

Глава 7. КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

7.1. РОЛЬ КАЛИЯ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Калий является одним из основных элементов минерального питания растений. В растительных организмах он находится в ионной форме и не входит в органические соединения клеток. Он содержится главным образом в цитоплазме и вакуолях, в ядре отсутствует. Около 20% калия удерживается в клетках растений в обменно-поглощаемом состоянии коллоидами цитоплазмы, до 1% его необходимо поглощается митохондриями, а основная часть (примерно 80%) находится в клеточном соке и легко извлекается водой. Поэтому калий вымывается из растений дождями, особенно из старых листьев. Физиологические функции калия в растительном организме разнообразны.

Накапливаясь в хлоропластах и митохондриях калий стабилизирует их структуру и способствует образованию богатой энергией аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в процессах фотосинтетического и окислительного фосфорилирования. На свету прочность связей иона калия с коллоидами цитоплазмы клетки усиливается, а в темноте она ослабевает и происходит частичное выделение калия из растений через корни. Он оказывает положительное влияние на физическое состояние коллоидов цитоплазмы, повышает их оводненность, набухаемость и вязкость, что создает нормальные условия обмена веществ в клетках, повышает устойчивость растений к засухе.

Калий положительно влияет на интенсивность фотосинтеза, окислительных процессов и образование органических кислот в растении, на углеводный и азотный обмен. Повышая активность ферментов, участвующих в углеводном обмене, калий способствует накоплению крахмала в клубнях картофеля, сахара в сахарной свекле, корнеплодах и других растениях, повышает устойчивость зерновых к морозам, а также к полеганию, к поражению мучнистой росой и ржавчиной, а овощные культуры, картофель и корнеплоды делает менее восприимчивыми к гнилям. У льна повышается выход и качество волокна, у зерновых — основные качества семян. Имеются данные о положительном влиянии калия на вкусовые качества плодов.

Молодые жизнедеятельные органы растений содержат значительно больше калия, чем старые. В зерновых культурах

его больше в соломе, чем в зерне. При недостатке калия в питательной среде происходит его отток из более старых органов и тканей в молодые органы, где он используется повторно (реутилизируется). При дефиците калия в почве края и кончики листьев (в основном нижних) буреют, становятся похожими на обожженные (этот симптом называется краевым ожогом), на пластинке листа появляются мелкие краевые пятна. Чаще, чем другие культуры, от недостатка калия страдают картофель, корнеплоды, капуста, силосные культуры и многолетние травы, так как им необходимо много калия. Менее чувствительны к дефициту калия зерновые злаки, при остром его дефиците они плохо кустанутся, междоузлия стеблей укорачиваются, а листья, в основном нижние, увядают даже при достаточной влажности.

7.2. СОДЕРЖАНИЕ КАЛИЯ В ПОЧВЕ

Почты все почвы (кроме торфяных) содержат калия в 5–10 раз больше, чем азота и фосфора. Удельный вес этого элемента колеблется от 0,5 до 3% в разных типах почв. Больше калия содержит глинистая фракция, поэтому богатее калием глинистые и суглинистые почвы (2–2,5%); в песчаных и супесчаных его содержится 1–2%, в торфяных — только 0,03–1%. Однако калий содержится в почвах главным образом в не доступных для растений формах.

По доступности растениям все соединения калия в почве можно распределить на пять групп:

горные породы и минералы удерживают 98–99% общего количества калия почвы в виде труднорастворимых алюмосиликатов — полевых шпатов, слюд и гидрослюды. Калий этих соединений становится доступным для растений только после разрушения и превращения минералов в более простые минералы и соли и большого значения в питании растений не имеет.

водорастворимые соединения калия (нитраты, фосфаты, сульфаты, хлориды и карбонаты) находятся в почвенном растворе. Доступны для растений, но содержатся в очень незначительных количествах — от 1 до 7 мг К₂O на 1 кг почвы, или от 3 до 21 кг на 1 га;

объемный, или поглощенный, калий представлен катионами калия в почвенном поглощающем комплексе.

