29	300
Торф верховой	50,0	0,60	0,04	0,05	0,15	1000—1500
Торф низинный	60,0	0,90	0,05	0,04	1,10	500—700
Опилки	30,0	0,04	0,02	0,04	—	400—445

лее. Кроме того, в качестве подстилки пригодны только подсушенные опилки влажностью до 30%. Свежие опилки имеют влажность более 60% и могут поглощать жидкости лишь в 1,5 раза больше своего веса, т. е. суточная норма подстилки не поглощает всех жидких выделений животных. Суточные нормы расхода подстилки приведены в таблице 44.

Годовой выход навоза в хозяйстве можно определить несколькими способами: по количеству израсходованного корма и подстилки, по сухому веществу в рационе с учетом переваримости, по общей массе всего стада и др.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-технологический институт химизации сельского хозяйства (ВНИПТИХИМ) предлагает годовой выход навоза определять конкретно для каждого хозяйства с учетом состава животных и структуры стада (наличие половозрастных групп). Годовой выход подстилочного навоза для каждой половозрастной группы определяется по формуле:

$$N = П \cdot (\text{Э} + M) \cdot (T_c + \frac{T_n}{3}) : 1000,$$

где N — количество навоза, т/год;

$П$ — поголовье животных половозрастной группы, голов;

Э — количество твердых и жидких экскрементов, выделяемых одним животным, кг/сутки (таблицы 38—40);

M — количество применяемой подстилки на одно животное, кг/сутки (таблица 44 или по фактическим возможностям хозяйства);

T_c — продолжительность стойлового периода, дней;

T_n — продолжительность пастбищного периода, дней;

1000 — коэффициент перевода килограммов в тонны.

Таблица 44

Примерные нормы расхода подстилки на одно животное, кг в сутки
(Справочник агрохимика, 1980)

Вид животных	Солома злаковых культур	Верховой слаборазло- жившийся торф ГОСТ 12202-66	Сухая торфя- ная крошка переходного и низинного торфа ГОСТ 12101 - 66	Опилки
Крупный рогатый скот при стойловом содержании	4—6	3—4	10—20	3—6
Лошади	3—5	2—3	8—10	2—4
Свиноматки с поросятами	5—6	3—4	—	2—3
Откормочные свиньи	1,0—1,5	0,5—1,0	2—3	1,5—2,0
Хряки	1,5—3,0	2,0—3,0	—	2—3
Отъемыши	0,5—1,0	0,5—1,0	—	1,0—1,5

Считается, что во время пастбищного периода накапливается в три раза меньше навоза, чем во время стойлового периода. Если скот содержится на отгонном пастбище, то в пастбищный период навоз не накапливается и формула для расчета выхода навоза будет несколько иная:

$$N = П \cdot (\Xi + M) \cdot T_c : 1000.$$

При расчете выхода бесподстилочного навоза $M=0$, т. е. в расчете не участвует.

Для расчета производства навоза в хозяйстве суммируется его выход по всем видам скота и половозрастным группам и вычитаются потери при хранении, которые в Нечерноземной зоне составляют в среднем 15%.

Для общих расчетов выхода навоза можно пользоваться данными таблицы 45.

Бесподстилочный, в основном полужидкий навоз в хозяйствах Карелии получают при отсутствии или недостатке подстилочного материала, в результате применения воды для навозоудаления и накопления атмосферных осадков в открытых навозохранилищах.

Качество бесподстилочного навоза в большой степени зависит от технологии его получения. Если высокая влажность навоза обусловлена наличием в нем жидких экскрементов животных, то, как правило, содержание элементов питания высокое. По мере разбавления водой питательная ценность навоза снижается, возрастает потребность в емкостях для хранения его на поле и снижается качество внесения. Поэтому все технологии удаления навоза путем гидросмыва крайне нежелательны.

В бесподстилочном навозе 50—70% азота находится в растворимом состоянии и используется растениями в первый год, поэтому дозы бесподстилочного навоза не должны превышать по азоту потребности под урожай выращиваемой культуры.

Таблица 45

Примерное количество полуперепревшего навоза на одну голову скота с учетом потерь при работе и на пастбище, т/год
(Справочник по удобрениям, М., 1964)

Продолжительность стойлового периода, дней	Крупный рогатый скот	Лошади	Свиньи	Овцы
220—240	8—9	6—7	1,5—2,0	0,8—0,9
200—220	7—9	5—6	1,2—1,5	0,7—0,8
180—200	6—7	4—5	1,0—1,2	0,6—0,7
Менее 180	4—5	3—4	0,8—1,0	0,4—0,5

Лучший способ использования бесподстилочного навоза — компостирование его с торфом.

ПТИЧИЙ ПОМЕТ

Птичий помет — наиболее концентрированное органическое удобрение, состав его дан в таблице 46.

Суточное количество экскрементов составляет: от одной курицы-несушки — 170—190 г, от утки — 420 г, от гуся — 600 г (влажность экскрементов кур — 73—76%, уток и гусей — 83—85%). При напольном содержании птиц идет интенсивная усушка помета. Так, для помета кур через 12 часов она достигает 50%, при клеточном содержании — только 13—16%.

Выход и качество куриного помета в большой степени зависит от рациона кормления и технологии содержания птицы. При свободном содержании птицы на подстилке (150—200 г на одну голову в сутки) получают подстилочный помет с влажностью около 56%. На современных птицефабриках при клеточном содержании получают бесподстилочный помет, имеющий довольно высокую влажность из-за потерь воды из поилок — до 80—85%. При использовании гидросмыва влажность помета увеличивается, а качество сильно снижается. Качество куриного помета, получаемого на птицефабриках Карелии, приведено в таблице 37.

Большая часть азота в помете находится в подвижной аммиачной форме, что определяет особенности его хранения и применения. Для уменьшения потерь при хранении, которые за 1,5—2 месяца могут достигать 30—60% всего азота, помет лучше компостировать с торфом или хотя бы добавлять в помет 20—40% сухого торфа.

Доза птичьего помета или компостов на его основе должна быть рассчитана в зависимости от содержания элементов питания, в первую очередь азота.

Таблица 46

Состав свежего птичьего помета, % на исходное вещество
(Справочник по удобрениям, М., 1964)

Помет	Вода	Сухое вещество	Азот N	Фосфор P ₂ O ₅	Калий K ₂ O	Кальций СаО	Магний MgO
Кур	56,0	44,0	1,63	1,54	0,85	2,40	0,74
Гусей	77,1	22,9	0,55	0,54	0,95	0,84	0,20
Уток	56,6	43,4	1,00	1,40	0,62	1,70	0,35

ЗВЕРЬКОВЫЙ НАВОЗ

По содержанию азота и особенно фосфора зверьковый кал превосходит птичий помет. Калия в зверьковом кале содержится очень мало. Это надо учитывать при определении доз внесения зверькового навоза и минеральных удобрений.

Химический состав зверькового навоза в зависимости от корма, возраста животных, количества применяемой подстилки колеблется в больших пределах (таблица 37).

ТОРФ

Торф широко используется при производстве органических удобрений в качестве подстилки и как составная часть компостов. Он обладает рядом положительных свойств. Среди них: высокое содержание органического вещества и азота, высокая влагоемкость, отсутствие болезнетворных для растений микроорганизмов и антисептические свойства. Отрицательные свойства торфа: повышенная кислотность и естественная влажность, наличие закисных соединений — устранимы при его заготовке и приготовлении к внесению.

Основные свойства торфа определяются его происхождением. Торф верхового типа сформировался на повышенных элементах рельефа в условиях недостаточного минерального питания растений и временного недостатка влаги. Торф низинных болот характерен для пониженных элементов рельефа с высоким содержанием элементов питания в грунтовых водах. Торф переходного типа занимает промежуточное положение между торфом низинных и верховых болот. Отличительной особенностью каждого типа торфа является видовой состав растений, из которых он образовался (деревья, травы, мхи; таблица 47).

Таблица 47

Растительный состав разных типов торфяников

Тип торфяников	Состав растительности		
	древесной	травяной	моховой
Верховой	Сосна, кустарники	Пушица, шейхерия	Сфагнум
Низинный	Ольха, береза, ель, сосна, ива	Осока, тростник, хвощ, вахта	Гипновый мох, сфагнум
Переходный	Растения верхового и низинного торфяников		

При использовании торфа в приготовлении органических удобрений большое значение имеют следующие его характеристики: степень разложения, зольность, влажность, влагоемкость, содержание элементов питания и некоторые др.

Степень разложения торфа, т. е. процентное содержание разложившейся части, во многом определяет его использование. Слаборазложившийся торф обладает высокой влагоемкостью и антисептическими свойствами, поэтому его используют в качестве подстилки скоту. Хорошо разложившийся торф содержит много гуминовых кислот, имеет узкое отношение $C:N$, его лучше использовать для удобрения. Различают семь градаций степени разложения торфа: неразложившийся — до 15%, очень слаборазложившийся — 15—20%, слаборазложившийся — 20—25%, средне-разложившийся — 25—35%, хорошо разложившийся торф — 35—45%, сильноразложившийся — 45—55%, очень сильноразложившийся — более 55%.

Для практических целей достаточно различать три степени разложения торфа, которые можно определять визуальнo в полевых условиях (таблица 48). Торф, используемый для подстилки, не должен иметь степень разложения более 25%.

Влагоемкость торфа, т. е. его способность поглощать и удерживать влагу, зависит от его состава и степени разложения (таблица 49). Один килограмм сухого вещества торфа может впитать и удержать от 5 до 30 кг жидкости.

Нормальная зольность торфа (процентное отношение золы

Таблица 48

Признаки степени разложения торфа

Степень разложения	% разложения	Основные признаки
Слабо-разложившийся	До 20	Имеет желтую или светло-коричневую окраску, в нем видны растительные волокна, не пачкает рук, при сжимании в комок не проходит сквозь пальцы, отжимаемая вода имеет светло-желтую окраску
Средне-разложившийся	20—45	Масса торфа слабо продавливается между пальцами, остатки растительности заметны, вода отжимается светло-коричневыми каплями, слабо пачкает руку
Сильно-разложившийся	Более 45	Имеет темно-коричневую или черную окраску, заметны лишь некоторые растительные остатки, пачкает руки, при сжимании в комок проходит сквозь пальцы, отжимаемая вода имеет темно-коричневый цвет

Влагодность торфов
(Справочник по органическим удобрениям, М., 1984)

Торф	Степень разложения, %	Влагодность, % к абсолютно сухому веществу
Верховой тип		
Сфагновый	5	3000
Сфагновый	10	2000
Сфагновый	15	1700
Сфагновый	20	1500
Сфагово-пушицевый	25	1200
Пушицевый	40	650
Сосновый	55	500
Низинный тип		
Гипновый	5	1500
Осоково-гипновый	10	1200
Осоково-гипновый	20	1000
Осоково-гипновый	25	850
Осоково-древесный	35	700
Древесный	45	500

к сухому веществу) определяется составом растений-торфообразователей и составляет для низинного торфа 6—12%, переходного — 4—6%, верхового — до 4%. В процессе образования торфяной залежи зольность может значительно увеличиться за счет примеси глинистых и песчаных частиц, а также образования минеральных включений (извести, вивианита, охры).

При заготовке торфа одной из основных характеристик его качества является влажность. Причем используется показатель относительной влажности — процентное отношение влаги к общей массе торфа, при этом процент содержания сухого вещества равен 100 минус влажность. Затраты на заготовку, транспортировку и использование торфа окупаются только в том случае, если влажность подстилочного торфа не превышает 50%, а удобрительного — 60%. Так, если влажность удобрительного торфа увеличивается до 75%, количество сухого вещества, а следовательно элементов питания, уменьшается в полтора раза, количество же поглощаемой влаги — более чем в два раза.

Агрохимические свойства торфа определяются в первую оче-

редь количеством и составом органического вещества. В низинном торфе органическое вещество составляет 72—94%, в верховом — 94—96%. При увеличении зольности торфа за счет примесей глины и песка выше 20—25% соответственно снижается количество органического вещества, а значит, и ценность торфа.

Торф содержит много азота, до 3%, но отличается высокой биохимической устойчивостью к разложению, поэтому применение его в чистом виде мало эффективно. Торф необходимо применять после компостирования с другими источниками органического вещества, доступного для микроорганизмов.

Содержание фосфора в торфе составляет всего 0,03—0,4% (за исключением торфов, содержащих вивианит), калия — 0,03—0,1%, магния — 0,1—0,4%. Торф беден микроэлементами. В торфе с нормальной зольностью содержание железа не превышает 3%, при содержании железа более 8% снижается подвижность фосфорной кислоты, ухудшается фосфорное питание растений. В верховом и переходном торфе может быть повышенное содержание подвижного алюминия (более 5 мг-экв на 100 г сухого вещества), что вредно для развития растений.

Кислотность торфа является его типовой характеристикой, для нормально зольного торфа характерны следующие величины рН (солевого): верховой — 2,6—3,2, переходный — 3,4—4,2, низинный — 4,8—5,6. При использовании торфа на подстилку или при компостировании с навозом и пометом кислотность торфа устраняется. При приготовлении торфоминеральных удобрений для нейтрализации избыточной кислотности необходимо вносить известь, дозы которой зависят от кислотности торфа:

рН (солевое) исходного торфа	Доза известняковой муки ГОСТ 14050—58, кг на 1 т
2,5—3,0	45—40
3,1—3,5	40—35
3,6—4,0	35—25
4,1—4,5	25—20
4,6—5,0	20—15
5,1—5,5	15—10

КОМПОСТЫ

Компостирование — биотермический процесс, при котором происходит минерализация и гумификация органического вещества. В результате разогревания до 60—65° в компостируемой массе гибнут личинки и куколки мух, яйца гельминтов, семена сорных растений. Оптимальная влажность для компостирова-

ния — 55—75%, при более низкой или высокой влажности процессы разложения снижаются до полного прекращения.

Обычно для компостирования берут два компонента. Один из них (наполнитель) должен обладать устойчивостью к разложению и способностью поглощать влагу и аммиак (торф, опилки, древесная кора и др.). Второй — должен быть биологически активен и содержать легкоразлагающиеся органические вещества с большим количеством азота (навоз, птичий помет, зверьковый кал, фекалий).

Соотношение компонентов должно быть таким, чтобы влажность их смеси была не выше 75%, содержание азота не менее 1,8—2,0% на сухое вещество, а отношение углерода к азоту (С : N) не более 20...25. Отношение углерода к азоту может регулироваться внесением азотных минеральных удобрений, однако в поле практически невозможно равномерно перемешать небольшое количество минеральных удобрений с компостируемой массой.

Для приготовления компостов лучшим наполнителем является торф, удовлетворяющий требованиям РСТ РСФСР 733—85.

Высокое содержание азота в торфе позволяет расширить его соотношение ко второму компоненту (оптимальное отношение С : N будет обеспечено), а, следовательно, торф можно компостировать с жидким и полужидким навозом или куриным пометом. Основная задача — установить такое соотношение компонентов, чтобы влажность компоста не превышала 75% (таблица 50). Од-

Таблица 50

Соотношение торфа и навоза (или помета)
для приготовления компоста влажностью 75% (по массе)

Исходная влажность торфа, %	Исходная влажность навоза, %				
	80	85	88	90	95
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
65	0,5 : 1	1 : 1	1,3 : 1	1,5 : 1	×
70	1 : 1	2 : 1	×	×	×

Примечание. х — при использовании нестандартного торфа компост хорошего качества получить нельзя.

нако отношение торфа к навозу не следует увеличивать более 2 : 1.

Торфонавозные компосты, производимые в хозяйствах Карелии, почти равноценны навозу крупного рогатого скота. Дозы и способы их внесения такие же, как для навоза. В отличие от навоза штабеля торфонавозного компоста не следует уплотнять, так как переход органического азота торфа в усвояемую форму наиболее активно идет при 60—65°. Срок компостирования зависит от времени года и колеблется от 2 до 9 месяцев.

Торфопометные компосты превосходят навоз по содержанию азота и фосфора, лишь немного уступая ему по содержанию калия. Срок компостирования 1—2 месяца. Почти половина азота компостов находится в подвижной форме, поэтому особенности их применения такие же, как и у помета.

При недостатке торфа для компостирования могут быть использованы опилки или кора. Однако их применение ограничено очень низким содержанием азота. Поэтому компостировать эти компоненты (без добавления азотных удобрений) можно только с куриным пометом или зверьковым калом, содержащим много азота.

Применяемая для компостирования кора должна быть измельчена и соответствовать ОСТ 56—56—83.

Опилки и кора свежие или из отвалов деревообрабатывающих предприятий Карелии имеют довольно высокую влажность—до 65—70% и не могут применяться для компостирования с жидким куриным пометом.

Химический состав материалов, применяемых для компостирования в хозяйствах Карельской АССР, приведен в таблице 51.

Чем ниже будет влажность опилок или коры и меньше их отношение к помету, тем более высокого качества получится ком-

Таблица 51

Химический состав материалов, используемых в хозяйствах Карельской АССР для компостирования

Материал	Влажность, %	рН	Содержание в абсолютно сухом веществе, %				С : N
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	зола	
Торф	70,7	5,2	1,56	0,10	0,51	5—25	26,1
Опилки	65,2	4,0	0,27	0,12	0,12	5,3	214,5
Кора	72,7	5,0	0,55	0,07	0,11	16,2	94,6

пост. Обычно качество таких компостов не уступает навозу в том случае, если на 1 часть опилок (или коры) приходится 2—3 части помета (при влажности компоста до 75%).

Если это отношение превышает 1:1, то компост имеет низкое содержание азота и широкое отношение С:N. Нормы внесения такого компоста должны быть больше, чем для навоза, и обязательным условием является дополнительное внесение в почву азотных удобрений сверх потребности в нем растений на запланированный урожай. Транспортировка компоста на расстояние более 10 км не окупается стоимостью прибавки урожая от его применения.

Зная влажность и содержание азота в компостируемых материалах, можно рассчитать оптимальное соотношение помета и опилок для получения компоста хорошего качества.

Срок компостирования пометнокоровых и пометноопилочных компостов не менее 4—6 месяцев в теплое время года. Дозы компостов зависят от его качества.

САПРОПЕЛИ

Сапропель — минеральные и органические отложения озер. Ценность сапропеля как органического удобрения определяется в первую очередь содержанием в нем органического вещества. По содержанию золы сапропели делят на малозольные — до 30%, средnezольные — 30—50%, повышеннозольные — 50—70%, высокозольные 70—85% и ил — больше 85%.

Химический состав может варьировать очень сильно даже в пределах одной залежи. В таблице 52 приведен химический состав нескольких образцов сапропелей, используемых в хозяйствах Карелии.

Таблица 52

Химический состав сапропелей, добытых в озерах Карелии

Хозяйство	Влажность, %	pH	Содержание в абсолютно сухом веществе, %				C : N
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	золы	
«Ухтинский»	82,6	5,9	2,10	0,11	0,09	54,5	10,8
«Эссойльский»	85,7	4,6	1,60	0,45	0,35	60,0	12,7
Подсобные хозяйства Костомукшского ГОКа	88,0	3,8	1,57	0,30	0,04	35,7	42,2
	87,8	4,1	2,44	0,15	0,03	17,7	33,7

Из-за невысокого содержания элементов питания, находящихся к тому же в труднодоступной форме, высокой зольности и влажности доза сапропеля в 3—4 раза больше, чем навоза. Поэтому экономический эффект от внесения сапропеля очень низок. Использовать его целесообразно лишь при недостатке других видов удобрений и на полях близко расположенных к месту добычи.

ДОЗЫ, СРОКИ, СПОСОБЫ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

В условиях Карелии из-за большой удаленности полей от места заготовки и приготовления удобрений весь комплекс работ по их перевозке, компостированию и внесению обходится в несколько раз дороже, чем приобретение, перевозка и внесение минеральных удобрений в эквивалентном количестве по сумме питательных веществ. В то же время многолетние опыты, проведенные в условиях Нечерноземной зоны, на Долгопрудной опытной станции (Москва), в научно-исследовательских и учебных учреждениях Белоруссии, Литвы, Эстонии, доказали, что минеральные и органические удобрения, внесенные в эквивалентном по НК количестве имеют равноценное действие на урожай сельскохозяйственных культур, а азота из минеральных удобрений используется в 1,5 раза больше, чем из навоза. Опытами Карельской сельскохозяйственной опытной станции установлено преимущество органических удобрений перед минеральными только при внесении под картофель. Поэтому дозы органических удобрений должны определяться на основании расчета общей потребности в севообороте и отзывчивости сельскохозяйственных культур на органические удобрения.

Наибольшей прибавкой урожая оплачивают внесение органических удобрений пропашные культуры. Внесение органических удобрений под многолетние травы обеспечивает не только их высокую урожайность, но и повышение запасов гумуса в почве за счет растительных остатков после распахки трав, вносить органику можно под покровную культуру, под предшественник или перед беспокровным посевом трав.

При наличии достаточного количества минеральных туков органические удобрения экономически целесообразно использовать для повышения плодородия мелиорированных земель, полей с низким содержанием гумуса и неглубоким пахотным горизонтом.

Нормы внесения навоза под отдельные культуры можно определить в зависимости от содержания гумуса в почве (таблицы 53 и 54).

Группировка дерново-подзолистых почв по содержанию гумуса

Почвы	Содержание гумуса, %		
	высокое	среднее	низкое
Легкие	2,5	1,5—2,5	до 1,5
Суглинистые, глинистые	3,5	2,0—3,5	до 2,0
Оглеенные легкие	3,0	2,0—3,0	до 2,0
Оглеенные суглинистые и глинистые	4,5	3,5—4,5	до 3,5

Таблица 54

Нормы навоза в зависимости от содержания гумуса в почве
(справочник «Торф в сельском хозяйстве Нечерноземной зоны», Л., 1987)

Культура	Навоз, т/га при содержании гумуса		
	высоком	среднем	низком
Картофель	30	50	60
Капуста белокочанная			
средняя	40	50	70
ранняя	30	40	50
Кормовые корнеплоды	40	50	70
Культурные пастбища при закладке	40	80	100
Озимая рожь по занятому пару	25	35	45
Морковь столовая	30	40	50

Под все яровые культуры органические удобрения лучше вносить осенью, кроме полей с легкими песчаными почвами.

Органические удобрения обычно вносят под вспашку. Хорошо перепревшие навоз и компосты на почвах среднего и тяжелого механического состава можно вносить под дисковые бороны. При углублении пахотного горизонта органику лучше вносить на вывернутый малогумусовый слой под дискование.

Заделка органических удобрений в почву должна производиться сразу после их разбрасывания, так как при высыхании навоза происходит снижение его эффективности в первую очередь за счет потерь аммиачного азота, которые уже через 4 часа достигают 50%.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Все расчеты доз и потребности в органических удобрениях ведутся обычно на подстилочный навоз крупного рогатого скота при влажности до 75%, поэтому при использовании других видов органических удобрений необходимо вносить в расчеты поправки на их качество.

Всесоюзным научно-исследовательским конструкторским и проектно-технологическим институтом органических удобрений и торфа (ВНИПТИОУ) предложена методика сравнительной оценки качества органических удобрений с учетом содержания сухого вещества, органического вещества, азота, фосфора и калия. По каждому виду органических удобрений определяется условная средняя многолетняя прибавка урожая (П) от 1 тонны внесенной органики:

$$П = \text{НРК} \times 0,043 + \text{ОВ} \times 0,00016,$$

где НРК — сумма азота (N), фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O), кг/т;

0,043 — средняя условная прибавка урожая от внесения 1 кг действующего вещества туков, ц зерновых единиц;

ОВ — количество органического вещества, содержащегося в 1 т удобрения, кг;

0,00016 — средняя многолетняя прибавка урожая от внесения 1 кг органического вещества, ц зерновых единиц.

Рассчитанная таким образом прибавка урожая является показателем, на основании которого сравнивается эффективность разных видов органических удобрений. Если для сравнения за основу принять какое-либо условное удобрение, то для других видов удобрений можно рассчитать поправочный коэффициент по формуле:

$$К = \frac{O}{O_y},$$

где O — окупаемость урожаем любого вида органического удобрения;

O_y — окупаемость урожаем условного органического удобрения.

В таблице 55 даны химический состав и сравнительная ценность органических удобрений, производимых в совхозах Карельской АССР, по средним многолетним данным. За условное удобрение принят навоз крупного рогатого скота на соломенной подстилке с влажностью до 75%. Как видно из приведенных в таб-

Химический состав и сравнительная ценность органических удобрений

Вид удобрения	Содержание в 1 т при естественной влажности				Прибавка урожая от 1 т удобрения, ц зерн./единиц	Коэффициент пересчета на основное удобрение
	органического вещества сух. в-в	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Условное удобрение — навоз крупного рогатого скота	214	4,9	2,4	6,0	0,6	1,0
Удобрения, производимые в хозяйствах Карельской АССР (в среднем)						
Навоз крупного рогатого скота	181	3,6	2,4	3,8	0,45	0,75
Навоз свиной	189	4,9	4,1	2,8	0,54	0,9
Навоз конский	162	4,5	1,4	5,1	0,50	0,8
Навоз зверьковый	195	13,9	23,6	2,5	1,75	2,9
Куриный помет	181	9,0	9,8	4,9	1,05	1,75
Компосты:						
торфонавозный	185	3,9	2,5	3,4	0,45	0,75
торфопометный	181	7,0	7,8	3,4	0,81	1,3
пометноопилочный	206	3,7	6,9	2,9	0,61	1,0
пометнокоровый	228	4,2	6,2	3,2	0,62	1,0

лице данных, качество одного и того же вида удобрений может быть очень разным в зависимости от технологии (а зачастую и вследствие нарушения технологии их приготовления). Чтобы правильно запланировать производство органических удобрений, учесть их фактическое внесение, произвести расчеты между цехами животноводства и полеводства, необходимо определить качество удобрений в агрохимической лаборатории.

Для определения нормы внесения данного удобрения, норму условного удобрения делят на коэффициент.

Например: в севообороте под картофель определено внесение органических удобрений по 50 т на 1 га. Считаем, что качество органических удобрений соответствует средним данным таблицы 55. Тогда при внесении навоза крупного рогатого скота доза составит $50:0,75=67$ т на 1 га, при внесении торфопометного компоста — $50:1,3=38,5$ т на 1 га.

При определении стоимости заготовленного удобрения стоимость условного удобрения умножается на коэффициент. Так, если стоимость 1 т условного удобрения 1,5 руб., то стоимость на-

воза крупного рогатого скота будет $1,5 \times 0,75 = 1,12$ руб., а конского навоза — $1,5 \times 1,1 = 1,65$ руб.

ИЗВЕСТКОВАНИЕ КИСЛЫХ ПОЧВ

Известкование изменяет в положительную сторону многие физико-химические свойства почв: снижается кислотность почвенного раствора, в почвенном поглощающем комплексе происходит замещение ионов водорода и алюминия ионами кальция и магния, уменьшается гидролитическая кислотность, увеличивается степень насыщенности основаниями. Кроме того, в известкованных почвах снижается растворимость алюминия, железа, марганца. Снижение кислотности почвы активизирует деятельность микроорганизмов, а следовательно процесс минерализации органического вещества и гумусообразования. Следствием этого является улучшение структуры почв, водного, воздушного и теплового режимов.

В результате известкования повышается эффективность минеральных удобрений, улучшается фосфатный режим почв, повышается доступность растениям некоторых микроэлементов, в том числе молибдена, регулирующего восстановление в растениях нитратов.

В то же время известкование снижает доступность для растений меди, бора, кобальта, которые надо восполнять внесением микроудобрений. На торфяных нежелезистых почвах при высоких значениях рН идут бурные процессы минерализации торфа и сильное закрепление железа, меди и марганца, что может привести к трудноустраняемым заболеваниям растений. Поэтому внесение в почву за один прием высоких норм известки требует надежного обоснования.

Известкование оказывает положительное действие на урожай сельскохозяйственных культур, улучшает качество получаемой продукции. В кормовых культурах (вико-овсяная смесь, клевер, тимофеевка и др.) при известковании повышается содержание белка, каротина, кальция и магния.

ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ

Различают два вида почвенной кислотности: актуальную и потенциальную.

Актуальная кислотность обусловлена концентрацией свободных ионов водорода в почвенном растворе, ее принято выражать

символом рН, значение которого равно отрицательному логарифму концентрации ионов водорода, выраженной в грамм-эквивалентах на 1 л раствора. В почвах рН колеблется от 3 до 8, редко достигает 9. Чем меньше абсолютное значение рН, тем больше концентрация ионов водорода и кислее реакция раствора. Актуальная кислотность наиболее вредна для растений и микроорганизмов.

Потенциальная кислотность обусловлена ионами водорода и алюминия, находящимися в почвенном поглощающем комплексе, и подразделяется на обменную и гидролитическую. Обменная кислотность обнаруживается при взаимодействии почвы с растворами нейтральных солей (например калия хлористого) и выражается через величину рН. Солевое рН обычно ниже рН водной вытяжки на дерново-подзолистых почвах на 0,8—1,1, на торфяных — на 0,3—0,6.

Гидролитическая кислотность обнаруживается при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочных солей (обычно с раствором уксуснокислого натрия), выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы и обозначается символом Нг. Наличие гидролитической кислотности указывает на процесс обеднения почвы основаниями. В минеральных почвах величина гидролитической кислотности достигает нескольких десятков миллиграмм-эквивалентов, в торфяных — нескольких сотен. На основании величины гидролитической кислотности устанавливают нормы внесения извести и границы эффективного действия фосфоритной муки.

Степень насыщенности основаниями показывает, какая часть емкости почвенного поглощающего комплекса замещена основаниями, и рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{S}{Hg + S} \cdot 100,$$

где V — степень насыщенности основаниями, %;

Hg — гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы;

S — сумма поглощенных оснований, мг-экв на 100 г почвы.

Степень насыщенности основаниями учитывается при решении вопросов известкования почв. Чем меньше степень насыщенности основаниями при равных величинах гидролитической кислотности, тем сильнее потребность почв в известковании.

Буферность почвы — это ее способность сохранять реакцию почвенного раствора от подкисления или от подщелачивания. Торфяные, суглинистые и глинистые почвы, имеющие высокую емкость поглощения, обладают более высокой буферностью, чем песчаные и супесчаные.

ОТНОШЕНИЕ РАСТЕНИЙ К ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ

Кислотность почвы оказывает токсическое действие на сельскохозяйственные культуры. На кислых почвах алюминий переходит в подвижные формы, отрицательно действуя на фосфорный обмен растений.

Растения неодинаково относятся к кислотности почв. Одни из них — капуста, клевер, горох, свекла, лук, огурцы, турнепс — не переносят повышенной кислотности, известкование почв им необходимо, другие — рожь, овес, тимофеевка, помидоры, редис, репа, ревеня — имеют широкий интервал рН, благоприятный для роста и развития, здесь известкование необходимо на сильно- и среднекислых почвах. Выделяется группа культур, которые отрицательно относятся к избытку кальция и хорошо растут на слабокислых почвах, — это картофель, лен, люпин.

Оптимальные значения рН для основных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 56.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В СЕВОБОРОТАХ

Для получения максимальной отдачи от известкования в первую очередь известкуют почвы наиболее нуждающиеся в нем, обладающие высоким потенциальным плодородием.

Таблица 56

Оптимальный интервал рН для основных сельскохозяйственных культур

Культура	Интервал рНКС1	Культура	Интервал рНКС1
Зерновые и бобовые		Кормовые корнеплоды	
овес	5,0—7,7	турнепс	6,0—6,5
рожь	5,5—7,5	брюква	4,8—5,5
ячмень	6,8—7,5	свекла	6,2—7,5
горох	6,0—7,0		
Многолетние и однолетние травы		Картофель и овощи	
клевер	6,0—7,0	картофель	5,0—5,5
тимофеевка	5,0—6,5	капуста	6,7—7,4
лисохвост	5,3—6,0	морковь	5,5—7,0
райграс	6,8—7,5	огурцы	6,4—7,0
вика	5,7—6,5	помидоры	6,3—6,7
рапс	5,6—7,0	редис	5,5—7,3

Основным показателем, по которому определяется потребность почв в известковании, является уровень кислотности почв (градация почв по степени кислотности дана в таблице 84). Известкованию в первую очередь подлежат сильно- и среднекислые почвы, на слабокислых почвах первоочередным можно признать известкование только под культуры особо чувствительные к кислотности. На почвах с большой емкостью поглощения, с высоким содержанием органического вещества отрицательное действие кислотности снижается. Потребность в известковании дерново-подзолистых почв в зависимости от механического состава и содержания гумуса дана в таблице 57.

При известковании почв в севообороте необходимо обеспечить оптимальную кислотность для основных культур севооборота с учетом отношения к кислотности других культур, а также типа почв и механического состава. Оптимальные уровни кислотности почв для севооборотов различных типов приведены в таблице 58.

В кормовых севооборотах с полем кормовых корнеплодов известкование целесообразно провести под корнеплоды, покровную многолетним травам культуру или под многолетние травы при беспокровном посеве.

Картофель малочувствителен к кислотности. Известкование слабокислых почв в севооборотах с площадью картофеля, достигающей 40%, а также в специализированных семеноводческих нецелесообразно. Сильно- и среднекислые почвы следует известковать до оптимального интервала рН 5,1—5,5. Снизить дозу извести на $\frac{1}{3}$ или до половины можно только в насыщенных картофелем севооборотах, на песчаных и супесчаных почвах. Посадку картофеля следует приближать к началу известкования, что снижает поражаемость клубней паршой. Лучшими известковыми удобрениями для картофеля являются сланцевая зола и доломитовая мука.

В овощных севооборотах необходимо поддерживать уровень кислотности близким к нейтральному. Нормы внесения извести следует увеличить на 20—25%. Известкование целесообразно проводить непосредственно под корнеплоды, капусту, свеклу и морковь.

Известкование сенокосов и пастбищ повышает урожай и улучшает ботанический состав травостоя, в нем возрастает содержание бобовых растений. Известь следует вносить при коренном улучшении почв. Поверхностное известкование не может заменить внесение извести с заделкой в почву. Оно допустимо лишь на участках, не требующих коренного улучшения, при наличии в травостое ценных компонентов.

**Потребность дерново-подзолистых почв в известковании
в зависимости от механического состава и содержания гумуса
(по данным А. Н. Небольсина)**

Механический состав почвы	Гумус, %	рН _{KCl}			
		< 4,5	4,6 — 5,0	5,1 — 5,5	5,6 — 6,5
Песчаные и супесчаные	< 2	Очень сильная	Сильная	Слабая	Отсутствует
	2—5	Сильная	Средняя	Слабая	Отсутствует
Легко- и среднесуглинистые	< 2	Очень сильная	Сильная	Слабая	Слабая
	2—5	Сильная	Средняя	Слабая	Отсутствует
	> 5	Средняя	Слабая	Отсутствует	
Тяжелосуглинистые и глинистые	< 2	Сильная	Сильная	Средняя	Слабая
	2—5	Средняя	Средняя	Слабая	Слабая
	> 5	Слабая и средняя	Слабая	Слабая	Отсутствует

Таблица 58

**Оптимальные уровни кислотности почв для севооборотов различных типов,
рН солевое**

Почвы	Полевые с картофелем, многолетними травами (бобово-злаковыми)	Овощные и овощекормовые с культурами особо чувствительными к кислотности
Песчаные, супесчаные дерново-подзолистые	5,2—5,8	5,5—6,0
Легко- и среднесуглинистые дерново-подзолистые	5,5—6,0	6,0—6,5
Тяжелосуглинистые и глинистые дерново-подзолистые	5,3—6,5	6,5—7,0
Торфяные	4,8—5,5	5,0—5,8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ ИЗВЕСТИ

При определении норм известковых удобрений необходимо учитывать показатели кислотности, механический состав почвы, содержание гумуса, чувствительность основных культур севооборота к кислотности и отзывчивость их на известкование, глубину пахотного слоя и уровень применения минеральных и органических удобрений. При этом не рекомендуется за один прием повышать значение рН почвы более чем на единицу.

Дозы извести на дерново-подзолистых почвах, рекомендуемые Всероссийским научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом химизации сельского хозяйства, приведены в таблице 59. Нормы обеспечивают достижение оптимальных для большинства культур уровней реакции почвы. На основании этих норм производится разработка проектно-сметной документации для известкования кислых почв в хозяйствах Карелии.

Дозы извести для торфяных почв, предложенные Институтом биологии Карельского филиала АН СССР, даны в таблице 60.

Под культуры, особенно чувствительные к кислотности, целесообразно увеличивать рекомендуемые нормы извести на 25—30%. При зимнем известковании нормы увеличивают на 15—20%.