Катионы ППК и водорастворимые соединения калия — это основные источники калийного питания растений. Поэтому степень обеспеченности почв калием для питания растений принято выражать содержанием его в подвижной форме (сумма водорастворимого и обменного) в мг/кг почвы.

Группировка почв по обеспеченности подвижным калием, определенным методом Кирсанова, приведена в табл. 7.1.

7.1. Группировка почв Беларуси по содержанию подвижного калия (по Кирсанову)

Группы по содержанию калия	Содержание K_2O , мг/кг почвы		Запасы калия, кг/га в переверном горизонте (25 см) минеральных почв
	минеральной	торфяно-болотной	
I Очень низкое	менее 80	менее 200	менее 300
II Низкое	81-140	201-400	301-400
III Среднее	141-200	401-600	401-700
IV Повышенное	201-300	601-1000	701-1000
V Высокое	301-400	1001-1300	1001-1300
VI Очень высокое (избыточное)	более 400	более 1300	более 1300

По данным восьмого тура агрохимического исследования почв Беларуси, среднее содержание подвижных форм калия в дерново-подзолистых почвах составляет 175 мг K_2O в 1 кг почвы или 525 кг/га. Однако растения используют лишь 5,7-37,5% их запаса. Уровень использования калия из почвы зависит от ее типа и транзюлометрического состава, от общего содержания его в почве, биологических особенностей культур и других условий. Оптимальный уровень подвижных форм калия в республике имеют 17,6% сульфидных, 16,2 — супесчаных, 11,2 — песчаных и 8,4% — торфяно-болотных почв.

Однако даже на пахотных угодьях еще велика доля почв, слабообеспеченных калием (менее 140 мг/кг на минеральных и менее 400 — на торфяно-болотных почвах), — это 39,4% сульфидных, 38,3 — супесчаных, 48,7 — песчаных и 62,2% — торфяно-болотных почв. На луговых угодьях почв, бедных калием, более 70%. В то же время понижилось почв с содержанием подвижного калия более 400 мг в 1 кг почвы (2,8%), на которых внесение калийных

удобрений неэффективно и приводит к непроизводительным затратам. Поэтому для повышения плодородия почв и рационального использования удобрений нужна оптимизация калийного питания растений, внесение калийных удобрений с учетом содержания калия в почвах.

Калий органического вещества входит в состав растительных остатков и микроорганизмов. Растениями непосредственно не усваивается, но в процессе минерализации органических веществ легко переходит в почвенный раствор и становится доступным для растений;

необходимый, или фиксированный, калий поглощается почвой, прочно удерживается кристаллической решеткой минералов и поэтому труднодоступен для растений.

Соотношение разных форм калия в почвах зависит от их типа и транзюлометрического состава. В 1 кг песчаной дерново-подзолистой почвы содержится 18 мг водорастворимого, 65 — обменного, 260 мг кислотно-растворимого K_2O (всего — 11,5 г), в 1 кг сульфидных — соответственно 35, 128, 1610 мг (общие запасы — 28,4 г/кг K_2O).

Обменный калий в дерново-подзолистых песчаных почвах составляет примерно 0,5%, супесчаных — 0,8, сульфидных — 1,5% и глинистых — 2-3% общего. Сегодня известно, что ионы обменного калия неравнозначны по доступности, которая зависит от их размещения в ППК почвы. Наименее прочно связаны ионы калия, которые сорбируются и удерживаются на планарных поверхностях кристаллов, несколько прочнее ионы, прикреплённые на углах и ребрах. Калий, занимающий эти сорбционные позиции, относится к категории интенсивно обменного калия, так как ионы его относительно быстро переходят в почвенный раствор. Наиболее прочно ионы обменного калия удерживаются в межпакетных гексагональных пустотах решетки и на клинообразных позициях ее боковых граней. На этих же позициях происходит и обменная фиксация калия. Для определения обменного калия используется вытравка 0,2 М HCl (метод Кирсанова) или 1 М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (метод Масловой). Природный обменный калий прочно связан с кристаллической решеткой минералов и переходит в доступное состояние в результате выветривания.