Дозу извести, выраженную в тоннах CaCO_3 , пересчитывают на

Таблица 59

Нормы известковых удобрений на дерново-подзолистых почвах, т/га CaCO_3

рН _{KCl}	Механический состав почв и оптимальные уровни кислотности											
	песчаный, 5,5—5,6		супесчаный, 5,6—5,7		легкосуглинистый, 5,8—5,9		среднесуглинистый, 5,8—5,9		тяжелосуглинистый, 5,9—6,0		глинистый, 6,0—6,2	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
3,8—3,9	—	6,0	—	9,0	—	10,5	—	11,5	—	14,0	—	18,0
4,0—4,1	—	5,5	—	7,5	—	9,0	—	10,5	—	13,0	—	14,0
4,2—4,3	—	5,0	—	6,5	—	8,0	—	9,0	—	11,0	—	13,0
4,4—4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	11,0
4,6—4,7	4,0	4,0	5,0	5,0	6,5	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0	9,5
4,8—4,9	4,0	4,0	4,5	4,5	6,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,0	8,5
5,0—5,1	3,5	3,5	4,0	4,0	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,0	7,5	8,0
5,2—5,3	3,0	3,0	3,5	3,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0
5,4—5,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,5	4,5	5,0	5,0	6,0	6,0	6,5	6,5
5,6—5,7	—	2,0	2,5**	2,5	3,0	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	6,0	6,0
5,8—5,9	—	—	—	—	—	3,5	—	4,0	3,0	4,5	4,0	5,0

1* — Нормы для дерново-подзолистых почв; 2* — нормы для мелиорируемых подзолистых и подзолисто-глебовых почв первого года освоения.

** — Только для супесей, подстилаемых суглинком и глиной.

Примерные нормы извести для торфяных почв

Почва	pH _{KCl}	CaCO ₃ , т/га
Верховые, переходные и низинные	4,0 и менее	6—8
Переходные и низинные	4,1—4,7	3—5
Низинные сильножелезистые	4,1—4,7	5—8
Переходные и низинные	4,8—5,5	1—2
Низинные сильножелезистые	4,8—5,5	2—3
Переходные и низинные	5,5—6,0	1—1,5
Низинные сильножелезистые	5,5—6,0	1—2

физическую массу применяемого известкового материала по формуле:

$$D = \frac{100^3 \cdot H}{(100 - B) \cdot (100 - K) \cdot P},$$

где D — норма известкового удобрения в физической массе, т/га;

H — полная норма CaCO₃, т/га;

B — содержание влаги, %;

K — количество недействительных частиц, %;

P — нейтрализующая способность, % CaCO₃.

K недействительным частицам относятся:

— частицы диаметром крупнее 1 мм в известняковой муке из твердых пород и в природной доломитовой муке;

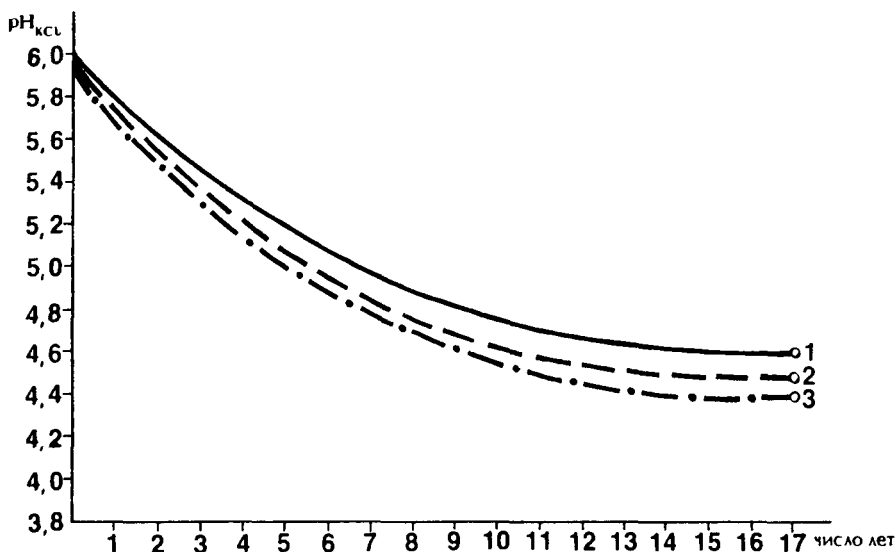
— частицы крупнее 3 мм в диаметре и 50% частиц с диаметром 1—3 мм в известняковой муке из пород средней плотности;

— частицы крупнее 5 мм в диаметре в меле и других удобрениях из рыхлых карбонатных пород.

Кислотность почв определяется на основании результатов агрохимического исследования. При использовании результатов исследований прошлых лет проводится корректировка на вероятное изменение величины pH за счет естественного подкисления почв (см. рис.).

ИЗВЕСТКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве мелиорантов для известкования почв применяются известковые удобрения промышленного производства (известняковая и сыромолотая доломитовая мука) и известь содержащие



Зависимость pH от естественного подкисления почв: 1 — почвы минеральные с тяжелым мехсоставом, 2 — почвы минеральные с легким мехсоставом, 3 — почвы торфяно-болотные

отходы промышленности (сланцевая зола). По физико-механическим свойствам и технологии применения известняковая мука и сланцевая зола относятся к группе пылевидных химических мелиорантов, а сыромолотая доломитовая мука — к группе слабопыляющих мелиорантов. Качество известковых удобрений оценивается по количеству нейтрализующих кислотность почвы соединений и по тонине помола. Чем тоньше помол известковых пород, тем более полно и быстрее будет нейтрализоваться кислотность почвы.

Известняковая мука — основное промышленное известковое удобрение. Это продукт тонкого размола известняков, состоит в основном из карбоната кальция CaCO_3 с примесью карбоната магния MgCO_3 . В зависимости от прочности пород известняковая мука подразделяется на два класса: I класс — прочность породы до 60 МПа (600 кг/см²); II класс — прочность породы более 60 МПа. Качество известняковой муки регламентировано ГОСТ 14050—78. Мука I сорта должна содержать кальция и магния в пересчете на CaCO_3 не менее 88%, недействительных частиц крупнее 1 мм — не более 3—6% и иметь влажность не более 1,5%. Пылевидная известняковая мука обладает высокой нейтрализую-

щей способностью, используется на кислых почвах под все культуры.

Сланцевая зола — продукт сжигания размолотых горючих сланцев на электростанциях Эстонской ССР. Качество сланцевой золы регламентировано РСТ Эстонской ССР 398—78. Содержание кальция и магния в пересчете на CaCO_3 должно быть не менее 60%, недействительных частиц крупнее 1 мм — не более 3%, влаги — не более 2%. Поставляемая в Карелию зола содержит 80—94% CaCO_3 , недействительных частиц крупнее 1 мм нет, влаги — не более 0,5%. Это быстродействующее известковое удобрение с высокой нейтрализующей способностью. По химическому составу сланцевая зола — многокомпонентный материал. С 1 т пылевидной сланцевой золы в почву вносится в среднем 488 кг CaO , 44 кг MgO , 23 кг K_2O , 46 кг SO_3 , 2 кг P_2O_5 и микроэлементы (г): бора — 10, меди — 14, марганца — 223, молибдена — 11, кобальта — 3, цинка — 98. Калий и магний золы легко усваиваются растениями, фосфор отличается малой доступностью.

Известкование кислых почв сланцевой золой повышает урожай всех сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля. На полях, где намечается возделывание мелкосеменных культур с медленным ростом в начальный период развития (травы, брюква и др.), сланцевую золу следует вносить не позднее, чем за 2 недели до посева, чтобы успела снизиться щелочная реакция в очаговых скоплениях золы. Хранят сланцевую золу только в герметически закрытых емкостях, защищенных от влаги, так как при увлажнении сланцевая зола цементируется и становится непригодной для внесения в почву.

Доломитовая мука сыромолотая — продукт размола доломитовых пород. Доломит более твердая порода, чем известняки, обладает меньшей растворимостью. Качество муки регламентировано ТУ—21—РСФСР—83—87. Содержание кальция и магния в пересчете на CaCO_3 должно быть не менее 85%, недействительных частиц крупнее 1 мм — не более 38%, влаги — не более 15%. Поставляемая в Карелию доломитовая мука содержит 94—96% CaCO_3 , недействительных частиц крупнее 1 мм — до 27%, влаги — 13—15%. При низких температурах мука смерзается, при оттаивании сохраняет рассеиваемость. С октября по март включительно поставка этого мелиоранта разрешается с добавкой не менее 5% хлористого калия с целью предотвращения смерзаемости массы. В Карелию сыромолотая доломитовая мука поставляется только в летний период без добавок. Используется доломитовая мука на кислых почвах под все культуры. Особенно эффективно ее внесение на бедных магнием песчаных и супесчаных почвах, а также в севооборотах с картофелем и корнеплодами.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Несмотря на то, что известкование кислых почв в Карелии ведется давно, заметное уменьшение количества кислых почв началось с 80-х годов, когда объемы вносимых известковых материалов увеличились до 90—110 тыс. т, а площади известкования — до 17—18 тыс. га в год, установился положительный баланс кальция и магния. Согласно расчетам для снижения кислотности на всех интенсивно используемых землях в течение ближайших 5 лет ежегодно необходимо известковать 22 тыс. га сельхозугодий с внесением 145 тыс. т известковых материалов, при этом внесение извести должно производиться только с заделкой в почву.

В зависимости от поставленных задач и вносимых доз различают основное и поддерживающее известкование.

Основное известкование проводится на почвах с повышенной кислотностью с целью обеспечения заданной или оптимальной реакции почвы. Оно предусматривает внесение требуемой нормы мелиоранта в один или несколько приемов до посева возделываемой сельскохозяйственной культуры.

Действие известняковой муки и сланцевой золы на кислых почвах достигает максимума в первые два года, далее происходит подкисление почвенного раствора, на пятый год действия извести теряется примерно третья часть достигнутого сдвига реакции. Действие доломитовой муки более медленное и достигает максимума на пятый-шестой год. Длительность действия известкования зависит от нормы внесения, буферности почвы. Чем выше достигнутая при известковании величина рН, тем больше потери кальция из почвы при вымывании. При среднем уровне применения минеральных удобрений (менее 180 кг действующего вещества NPK) потери ежегодно составляют 250—500 кг CaCO_3 на 1 га, при высоком уровне — 600—900 кг CaCO_3 на 1 га. С урожаем сельскохозяйственных культур также выносятся значительное количество кальция и магния (таблица 61).

В результате постоянного обеднения почвы кальцием действие извести постепенно затухает, наступает период, когда необходимо повторить известкование. Ориентировочные сроки очередного известкования почв можно определить по балансу кальция в почве, а точные — при проведении агрохимического обследования почв. Вероятный срок повторного известкования наступает через четыре — шесть лет.

Определение необходимости повторного известкования и норм извести выполняют так же, как и при основном известковании.

Поддерживающее известкование проводится с целью поддержания кислотности почвы на существующем уровне. Оно должно

**Вынос кальция и магния с урожаем сельскохозяйственных культур,
кг на 10 ц продукции в пересчете на CaCO_3**

Культура	Кальций	Магний	Сумма карбонатов**
Озимая рожь *	8,8	6,0	14,8
Ячмень *	7,7	6,3	14,0
Овес *	9,7	7,2	16,9
Горох *	31,5	10,0	41,5
Картофель (клубни)	0,5	1,5	2,0
Кормовые корнеплоды (корни)	0,5	1,0	1,5
Многолетние травы (сено)	27,0	12,5	39,5
Однолетние травы (сено)	30,0	10,6	40,6
Капуста	1,3	0,8	2,1
Луговые бобово-злаковые травы (сено)	17,1	10,2	27,3
Луговые злаковые травы (сено)	7,2	5,0	12,2

* Зерно+солома.

** Из известкованных почв вынос кальция и магния выше на 10—20%.

обеспечивать компенсацию ежегодного выноса карбоната кальция урожаем, расхода на вымывание и нейтрализацию физиологически кислых минеральных удобрений и кислых торфов, стабилизацию подкисления почвенного раствора в результате естественных процессов в почве. Поддерживающее известкование можно проводить ежегодно или один раз в два-три года невысокими дозами.

Уровень кислотности при поддерживающем известковании контролируется по результатам агрохимического обследования почв.

СРОКИ ВНЕСЕНИЯ И СПОСОБЫ ЗАДЕЛКИ ИЗВЕСТИ В ПОЧВУ

Необходимость ритмичного известкования в течение всего года вызвана тем, что не хватает складских помещений для хранения известковых материалов, поступающих в течение всего года, невозможно произвести все работы в короткий период весной и осенью, когда поля свободны от сельскохозяйственных культур.

Для организации ритмичного круглогодичного известкования составляются графики выполнения работ по срокам. При установлении сроков учитываются отношение возделываемых культур к известкованию, степень кислотности почвы, способы заделки известия в почву и условия работы на поле. Ориентировочный календарь работ по известкованию представлен в таблице 62.

Эффективность известкования во многом зависит от равномерности перемешивания известковых материалов с пахотным слоем. Наиболее полное перемешивание достигается дискованием и последующей заашкой или фрезерованием. На полях, где планируется посев многолетних трав длительного пользования, на вновь освоенных землях, при создании культурных пастбищ и сенокосов, на сильно- и среднекислых почвах под капусту и корнеплоды наиболее эффективно послойное внесение известия: половину нормы — под диски с последующей заашкой, остальную — после вспашки с заделкой культиватором на глубину 10—15 см. Известь, внесенная нормой меньше 6 т на 1 га под культуры с мочковатой корневой системой (зерновые культуры и многолетние травы), заделывается в почву культиватором, а под культуры с глубокопроникающими корнями (корнеплоды) — сначала культиватором, затем плугом.

В Карелии, как и в других областях Нечерноземной зоны, получило распространение поверхностное известкование многолетних трав и естественных угодий. Этот способ известкования яв-

Таблица 62

Календарь работ по известкованию

Месяц	Место внесения известковых удобрений
Апрель—май	Культуры ярового сева, прежде всего под покров многолетних трав, беспокровный посев многолетних трав. Поверхностно: сенокосы и многолетние травы прошлых лет. Мелиорируемые земли
Июнь—август	После уборки ранних культур, мелиорируемые земли, ремонтные поля, беспокровный посев многолетних трав, озимые зерновые
Сентябрь—октябрь	После уборки пропашных и зерновых культур. Поверхностно: многолетние травы прошлых лет, сенокосы и пастбища. Мелиорируемые земли
Ноябрь—март	Культуры ярового сева. Поверхностно: многолетние травы посева прошлых лет, сенокосы и пастбища. Мелиорируемые земли

ляется вынужденным, обеспечивает только снижение подкисляющего действия минеральных удобрений и слабо снижает кислотность корнеобитаемого слоя.

ОСОБЕННОСТИ ИЗВЕСТКОВАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В хозяйствах Карелии за последние годы известковые удобрения в зимний период вносят на площади, составляющей 25—30% годового плана известкования. Проведение работ зимой сопряжено с рядом трудностей и прежде всего с плохой проходимость машин по заснеженному полю. Разбрасыватель РУП-8 с трактором Т-150К хорошо работает при толщине снега до 30 см, а с трактором К-700 — до 40 см. Использование автомобиля-разбрасывателя АРУП-8 на расसेве по снегу нежелательно из-за усиленного износа узлов. Тракторные разбрасыватели РУМ-3, 1-РМГ-4 и автомобильный КСА-3 работают при толщине снега до 20 см. Известкование по нарезанным бульдозером в толщине снега проходам допускается только в том случае, если разбрасывающие диски машин расположены выше верхней отметки снежного покрова или валов на проходах бульдозера не менее чем на 30 см.

Для зимнего известкования выбирают поля с ровным рельефом, не затопляемые весенними паводками. При склонах более 5—6° возможны существенные потери известии с талой водой.

Значительно большими могут быть потери от сдувания ветром. Часть известии сдувается за пределы поля или в мелиоративные канавы, а часть — в колею разбрасывателя. Перемешивание известии с верхним слоем снегового покрова (до 7 см) почти полностью сокращает потери. Для обработки снега используют зубовые бороны, культиваторы, брусья со стальными шипами. Вероятность сноса с полей резко снижается при известковании в оттепель.

При зимнем известковании не следует применять известковые удобрения с влажностью более 8—10%, так как они смерзаются, что резко снижает качество работ. Нежелательна для зимнего внесения и сланцевая зола. При взаимодействии со снегом она образует плотную корку, особенно в местах ее повышенного внесения.

Научно-исследовательскими учреждениями страны установлена высокая эффективность зимнего известкования. Внесение известии осенью, зимой и весной оказывает практически равное действие на урожай сельскохозяйственных культур. Многолетние наблюдения, проводимые Карельской республиканской проектно-изыскательской станцией химизации, за изменением кислотности

почв на известкованных полях и практика проведения работ по известкованию показали, что в условиях Карелии можно известковать и зимой.

МАШИНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ВНЕСЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для транспортировки известковых удобрений на расстояния, превышающие 90—110 км, экономически обоснованно использование железнодорожного и водного транспорта. При расстояниях до 90—110 км перевозки известковых удобрений следует выполнять автомобилями-разбрасывателями АРУП-8, промышленными автоцементовозами и автомобилями-самосвалами, а при расстояниях до 30 км возможна транспортировка тракторами Т-150К, К-701 с самосвальными прицепами.

Рассев пылевидных известковых материалов производится пневматическими машинами РУП-8 и АРУП-8, оборудованными распыливающими устройствами бокового дутья. Использование АРУП-8 на внесении целесообразно лишь в условиях хорошей проходимости агрегата по полям. Основное же назначение АРУП-8 заключается в доставке удобрений в поле и перегрузке их в тракторный разбрасыватель РУП-8. Слабопылящие известковые удобрения вносятся машинами с рассеивающими устройствами центробежного типа: КСА-3, 1-РМГ-4, РУМ-3 и РУМ-8. Использование разбрасывателей непосредственно на транспортировке и внесении известковых удобрений экономически обоснованно при следующих расстояниях транспортировки: для автомобильных разбрасывателей АРУП-8 — до 90—110 км и КСА-3 — до 12—15 км; для тракторных разбрасывателей РУП-8 и РУМ-8 — до 13 км, 1-РМГ-4 и РУМ-3 — до 3 км. Основные технические характеристики разбрасывателей известковых удобрений даны в таблице 63.

Таблица 63

Технические характеристики разбрасывателей известковых удобрений

Показатели	АРУП-8	РУП-8	РУМ-8	1-РМГ-4	КСА-3
Грузоподъемность, т	8	8	10	4	4
Рабочая ширина разбрасывания, м	12—14	12—14	8	8	6
Рабочая скорость, км/ч	9,2—12,5	8—12	10	9	12
	(средняя)				
Дозы внесения, т/га	1—6	1—6	0,5—10	0,1—6	0,1—6
Неравномерность внесения по ширине захвата, % не более	30	30	25	25	25

Регулировки разбрасывателей на заданную норму внесения известковых удобрений. Автомобиль-разбрасыватель АРУП-8. Норма высева известковых удобрений регулируется изменением ширины отверстия дозирующих наконечников, их два: с сечением 50 мм для нормы 1—3 т на 1 га и с сечением 110 мм для нормы 2—6 т на 1 га. Ширину рассева удобрений в зависимости от силы бокового ветра регулируют наклоном дозирующего наконечника к горизонту. При скорости ветра до 2 м/с угол наклона наконечника составляет 15°, при 2,1—3,5 м/с — 10°, при 3,6—5 м/с — 5°. Норма высева зависит от скорости движения агрегата, поэтому скорость при работе должна быть постоянной. При скорости агрегата 10 км/ч и рабочей ширине рассева 12 м нормы высева следующие:

Размер щели дозирующего наконечника с сечением 110 мм, мм	Норма высева, т/га	
	известняковая мука	фосфоритная мука
5	0,9	1,5
10	1,6	2,7
15	2,2	3,5
20	2,6	4,1
30	3,2	4,5
40	3,6	4,8
50	4,0	—
55	5,0	—

При работе агрегата на других скоростях фактическая норма высева удобрений определяется по формуле

$$N_{\text{ф}} = (N_{\text{т}} \cdot C_{\text{т}}) : C_{\text{ф}}$$

где $N_{\text{ф}}$ и $N_{\text{т}}$ — фактическая и табличная нормы высева;

$C_{\text{ф}}$ и $C_{\text{т}}$ — фактическая и табличная скорости движения агрегата.

Автомобильный разбрасыватель КСА-3. Норму высева удобрений устанавливают изменением высоты высевной щели, регулируемой при помощи дозирующей заслонки и изменением скорости движения транспортера; для известковых удобрений ведущая звездочка z-25. Для регулировки равномерности

распределения удобрений по ширине рассева перемещают туконаправитель: вперед — количество удобрений увеличивается в средней части засеваемой площади, назад — количество удобрений увеличивается по краям засеваемой площади. Норма внесения удобрений разбрасывателем КСА-3 не зависит от скорости движения агрегата.

Размеры щели (мм) дозирующего устройства разбрасывателя КСА-3 при ширине рассева 8 м следующие:

Объемный вес удобрений, т/м ³	Норма внесения удобрений, т/га								
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
1,8	40	50	60	70	80	90	100	105	115
1,6	45	55	70	80	90	100	110	120	130
1,4	50	65	75	90	100	110	120	135	150
1,2	60	75	90	105	115	130	145	155	170
1,0	70	90	105	120	140	155	175	190	210

При значениях ширины рассева, отличных от табличной, размер высевной щели корректируют по формуле:

$$h_k = h_t \cdot \frac{\text{Шф}}{\text{Шт}},$$

где h_k — корректируемый размер щели, мм;

h_t — табличный размер щели, мм;

Шт — ширина рассева по таблице, м;

Шф — ширина рассева фактическая, м.

Тракторный разбрасыватель I-РМГ-4. Норму высева регулируют величиной высевной щели и скоростью движения транспортера. При внесении известковых удобрений цепь привода транспортера должна быть установлена на ведущую звездочку z-25 и на ведомую z-17. Равномерность высева регулируют перемещением тукоделителя по направлениям: вперед — для увеличения количества удобрений в средней части полосы, назад — для увеличения количества удобрений по краям полосы. Норма высева удобрений разбрасывателем I-РМГ-4 не зависит от скорости движения агрегата.

Размеры щели дозирующего устройства разбрасывателя 1-РМГ-4 (мм) при ширине рассева 8 м следующие:

Объемный вес удобрений, т/м ³	Норма внесения удобрений, т/га							
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
1,8	55	75	90	105	120	135	150	175
1,6	65	85	105	115	135	150	170	200
1,4	75	95	120	130	155	170	190	230
1,2	85	110	140	155	180	200	225	—
1,0	105	135	165	185	215	240	—	—

При значениях ширины рассева, отличных от табличной, размер высевной щели корректируют по формуле, приведенной выше (на с. 91).

Тракторный разбрасыватель РУМ-3. Норма высева регулируется изменением положения дозирующей заслонки и радиуса кривошипа, определяющего скорость движения транспортера (таблица 64). Для более равномерной подачи удобрений на разбрасывающие диски выбирают больший радиус кривошипа, то есть большую скорость транспортера и меньший размер щели. Равномерность высева удобрений регулируют перемещением тукоделителя по направляющим: вперед — для увеличения количества удобрений в средней части полосы, назад — для увеличения количества удобрений по краям полосы разбрасывателя.

Если объемный вес не равен единице, ширина рассева и ско-

Таблица 64

Нормы внесения удобрений разбрасывателем РУМ-3, кг/га
(объемный вес удобрений 1,0 т/см³, ширина рассева 8 м)

Деление шкалы сектора дозирующей заслонки	Радиус кривошипа, мм						
	20	30	40	50	60	70	80
15	160	240	320	400	480	560	645
25	310	460	600	740	900	1040	1190
45	500	740	1000	1240	1500	1760	2000
85	880	1280	1700	2120	2500	2920	3320
150	1340	1980	2600	3250	3820	4420	5000

рость движения агрегата не совпадают с табличными, то расчетную норму внесения определяют по формуле:

$$N_p = \frac{N_z \cdot Шф \cdot Сф}{O_v \cdot Шт \cdot Ст},$$

где N_p , N_z — норма внесения расчетная и по проекту, кг/га;

$Сф$, $Ст$ — скорость движения фактическая и табличная, км/ч;

$Шф$, $Шт$ — ширина рассева фактическая и табличная, м;

O_v — объемный вес вносимого удобрения, т/м³.

Изменение скорости движения агрегата приводит к изменению нормы внесения, поэтому маневрирование скоростью в процессе работы не допускается.

Тракторный разбрасыватель Р У М - 8. Высев удобрений регулируют изменением скорости движения транспортера и дозирующей заслонкой. Для этого на диске устанавливают соответствующий номер отверстия. Нижнее отверстие диска считается первым, когда заслонка закрыта. Номера отверстий отсчитывают при повороте штурвала против часовой стрелки. При скорости движения агрегата 13,88 км/ч и повышенной скорости транспортера номера отверстий на диске следующие:

Норма внесения при повышенной скорости транспортера, т/га	Известняковая мука	Сланцевая зола	Фосфоритная мука
1	4	7	5
2	8	15	10
3	12	21	14
4	16	28	19
5	21	36	24
6	25	—	29
7	29	—	33
8	33	—	—

Для известняковой муки объемный вес 1,7 т/м³ и рабочая ширина рассева 10 м, для сланцевой золы соответственно 1,1 т/м³ и 11 м, для фосфоритной муки — 1,7 т/м³ и 11 м.

При других значениях скорости агрегата, объемной массы и рабочей ширины рассева необходимо произвести корректировку

высоты высевной щели дозирующего устройства, то есть определить фактический номер отверстия по лимбу:

$$Нф = (Нт \cdot Сф \cdot Оф \cdot Шф) : (Ст \cdot От \cdot Шт),$$

где Нф и Нт — фактический и табличный номера отверстий;
Сф и Ст — фактическая и табличная скорости движения машины, км/ч;

Оф и От — фактический и табличный объемный вес, т/м³;
Шф и Шт — фактическая и табличная ширина рассева, м.

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТ ПО ИЗВЕСТКОВАНИЮ

Известкование кислых почв необходимо выполнять в строгом соответствии с проектно-сметной документацией. К работе допускаются механизаторы, прошедшие специальный курс обучения работе на разбрасывателях.

При проведении работ по известкованию должны соблюдаться следующие агротехнические требования:

— агрегаты технически исправны и отрегулированы на заданный режим работы;

— неравномерность рассева пневматическими машинами не превышает 30%, центробежными машинами — 25%;

— смежные проходы агрегата равны рабочей ширине рассева, допускаемое отклонение не превышает 8%;

— отклонение фактической дозы внесения от заданной составляет не более 10%;

— при скорости ветра более 5 м/с работы по внесению пылевидных материалов прекращают;

— поля обработаны мелиорантом полностью, включая края и поворотные полосы;

— в местах хранения, перегрузок нет скоплений мелиорантов.

Внесение мелиорантов в период плохой проходимости по полю не допускается. Запрещается проводить работы по химической мелиорации на участках с невыровненной пашней и перед планировкой поля.

Эффективность известкования кислых почв зависит от качества выполнения всех звеньев общего технологического процесса, поэтому контроль должен вестись на всех этапах работы, как самим механизатором, так и инженерно-техническим персоналом предприятия.

Фактическую норму внесения определяют исходя из фактической массы внесенного мелиоранта и площади обработанной поверхности. Она должна периодически контролироваться при работе агрегатов. Неравномерность внесения мелиорантов определяется инструментально с помощью контроллера «Электроника

МС-2717». Рабочую ширину разбрасывания замеряют по ходу агрегата 10—15 раз и находят среднее значение, которое сопоставляется с оптимальной рабочей шириной разбрасывания данного агрегата. Качество обработки известкуемой площади определяют визуально, проходя поле по диагонали. Обнаружение брака является основанием для приостановления работ, переделки или исправления.

При оценке работ, выполненных на конкретном поле, можно пользоваться шкалой оценки качества внесения удобрений и мелиорантов (таблица 65).

Таблица 65

Шкала оценки качества внесения удобрений и мелиорантов

Показатель	Отклонение	Оценка*
Отклонение фактической дозы внесения от заданной, %	<5	Хорошо
	5—10	Удовлетворительно
	>10	Плохо
Неравномерность внесения центробежными (пневматическими) машинами, %	<25 (<30)	Хорошо
	25—30 (30—35)	Удовлетворительно
	>30 (>35)	Плохо
Ширина захвата: выдержана не выдержана, % не выдержана, %	—	Хорошо
	<8	Удовлетворительно
	>8	Плохо
Поворотные полосы	Обработаны	Хорошо
	Не обработаны	Плохо
Остатки удобрений и мелиорантов в местах складирования	Нет	Хорошо
	Имеются	Плохо
Россыли удобрений на краях полей и в поле	Отсутствуют	Хорошо
	Единичные	Удовлетворительно
	Много	Плохо
Наличие огрехов	Нет	Хорошо
	Имеются	Плохо
Природоохранные требования	Соблюдены	Хорошо
	Не соблюдены	Плохо

* Окончательная оценка определяется следующим образом: «хорошо» — при 100% оценок «хорошо»; «удовлетворительно» — при наличии одной и больше оценок «удовлетворительно»; «плохо» — при наличии одной и больше оценок «плохо».

Лабораторный контроль за качеством работ проводится через год после их завершения. Качество работ считается хорошим, если достигнуто нормативное изменение кислотности.

Основной критерий экономической оценки известкования — это показатель прироста урожая. По результатам опытов, проведенных Карельской республиканской проектно-исследовательской станцией химизации, при известковании среднекислых бедных почв получено дополнительно с гектара 5—10 ц сена. Даже поверхностное известкование многолетних трав, по данным Института биологии Карельского филиала АН СССР, дало прибавку урожая на фоне высоких доз удобрений от 11 до 24 ц сена с 1 га в сумме по двум укосам.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ В СЕВОБОРОТЕ

При переходе на хозрасчет и самофинансирование все большее значение приобретает экономическая эффективность мероприятий, направленных на интенсивное использование земли, повышение ее продуктивности. Рациональное применение средств химизации рассматривается не только в плане повышения их эффективности, но и влияния на окружающую среду, качество получаемой продукции. Наибольший эффект с учетом всех необходимых требований может быть получен только при применении органических, минеральных и известковых удобрений в системе, разработанной на определенный период.

Система удобрения в севообороте является составной частью организационно-хозяйственного плана хозяйства и системы земледелия. Приступать к ее проектированию можно после того, как определена структура посевных площадей, разработана система севооборотов, определены уровни урожайности сельскохозяйственных культур.

Система удобрения в севообороте должна обеспечить:

— сохранение и повышение до оптимального уровня плодородия почв, обеспечивающего высокие стабильные урожаи основных культур севооборота;

— выравнивание полей севооборота по агрохимическим показателям;

— высокую экономическую эффективность применяемых средств химизации при получении планируемых урожаев;

— получение продукции высокого качества, соответствующей гигиеническим требованиям;

— предотвращение загрязнения поверхностных и грунтовых вод применяемыми средствами химизации.

При разработке системы удобрений должны быть учтены:

— почвенно-агрохимическая характеристика полей по данным агрохимического обследования;

— биологические особенности основных культур севооборота;

— уровень планируемых урожаев;

— возможности хозяйства по накоплению органических удобрений;

— рекомендуемые научно-исследовательскими учреждениями для данной зоны нормативы по оптимальному содержанию элементов питания в почве и почвенной кислотности, балансу элементов питания, регламенты применения удобрений;

— водоохраные нормы и правила;

— планы проведения работ по коренному улучшению земель (реконструкция и капитальный ремонт осушительной системы, культуртехнические работы и т. п.).

Разработку системы удобрений в севообороте целесообразно начинать с составления общей схемы мероприятий, направленных на сохранение и повышение плодородия почв, т. е. внесения органических удобрений, известкования, фосфоритования. Возможны различные варианты размещения этих работ в севообороте, о наиболее эффективных сказано в соответствующих главах справочника.

Одним из лучших приемов повышения плодородия почв является комплексное агрохимическое окультуривание (КАХОП).

Размещение в севообороте минеральных удобрений предусматривает виды, формы, сроки и способы их внесения. Дозы целесообразно определять в годовых планах применения удобрений конкретно для каждого поля с учетом данных агрохимического обследования или почвенной диагностики.

Примерные схемы размещения удобрений в полевом и кормовом севооборотах приведены в таблицах 66, 67.

ПЛАНЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Система удобрений является принципиальной схемой размещения средств химизации в севообороте, на ее основании составляется ежегодный план применения удобрений.

Схема размещения удобрений в полевом севообороте
(Почва подзолистая, супесчаная, рН 5,1, гумус — 4,0%, P_2O_5 — 17—20 мг/100 г,
 K_2O — 19—25 мг/100 г почвы)

№ поля	Культура	Планируемый урожай, ц/га	Основное (допосевное) удобрение на 1 га	Припосевное удобрение на 1 га	Подкормка на 1 га
1	Однолетние травы	170	НРК **	—	—
2	Картофель	200	Навоз * — 50 т — под зяблевую вспашку; НРК ** — под предпосевную культивацию	P_{20}	—
3	Кормовые корнеплоды	400	Известкование на основании сметы Навоз * — 50 т, НРК ** — под дискование весной	P_{20} в рядки	—
4	Однолетние травы	170	НРК **	P_{20} в рядки	—
5	Картофель	200	Навоз * — 50 т, под зяблевую вспашку; НРК ** — под предпосевную культивацию	P_{20}	—

* Доза определена на основании расчета, таблица 35.

** Определяется ежегодно в плане применения удобрений в зависимости от агрохимической характеристики поля, таблица 69.

В плане применения удобрений учитываются конкретные условия, складывающиеся в хозяйстве в год применения удобрений: обеспеченность туками и органикой, наличие техники, условия перезимовки многолетних трав и озимых культур, изменения агрохимической характеристики почв и т. д. Существует несколько методов определения оптимальных доз минеральных удобрений.

Расчетный метод основан на определении выноса элементов питания заданным урожаем и поступления их из почвы, из органических и минеральных удобрений. Пример расчета доз удобрений.

Схема размещения удобрений в кормовом севообороте
(Почва подзолисто-глееватая, суглинистая, рН 4,3, гумус — 3%,
P₂O₅ — 12—15 мг/100 г, K₂O — 17—20 мг/100 г почвы)

№ поля	Культура	Планируемый урожай, ц/га	Основное (допосевное) удобрение на 1 га	Припосевное удобрение на 1 га	Подкормка на 1 га
1	Беспокровный посев многолетних трав (злаковые)		Проведение КАХОП: известкование, фосфоритование — по сметам; навоз — 80 т/га*, NPK**	—	—
2-5	Многолетние травы 1—4-го года	Сено — 40 Отава — 100	—	—	1-я подкормка** 2-я подкормка**
6	Однолетние травы	170	NPK**	P ₂₀ в рядки	—
7	Кормовые корнеплоды	400	Навоз — 80 т/га* под зяблевую вспашку, NPK**	P ₂₀ в рядки	—
8	Однолетние травы	170	NPK**	—	—

* Доза определена на основании расчета, таблица 36.

** Определяется ежегодно в плане применения удобрений в зависимости от агрохимической характеристики поля, таблица 69.

ний по выносу элементов питания приведен в таблице 68. Этот метод требует громоздких расчетов, кроме того, как вынос элементов питания растениями, так и способность использовать питательные вещества из почвы и удобрения зависят от многих факторов и изменяются в самых широких пределах.

Надежным методом определения оптимальных доз является полевой опыт, но полевые опыты невозможно провести для всех вариантов сочетания почвенно-агрохимических условий.

Полевые опыты, проведенные в системе агрохимической службы и научно-исследовательскими организациями, послужили основой для разработки усредненных доз минеральных удобрений в зависимости от агрохимической характеристики почв и величины планируемых урожаев основных сельскохозяйственных культур.

Пример расчета доз удобрений под запланированный урожай
(культура — картофель, урожай 240 ц/га)

№ п/п	Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос элементов питания урожаем, кг с 1 га (по табл. 23)	130	31	197
2	Содержание элементов питания в почве, мг на 100 г	13	12	17
3	Содержание элементов питания в пахотном слое (вес пахотного горизонта 3 тыс. т), кг на 1 га	390	360	510
4	Коэффициент использования элементов питания из почвы, %	20	5	10
5	Использование элементов питания из почвы ($\frac{п.3 \times п.4}{100}$), кг с 1 га	78	18	51
6	Содержание элементов питания в 1 т навоза, кг	3,8	2,4	3,8
7	Содержание элементов питания в гектарной дозе навоза (50 т), кг	180	120	190
8	Коэффициент использования элементов питания из навоза, %	20	20	40
9	Использование элементов питания из навоза, кг с 1 га	36	24	76
10	Требуется внести элементов питания с минеральными удобрениями (п. 1 — п. 5 — п. 9), кг на 1 га	16	—	70
11	Коэффициент использования элементов питания из минеральных удобрений, %	60	35	70
12	Необходимо внести минеральных удобрений (действующего вещества) с учетом коэффициентов использования ($\frac{п.10 \times 100}{п.11}$), кг на 1 га	27	—	100

Примечание. Фосфорное питание обеспечивается за счет почвы и органических удобрений, однако целесообразно внести 20 кг P₂O₅ в рядки при посеве.