Фиксированный почвой калий из удобрений доступен растениям, причём его доступность тем выше, чем больше количество его фиксировано почвой. Необменный калий из почвы извлекается 2М HCl (метод Пчелкина), 10%-ной HCl (метод Гедройца) и другими способами.

Между формами калия в почве существует подвижное (динамическое) равновесие, и если, например, растение поплощадает водорастворимый калий, то количество его в почве пополняется за счет обменного, а уменьшение последнего через какое-то время восполняется за счет необменного калия. Таким образом, по мере потребления растениями подвижного калия запасы его будут пополняться за счет труднообменного, а также калия кристаллической решетки минералов. Однако в почве могут происходить и обратные процессы превращения одной формы в другую. Как указывает ряд исследователей, перемещение подкисляющих и увлажняющих почв, обычные летом, несколько ускоряют этот процесс. Мобилизующее воздействие на переход калия в доступные формы оказывают сами растения.

Как уже отмечалось, в агрохимии степень обеспеченности почв доступным для растений калием выражается содержанием подвижных его форм. Однако более полная характеристика калийного режима почвы предусматривает кроме содержания подвижных форм калия в почве учет *степени его подвижности, т.е. степени доступности растениям*. Современные методы позволяют дать такую оценку. Она базируется на физико-химической взаимосвязи ионов калия, кальция и магния в системе "почва — почвенный раствор" и выражается через термодинамический потенциал калия, или так называемый калийный потенциал, который рассматривается как "фактор интенсивности" почвенного калия.

Под *калийным потенциалом* понимают изменение свободной энергии в реакциях обмена между катионами калия, с одной стороны, и кальция и магния — с другой, в системе "твердая часть почвы — почвенный раствор" при постоянных значениях температуры (25 °C) и давления (1,01 · 10⁵ Па). Калийный потенциал ΔZ° находят по формуле $\Delta Z^{\circ} = pK - 0,5 pCa$, где p — отрицательный логарифм активности ионов K^{+} и суммы Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Калийный потенциал почвы указывает на возможность перехода поглощенного ею калия в раствор с учетом конкуренции сопровождающих его двухвалентных катионов. Чем больше численное значение калийного потенциала, тем ниже способность K^{+} к переходу в раствор, а следовательно, и его доступность растениям. Поскольку получаемая величина является отрицательным логарифмом, калийный потенциал служит универсальным и сравнительно простым показателем для каждого вида почвы.

Согласно принятой градации, величина калийного потенциала в интервале от 2,5 до 2,9 свидетельствует о недостатке калия в почве для нормального развития растений, значения 1,8–2,2 соответствуют оптимальным условиям, менее 1,5 — указывает на относительный избыток этого элемента. Калийный потенциал может использоваться для диагностики калийного питания растений и при разработке рекомендаций по внесению удобрений.

7.3. КРУГОВОРОТ КАЛИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Круговорот калия в земледелии более благоприятный, чем фосфора. В отличие от фосфора и азота основная часть калия содержится в нетоварной части растениеводческой продукции — листьях, стеблях, соломе, используемых на корм и подстилку. Поэтому он почти весь с навозом возвращается в почву. Таким образом, рациональное использование растительных отходов и навоза очень важно для обеспечения почвы калием. Однако возделываемые культуры выносят калия значительно больше, чем фосфора, а иногда и азота. Кроме того, какое-то количество калия вымывается из почвы, а также теряется из-за эрозии. Исследованиями БелНИИПА установлено, что из 1 га дерново-подзолистой почв разного гранулометрического состава может вымываться от 8 до 15 кг калия, торфяных — до 10 кг. От эрозии, в зависимости от степени эродированности почв, теряется от 5 до 20 кг калия в расчете на 1 га.