В таблице 69 приведены примерные дозы удобрений на минеральных почвах Карельской АССР.

Дозы рассчитаны на обеспечение питания сельскохозяйственных культур для получения заданного урожая, а также на повышение запасов питательных веществ в почвах малоплодородных и использование этих запасов на почвах с содержанием элементов питания выше среднего уровня.

Предложенные дозы являются усредненными для всех минеральных почв, в определенных условиях их надо увеличить или

Примерные дозы удобрений на минеральных почвах Карельской АССР,
кг действующего вещества на 1 га

Культура	Планир. урожайность, ц/га	Доза навоза (компоста), т/га	Азотные удобрения при окультуренности почвы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы				Калийные удобрения при содержании K ₂ O, мг на 100 г почвы					
			слабой	средней	хорошей	> 5	5,1-10	10,1-15	15,1-25	> 25	> 8	8,1-12	12,1-17	17,1-25	> 25
Ячмень (зерно)	15—18	—	40	30	—	80	70	50	15*	—	40	30	20	20	—
	20—25	—	80	50	40	100	90	70	40	15*	70	60	50	50	40
	28—32	—	90	70	50	140	120	90	70	15*	100	90	70	60	50
	35—40	—	×	90	70	×	×	×	120	90	110	100	90	80	70
Овес (зерно)	15—18	—	40	30	—	70	50	40	15*	—	40	30	20	20	—
	20—25	—	70	50	30	90	80	50	40	15*	60	50	40	30	30
	28—32	—	90	70	40	130	100	70	50	15*	90	70	60	50	40
	35—40	—	×	80	50	×	×	×	80	70	160	80	70	60	50
Рожь озимая (по занятому пару, на зерно)	15—18	20	40	20	10	80	70	40	30	15*	50	30	20	15	10
	20—25	20	75	40	20	100	90	70	40	30	100	80	50	40	25
	30—35	40	×	75	50	×	×	×	80	50	125	90	70	60	50
	15—18	20	25	15	10	80	70	40	30	15*	50	30	20	15	10
Рожь озимая (по чистому или клеверному пару, на зерно)	20—25	20	50	40	25	100	90	70	40	30	100	50	40	40	25
	30—35	20	×	60	50	×	×	×	120	90	×	100	80	75	60
	10—12	—	—	—	—	80	70	40	15*	—	40	30	20	10	—
Горох и вика (зерно)	15—16	—	30	20	—	100	90	50	30	15	60	50	40	30	20
	18—20	—	40	30	20	×	120	80	50	30	80	60	50	40	30

Культура	Планир. урожайность, ц/га	Доза навоза (жомпста), т/га	Азотные удобре- ния при окуль- турности почвы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы				Калийные удобрения при содержании K ₂ O, мг на 100 г почвы									
			слабый	средней	хорошей	5,1-10		10,1-15		15,1-25		< 8		8,1-12		12,1-17		17,1-25	
						< 5	70	90	80	70	50	30	—	90	70	50	40	20	50
Капуста белокочанная средняя и поздняя	300—400	60	95	80	60	70	60	50	40	130	120	100	70	50	100	100	70	80	100
	400—500	60	125	100	80	90	70	60	50	150	130	120	80	70	130	120	80	100	100
	500—600	60	150	120	100	110	90	70	50	170	150	130	100	70	150	130	100	100	100
	600—700	60	×	150	110	×	90	70	65	180	170	150	110	70	180	170	150	110	110
	150—200	—	×	60	40	90	80	50	30	—	90	70	50	40	70	50	40	20	20
Морковь столовая	200—250	—	×	80	60	100	80	50	30	×	80	70	50	80	×	80	70	50	50
	250—300	—	×	100	80	×	100	80	50	×	100	80	50	70	×	100	90	70	70
	140—160	30	70	50	40	80	70	40	30	—	80	60	40	30	20	30	20	20	20
Картофель	180—200	30—40	90	70	60	110	90	70	50	100	80	70	50	100	70	70	50	50	50
	220—240	50—60	90	60	50	100	90	70	50	100	80	70	50	100	80	70	50	50	50
	260—300	50—60	120	90	80	×	120	90	80	×	120	90	80	60	×	110	100	90	80
	300—350	30—40	190	75	50	90	80	70	50	20	70	50	30	25	15	30	25	15	15
	450—500	30—40	×	100	75	130	100	80	70	50	100	80	70	50	100	70	65	60	50
Капуста кормовая	550—650	40—50	×	125	100	×	120	100	90	×	120	100	90	80	×	125	100	90	75
	300—400	30—40	100	75	50	×	130	100	80	×	130	100	80	50	125	110	100	90	75
	400—500	30—40	140	115	75	×	170	130	120	×	170	130	120	80	×	150	130	125	100
	500—600	50	×	125	90	×	180	160	130	×	180	160	130	90	×	160	150	140	110
	650—700	60	×	150	75	×	160	140	140	×	160	140	120	120	×	160	150	150	125
Турнепс	400—500	30—40	100	75	50	130	100	80	60	100	80	60	30	125	110	100	90	75	75

500—600	30—40	125	100	75	×	130	100	80	50	×	150	140	125	100
600—700	50—60	×	100	75	×	140	120	90	60	×	160	150	140	115
120—150	20	80	80	60	60	40	40	15*	15*	80	60	50	40	—
150—200	20	100	80	80	130	100	80	50	40	100	80	70	60	60
250—300	20	140	120	100	160	130	100	80	70	120	100	90	80	80
100—120	20	100	80	70	80	70	40	30	15*	50	40	25	15	10
120—150	20	120	100	80	100	90	70	40	30	100	80	50	40	25
150—200	40	×	130	110	160	130	100	80	50	125	100	80	60	50
25—30	—	50	40	30	80	60	40	30	—	80	60	50	40	40
30—35	—	50	40	30	90	80	50	30	—	100	80	70	60	40
40—50	—	60	50	40	130	100	80	50	30	120	100	90	80	60
25—30	—	90	60	40	70	50	40	30	—	80	60	50	40	40
30—35	—	120	100	90	70	50	40	30	—	100	80	70	60	40
40—50	—	120	110	100	130	100	80	50	30	120	100	90	80	60
1,5—2,0	—	20	—	—	80	80	65	50	40	80	60	50	40	20
2,5—4,0	—	30	20	—	100	100	90	80	65	100	100	90	80	60
2,0—3,0	—	60	40	30	80	80	50	30	30	60	60	50	40	20
3,5—4,0	—	90	70	60	100	100	80	50	50	80	80	70	60	40
40—60	40—60	40	30	20	180	160	130	120	80	160	140	100	75	50
2500—3000 к. ед.	—	160	120	90	90	80	70	50	30	120	70	60	40	20
4000—5000 к. ед.	—	×	×	160	×	100	80	60	50	×	120	110	100	80

Однолетняя

бобово-злаковая смесь
(зеленая масса)

Озимая рожь на
зеленую массу

Клеверо-тимофеечная смесь
1-го года с преобладани-
ем клевера (сено)

Многолетние травы поле-
вых севооборотов с пре-
обладанием злаков
(сено)

Семенники клевера

Семенники злаковых трав

Культурные пастбища в год
закладки (бобово-злако-
вые травосмеси под по-
кров)

Культурные пастбища в го-
ды использования

Культура	Планир. урожайность, ц/га	Доза навоза (компоста), т/га	Азотные удобрения при окультуренности почвы			Фосфорные удобрения при содержании P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы					Калийные удобрения при содержании K ₂ O, мг на 100 г почвы			
			срабон	срелней	хорешей	5,1-10		10,1-15		15,1-25		8,1-12	12,1-17	17,1-25
						<5	40	40	40	40	40			
Сенокосы улучшенные	25—30	—	90	60	40	80	60	40	40	40	—	—	—	>25
	30—35	—	120	100	90	80	60	40	40	40	—	—	—	—
	40—50	—	140	120	100	130	100	80	50	30	—	—	—	—
Сенокосы естественные	12—15 (сухо-дольные)	—	60	40	—	40	30	20	20	—	—	—	—	—
	15—20 (сухо-дольные)	—	60	60	—	40	30	20	20	—	—	—	—	—
Естественные пастбища	15—20 (торфяные)	—	50	40	—	45	45	30	30	20	—	—	—	—
	1500 к. ед.	—	150	120	90	45	45	35	35	—	—	—	—	—

Примечания. 1. 15* — вносится в рядки;

х — высокий урожай не планируется до окультуривания почвы;

— — удобрения при высокой окультуренности не вносятся.

2. Высокие дозы минеральных удобрений — осенью и весной в подкормку, на многолетних травах и сенокосах — весной и после первого укоса, на пастбищах — весной и после стравливания, под овощи и кормовые пропашные культуры — в основном внесение и в подкормку.

3. Высокие урожаи овощных культур, кормовых корнеплодов и -культурных пастбищ возможно получить лишь при орошении.

4. Дозы органических удобрений определены для навоза, применяемого в хозяйствах КАССР за последние 20 лет и имеющего следующий химический состав, по данным Карельской республиканской проектно-испытательской станции химизации: влажность — 73,3%, N — 0,36%, P₂O₅ — 0,24%, K₂O — 0,38%. При использовании органических удобрений другого состава необходимо сделать пересчет доз.

5. Дозы азотных удобрений под ранние капусту и картофель следует уменьшить на 20—25%.

уменьшить. В таблице 70 даны основные условия корректировки рекомендуемых доз минеральных удобрений.

При проведении агрохимического обследования почв не определяются подвижные формы азота ($N_{NH_4} + N_{NO_3}$), так как их содержание изменяется в течение вегетационного периода в очень больших пределах. Однако эти анализы могут быть выполнены перед посадкой и в течение вегетации некоторых культур, например капусты, чтобы более точно определить дозу азотных удобрений как перед посадкой, так и для подкормок.

Группировка почв по содержанию подвижного азота для овощных культур дана в таблице 71.

Таблица 70

Условия, определяющие необходимость изменения рекомендуемых доз минеральных удобрений

Увеличение на 20 — 30%	Уменьшение на 20 — 30%
------------------------	------------------------

Азотные удобрения

Применение органических удобрений с пониженным против среднего содержанием доступного азота

Посев культур после высокоурожайных бобовых
Под покровные бобовым многолетним травам культуры

Фосфорные удобрения

На вновь освоенных почвах с повышенным содержанием подвижного алюминия и железа

Применение фосфоритной муки и других удобрений, содержащих фосфор в нерастворимой форме

Применение повышенных доз навоза при нормальном в нем содержании фосфора
Применение зверькового навоза

Калийные удобрения

На песчаных почвах

Под покровные многолетним травам культуры

Применение зверькового навоза

На тяжелых почвах

Таблица 71

Группировка почв для овощных культур по содержанию подвижного азота, мг на 100 г почвы

Группа	Степень обеспеченности	Содержание $N_{NH_4} + N_{NO_3}$
I	Низкая	До 3
II	Средняя	3—5
III	Повышенная	5—8
IV	Высокая	Больше 8

Эту группировку можно применять при определении доз азотных удобрений под капусту по таблице 69, считая почвы I группы слабоокультуренными, II группы среднеокультуренными, III и IV групп хорошо окультуренными.

Степень окультуренности почвы можно определить по сумме агрохимических показателей, приведенных в таблице 72.

При применении удобрений на торфяных почвах приходится учитывать некоторые их особенности. Торф имеет небольшую объемную массу, в несколько раз меньшую, чем минеральные почвы, поэтому запасы питательных веществ на 1 га намного меньше, чем на минеральных почвах при одном и том же содержании в мг на 100 г почвы. Подробно об этом изложено в главе «Агрохимическая характеристика почв».

Для торфяных почв Карелии характерно высокое содержание окислов железа, которые, взаимодействуя с растворимыми фосфорными удобрениями, переводят их в нерастворимые формы, в связи с чем возникает необходимость внесения повышенных доз фосфорных удобрений. Благоприятное соотношение между содержанием полуторных окислов и фосфатов достигается внесением фосфоритной муки в повышенных дозах.

Несмотря на то, что торфяные почвы богаты органическим азотом, содержание которого достигает 3% и выше, азотное питание растений полностью не обеспечивается, так как азот находится в органических соединениях и становится доступным для растений только после их минерализации.

Торфяные почвы Карелии бедны калием. По данным М. М. Цыбы (Карельская сельскохозяйственная опытная станция), эффективность калийных удобрений на торфяных почвах очень высока. Так, на болоте Падас (совхоз им. Зайцева) прибавка урожая тимофеевки луговой от калийных удобрений (90—120 кг/га K_2O) на фоне азотно-фосфорных ($N_{30-45}P_{45}$) составила в среднем за год (14-летние наблюдения) 27,1 ц с 1 га, изменяясь по годам от 9,1 до 57,5 ц.

Институтом биологии Карельского филиала АН СССР разработаны дозы удобрений под многолетние травы на торфяных почвах Карельской АССР (таблица 73). По каждой группе обеспеченности меньшую дозу вносят на хорошо окультуренных торфяниках с наибольшей зольностью.

Применение микроудобрений целесообразно только на почвах слабо обеспеченных микроэлементами при внесении полных доз других элементов питания. Потребность в микроудобрениях можно установить на основании данных агрохимического обследования почв. При отсутствии аналитических данных потребность в микроудобрениях можно установить предположительно на основании почвенно-агрохимической характеристики, информации

Агрохимические показатели окультуренности подзолистых почв на бескарбонатных породах
(Н. А. Сапожников и др. «Использование почвенных карт и агрохимических картограмм при разработке системы удобрения»)

Показатели	Механический состав	Окультуренность			
		слабая	средняя	хорошая	высокая
Мощность $A_{\text{пах}}$, см	Супесчаные и песчаные Легко и среднесуглинистые Тяжелосуглинистые и глинистые	16—20 14—18 12—16	22—26 20—24 18—22	24—30 22—26 20—24	26—32 24—30 24—28
Гумус, %	Супесчаные и песчаные Легко и среднесуглинистые Тяжелосуглинистые и глинистые	0,6—1,6 1,0—2,2 1,2—2,4	1,6—2,2 2,0—2,8 2,2—3,2	2,2—3,0 2,6—3,6 3,0—4,8	3,0—4,0 3,4—4,5 4,5—5,5
pH (КС1)	Супесчаные и песчаные Легко и среднесуглинистые Тяжелосуглинистые и глинистые	4,0—5,4 3,8—5,2 3,6—5,0	5,2—5,8 4,8—5,6 4,8—5,6	5,8—6,8 5,6—6,8 5,4—6,6	6,4—6,8 6,4—6,8 6,4—6,8
Насыщенность основани- ями, %	Независимо от механического состава	30—50	60—75	75—85	85—90
P_2O_5 по Кирсанову, мг на 100 г почвы	Супесчаные и песчаные Легко и среднесуглинистые Тяжелосуглинистые и глинистые	5—10 3—8 2—6	8—18 7—16 6—12	15—25 12—20 10—18	30—50 25—50 20—40
K_2O по Кирсанову, мг на 100 г почвы	Супесчаные и песчаные Легко и среднесуглинистые Тяжелосуглинистые и глинистые	2—6 4—8 6—12	6—12 8—14 12—18	10—14 14—20 18—26	16—20 18—26 24—30

При м е ч а н и е. При окультуривании показатели изменяются не всегда равномерно, и о степени окультуренности надо судить по комплексу признаков.

Дозы удобрений под многолетние травы на торфяных почвах Карельской АССР, кг действующего вещества на 1 га

Планируемый урожай, ц/га	Дозы удобрений в зависимости от группы обеспеченности (по табл. 82—83)				
	Доля азота				
	калийные				
	фосфорные				
	1	2—3	4	5	1
					2—3
					4—5

Для весенней подкормки

Сено							
35—40	60—90	90—100	60—90	60—90	100—120	90—100	80—90
41—50	90—120	100—120	90—100	60—90	120—150	100—120	90—100
51—60	120—150	100—140	100—120	90—100	150—180	120—140	100—120

Для летней подкормки после первого укоса

Отава							
90—100	60—90	60	—	—	90—100	80—90	60—80
101—150	90—120	90	—	—	100—120	90—100	80—90
более 150	120—150	90—120	—	—	120—150	100—120	90—100

Примечания. 1. При одноукосном использовании трав на почвах 4—5 групп дозу фосфорных удобрений надо снизить на 30%.

2. Дозы азотных удобрений более 120 кг/га на слабозольных торфах следует вносить только с третьего года использования травостоя, повышая соответственно дозы калия до 150—180 кг/га.

о применении органических удобрений и особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур.

В почвах Северного района Нечерноземной зоны может быть недостаточное содержание бора, меди, молибдена и кобальта.

Как правило, на землях, ежегодно получающих высокие дозы органических удобрений, недостатка в микроэлементах не наблюдается. В севооборотах, где среднегодовые дозы органических удобрений невелики, можно ожидать высокой эффективности микроудобрений в следующих случаях:

— при внесении борных удобрений на легких почвах и после известкования под кормовые корнеплоды, капусту, семенники многолетних трав, силосные культуры. Надо иметь в виду, что избыточное количество борных удобрений может оказать отрицательное действие: у растений желтеют и опадают листья;

— при внесении молибденовых удобрений под бобовые травы;

— при внесении медных удобрений на низинных и переходных торфяниках, легких песчаных и супесчаных почвах под овощи и травы;

— реже при внесении кобальтовых удобрений под кормовые культуры.

Виды микроудобрений, дозы и способы их внесения приведены в таблице 74.

КОМПЛЕКСНОЕ АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПОЛЕЙ

В системе работ по повышению плодородия почв необходимо руководствоваться законом незаменимости и равнозначности факторов. При недостатке какого-либо одного элемента питания или при одном неблагоприятном почвенно-агрохимическом показателе невозможно получить хороший урожай, высокую эффективность средств химизации. С учетом этого положения агрохимической службой предложен метод комплексного агрохимического окультуривания полей (КАХОП). Смысл его в том, что весь набор работ по повышению плодородия почв: известкование, фосфоритование, внесение органических и минеральных удобрений, борьба с сорняками — проводится комплексно в одном поле севооборота.

Лучшим местом в севообороте для проведения КАХОП является паровое поле. В условиях Карелии комплекс работ можно провести на ремонтном поле, перед беспокровным посевом многолетних трав, на поле, залужаемом после мелиоративных работ, на участках, отводимых под долголетние культурные пастбища.

На полях слабоокультуренных, где оптимального уровня плодородия невозможно достичь в один прием, комплексное агрохимическое окультуривание проводится несколько раз. При этом

Дозы и способы внесения микроудобрений

Способ внесения	Культура	Вид удобрения	Доза
	Борные удобрения		
Внесение в рядки	Овощи, корнеплоды, картофель, зернобобовые, бобовые травы	Суперфосфат борный простой	100—120 кг/га
Внекорневая подкормка	Горох, вика — в начале бутонизации, картофель — до смыкания ботвы	Суперфосфат борный двойной	50—60 кг/га
		Борная кислота	70—100 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га
	Овощи, корнеплоды в период хорошо развитой ботвы до смыкания рядков	»	150—200 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га
Смачивание семян	Рожь, ячмень, овес, горох, вика	»	На 1 т семян: 40—45 г растворяют в 10—15 л воды
	Картофель	»	На 1 т семян 40—45 г растворяют в 20—30 л воды
	Клевер, люцерна, тимopheвка, овсяница, ежа сборная	»	На гектарную норму семян: 15 г растворяют в 2 л воды
	Капуста, морковь, брюква, турнепс, свекла	»	На гектарную норму семян: 10—20 г на 1 л воды
Внесение в торфоперегнойные горшочки		Борная кислота	1—2 л на 1 м ³ торфоперегнойной смеси

Молибденовые удобрения

Внесение в рядки	Бобовые, многолетние травы, капуста, картофель	Суперфосфат с молибденом простой	50—100 кг/га
Внекорневая подкормка	Ячмень, рожь, овес, горох, вика в фазу выхода в трубку и бутонизации	Суперфосфат с молибденом двойной	25—50 кг/га
Смачивание семян	Многолетние бобовые и злаковые травы осенью в год посева или весной по развитой листовой поверхности	Молибденовоокислый аммоний	150—200 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га
	Ячмень, рожь, овес, горох, вика	То же	100—500 л растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га
	Картофель	»	На 1 т семян: 180—200 г растворяют в 10—15 л воды
	Морковь, брюква, турнепс, свекла	»	На 1 т семян: 180—200 г растворяют в 20—30 л воды
	Клевер, люцерна, тимофеевка, овсяница, ежа сборная	Молибденовоокислый аммоний	На гектарную норму семян: 50—70 г растворяют в 1 л воды
Опудривание семян	Горох, вика, люпин	То же	На гектарную норму семян: 40—60 г на 2 л воды
	Люцерна, клевер, овощи	»	60 г на 1 ц семян
		»	250—600 г на 1 ц семян
		Медные удобрения	
Внекорневая подкормка	Зерновые — в фазу выхода в трубку, бобовые — в начале бутонизации, картофель — до смыкания рядков	Медный купорос	100—150 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га
	Многолетние травы, овощи, весной по развитой листовой поверхности	»	100—200 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании на 1 га

Способ внесения	Культура	Вид удобрения	Доза
Смачивание семян	Рожь, ячмень, овес, горох, вика	Медный купорос	На 1 т семян: 70—80 г растворяют в 10—15 л воды
	Картофель	»	То же, в 20—30 л воды
	Клевер, люцерна, тимopheвка, овсяница, ежа сборная	»	На гектарную норму семян: 15—20 г растворяют в 2 л воды
	Морковь, брюква, турнепс, свекла	То же	На гектарную норму семян: 15—20 г растворяют в 1 л воды
	Зерновые, зернобобовые	»	На гектарную норму семян: 70—100 г растворяют, можно смешать с 300—600 г талька
Внекорневая подкормка	Кобальтовые удобрения		
	Все культуры	Кобальт хлористый, сернокислый или азотнокислый	100—500 г растворяют в 300—500 л воды при тракторном и в 100 л при авиаопрыскивании
	Ячмень, овес, рожь, горох, вика	То же	На 1 т семян: 150—200 г растворяют в 10—15 л воды
	Картофель	»	То же, в 20—30 л воды
	Клевер, люцерна, овсяница, ежа сборная	»	На гектарную норму семян: 50—70 г на 2 л воды
Опудривание семян	Морковь, брюква, турнепс, свекла	»	То же, в 1 л воды
	Клевер, люцерна, овсяница, ежа сборная	»	На гектарную норму семян: 70—100 г растворяют, добавляют 400 г талька
	Морковь, брюква, турнепс, свекла	»	На гектарную норму семян: 100—150 г смешивают со 150 г талька
		»	
		»	

можно предусмотреть углубление пахотного горизонта, культурно-технические работы.

Во всех случаях при проведении КАХОП должны соблюдаться природоохранные требования.

Комплекс работ полностью или совместно с совхозом могут выполнять подразделения «Сельхозхимии». Проектно-сметную документацию для проведения работ готовит станция химизации.

Проектирование применения средств химизации ведется на достижение уровня плодородия почв, необходимого для получения планируемых устойчивых урожаев.

В таблице 75 дано содержание фосфора и калия, рекомендуемое для основных севооборотов на дерново-подзолистых почвах.

Чтобы обеспечить оптимальные условия для наиболее требовательных культур севооборота, а также при возделывании культур по интенсивной технологии, плодородие почв надо повысить до показателей, приведенных в таблице 76.

Таблица 75

Рекомендуемое содержание фосфора и калия для основных севооборотов на дерново-подзолистых почвах

Вид севооборота	Содержание, мг на 100г почвы	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернотравяной	15	15
Зернокартофельный	20	25
Кормовой прифермский	20	25
Кормовой сенокосно-пастбищный	15	15
Овощной	25	30

Таблица 76

Оптимальные агрохимические показатели при возделывании культур по интенсивным технологиям

Культура	рН (солевое)	Гумус, %	Содержание, мг на 100 г почвы	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
Картофель	5,0—5,5	3,5—4,0	25—30	30—40
Капуста	5,8—6,5	3,5—4,0	25—30	25—30
Рапс	5,6—7,0	3,0—4,0	15—20	15—20
Кормовые корнеплоды	5,3—6,0	3,5—4,0	20—25	25—30
Многолетние травы	5,0—6,0	3,0—4,0	15—20	15—20

Внесение органических и минеральных удобрений должно обеспечить не только получение планируемого урожая, но и повышение плодородия почв до заданного уровня. При этом следует исходить из того, что для увеличения содержания подвижных форм фосфора и калия на 1 мг в 100 г почвы, надо внести нормы соответствующих элементов питания, приведенные в таблице 77.

Потребность в органических удобрениях определяется по методике, изложенной в главе «Расчет потребности в органических удобрениях».

Известкование при проведении КАХОП выполняется полными нормами известковых удобрений, обеспечивающими создание оптимальной реакции почвы для ведущих культур севооборота. Поля комплексного агрохимического окультуривания — наиболее удобное место для проведения послойного известкования.

В последующем органические и минеральные удобрения, средства защиты растений применяются в соответствии с системой их внесения в севообороте. Нормы минеральных удобрений, вносимых ежегодно, устанавливаются по рекомендациям агрохимической службы. Они должны обеспечивать получение запланированных урожаев и поддерживать достигнутый КАХОП уровень почвенного плодородия.

В Карелии работы по КАХОП проводятся с 1982 года и за 7 лет выполнены на площади 29 тыс. га. Повышение плодородия почв на окультуренных полях обеспечило прирост урожайности картофеля в сравнении со среднехозяйственной урожайностью на 13,6 ц/га, или на 8%, однолетних трав (зеленая масса) — на 21,9 ц/га, или на 15%, многолетних трав (сено) — на 4,1 ц/га, или на 12%.

Таблица 77

Нормы * питательных веществ, обеспечивающие увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия на 10 мг на 1 кг почвы

Тип почвы	Механический состав	Норма, кг/га	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Дерново-подзолистые	Песчаный и супесчаный	50—60	40—60
Дерново-подзолистые	Суглинистый	70—90	60—80
Дерново-подзолистые	Глинистые и тяжелосуглинистые	100—120	80—100
Дерново-подзолистые глеевые	В среднем	150—160	—

* Даны в расчете на слой почвы 20 см.

Пример эффективности комплексного агрохимического окультуривания за неполную ротацию севооборота дан в таблице 78.

Комплексное агрохимическое окультуривание полей — важнейший фактор воспроизводства плодородия почв. Для получения гарантированных плановых урожаев необходимо неуклонное выполнение всех агротехнических требований и хорошее качество проведения работ.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ

По данным исследований, на долю минеральных удобрений приходится от 50 до 80% прибавки урожая, велика и их доля в себестоимости продукции. Чтобы повысить эффективность применения удобрений, надо располагать данными о результатах их использования в хозяйстве под различные культуры, а желательно и на разных почвах.

Хозяйственная эффективность средств химизации оценивается по следующим показателям:

— выход дополнительной продукции в натуре или стоимостном выражении в расчете на 1 га пашни, на единицу применяемых средств химизации (действующего вещества или физического веса) или на 1 рубль затрат, связанных с применением удобрений;

— снижение себестоимости;

— чистый доход (стоимость дополнительной продукции за вычетом затрат) в расчете на 1 га, на единицу средств химизации или на 1 рубль затрат;

— повышение производительности труда;

— рентабельность (отношение чистого дохода к дополнительным затратам на применение удобрений).

Основой для расчета всех показателей служит прирост урожайности в результате применения средств химизации. Самым надежным методом определения этого показателя является полевой производственный опыт. Проведенный в течение нескольких лет в конкретных условиях хозяйства он дает наиболее достоверные результаты.

Долю урожайности за счет удобрений (Д) выражают в процентах и рассчитывают по формуле:

$$Д = П : У \cdot 100,$$

где П — прибавка урожая за счет применения удобрений в опытах, ц/га;

У — урожай в варианте с применением удобрений, ц/га.

На основании обобщения многочисленных опытных данных

Эффективность комплексного агрохимического окультуривания полей, проведенного в 1982 году

Совхоз, номера агрохимических контуров, площадь, почва	Год учета	Культура	Урожай, ц/га		Агрохимическая характеристика		
			планируемый по проекту	фактический	рН (среднее)	Содержание, мг/100 г	
							P ₂ O ₅
«Олонекский», № 82—83, 55 га, дерново-подзолисто-глеевая, легкосуглинистая, содержание гумуса 8,1%	1982	Однолетние травы (зеленая масса)	200	258	4,6*	11,7*	11,4*
	1983	Капуста	600	688	6,1	27,0	13,5
	1984	Однолетние травы с подсевом многолетних	200	220	—	—	—
	1985	Многолетние травы 1-го года пользования	40	45	—	—	—
	1986	Многолетние травы 2-го года пользования	45	47	5,3	23,9	15,3
	«Ильинский», № 95—99, 127 га, дерново-подзолисто-глеевая, легко- и среднесуглинистая, содержание гумуса 3,4%	1982	Однолетние травы с подсевом многолетних	185	230	5,3*	31,2*
1983		Многолетние травы 1-го года пользования	35	41	5,8	32,7	8,5
1984		Многолетние травы 2-го года пользования	40	38	—	—	—
1985		Многолетние травы 3-го года пользования	40	47	—	—	—
1986		Многолетние травы 4-го года пользования	40	40	5,5	48,4	7,9

* Показатели до проведения КАХОП.

филиалами ЦИНАО и ВНИПТИХИМ выведены нормативы для определения прибавки урожайности от применения удобрений (таблица 79), которыми можно пользоваться при отсутствии опытных данных.

Пример расчета фактической и нормативной доли урожая, оплаты удобрений урожаем и их соотношения. В совхозе получен урожай картофеля 172 ц/га при внесении 342 кг действующего вещества удобрений. По таблице 79 находим: при внесении 330 кг удобрений доля урожая составляет 30%. На каждый килограмм действующего вещества прирост доли урожая равен 0,067%, при внесении 342 кг удобрений доля прибавки урожая от удобрений

Таблица 79

Нормативы для определения прибавки урожайности от удобрений по Северо-Западному экономическому району (в производственных условиях)

Норма минеральных удобрений, НРК кг/га	Доля урожая за счет удобрений, %	Оплата 1 кг действующего вещества удобрений урожаем, кг	Прирост доли урожая на 1 кг питательных веществ, %	Прирост оплаты урожаем 1 кг действующего вещества, кг
Озимые зерновые				
110	15	2,2	0,20	0,015
150	23	2,8	0,12	0
210	30	2,8	0,02	-0,006
300	32	2,2		
Яровые зерновые				
110	19	2,9	0,20	0,012
150	27	3,4	0,15	0,005
210	36	3,7	0,07	-0,005
300	42	3,2		
Картофель				
135	21	25	0,04	-0,1
185	23	20	0,028	-0,043
255	25	17	0,067	0
330	30	17	0,009	-0,036
440	31	13		

Норма минеральных удобрений, NPK кг/га	Доля урожая за счет удобрений, %	Оплата 1 кг действующего вещ-ва удобрений урожаем, кг	Прирост доли урожая на 1 кг питательных веществ, %	Прирост оплаты урожаем 1 кг действующего вещ-ва, кг
Капуста				
200	27	58	0,043	-0,13
270	30	49	0,047	-0,035
355	34	46	0,047	-0,042
450	38	42	0,057	-0,019
555	44	44		
Кормовые корнеплоды				
150	21	36	0,1	-0,01
240	30	35	0,03	-0,06
340	33	29	0,021	-0,043
480	36	23		
Многолетние травы				
165	35	9,6	0,067	-0,027
225	39	8,0	0,033	-0,027
255	40	7,2	0,033	-0,013
315	42	6,4	0,1	0
375	48	6,4		
Однолетние травы				
110	23	22	0,075	-0,25
150	26	12	0	0,033
210	26	14	0,083	0
270	31	14	0,078	0
360	38	14		
Сенокосы				
125	20	4,5	0,236	0,027
180	33	6,0	0,267	0,049
225	45	8,2	0,055	-0,013
280	48	7,5		
Культурные пастбища				
165	47	18,4	0,05	-0,053
225	50	15,2	0,067	-0,018
270	53	14,4	0,093	0,011
345	60	15,2		

составит $30 + 0,067 \cdot (342 - 330) = 30,8\%$, прибавка урожая с 1 га равна $172 \cdot 30,8 : 100 = 53$ ц/га, а на 1 кг действующего вещества — $5300 : 342 = 15,5$ кг.

Расчет нормативной прибавки урожая: при внесении 330 кг удобрений нормативная оплата урожаем 1 кг действующего вещества составит 17 кг, при внесении 342 кг оплата несколько снижается: $17 - 0,036(342 - 330) = 16,6$ кг. Нормативная прибавка урожая в данном случае будет равна $16,6 \cdot 342 = 5677$ кг, или 56,8 ц/га, а оплата 1 кг действующего вещества — $5677 : 342 = 16,6$ кг.

В приведенном примере эффективность удобрений ниже нормативной и составляет: $15,5 : 16,6 \cdot 100 = 93,3\%$.

Если внесенная доза удобрений ниже приведенной в таблице, то доля урожая (%), рассчитывается по формуле: $D_1 : N_1 \cdot N_f$, где N_1 — первая доза в таблице; D_1 — соответствующая ей доля урожая; N_f — фактически внесенная доза.

Для доз, превышающих указанные в таблице, доля удобрений соответствует последней дозе.

При получении низких урожаев, которые можно было получить и без внесения удобрений, расчет эффективности не производится.

Предложенная оценка эффективности применения удобрений является довольно обобщенной, не учитывает конкретные условия хозяйства, почвы, уровня агротехники, но она позволяет сравнить работу по применению удобрений хозяйств, бригад, определить хотя бы в общих чертах уровень эффективности удобрений.

Расчет эффективности применения удобрений в хозяйствах Карельской АССР показал, что в совхозах с высокой культурой земледелия, окупаемость удобрений близка к нормативной по всем культурам. Основной причиной низкой эффективности удобрений является внесение необоснованно высоких доз при низком уровне агротехники, не позволяющем получить запланированные урожаи.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью проведения агрохимического обследования почв является их агрохимическая оценка и контроль за изменением плодородия. Полученные данные используются для разработки рекомендаций по применению удобрений, проектно-сметной документации на известкование кислых почв, а также для научно обоснованного определения потребности и распределения минеральных удобрений и других средств химизации на всех уровнях сельскохозяйственного производства. Регулярное агрохимическое обследо-

дование почв сельскохозяйственных угодий проводится в хозяйствах Карельской АССР с 1965 года. Периодичность агрохимического обследования — около пяти лет. При установлении периода времени между циклами обследования учитываются:

— тенденции в изменении плодородия почв и существенность этих изменений;

— изменения средневзвешенного содержания элементов питания в зависимости от объемов внесения удобрений;

— изменения в затратах на приобретение и внесение удобрений, связанные с изменением агрохимических показателей почвы.

За период между циклами основные агрохимические показатели должны измениться на существенную для производства величину. Новое агрохимическое обследование проводится в том случае, если разница в затратах на приобретение и внесение удобрений, связанная с изменением агрохимических свойств почвы, в полтора и более раз превышает стоимость обследования.

Проведение агрохимического обследования почв условно можно разделить на следующие этапы:

— подготовительные работы;

— отбор почвенных образцов;

— аналитические работы;

— обобщение материалов обследования.

В подготовительный период готовится картографическая основа для предстоящего агрохимического обследования. Для этого на план внутрихозяйственного землеустройства переносятся границы контуров типов и подтипов почв и их механический состав. В хозяйствах уточняются и наносятся на план изменения границ полей, новые дороги, выясняется размещение посевов сельскохозяйственных культур, их состояние, выделяются произвесткованные участки и поля, систематически удобрявшиеся высокими дозами удобрений.

Непосредственно перед отбором образцов обследуемую площадь разбивают на элементарные участки. Элементарный участок — площадь, с которой отбирают один смешанный почвенный образец. Размер участка определяется уровнем применения средств химизации (за основу берутся фосфорные удобрения) и степенью однородности почвенного покрова. Для Северо-Западного района максимальная площадь элементарного участка должна быть равна: при внесении на 1 га менее 60 кг P_2O_5 — 5 га, при внесении 60—90 кг P_2O_5 — 4 га, при внесении более 90 кг P_2O_5 — 2 га, для сортоиспытательных участков — 1 га вне зависимости от доз применения удобрений. Средняя площадь элементарного участка в КАСР равна 4 га.