Небольшое количество калия поступает в почву с семенами (до 2 кг на 1 га) и атмосферными осадками (7 кг). Однако ни этот калий, ни поступающий с органическими удобрениями не может компенсировать вынос его с урожаем и потерей из почвы. Поэтому для повышения плодородия почв, получения высоких урожаев, особенно требовательных к этому элементу питания культур, важную роль играют минеральные калийные удобрения. Наиболее эффективны последние на песчаных и супесчаных почвах, а также торфяных, содержащих мало калия.

7.4. МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, СОСТАВ И СВОЙСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Сырьем для производства калийных удобрений являются природные калийные соли. Крупнейшими месторождениями хлористых калийных солей на территории стран СНГ являются Соликамское и Велюрусское (карналит и сильвинит). Прикарпатское месторождение (Западная Украина) представлено преимущественно сернокислыми солями (шенит, дантейнит и каинит). Осваиваются Тубетанское и Карлюкское месторождения в Таджикистане.

Производство и применение калийных удобрений в Беларуси в последние годы росло быстрыми темпами. В 1992 г. было внесено 692 тыс. т д.в., или 120 кг K_2O на 1 га пашни. Возможности республики позволяют в ближайшем будущем увеличить производство и применение калийных удобрений до 910 тыс. т и тем самым полностью обеспечить ими сельское хозяйство.

Основной формой калийных удобрений в республике является хлористый калий. Ассортимент калийных удобрений будет расширен за счет производства небольшого количества сульфата калия (7 тыс. т), а также комплексных удобрений, в состав которых входит калий (8 тыс. т, в том числе 3 тыс. т кристаллина).

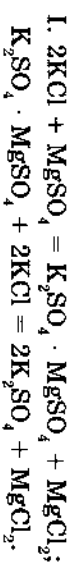
Производимые в СНГ калийные удобрения по химическому составу подразделяют на хлоридные (хлористый калий и смешанные соли) и сульфатные (сульфат калия, калимагнезия и калимаг). В зависимости от содержания калия и технологии производства калийные удобрения подразделяются на концентратированные, представляющие хлоридными и сульфатными формами, и размоловые природные соли (сильвинит и каинит). Кроме того, в качестве калийсодержащих удобрений используются отходы промышленности — цементная пыль и древесная зола.

Хлористый калий (КС) — основное калийное удобрение, на долю которого приходится около 95% всех калийных удобрений. Содержит 57–60% K_2O . Это кристаллическое вещество розового или белого цвета с серым оттенком, хорошо растворимое в воде. Получают его разложением сильвинита на хлориды калия и натрия гидрохлоридным способом, а также галургийским и флюогалогидным способами из калийных руд. При гидрохлоридном способе получают крупнокристаллический хлористый калий путем

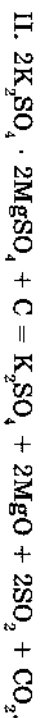
разделения хлоридов калия и натрия по удельной массе в специальных аппаратах "Гидроциклон". Галургийский способ основан на различной растворимости этих солей при повышении температуры до 90–100 °С. При этом в растворах, насыщенных обеими солями, содержание хлоридов калия увеличивается примерно в два раза, а хлоридов натрия уменьшается. При последующем охлаждении раствора до 20–25 °С хлористый калий кристаллизуется, а хлористый натрий остается в растворе. После высушивания образовавшийся кристаллов получается мелкокристаллический хлористый калий, который при хранении сильно слеживается. Грануляция улучшает физические свойства удобрения.

Флюогалогидный способ производства хлористого калия из сильвинита также позволяет получить удобрения с хлоридными физическими свойствами. При этом способе для отделения КС от NaCl в сильвинит добавляют поверхностно-активные вещества (аминил), которые адсорбируют только на поверхности кристаллов КС. При интенсификации продувке его кристаллы всплывают, а кристаллы NaCl оседают. Флюогалогидный хлористый калий имеет более крупные естественные кристаллы розового цвета. Реагенты на поверхности кристаллов КС резко уменьшают гигроскопичность и слеживаемость удобрения.

Сернокислый калий (сульфат калия, K_2SO_4) — мелкокристаллическая соль белого или сероватого цвета, хорошо растворимая в воде. Содержит 46–52% K_2O . Получается путем обменного разложения КС и $MgSO_4$ (I) и термического восстановления (II).



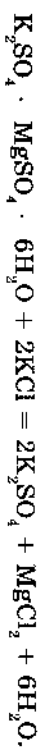
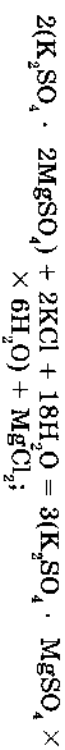
Сульфат калия вследствие менее высокой растворимости выпадает в осадок, а растворимый $MgCl_2$ остается в растворе. Осадок сульфата калия отфильтровывают и сушат.



Затем сульфат калия выщелачивается при 100° С водой, а окись магния остается в осадке; сернистый газ восстанавливается метаном до элементарной серы.

Из руд западноукраинских месторождений, содержащих в основном минералы дантейнит $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ и кан-

нит $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, сульфат калия получают путем конверсии лайфейнита в шенит при добавлении хлористого калия, который реагирует с сульфатом магния, что приводит к выделению $MgCl_2$ и дополнительному образованию сульфата калия в удобрении.



Сульфат калия выпадает в осадок, а хлористый магний остается в растворе. Осадок сульфата калия отфильтровывают и сушат.

Удобрение обладает хорошими физическими свойствами и может применяться на любых почвах и под все культуры, особенно хорошо оно для культур чувствительных к хлору (картофель, гречиха, лук, огурцы и др.).

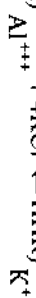
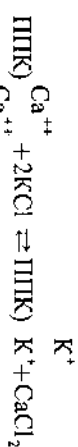
40%-ная калийная соль ($KCl + KCl \cdot nNaCl$) — кристаллическая соль серого цвета с включением розовых кристаллов. Получается механическим смешиванием хлористого калия с тонкоразмолотым сильвинитом. Содержит 40% K_2O . *Хорошее удобрение для культур, отзывчивых на натрий и малочувствительных к хлору* (сахарная свекла, кормовые и столовые корнеплоды). Для растений, чувствительных к избытку хлора, калийная соль менее пригодна, чем хлористый калий.

Цементная пыль — отходы цементной промышленности, бесхлорное калийное удобрение. Содержит 10–15% K_2O . Выпускается гранулированным, упаковывается в бумажные мешки. Калий присутствует в виде *солей карбонатов, бикарбонатов, сульфатов* и в незначительной степени *силликатах*. Цементная пыль содержит также *гипс, окись кальция, полуторные окислы* и примеси *микроразъемных*. Применяется в качестве *основного удобрения*, особенно на кислых почвах, *под хлорофобные культуры*.

Древесная зола является ценным фосфорно-калийным и известковым удобрением, так как в ней содержится до 7% фосфора (P_2O_5), до 15 — калия (K_2O) и около 40% — кальция (CaO). Есть в ней и *микроразъемные*. В отличие от промышленных удобрений зола не содержит хлора и поэтому наиболее эффективна для культур, отрицательно реагирующих на хлор (картофель и овощи), особенно на кислых дерново-подзолистых почвах. Для улучшения качества компостов в них добавляют золу вместо известки (3–4% массы компостируемого материала).

7.5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ С ПОЧВОЙ

Все калийные удобрения хорошо растворимы в воде. При внесении в почву они быстро растворяются и на основе обменных реакций вступают во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом:



Часть калия удобрений переходит в почву в обменные фиксированные соединения.

Другие катионы (Na^+ , Mg^{2+}), находящиеся в калийных удобрениях, как и калий, поглощаются ППК, а хлор остается в почвенном растворе и поэтому легко вымывается. В поглощенном состоянии снижается подвижность калия и тем самым предотвращается его вымывание. Истощение почвы емкостью поглощения. Обменный калий из удобрений хорошо доступен растениям. Степень использования содержащегося в минеральных удобрениях калия — 60–70%.

На почвах среднетого и тяжелого гранулометрического состава калийные удобрения вносят осенью под заблаговую вспашку. В этом случае они попадают во влажный слой почвы, где разлагается основная масса корней, поэтому калий больше усваивается растениями. На легких почвах, особенно в годы с большим количеством осадков, когда наиболее вероятно вымывание калия, удобрения целесообразно вносить весной под культивацию. Это же относится и к торфяным почвам с неотрегулированным водным режимом.

Все калийные удобрения — физиологически кислые соли, но кислотность их меньше, чем аммонийных удобрений, и проявляется только при длительном применении под культуры, потребляющие большое количество калия (гречиха, корнеплоды, картофель, овощи). Катионы K^+ и Na^+ , содержащиеся в них, способствуют образованию осадков.

жальцеся в калийных удобрениях, поглощаясь почвой, вытесняют из нее эквивалентное количество катионов Ca^{2+} или H^+ и Al^{3+} (на кислотных почвах), а ионы H^+ и Al^{3+} подкисляют почвенный раствор, увеличивается содержание в нем алюминия. Сильное подкисление происходит только при систематическом внесении высоких доз удобрений, особенно с низким содержанием калия, на почвах, не насыщенных основными. Чтобы предупредить отрицательное влияние калийных удобрений, на этих почвах необходимо проводить известкование.

Необходимое поглощение (фиксация) калия удобрениями, по данным В. У. Челкина, в зависимости от минералогического состава почв и дозы калийных удобрений может составлять от 14 до 82%. Фиксированные катионы калия менее доступны растениям, а в некоторых случаях и вообще недоступны. Необходимое поглощение калия свойственно глинистым минералам монтмориллонитовой группы и группы гидрослюд, имеющих трехслойную рабухающую решетку. Поэтому размер фиксации калия почвами в сильной степени зависит от их минералогического состава: чем больше в почве содержится минералов монтмориллонитовой группы и гидрослюд, тем сильнее фиксация калия. Песчаные и супесчаные почвы калия фиксируют меньше, чем средне- и тяжелосуглинистые.

Механизм фиксации следующий: катионы проникают в межпачетные пространства, когда они имеют наибольшие размеры (в состоянии набухания), и в сетке кислородных атомов тетраэдрических слоев занимают текатонатные пустоты, притягивая к себе оба отрицательно заряженных кислородных слоя, в результате чего оказываются в замкнутом пространстве. Высушивание почвы, особенно чередующееся с увлажнением, может значительно усилить процессы фиксации калия. Поэтому калийные удобрения нельзя вносить в верхний, часто пересыхающий слой почвы. Необходимое поглощение калия почвой из крупнокристаллических и гранулированных калийных удобрений меньше, чем из мелкокристаллических, примерно на 20–30% ввиду меньшей поверхности контакта.

Как показала исследования, от вида калийного удобрения величина фиксации калия практически не зависит. При внесении высоких доз калийных удобрений абсолютное количество фиксированного почвой калия возрастает, а относительное — снижается. При длительном систематическом внесении калийных удобрений в почве повышается

еся содержание и обменных, и необходимых форм калия. При этом количество обменного калия увеличивается быстрее, чем водорастворимого.

Ранние формы калия в почве взаимодействуют следующим образом: калий кристаллической решетки \rightleftharpoons обменный калий \rightleftharpoons обменный калий \rightleftharpoons обменный калий \rightleftharpoons обменный калий. В результате растений могут использоваться все формы калия почвы, но в разных количествах. В опыте, который продолжался 101 год (Англия), на суглинистой почве растения вынесли с урожаем в 3–4 раза больше калия, чем содержалось его в обменной форме. Эти и множество других данных подтверждают возможность использования растениями обменных форм поглощенного калия.

Характер взаимодействия калийных удобрений с почвенным поглощающим комплексом свидетельствует об очень слабой миграции калия по почвенному профилю, за исключением песчаных и супесчаных почв. Как правило, на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава обменный калий удобрений не выщелачивается ниже слоя 40–60 см, т.е. остается в корнеобитаемом слое. Очень слабая миграция калия — вторая причина, почему калийные удобрения нельзя заделывать в самый верхний слой почвы, так как корневая система уходит в поисках влаги в более глубокие горизонты. По этой же причине калийные удобрения при подкормках чаще всего бывают менее эффективны, чем при разовом внесении всей дозы до посева.

7.6. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Использование калийных удобрений на бедных калием дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава и кислотных торфяных почвах обычно дает значительные прибавки урожайности всех сельскохозяйственных культур.

При определении дозы калийных удобрений учитываются: тип, гранулометрический состав и водный режим почвы; содержание в ней обменных форм калия; биологическая особенность сельскохозяйственной культуры; урожайность и качество продукции. Важнейшее условие эффективности калийных удобрений — достаточная обеспеченность почв другими элементами, прежде всего азотом и фосфором.

Для большинства сельскохозяйственных культур средние дозы калийных удобрений на дерново-подзолистых почвах — 60–90 кг/га, для культур с повышенной потребностью в калии (свекла, картофель, плодовые и овощные) они увеличиваются до 90–120 кг/га. На торфяных хорошо окультуренных почвах под зерновые и зернобобовые вносят от 90 до 120 кг/га K_2O , пропашные, технические и овощные — 150–180, многолетние и однолетние травы — 90–120 кг/га.

На связанных почвах, как указывалось, всю дозу калийных удобрений (за исключением небольшой части в рядки под некоторые культуры) лучше вносить осенью под зяблевую вспашку: в этом случае из хлорсодержащих калийных удобрений осенне-весенними осадками из корнеобитаемого слоя почвы вымывается хлор, отрицательно влияющий на некоторые культуры. Если с осени калийные удобрения внести не удалось, их вносят под перепахку или глубокую культивацию рано весной, но при этом хлорсодержащие удобрения могут отрицательно сказаться на урожайности чувствительных к хлору культур. Только на песчаных и супесчаных, а также торфяных и пойменных почвах из-за опасности вымывания наряду с хлором и калия калийные удобрения вносят весной. На легких почвах, особенно при орошении, иногда целесообразно часть дозы использовать для подкормки пропашных культур.

Под требовательные к калию культуры (овощные, корнеплоды, картофель, плодовые, силосные) калийные удобрения вносятся в первую очередь, причем под плодовые, некоторые овощные (особенно закрытого грунта), трещину, картофель, ден лучше использовать бесхлорные калийные удобрения. Лучшим из них для этих культур является сернокислый калий.

При внесении хлорсодержащих калийных удобрений осенью хлор до весны вымывается и его отрицательного влияния многие культуры не испытывают. Для сахарной свеклы, корневых корнеплодов лучше подходит калийные удобрения, содержащие натрий (калийная соль), который усиливает отток углеводов из листьев в корни, способствуя большому накоплению в них сахара.

На известкованных почвах, особенно для льна и картофеля, требуются более высокие (на 20%) дозы калийных удобрений из-за антагонизма между ионами калия и кальция при поступлении их в растения.

Использование растением калия из калийных удоб-

рений в год внесения составляет от 12 до 50% в зависимости от культуры и почвенно-климатических условий. Результативно совместное внесение органических и минеральных калийных удобрений. Важно помнить, что на почвах, бедных азотом и фосфором, одни калийные удобрения не дают должного эффекта.

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о роли калия в жизни растений.
2. Сколько и в каких формах содержится калий в почве? Как они делаются по доступности для растений?
3. Назовите основные месторождения калийных солей и охарактеризуйте калийные минералы.
4. Как получают хлористый калий, каковы свойства и особенности применения этого удобрения?
5. Расскажите о составе, свойствах и применении сульфата калия и калийной соли.
6. Какие промышленные отходы используются в качестве калийных удобрений? Расскажите о них.
7. Опишите механизм взаимодействия калийных удобрений с почвой. Какое влияние они оказывают на ее свойства?
8. Расскажите об особенностях применения калийных удобрений под разные культуры.