Отбор почвенных образцов производится с помощью тростьевого бура по маршрутным ходам, проложенным на середине уча-

стка вдоль его удлиненной стороны. Один смешанный образец составляется из 40 индивидуальных проб. При неоднородности почвенного покрова отбор производится с преобладающего типа почвы. В случае значительной комплексности (пятнистости), возникающей под влиянием мезо- и микрорельефа, смешанные образцы составляются из индивидуальных проб, отобранных с участков каждого значительного по площади компонента почвенного покрова. На пахотных почвах индивидуальные пробы отбираются на глубину пахотного слоя, а на сенокосах и пастбищах — на глубину гумусового горизонта.

Определяемые в образцах агрохимические показатели и методы их исследования приведены в таблице 80.

Обобщение результатов агрохимического обследования почв по содержанию подвижных форм питательных веществ и кислотности проводится для всех видов сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища) в целом по республике, по административным районам и хозяйствам. При обобщении использу-

Таблица 80

Агрохимические показатели, определяемые в почвенных образцах

Определяемый показатель	Метод определения	Примечание
Фосфор	По Кирсанову ГОСТ 26207—84	Во всех образцах
Калий	То же	То же
Степень кислотности pH	В солевой вытяжке потенциметрически ГОСТ 26483—85	То же
Сумма поглощенных оснований	По Каппену	При pH меньше 5,5
Гумус	По Тюрину ГОСТ 26213—84	В минеральных почвах
Магний	ГОСТ 26487—85	В почвах легкого механического состава
Гидролитическая кислотность	По Каппену ГОСТ 26212—84	При pH меньше 5,5
Сера	ГОСТ 26490—85	В минеральных почвах
Медь	По Пейве-Ринькнсу	В торфяных почвах
Бор	То же	В почвах легкого механического состава и после известкования
Зольность	ГОСТ 11306—65	В торфяных почвах

ются градации содержания в минеральных почвах элементов питания растений и других показателей, рекомендованных ЦИНАО для Нечерноземной зоны.

Для оценки плодородия торфяных почв республики важное значение имеет такой показатель, как объемная масса. Показатели объемной массы торфяных почв колеблются в широких пределах, от 0,08 до 0,6 г/см³. Принятое в агрохимической службе определение подвижных элементов питания в миллиграммах на 100 г почвы не отражает истинной обеспеченности растений на торфяных почвах. Для растений важна не масса почвы, а объем, в котором находятся корни растений. Соответственно, для сельскохозяйственных культур важна концентрация элементов питания в единице объема почвы.

Институтом биологии Карельского филиала АН СССР разработаны градации содержания основных элементов питания с учетом объемной массы торфяных почв. Эти градации используются станцией химизации для обобщения результатов обследования. При проведении агрохимического обследования определение объемной массы в полевых условиях затруднено. Поэтому для определения объемной массы используется установленная И. М. Нестеренко коррелятивная связь ее с зольностью. Зольность определяется в образцах, отобранных с каждого поля, а величина объемной массы торфа рассчитывается по следующему уравнению регрессии: $d = 0,06 + 0,01A$, где A — зольность, %. Расчет объемной массы торфяных почв приведен в таблице 81.

Группировки минеральных и торфяных почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия даны в таблицах 82 и 83, группировка по степени кислотности — в таблице 84. Несовпадение значений группировок степени кислотности минеральных и торфяных почв вызвано тем, что при высоком содержании органического вещества токсическое действие почвенной кислотности проявляется слабее.

При решении вопроса о необходимости применения микроудобрений следует учитывать требовательность к ним выращиваемых культур (таблица 85).

Результаты агрохимического обследования обобщаются и выдаются в хозяйства в виде агрохимических картограмм или паспортов полей. Агрохимические картограммы представляют собой план внутрихозяйственного землеустройства с выделенными на нем с помощью разной окраски контурами почв, имеющих различную обеспеченность элементами питания или степень кислотности. Отдельная агрохимическая картограмма составляется для каждого агрохимического показателя. Достоинством такого обобщения является наглядность, недостатком — громоздкость при большом количестве определяемых показателей.

Таблица 81

Расчетные величины объемной массы в зависимости от зольности

Зольность торфа, %	Объемная масса, г/см ³	Зольность торфа, %	Объемная масса, г/см ³	Зольность торфа, %	Объемная масса, г/см ³	Зольность торфа, %	Объемная масса, г/см ³
5	0,11	18	0,24	31	0,37	44	0,50
6	0,12	19	0,25	32	0,38	45	0,51
7	0,13	20	0,26	33	0,39	46	0,52
8	0,14	21	0,27	34	0,40	47	0,53
9	0,15	22	0,28	35	0,41	48	0,54
10	0,16	23	0,29	36	0,42	49	0,55
11	0,17	24	0,30	37	0,43	50	0,56
12	0,18	25	0,31	38	0,44	51	0,57
13	0,19	26	0,32	39	0,45	54	0,60
14	0,20	27	0,33	40	0,46	56	0,62
15	0,21	28	0,34	41	0,47	57	0,63
16	0,22	29	0,35	42	0,48	59	0,65
17	0,23	30	0,36	43	0,49	60	0,66

Таблица 82

Группировка почв по содержанию подвижного фосфора P₂O₅, мг/100 г почвы

№ группы	Содержание подвижного фосфора	Минеральные почвы	Торфяные почвы. Объемная масса, г/см ³		
			более 0,35	0,21 — 0,35	до 0,20
1	Низкое	До 5,0	До 20,0	До 45,0	До 70,0
2	Среднее	5,1—10,0	20,1—40,0	45,1—80,0	70,1—125,0
3	Повышенное	10,1—15,0	40,1—60,0	80,1—125,0	125,1—180,0
4	Высокое	15,1—25,0	60,1—80,0	125,1—170,0	180,1—230,0
5	Очень высокое	Более 25,0	Более 80,0	Более 170,0	Более 230,0

Таблица 83

Группировка почв по содержанию обменного калия K₂O, мг/100 г почвы

№ группы	Содержание обменного калия	Минеральные почвы	Торфяные почвы. Объемная масса, г/см ³		
			более 0,35	0,21 — 0,35	до 0,20
1	Низкое	До 8,0	До 15,0	До 25,0	До 40,0
2	Среднее	8,1—12,0	15,1—25,0	25,1—45,0	40,1—75,0
3	Повышенное	12,1—17,0	25,1—35,0	45,1—60,0	75,1—95,0
4	Высокое	17,1—25,0	35,1—50,0	60,1—85,0	95,1—120,0
5	Очень высокое	Более 25,0	Более 50,0	Более 85,0	Более 120,0

Группировка почв по степени кислотности

№ группы	Степень кислотности почв	рН солевое	
		минеральные почвы	торфяные почвы
1	Сильнокислые	До 4,5	До 3,5
2	Среднекислые	4,6—5,0	3,6—4,3
3	Слабокислые	5,1—5,5	4,4—4,8
4	Близкие к нейтральным	Более 5,5	Более 4,8

Таблица 85

Группировка почв по обеспеченности микроэлементами, мг/кг почвы

Обеспеченность почв	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B
	0,1н. H ₂ SO ₄	1н. HCl	1н. KCl	1н. HNO ₃	по Григу	H ₂ O

I группа (зернобобовые, картофель)

Низкая	<15	<0,5	<0,3	<0,3	<0,005	<0,1
Средняя	15—30	0,5—1,5	0,3—1,5	0,3—1,0	0,005—0,15	0,1—0,3
Высокая	>30	>1,5	>1,5	>1,0	>0,15	>0,3

II группа (корнеплоды, овощи, травы)

Низкая	<45	<2	<1,5	<1,0	<0,2	<0,3
Средняя	45—70	2—4	1,5—3,0	1,0—3,0	0,2—0,3	0,3—0,5
Высокая	>70	>4	>3,0	>3,0	>0,3	>0,5

III группа (высокий агрофон)

Низкая	<100	<5	<3	<3	<0,3	<0,5
Средняя	100—150	5—7	3—5	3—5	0,3—0,5	0,5—1,0
Высокая	>150	>7	>5	>5	>0,5	>1,0

Торфяно-болотные почвы, мг/кг (Анспек и др., 1981)

Низкая	<40	<5	<2	<2	<0,2	<0,4
Средняя	40—100	5—7	2—6	2—6	0,2—0,6	0,4—1,0
Высокая	>100	>7	>6	>6	>0,6	>1,0

Паспортизация полей сельскохозяйственных угодий является более совершенной формой обобщения результатов агрохимического обследования. При паспортизации площадь сельскохозяйственных угодий разделяется на агрохимические контура. Паспортизованный контур — это часть сельскохозяйственного угодья, которая однотипно обрабатывается или используется, характеризуется близкими по значению почвенными и агрохимическими показателями и относительно однородным рельефом, ограничена в натуре видимыми ориентирами. Каждому паспортизованному контуру присваивается номер, сведения о нем заносятся в ведомость паспортизованных контуров. Пространственное размещение контуров в пределах полей севооборотов на территории хозяйств отражается схемой паспортизованных контуров. Она изготавливается путем нанесения границ всех паспортизованных контуров на план внутрихозяйственного землеустройства. Для обозначения принадлежности контуров к определенным видам угодий их границы выделяются линиями разного цвета: пашня — красным, сенокосы — зеленым, пастбища — коричневым. При нанесении на картосхему паспортизованных контуров наряду с номером указывается их площадь и основные агрохимические показатели: рН солевое, содержание доступного фосфора и обменного калия в мг на 100 г почвы. К материалам агрохимического обследования прилагается объяснительная записка, в которой поясняется порядок их практического использования, кратко анализируются изменения почвенного плодородия за период между циклами обследования, даются рекомендации по применению удобрений и известкованию кислых почв.

Ведомость паспортизованных контуров является базовым документом для перевода агрохимической информации на машинные носители. На базе данных, представляемых станциями химизации Северо-Западного экономического района, во Всесоюзном научно-исследовательском, конструкторском и проектно-технологическом институте химической мелиорации почв (ВНИПТИМ) создан информационный банк «Почва». На основе этих данных с помощью ЭВМ выполняются необходимые расчеты и обобщения. Так, по материалам IV цикла агрохимического обследования, для всех хозяйств Карельской АССР была проведена сравнительная оценка качества почв по плодородию, т. е. их бонитировка. При составлении алгоритма для ее расчета были взяты следующие важнейшие оценочные признаки: тип почвы, ее механический состав, степень кислотности, содержание гумуса и основных элементов питания. В зависимости от конкретной комбинации этих свойств была получена сравнительная оценка каждого паспортизованного поля в баллах. Баллы бонитета характеризуют относительную ценность почвы для выращивания конкретных

сельскохозяйственных культур. Растения предъявляют разные требования к почве, поэтому одни и те же свойства почв могут получать различную оценку в зависимости от того, по отношению к какой культуре они оцениваются. Кроме того, оценка почв может быть выражена в виде урожая этих культур (ц/га).

БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

Баланс азота, фосфора и калия представляет собой математическое выражение их круговорота в земледелии. Исследование баланса питательных веществ неразрывно связано с ростом применения удобрений в республике. Оно необходимо для научно обоснованной разработки наиболее рациональной системы удобрений, определения потребности в удобрениях на перспективу, разработки и осуществления мер по охране и оздоровлению окружающей среды. Баланс азота, фосфора и калия является одним из экономических показателей степени интенсификации и культуры земледелия. Задача повышения плодородия почв и увеличения урожаев несовместима с дефицитным балансом элементов питания.

Изучение баланса питательных веществ в сельском хозяйстве проводится в двух направлениях. Первое — это изучение баланса хозяйства, района, республики. Результаты этих исследований используются непосредственно в производстве для обоснования оптимального уровня применения минеральных и органических удобрений, обеспечивающих возврат питательных веществ в севообороте. Второе направление — изучение круговорота и баланса веществ в полевых опытах с удобрениями, во взятых под наблюдение севооборотах. Эти исследования дают экспериментальный материал о круговороте веществ и возможности его регулирования в системе почва — растение — удобрение. Сущность определения баланса питательных веществ заключается в сопоставлении их прихода за счет различных источников и расхода, т. е. отчуждения из почвы.

Главным источником поступления питательных веществ в почву является внесение минеральных удобрений. Для расчета на уровне республики, района, хозяйства используется ежегодная статистическая отчетность по форме 9-бсх «Отчет о внесении минеральных и органических удобрений», а по отдельному полю, севообороту, бригаде — оперативная отчетность совхозов.

До 40% всех элементов питания поступает в пахотные почвы республики с органическими удобрениями. Учет количества внесенных органических удобрений также предусмотрен формой 9-бсх. Содержание в них элементов питания берется на основании анализов станции химизации. Усредненные данные по рес-

публике приведены в таблице 37. При изучении круговорота веществ в полевых опытах и севооборотах анализ применения органических удобрений проводится ежегодно.

Часть питательных веществ поступает в почву с семенами. При расчете размера поступления питательных веществ с семенами учитываются их химический состав, нормы высева и посевные площади. Чем выше плодородие почвы и чем больше применяется удобрений, тем ниже удельный вес питательных веществ, поступающих с семенами. Из-за незначительности этой статьи прихода при расчетах ее можно не учитывать.

На баланс азота определенное влияние оказывают бобовые растения, вовлекающие атмосферный азот в круговорот веществ за счет симбиотической фиксации. Накопление симбиотически связанного азота в корневых и пожнивных остатках бобовых трав обусловлено их видовыми особенностями, массой корней и содержанием в них азота. В связи с малой долей бобовых трав в структуре посевных площадей республики, поступление азота в почву за счет симбиотической фиксации незначительно.

Некоторое количество азота поступает в почву в результате жизнедеятельности свободно живущих почвенных микроорганизмов. На интенсивность этого процесса влияет степень окультуренности почв. Как правило, этот процесс выражен слабо. В среднем за счет азотфиксации поступает 5—6 кг/га азота в год.

Одним из источников поступления азота и зольных элементов в почву является их выпадение с атмосферными осадками. Эта статья прихода элементов питания может значительно возрастать с увеличением загрязненности воздуха вблизи городов с развитой промышленностью. Для расчета баланса используются усредненные нормативы — 5 кг/га для азота и 3 кг/га для калия.

Основной расходной статьей в структуре баланса является вынос питательных веществ сельскохозяйственными культурами. От точности его определения во многом зависит достоверность расчетов. Величина выноса зависит от вида культур, их урожайности и почвенно-климатических условий. Подробно о выносе элементов питания урожаем изложено в главе «Вынос основных элементов питания сельскохозяйственными культурами».

В условиях промывного водного режима, характерного для Карелии, ощутимы потери питательных веществ от их вымывания из корнеобитаемого слоя. Из основных элементов питания наибольшей подвижностью в почве обладает азот, причем особенно подвижна его нитратная форма. Аммиачный и амидный азот удерживаются почвой значительно лучше. Для расчета баланса приняты следующие размеры потерь азота удобрений под посевами полевых культур; 5% для легких почв и 3% для тяжелых. Фосфор удобрений почти не вымывается даже при очень

обильном внесении. Практическое значение потери фосфора могут приобретать только на песках и торфяниках в условиях промывного водного режима. Интенсивнее фосфора вымывается из почвы калий удобрений. В среднем его потери составляют 5% на легких и 2% на тяжелых почвах.

В результате микробиологических процессов денитрификации и нитрификации происходят газообразные потери азота удобрений. Эти потери значительно возрастают при увеличении доз минеральных и органических удобрений. Их размеры зависят от типа почвы, группового состава микрофлоры, от воздушного, водного, теплового режимов почвы и степени ее кислотности. Для расчетов принята средняя величина, составляющая 15% от внесенной в почву дозы азота.

Одним из факторов, снижающих степень участия элементов питания удобрений в круговороте веществ, является способность почвы закреплять их в труднодоступные соединения. Особенно подвержен этому процессу вносимый с удобрениями фосфор. Поскольку закрепленный фосфор практически не принимает участия в питании растений, этот фактор необходимо учитывать при расчете баланса. Степень закрепления зависит от физико-химических свойств почвы. По данным ЦИНАО, в среднем эта величина составляет 50% от внесенной в почву дозы фосфора.

Баланс азота, фосфора и калия на пахотных почвах Карелии приведен в таблице 86. В республике сложился положительный

Таблица 86

Среднегодовой баланс элементов питания в пахотных почвах Карельской АССР

Годы	Поступление, тыс. тонн				Отуждение из почвы с урожаем и за счет вымывания, тыс. тонн	Баланс	
	с минеральными удобрениями	с органическими удобрениями	всего	тыс. тонн		кг/га	
Азот							
1975—1980	6,3	3,4	9,7	5,7	4,0	58	
1981—1985	7,8	4,0	11,8	6,9	4,9	67	
1988	7,9	4,5	12,4	6,9	5,5	74	
Фосфор							
1975—1980	4,0	2,0	6,0	4,5	1,5	22	
1981—1985	5,6	2,9	8,5	6,1	2,4	33	
1988	4,7	3,0	7,7	5,7	2,0	27	
Калий							
1975—1980	5,7	3,6	9,3	6,0	3,3	50	
1981—1985	7,1	4,3	11,4	7,3	4,1	56	
1988	6,5	4,7	11,2	7,2	4,0	54	

баланс основных элементов питания растений. Соотношение между азотом, фосфором и калием, поступающими в почву, в 1988 году составило 1:0,6:0,8, причем с органическими удобрениями внесено 39% всех элементов питания.

Баланс азота, фосфора и калия по отдельным культурам складывается по-разному (таблица 87). Интенсивное накопление питательных веществ происходит в почвах полей, занятых пропашными культурами, под которые, как правило, вносится большое количество органических удобрений. Доля элементов питания,

Таблица 87

Баланс элементов питания по основным сельскохозяйственным культурам в Карельской АССР в 1988 году

	Азот		Фосфор		Калий	
	тонн	кг/га	тонн	кг/га	тонн	кг/га
Картофель						
Внесено						
с минеральными удобрениями	187	37	661	132	641	128
с органическими удобрениями	1522	304	1015	203	1607	321
всего	1709	341	1676	335	2248	449
Вынесено всего	700	139	958	191	576	115
Баланс	+1009	+202	+718	+144	+1672	+334
Овощи						
Внесено						
с минеральными удобрениями	83	106	145	184	124	158
с органическими удобрениями	220	280	146	186	232	295
всего	303	386	291	370	356	453
Вынесено всего	180	229	182	232	144	183
Баланс	+123	+156	+109	+138	+212	+270
Кормовые культуры						
Внесено						
с минеральными удобрениями	7663	113	3896	57	5752	85
с органическими удобрениями	2611	39	1740	26	2756	41
всего	10274	152	5636	83	8508	126
Вынесено всего	6031	89	4481	66	6438	90
Баланс	+4243	+63	+1155	+17	+2070	+36

поступающих с органикой под картофель, составляет 74%, под овощи — 63%. Такой баланс по отдельным культурам можно считать нормальным, если в хозяйстве освоены севообороты, соблюдается чередование культур, а пропашные культуры занимают 15—20% общей площади севооборотов. Если картофель и овощи выращиваются на одних и тех же полях в течение нескольких лет, то складывается избыточный баланс элементов питания, который приводит к неоправданным экономическим затратам и неблагоприятным экологическим последствиям.

ПРИРОДООХРАННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Интенсивное ведение сельского хозяйства невозможно без применения минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и средств защиты растений от вредителей и болезней. В то же время химизация земледелия остро ставит проблему защиты окружающей среды от загрязнения средствами химизации.

Часть питательных веществ, поступающих в почву с минеральными и органическими удобрениями, не используется растениями. Если они не закрепляются в почве, то могут растворяться поверхностными и просачивающимися водами, а затем переноситься в водоемы и грунтовые воды. То же самое происходит в результате потерь при неправильном хранении и транспортировке. Большое количество аммиачного азота может попадать в водоемы со стоками от животноводческих помещений.

Попадающие в водные объекты соединения азота и органическое вещество вызывают эвтрофикацию водоемов, нарушение экологического равновесия, заболачивание.

Уровень загрязнения грунтовых вод во многом зависит от глубины их залегания и способности пород поглощать вещества, растворенные в просачивающихся водах. Очищение поверхностных вод может происходить, если на их пути к водным объектам находятся нераспаханные, покрытые растительностью, особенно кустарником или лесом, участки.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод необходимо соблюдать следующие общие требования:

— применение удобрений и пестицидов должно производиться по плану с соблюдением установленных доз, сроков, способов и регламентов внесения;

— не допускается внесение водорастворимых удобрений на замерзшую землю или по снегу, место внесения удобрений не должно затапливаться паводковыми водами;

— транспортировка удобрений и пестицидов должна производиться в специально оборудованном автотранспорте, исключая потерю;

— хранение минеральных удобрений должно быть организовано так, чтобы исключить загрязнение окружающей среды, места хранения не должны затопляться водой, а стекающие с площадок хранения воды необходимо собирать и использовать для удобрения сельхозугодий;

— хранение пестицидов производится только в специально отведенных для этого складах, с соблюдением соответствующих норм и правил;

— мойка тары, машин и оборудования должна производиться на специально оборудованных площадках.

Перечень основных правил, инструкций и рекомендаций по использованию средств химизации в сельском хозяйстве дан в приложении 1.

Для предотвращения загрязнения водоемов выделяются прибрежные водоохранные зоны, где устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности. В водоохранную зону могут включаться поймы рек, надпойменные террасы, бровки и крутые склоны берегов, а также балки, овраги, непосредственно впадающие в речную долину.

Для малых рек длиной до 200 км в зависимости от средне-многолетнего уреза воды в летний период устанавливается ширина прибрежной водоохранной зоны: для рек длиной до 50 км — 100 м, для рек длиной до 100 км — 200 м, для рек длиной свыше 100 км — 300 м.

Для ручьев и рек длиной до 10 км водоохранная зона устанавливается в виде полосы шириной 15 м.

Для крупных водоемов на территории Карелии водоохранная прибрежная зона установлена от среднемноголетнего уреза воды: для Ладожского озера — 2 км, для Онежского озера — 2 км, для озера Водлозеро — 1 км, для реки Водла — 1 км.

В пределах водоохранной зоны выделяется прибрежная полоса, на территории которой строго ограничивается хозяйственная деятельность. Ширина прибрежной полосы малых рек (м) зависит от вида прилегающих к воде сельскохозяйственных угодий и крутизны склона:

Вид угодий	Обратный и нулевой склон	Уклон до 3°	Уклон более 3°
Пашня	15—30	35—55	55—100
Пастбища и сенокосы	15—25	25—35	35—50
Лес, кустарник	35	35—55	55—100

Для Онежского и Ладожского озер, Водлозера и реки Водлы прибрежная полоса установлена по максимальному урезу воды повторяемостью 1 раз в 100 лет плюс 50 м, но на расстоянии не менее 100 м от среднемноголетнего межennaleго горизонта воды.

В водоохранннх зонах необходимо обеспечить соблюдение всех установленных правил при хранении, транспортировке и внесении средств химизации.

В водоохранной зоне запрещено:

- применение средств химизации с помощью авиации;
- размещение складов ядохимикатов и минеральных удобрений, навозохранилищ, площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами, взлетно-посадочных площадок для ведения авиационно-химических работ, а также складирование навоза;
- уничтожение тары из-под удобрений и ядохимикатов;
- чистка, мытье тары, машин и оборудования, применяемых для транспортировки и внесения удобрений и пестицидов.

В пределах прибрежной полосы запрещается всякая хозяйственная деятельность, в том числе распашка земель и применение средств химизации.

Вокруг рыбохозяйственных водоемов устанавливается санитарная зона на расстоянии 500 м от границы затопления при максимальном стоянии паводковых вод. В санитарной зоне, но не ближе 2 км от существующих берегов запрещается:

- авиапыливание в борьбе с вредителями, болезнями растений и сорняками;
- использование для любых целей препаратов ДДТ, гексахлорана, полихлорпилена;
- строительство складов для хранения пестицидов и минеральных удобрений, площадок для заправки наземной аппаратуры ядохимикатами, устройство взлетно-посадочных полос для авиационной обработки. Эти объекты могут быть построены только в случаях крайней необходимости по согласованию с органами рыбоохраны с принятием всех мер, исключающих попадание средств химизации в водоемы.

Для защиты источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения выделяются три пояса зоны санитарной охраны. На территории первого пояса запрещены все способы внесения удобрений и ядохимикатов. Во втором поясе запрещено внесение средств химизации с помощью авиации ближе 1000 м от источника питьевого водоснабжения. Кроме того, во втором поясе запрещено: производить чистку, мытье тары, машин и оборудования, применяемых для транспортирования и внесения удобрений и пестицидов; строительство складов для ядохимикатов и минеральных удобрений. Во втором и третьем

поясе санитарной зоны ограничено применение пестицидов в зависимости от степени опасности.

В санитарно-защитных зонах населенных пунктов и некоторых других объектов:

— запрещается применять химические средства с помощью авиации ближе 1000 м от населенных пунктов, животноводческих комплексов и ферм:

— не следует применять стойкие высокотоксичные ядохимикаты, а также ядохимикаты с неприятным запахом ближе 1000 м от населенных пунктов;

— разрешается применение мало- и среднетоксичных нестойких пестицидов наземной аппаратурой не ближе 300 м от жилья, животноводческих комплексов и других объектов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Перечень основных правил, инструкций и рекомендаций по использованию средств химизации в сельском хозяйстве

Правила по безопасному складированию, хранению, перевозке, подготовке и внесению аммиачной селитры. Утверждены Министерством сельского хозяйства СССР 12 июня 1972 г.

Санитарные правила по хранению, транспортировке и применению минеральных удобрений в сельском хозяйстве. Утверждены заместителем министра здравоохранения СССР, главным санитарным врачом СССР 13 апреля 1973 г., № 1049—73.

Санитарные правила по хранению, транспортировке и применению пестицидов в сельском хозяйстве. Утверждены заместителем министра здравоохранения СССР, главным государственным санитарным врачом СССР 20 сентября 1973 г., № 1123—73.

Временные рекомендации по организации хранения минеральных удобрений в осенне-зимний период в условиях недостатка типовых складских помещений. Утверждены объединением «Союзсельхозхимия» 8 сентября 1981 г.

Инструкция по обеззараживанию, повторному использованию и уничтожению металлической тары из-под пестицидов. Утверждена заместителем министра химической промышленности, заместителем министра сельского хозяйства СССР 18 декабря 1981 г.

Правила по технике безопасности и производственной санитарии на авиационно-химических работах. Утверждены заместителем министра гражданской авиации 15 февраля 1983 г., № 6.

Инструкция по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении пестицидов в сельском хозяйстве. Утверждена председателем объединения «Союзсельхозхимия» 18 июня 1984 г.

Приложение 2

Перечень основных нормативных актов и инструктивных материалов, регламентирующих применение сельскохозяйственных средств химизации в природоохранных целях

Положение о водоохраных полосах (зонах) малых рек РСФСР. Утверждено постановлением Совета Министров РСФСР от 14 января 1981 г., № 28.

Положение о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной ох-

раны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. Утверждено Министерством здравоохранения СССР 18 декабря 1982 г., № 2640—82.

О мерах по предотвращению попадания ядохимикатов в рыбохозяйственные водоемы. Указание Министерства сельского хозяйства СССР, Министерства рыбного хозяйства СССР, Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР от 31 августа 1972 г.

ГОСТ 17.1.3.04—82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами.

ГОСТ 17.1.3.11—84. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения минеральными удобрениями.

Временное положение о водоохраных зонах и особом режиме пользования природными ресурсами бассейна Ладожского и Онежского озер на территории Карельской АССР. Утверждено Постановлением Совета Министров Карельской АССР от 4 августа 1987 г., № 256.

Приложение 3

Содержание элементов питания в некоторых сельскохозяйственных культурах, % к сухому веществу (разные источники)

Культура, часть растения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Озимая рожь					
зерно	1,23—1,68	0,59—0,76	0,56—0,66	0,05—0,06	0,13—0,19
солома	0,33—0,56	0,16—0,26	1,05—1,43	0,24—0,40	0,06—0,07
Овес					
зерно	1,90—2,20	0,52—0,56	0,45—0,55	0,10—0,15	0,15—0,19
солома	0,28—0,45	0,19—0,27	1,65—1,85	0,30—0,40	0,08—0,12
Ячмень					
зерно	1,01—1,42	0,60—0,84	0,67—0,81	0,06—0,08	0,13—0,18
солома	0,37—0,45	0,14—0,25	1,21—1,92	0,20—0,26	0,10—0,16
Красный клевер					
сено	2,67—2,95	0,64—0,70	2,15—4,08	2,68—3,24	0,30—0,46
Картофель					
клубни	1,20—1,36	0,44—0,65	2,30—2,90	0,05—0,06	0,13—0,15
ботва	1,80—2,20	0,32—0,52	3,70—5,10	2,20—2,70	1,30—1,60

Приблизительный состав растительных остатков, % к сухому веществу
(М. М. Кононова. Органическое вещество почв, М., 1963)

Растительные остатки	Воски, жиры, смолы	Белки	Целлюлоза	Гемиллюлоза и растворимые углеводы	Лигнин
Многолетние бобовые травы					
корни	10—12	10—15	20—25	25—30	10—15
листья	—	12—20	15	10—12	5
Многолетние злаковые травы					
корни	5—12	5—10	25—30	25—30	15—20
Лиственные породы					
листья	3—5	4—10	15—25	10—20	10
древесина	—	0,5—1	40—50	20—30	20—25
Хвойные породы					
хвоя	20—25	5—7	20	15—20	15
древесина	—	0,1—1	45—50	15—25	25—30

Приложение 5

Нормативные показатели коэффициентов использования элементов питания сельскохозяйственными культурами из минеральных удобрений и почвы для Северного и Северо-Западного районов Нечерноземной зоны РСФСР, %

Культура	Из почвы		Из удобрений		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая рожь	4,3	6,8	23,6	8,3	21,7
Яровой ячмень	3,9	6,6	27,4	10,6	33,2
Овес	4,0	7,2	31,2	18,6	54,6
Картофель	4,2	21,2	42,3	11,4	64,8
Капуста	8,5	31,2	34,8	17,9	44,7
Морковь столовая (по РСФСР)	11,6	36,1	39,0	23,9	54,4

Соотношение объема и массы удобрений*

Удобрение	Объем одной тонны, м ³	Масса одного кубического метра, т
Аммиачная селитра	1,22	0,82
Натриевая селитра	0,70—0,90	1,10—1,40
Кальциевая селитра	0,90—1,10	0,90—1,10
Сульфат аммония	1,25	0,80
Карбамид	1,55	0,65
Суперфосфат простой		
порошковидный	0,80	1,20
гранулированный	0,90	1,10
Суперфосфат двойной гранулированный	1,00	1,00
Фосфоритная мука	0,55—0,60	1,70—1,80
Хлористый калий	1,05—1,09	0,95
Сульфат калия	0,71—0,80	1,25—1,40
40%-я калийная соль	0,83—1,00	1,00—1,20
Калийно-магниевый концентрат	0,67	1,50
Сильвинит	0,77—0,81	1,10—1,30
Кайнит	0,67—0,77	1,30—1,40
Аммофос	1,10	0,90
Нитрофоска	1,00	1,00
Нитрофос	1,10	0,90
Нитроаммофос	1,10	0,90
Нитроаммофоска	1,10	0,90
Доломитовая мука	0,67	1,50
Известняк молотый	0,60	1,70
Сланцевая зола	1,00	1,00
Зола древесная	2,00	0,50
Торф полуразложившийся (влажность 60%)	1,25—1,66	0,60—0,80
Торфокрошка	3,33—4,00	0,25—0,30

* Методические указания по планированию поставок и учету поступления, хранения и использования минеральных удобрений в сельском хозяйстве (Рязань, 1987).

Оптимальные значения рН для кормовых культур (по данным БелНИИПА)

Клевер красный	5,8—6,5	Лисохвост	5,3—6,0
Люцерна	5,8—6,5	Овсяница	5,3—6,0
Донник	5,8—6,5	Мятлик	5,3—6,0
Райграс	5,8—6,5	Овес	4,5—6,0
Ежа сборная	5,8—6,5	Рожь	4,5—6,0
Ячмень	5,3—6,0	Тимофеевка	4,5—6,0
Брюква	5,3—6,0	Люпин	4,5—5,0
Турнепс	5,3—6,0	Рапс	5,6—7,0
Вика	5,3—6,0		

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Почвенно-климатические условия (<i>М. В. Федорченко</i>)	4
Агрохимическая характеристика почв, ее изменение в результате применения средств химизации (<i>Ю. А. Трынкин</i>)	7
Кислотность почв	7
Содержание элементов питания	9
Изменение агрохимической характеристики почв в результате применения средств химизации	17
Химический состав и питание растений (<i>М. В. Федорченко</i>)	22
Азот	22
Фосфор	24
Калий	26
Кальций	27
Магний	27
Натрий	28
Сера	28
Железо	28
Микроэлементы	28
Вынос основных элементов питания сельскохозяйственными культурами	31
Внешние признаки недостатка элементов питания	32
Особенности питания растений, сроки и способы внесения удобрений	33
Минеральные удобрения, их взаимодействие с почвой и растениями (<i>М. В. Федорченко</i>)	38
Азотные удобрения	38
Фосфорные удобрения	40
Калийные удобрения	42
Комплексные удобрения	45
Микроудобрения	45
Бактериальные удобрения	48
Органическое вещество почв и применение органических удобрений (<i>М. В. Федорченко</i>)	50
Гумус почв	50
Баланс гумуса и расчет потребности в органических удобрениях	51
Основные показатели качества органических удобрений	56
Виды органических удобрений	57
Навоз	57
Птичий помет	64
Зверьковый навоз	65
Торф	65
Компосты	68
Сапропели	71
Дозы, сроки, способы внесения органических удобрений	72
Сравнительная оценка основных видов органических удобрений	74

Известкование кислых почв (<i>Л. С. Алексеев</i>)	76
Показатели кислотности почв	76
Отношение растений к почвенной кислотности	78
Определение потребности известкования в севооборотах	78
Определение доз извести	80
Известковые материалы	82
Периодичность известкования	85
Сроки внесения и способы заделки извести в почву	86
Особенности известкования в зимний период	88
Машины для транспортировки и внесения известковых материалов	89
Контроль и оценка качества работ по известкованию	94
Организация применения удобрений (<i>М. В. Федорченко</i>)	96
Система удобрения в севообороте	96
Планы применения удобрений, определение доз удобрений	97
Комплексное агрохимическое окультуривание полей	109
Эффективность удобрений	115
Агрохимические исследования (<i>Ю. А. Трынкин</i>)	119
Баланс питательных веществ в почве (<i>Ю. А. Трынкин</i>)	126
Природоохранные требования при применении средств химизации (<i>М. В. Федорченко</i>)	130
Приложения	134

Справочное издание

Федорченко Маргарита Витальевна
Трынкин Юрий Анатольевич
Алексеев Леонид Семенович

СПРАВОЧНИК АГРОХИМИКА

Рецензент — кандидат сельскохозяйственных наук
М. М. ЦыБА

Редактор *Л. В. Каретина*, Художник *В. А. Левин*. Художественный редактор *Л. Н. Дегтярев*. Технический редактор *Э. С. Иванова*. Корректор *В. Н. Григорьева*.

ИБ № 1962

Сдано в набор 29.06.89. Подписано в печать 14.09.89. Формат 60×84₁₆. Бумага типограф. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 8,37. Усл. кр.-отт. 8,37. Уч.-изд. л. 7,6. Тираж 1000 экз. Зак. 2189. Изд. № 82. Цена 65 к.

Издательство «Карелия». 185610, Петрозаводск, пл. В. И. Ленина, 1. Республиканская ордена «Знак Почета» типография им. П. Ф. Анохина Государственного комитета Карельской АССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 185630, Петрозаводск, ул. «Правды», 4.

Федорченко М. В. и др.

- Ф 33 Справочник агрохимика/М. В. Федорченко, Ю. А. Трынкин, Л. С. Алексеев.—Петрозаводск: Карелия, 1989.—140 с.
ISBN 5-7545-0155-2

Авторы — сотрудники Республиканской проектно-испытательской станции химизации сельского хозяйства дают почвенно-агрохимическую характеристику сельхозугодий Карельской АССР, излагают основные вопросы применения минеральных, органических удобрений и химических мелиорантов с учетом почвенных и организационно-хозяйственных условий республики, приводят справочные данные и результаты исследований по вопросам использования средств химизации.

Справочник предназначен для руководителей, специалистов сельского хозяйства, бригадиров полеводства, а также студентов сельскохозяйственных вузов и техникумов.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК
