

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского»

Дмитриев Н.Н., Замашников Р.В., Хуснидинов Ш.К., Иванова Е.И.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Молодежный 2021

УДК 631.8+631.874] (075.8)
ББК 40.40я73+40.406я73
Н 347

Дмитриев Н.Н., Замащиков Р.В., Хуснидинов Ш.К., Иванова Е.И. Научно-практические основы применения удобрений в Иркутской области: научно-практические рекомендации. – Молодежный: Издательство ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2021. – 60 с.

Рецензенты:

Глянько А.К. – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории устойчивости растений Сибирского института физиологии и биохимии растений;

Афониная Т.Е. – доктор географических наук, профессор Иркутского ГАУ;

Крутиков И.А. – кандидат биологических наук, профессор, начальник инспектуры сортоиспытанию и охране селекционных достижений.

В научно-практических рекомендациях излагаются теоретические основы и практические приемы применения удобрений химических и растительных мелиорантов под различные сельскохозяйственные культуры в условиях Иркутской области.

Рекомендуется для руководителей и специалистов АПК, преподавателей, студентов и аспирантов сельскохозяйственных учебных заведений, слушателей факультета повышения квалификации.

© Н.Н. Дмитриев, Р.В. Замащиков, Ш.К. Хуснидинов,
Е.И. Иванова, 2021.

© Издательство ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ХАРАКТЕРИСТИКА УДОБРЕНИЙ.....	6
1.1. Классификация удобрений по их агрономическому назначению....	6
1.2. Классификация удобрений по их происхождению, способу и месту получения.....	7
1.3. Классификация минеральных удобрений по их конструкции.....	7
1.3.1. Азотные удобрения.....	7
1.3.2. Фосфорные удобрения.....	10
1.3.3. Калийные удобрения.....	13
1.3.4. Комплексные минеральные удобрения.....	15
1.3.5. Микроудобрения.....	17
1.4. Органические удобрения, компосты и биогумус.....	21
1.5. Сидеральные удобрения.....	26
1.6. Бактериальные удобрения.....	31
1.7. Растительные и химические мелиоранты.....	32
1.8. Известковые мелиоранты.....	32
2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....	34
2.1. Определение потребности растений в питательных веществах....	34
2.2. Особенности применения удобрений в посевах сельскохозяйственных культур.....	37
2.2.1. Яровая пшеница.....	37
2.2.2. Ячмень.....	38
2.2.3. Овес.....	39
2.2.4. Зернобобовые культуры.....	40
2.2.5. Крупяные культуры.....	41
2.2.6. Картофель.....	42
2.2.7. Кормовые культуры.....	43
2.2.8. Однолетние травы.....	45
2.2.9. Кормовые корнеплоды.....	45
2.2.10. Многолетние травы.....	46
2.2.11. Овощные культуры.....	48
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	53

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение население продуктами питания – безусловно, одна из самых трудных проблем современности.

Центральное место в сельском хозяйстве, которое является главной «индустрией жизни», занимает растениеводство.

Растениеводство – эта отрасль сельскохозяйственного производства и наука, изучающая разнообразие форм и сортов полевых растений, особенности их биологии и наиболее современные приемы выращивания высоких урожаев наилучшего качества при наименьших затратах труда и низкой себестоимости продукции.

Растениеводство обеспечивает большую часть потребности населения не только в пищевой энергии (около 88% энергии в структуре питания приходится на растительные углеводы и жиры), но и белке (около 80%), витаминах, минеральных солях и других физиологически незаменимых веществах (стандартная единица питания человека равна 2×10^6 ккал/год; или 0,5 т зерна. В день требуется 1,37 кг зерна, или 5480 ккал и около 140 г белка). В целом растительные продукты составляют 93% диеты человека, а около 80% побочной биомассы растений участвуют в формировании плодородия (Жученко, 1990).

Важнейшей особенностью растениеводства является то, что основные средства этого производства – «зеленые машины» - растения, выступающие одновременно в качестве предметов и продуктов труда, способны «питаться» светом и синтезировать в процессе фотосинтеза биологически ценные вещества, используя для этого практически неограниченные энергетические и сырьевые ресурсы природной среды (солнечную радиацию, CO_2 , азот, воду и т.д.). именно это свойство зеленых растений и определяет их основополагающее место не только в пищевой пирамиде живой природы, но и в жизни человеческого общества. Достаточно сказать, что около 95% сухих веществ растений – это аккумулированная в процессе фотосинтеза энергия Солнца.

Наиболее сложными в растениеводстве являются процессы формирования урожая и управления ростом и развитием растений.

Высоко продуктивное растениеводство базируется на зональной научно обоснованной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в основу которой положены биологические особенности растений, правильное использование земли в соответствии с её плодородием и климатическими условиями региона. Технология возделывания должна включать следующие основные приемы: подбор сельскохозяйственных культур и сортов, обладающих в местных почвенно-климатических условиях наиболее ценными хозяйственно-биологическими свойствами; выбор наилучших предшественников в севообороте; систему обработки почвы, применения удобрений; интегрированную систему защиты растений от вредителей, болезней и сорняков; систему машин; подготовку семян к посеву, сроки, способы, нормы высева и

глубину посева; уход за посевами; уборку; первичную обработку собранного урожая.

Повысить уровень продукции растениеводства возможно лишь при широком использовании достижений науки и передового опыта. Современная стратегия интенсификации растениеводства должна обладать наибольшей наукоемкостью, т.е. обеспечить системный подход к использованию социально-экономических, биологических, техногенных и природных факторов на основе познания фундаментальных законов развития природы.

Научно-обоснованное растениеводство предполагает единство агро-биологической науки и сельскохозяйственной практики.

Сельскому хозяйству региона в последние годы удалось решить ряд важных проблем, касающихся увеличения производства зерна, картофеля, овощей, кормов. Однако, недостаток пахотных угодий, неосвоенность научно-обоснованной системы земледелия, снижение плодородия почв сдерживает развитие растениеводства.

По данным ЦАС «Иркутский» за последние 25 лет площади почв с низким содержанием гумуса увеличились на 238,1 тыс. га, кислых почв – на 127,3 тыс. га.

Иркутская область расположена в континентальной зоне Азиатского материка. Характерной особенностью климата региона является его засушливость, ограниченные тепловые ресурсы, низкое плодородие почв. Свообразие природно-ресурсного потенциала региона необходимо учитывать при разработке дополнительных мероприятий, с одной стороны – как по повышению плодородия почв, связанных с применением средств химизации, в первую очередь, минеральных, органических, сидеральных удобрений, различных мелиорантов растительного происхождения и химического производства, с другой – так и применения интенсивных наукоемких технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Однако, одностороннее применение средств химизации приводит к загрязнению природной среды и ухудшению качества возделываемых сельскохозяйственных культур и производимых продуктов питания. Поэтому возникла острая необходимость научного обоснования и практического использования более эффективных и экологически обоснованных приемов и технологий сохранения плодородия почв, применения средств химизации, производства высококачественных продуктов питания.

В успешном решении этих проблем большое внимание уделяется научно-обоснованному применению минеральных, органических, сидеральных удобрений и мелиорантов растительного происхождения и химического производства.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА УДОБРЕНИЙ

В русском языке слово *удобрение* применяется для обозначения, как процесса удобрения почвы, так и вносимого в нее вещества (навоз, минеральные туки и др.). Под удобрениями понимаются не только элементы питания растений, но и вещества (и бактериальные препараты), внесение которых способствует мобилизации элементов питания, содержащихся в почве, и улучшает ее структуру, физические, химические, биологические и иные свойства.

Удобрения вносятся не только в почву, но и поверхностно на листья растений или в стволы деревьев (внекорневое питание) и даже в воздух (удобрение углекислотой).

Все удобрения могут рассматриваться как вещества, вносимые для непосредственного или косвенного воздействия на питательный режим растений. Вот почему уже давно установилось деление удобрений на *прямые* и *косвенные*.

Удобрения могут быть также разделены на несколько групп по их происхождению, химическому составу и конструкции (структуре). По химическому составу удобрения распределяются на четыре основные группы: органические, минеральные, органо-минеральные и бактериальные. Далее деление этих групп может быть сделано, по питательным элементам, входящим в состав удобрения, и будет совпадать с их делением по агрономическому назначению.

Практически при изложении вопросов удобрений не выдерживается единый принцип их классификации, и в основу выделения различных групп кладутся их различные свойства.

1.1. Классификация удобрений по их агрономическому назначению

I. *Прямые* — вносимые для питания растений содержащимися в удобрении питательными элементами. Сюда относятся:

1. *Односторонние*, содержащие один питательный элемент, а именно:
а) азотные (минеральные или органические), б) фосфорные, в) калийные, г) магниевые, д) серные, е) борные и другие микроудобрения, ж) углекислые.

2. *Многосторонние*, содержащие одновременно два или большее число питательных элементов, а именно: а) двойные: азотно-фосфорные, азотно-калийные, фосфорно-калийные; б) тройные: азотно-фосфорно-калийные и т. п. (полное минеральное удобрение); в) содержащие больше число питательных элементов.

II. *Косвенные* — вносимые для улучшения свойств почвы или влияющие на мобилизацию находящихся в ней питательных веществ. Сюда относятся:

1. Средства химической мелиорации: а) нейтрализация кислотности почв известкование), б) мелиорация солонцов (гипсование).

2. Бактериальные удобрения, для усиления биологических процессов в почвах.

3. Удобрения для кислования почв, с целью усиления растворения P_2O_5 (бисульфат натрия).

1.2. Классификация удобрений по их происхождению, способу и месту получения

I. Хозяйственные, или местные, удобрения.

1. Удобрения, получаемые непосредственно в хозяйстве в качестве отбросов хозяйственной деятельности (навоз, навозная жижа, компосты, зола).

2. Удобрения, создаваемые в самом хозяйстве в результате агротехнических мероприятий (зеленое удобрение).

3. Удобрения, добываемые местными силами на территории хозяйства или вблизи него (торф, известь, известковые туфы, болотный ил).

4. Отбросы городов и поселений (мусор, фекалии).

5. Отходы промышленности.

II. Заводские, промышленные, искусственные удобрения.

1. Продукты добычи и размола агроруд (фосфоритная мука, сырые калийные соли).

2. Продукты заводской, химической переработки агроруд (суперфосфат, преципитат, термофосфаты и т. п.).

3. Продукты синтетической азотной промышленности (азотные и сложные удобрения).

4. Продукты из отходов промышленности (томасшлак, фосфатшлак, сульфат аммония коксовальных установок).

5. Препараты, получаемые в результате деятельности микробиологических лабораторий или специальных заводов по размножению определенных видов микроорганизмов (бактериальные удобрения).

1.3. Классификация минеральных удобрений по их конструкции

I. Простые удобрения, содержащие питательный элемент в одной основной форме.

II. Смешанные удобрения, механические смеси различных удобрений, частицы смеси, различные по своему составу. 1. Смеси простых удобрений.

2. Смеси с участием сложных удобрений.

III. Сложные удобрения, содержащие несколько питательных элементов в однородных частицах. 1. *Комбинированные удобрения*: безбалластные концентраты – одна форма питательного элемента является катионом, другая анионом соли.

2. *Контактные удобрения*: содержат дополнительные элементы – продукты сплавления или совместной кристаллизации комбинированных и простых удобрений.

1.3.1. Азотные удобрения

Общие вопросы применения основных форм азотных удобрений

Формы азотных удобрений различаются между собой по следующим при-

знакам:

а) физиологическая реакция (потенциальная кислотность или щелочность), б) форма соединения азота (нитратная, аммиачная, амидная) и в) дополнительные компоненты (Cl, SO₄, Na, Ca).

Значение каждого из указанных здесь признаков будет различным в зависимости от почвенно-климатических условий, биологических особенностей возделываемых растений и приемов использования удобрений.

По физиологической реакции азотные удобрения могут быть разделены на следующие группы:

1) физиологически и биологически кислые удобрения – сульфат аммония, хлористый аммоний, сульфонитрат аммония (лейна- и монтан-селитра), аммиачная селитра, мочевины, бикарбонат аммония, жидкий или водный аммиак;

2) физиологически щелочные удобрения – кальциевая селитра, натриевая селитра, калийная селитра, цианамид кальция;

3) нейтральные удобрения – известково-аммиачная селитра.

Азотные удобрения по химическому составу делятся на 5 групп: аммиачно-нитратные, нитратные, аммиачные, амидные и жидкие аммиачные удобрения.

Отечественная промышленность производит главным образом аммиачно-нитратные минеральные удобрения:

Аммиачная селитра (нитрат аммония, азотно-кислый аммоний – NH₄NO₃) содержит 34% азота, выпускается в виде гранул, очень гигроскопична, на воздухе отсыревает и слеживается. Для снижения слеживаемости добавляют неорганические вещества – тонкоразмолотый фосфорит, известняк, гипс.

При недостатке в почве кальция (на кислых почвах) внесение аммиачной селитры может вызвать некоторое подкисление почвенного раствора, которое носит временный характер.

Аммиачная селитра – универсальное удобрение, оказывает положительное влияние на все растения на всех почвах, применяется как основное удобрение и в виде подкормки.

Нитратные удобрения содержат азот в окисленной форме (NO₃). К нитратным удобрениям относятся натриевая (NaNO₃) и кальциевая Ca(NO₃) селитры.

Натриевая селитра содержит 15-16% азота и 26% натрия. Представляет собой белую кристаллическую соль, хорошо растворимую в воде.

Удобрение обладает заметной гигроскопичностью, поэтому имеет предрасположенность к слеживанию. Натриевая селитра – физиологически щелочное удобрение. Вследствие этого длительное применение данного удобрения на кислых почвах оказывает нейтрализующее действие. Натриевая селитра положительно влияет на корнеплодные культуры, повышает их урожай и сахаристость.

Кальциевая селитра содержит 15,5% азота, очень гигроскопична и требует для хранения сухих помещений и влагонепроницаемой тары. Это физиологически щелочное удобрение и его вносят на кислых почвах и под культуры с высоким выносом калия – зернобобовые, клевер, люцерну.

К аммиачным удобрениям относятся сульфат аммония, хлористый ammo-

ний, жидкие аммиачные удобрения.

Сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ содержит 20,5-21% азота, по внешнему виду это мелкокристаллическая соль белого цвета или с различными оттенками. Удобрение хорошо растворимое в воде, в сухом состоянии обладает хорошими физическими свойствами – мало слеживается при хранении, хорошо рассеивается при внесении. Азот сульфата аммония удерживается почвой, не вымывается, его широко используют на орошаемых полях.

Сульфат аммония – физиологически кислое удобрение, его не желательно использовать на кислых почвах.

В связи с тем, что сульфат аммония содержит 23-24% серы, он является источником серного питания растений и его лучше использовать под свеклу, крестоцветные и бобовые культуры.

Хлористый аммоний NH_4Cl содержит 24-25% азота, по внешнему виду – белая кристаллическая соль, хорошо растворимая в воде. Удобрение не слеживается и хорошо рассеивается при внесении.

Удобрение физиологически кислое и его желательно нейтрализовать при внесении (как и сульфат аммония). Для этого удобрение желательно смешать с молотой известью (1:1,5) или фосфорной мукой (1:2).

В связи с тем, что удобрение содержит много хлора его желательно вносить с осени. Ионы хлора почвой не поглощаются и при осеннем внесении удобрения легко могут быть удалены из корнеобитаемого слоя осадками.

Амидные удобрения содержат азот в амидной форме (NH_2) . Мочевина (карбамид) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ содержит 46% азота, гранулированное удобрение, слеживается слабо. Мочевина применяется в качестве основного удобрения на всех почвах и под различные культуры. Мочевину можно вносить при посеве, а также в качестве подкормки (прикорневой и некорневой).

Жидкие азотные удобрения

Безводный аммиак – высококонцентрированное азотное удобрение (82% азота). Получается путём сжижения газообразного аммиака под давлением. По внешнему виду это бесцветная подвижная жидкость. Жидкий аммиак хранят и перевозят в специальных толстостенных стальных цистернах, рассчитанных на давление 20 и более атмосфер.

Аммиачная вода – водный раствор аммиака. Первый сорт аммиачной воды содержит 20,5% азота (25%-ый аммиак), второй сорт – 16,4% азота (20%-ый аммиак).

Аммиачную воду можно перевозить и хранить в герметичных резервуарах из обычной углеродистой стали, рассчитанных на невысокое давление (0,4 атм.).

Жидкие азотные удобрения вносят в почву специальными машинами, обеспечивающими немедленную заделку их на глубину 10-12 см на тяжёлых и 14-18 см на лёгких почвах. При такой заделке жидкий аммиак из почвы не улетучивается.

Жидкие азотные удобрения применяют под все сельскохозяйственные культуры в качестве до посевного (основного) удобрения.

Химический состав и агрономические свойства азотных удобрений отра-

жены в таблице 1.

1.3.2. Фосфорные удобрения

Все виды фосфорных удобрений делятся на 3 группы: – растворимые в воде; – не растворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах и потому доступные растениям; – нерастворимые в воде и плохо растворимые в слабых кислотах. Это фосфаты не усвояемы для подавляющего большинства культур, если эти соединения не разлагаются под действием кислотности почв (нерастворимые фосфаты).

Фосфорные удобрения, содержащие воднорастворимые фосфорные соединения

Суперфосфат простой – вещество белого или серого цвета. Порошковидный суперфосфат содержит 16-20% P_2O_5 , гранулированный суперфосфат с содержанием 20-22% P_2O_5 . Суперфосфат не слеживается, хорошо рассеивается, не вымывается из почвы. Простой суперфосфат применяется как основное и припосевное удобрение на всех почвах.

Двойной суперфосфат – высококонцентрированное гранулированное фосфорное удобрение, содержит до 45% P_2O_5 . Применяется как основное и припосевное удобрение на всех почвах и под все культуры.

Фосфорные удобрения, содержащие фосфорные соединения, не растворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах

Преципитат – порошок белого или светло-серого цвета, не слеживается и хорошо рассеивается. Содержит от 27 до 35% циторастворимого P_2O_5 (Циторастворимый P_2O_5 – извлекаемый щелочным раствором лимоннокислого аммония).

Преципитат используется в качестве основного удобрения, разбрасываемого равномерно по полю под вспашку. На кислых почвах преципитат даже превосходит суперфосфат по действию на урожай.

Томасшлак – отход металлургической промышленности. Его получают при переработке железных руд, богатых фосфором.

В состав томасшлака входит комплексная соль тетракальциевого фосфора и кремнекислого кальция. Удобрение содержит не менее 14% лимоннорастворимой P_2O_5 , используется только как основное удобрение. Лучше действует на кислых почвах.

Обесфторенный фосфат – порошок желтовато-серого цвета, не слеживается, хорошо рассеивается, содержит 28-32% P_2O_5 . Применяется как основное удобрение под все сельскохозяйственные культуры.

Из-за высокой себестоимости и относительно невысоком эффекте (за исключением почв с выраженным недостатком фосфора) в чистом виде фосфорные удобрения практически не производятся.

Таблица 1 – Химический состав и агрономические свойства азотных удобрений

Удобрение, содержание N, в %	Растворимость в воде	Слѐживаемость	Рассеиваемость (сыпучесть)	Действие на почву	Для каких почв	Для каких культур	Рациональный способ внесения
Аммиачная селитра NH_4NO_3 , 34%	Очень сильная	Слабая	Удовлетворительная	Умеренно подкисляет	Для всех	Для всех	В качестве основного удобрения, в рядки при посеве
Мочевина (карбамид) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 46%	Сильная	Слабая	Хорошая	Подкисляет	Для некислых почв, на кислых почвах при условии известкования	Для всех	Для всех способов внесения
Сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 20,5-21%	Сильная	Слабая	Хорошая	Сильно подкисляет почву	Для некислых почв, на кислых почвах при условии известкования	Для всех, но лучше под картофель, свѐклу, бобовые	В качестве основного удобрения, осенью под вспашку или дисковку
Хлористый аммоний NH_4Cl , 24-25 %	Хорошая	Слабая	Хорошая	Сильно подкисляет почву	Для некислых почв, на кислых почвах при условии известкования	Для нечувствительных к хлору культур, непригоден для картофеля	В качестве основного удобрения, лучше вносить с осени под зябь или дисковку
Натриевая селитра NaNO_3 , 15-16 % N	Сильная	Незначительная	Удовлетворительная	Слегка подщелачивает	Для кислых почв	Для всех культур, но особенно для корнеплодов	В качестве основного удобрения
Кальциевая селитра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 15,5%	Сильная	В герметической таре не слѐживается	Удовлетворительная	Слегка подщелачивает	Для кислых почв	Для всех культур, кроме картофеля	В качестве основного удобрения
Аммиак безводный NH_3 , 82% Аммиачная вода NH_4OH , 16,4-20,5%				Подщелачивает, а затем, после нитрификации подкисляет	Для всех почв	Для всех культур	В качестве основного удобрения под вспашку или культивацию

Таблица 2 – Химический состав и агрономические свойства фосфорных удобрений

Удобрение, содержание P_2O_5 в %	Растворимость	Рассеиваемость (сыпучесть)	Действие на почву	Для каких почв	Для каких культур	Рациональный способ внесения
Суперфосфат простой, гранулированный, 20-22%	Воднорастворимый	Очень хорошая	Очень слабое подкисление	Для всех почв	Для всех культур	В качестве основного удобрения под зябь или культивацию, для рядкового внесения
Суперфосфат двойной гранулированный, до 45 %	Воднорастворимый	Очень хорошая	Очень слабое подкисление	Для всех почв	Для всех культур	В качестве основного удобрения, для рядкового внесения, подкормки пропашных культур
Преципитат, до 35%	Цитратно-растворимый	Хорошая	Уменьшает кислотность	Для всех почв	Для всех культур	В качестве основного удобрения под вспашку или культивацию
Обесфторенный фосфат, 28-32%	Цитратно-растворимый	Хорошая	Уменьшает кислотность	Для всех почв	Для всех культур	В качестве основного удобрения под вспашку или культивацию
Фосфоритная мука, 19-25%	Труднорастворимая	Хорошая	Уменьшает кислотность	Для кислых почв	Для всех культур (на кислых почвах)	В качестве основного удобрения под вспашку или культивацию

Нерастворимые фосфаты

Фосфоритная мука выпускается со следующим содержанием P_2O_5 : высший сорт – 25%, первый сорт – 22%, второй сорт – 19%.

Удобрение имеет вид коричневатого тонкоразмолотого порошка, не слеживается, хорошо рассеивается.

Основным почвенным фактором, определяющим эффективность фосфоритной муки, кроме потребности почвы в фосфатах, является кислотность почвы. При щелочной и нейтральной реакции почвенного раствора фосфоритная мука не усваивается злаками. При кислой реакции (рН 5,5 и ниже), она уже эффективна.

Хорошие результаты даёт использование фосфоритной муки в компостировании с кислым торфом или навозом. Эти компосты можно использовать под все культуры.

Как непосредственное (основное) удобрение фосфоритная мука используется на кислых почвах. Химические и агрономические свойства фосфорных удобрений отражены в таблице 2.

1.3.3. Калийные удобрения

Калийные удобрения подразделяются на две основные группы: сырые калийные соли и концентрированные калийные удобрения.

Серые калийные удобрения. Эти удобрения получают путём механической переработки природных калийных полей.

Сильвинит – смесь хлористого калия с хлористым натрием, содержит 12-18% K_2O и 35-40% Na_2O . Удобрение представляет из себя кристаллы розовато-бурого цвета, хорошо растворимые в воде.

Сильвинит обладает значительной гигроскопичностью и при хранении слеживается, применяется под основную обработку почвы.

Карналлит – двойная соль хлористого калия и хлористого магния ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), содержит до 13% K_2O .

В связи с низким содержанием K_2O сырые калийные соли не рентабельны при перевозке их на большие расстояния из-за высокой стоимости транспортных расходов. Поэтому их используют в районах, близко расположенных к местам добычи.

Концентрированные калийные удобрения.

Хлористый калий – KCl содержит до 60% K_2O . Это основное калийное удобрение, составляющее до 90% общего производства калийных удобрений. Обладает незначительной гигроскопичностью, при хранении слеживается. Хлористый калий – физиологически кислое удобрение, пригоден под все культуры, в условиях региона обычно выносится с осени, под основную обработку (осадки вымывают значительную часть хлора).

Калийная соль содержит 41-44% K_2O . Это удобрение получают путем смешивания хлористого калия с сильвинитом, представляет из себя мелкие пёстро окрашенные кристаллы.

В нашем регионе удобрение рекомендуется под овощные культуры (морковь, капусту и т.д.).

Безхлорные калийные удобрения

Сульфат калия – K_2SO_4 (сернокислый калий). В технических сортах, идущих на удобрение, содержится от 45 до 52% K_2O .

Сульфат калия обладает хорошими физическими свойствами, не гигроскопичен и не слёживается. В связи с тем, что удобрение не содержит хлора, оно хорошо идёт под картофель, гречиху и другие культуры.

Сульфат калия-магния (калимагнезия) – двойная соль сернокислого калия и магния ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$), содержит 26-28% K_2O и 9% MgO , не слёживается.

Это удобрение, как и сульфат калия, используется в регионе под картофель, овощные культуры.

Калимаг ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) – содержит до 19% K_2O и 8-9% MgO и около 1% $NaCl$. Используется под те же культуры, что сульфат калия и калимагнезия.

Химический состав и агрономические свойства калийных удобрений отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав и агрономические свойства калийных удобрений

Удобрение, содержание K_2O в %	Слёживаемость	Рассеиваемость	Действие на почву	Для каких культур	Рациональный способ внесения
Хлористый калий (KCl), до 60%	Сильно слёживается	Хорошая в сухом состоянии	Подкисляет почву	Для всех культур	В качестве основного удобрения, лучше осенью под зябь или культивацию
Калийная соль ($KCl+NaCl$), 40%	Слёживается	Удовлетворительная в сухом состоянии	Подкисляет почву	Для культур малочувствительных к хлору и положительно отзывающихся на натрий	В качестве основного удобрения (осенью под зябь)
Сульфат калия (K_2SO_4), 45-52%	Не слёживается	Хорошая	Подкисляет почву	Для культур чувствительных к хлору (картофель, гречиха)	В качестве основного удобрения
Сульфат калия-магния ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$), 26-28%	Не слёживается	Хорошая	Подкисляет почву	Для культур чувствительных к хлору и требующих магния (картофель, овощи, бобовые, в т.ч. бобовые травы)	В качестве основного удобрения
Калимаг ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ с примесью $NaCl$), до 19%	Не слёживается	Хорошая	Подкисляет почву	Для культур чувствительных к хлору и требующих магния (картофель, овощи, бобовые, в т.ч. бобовые травы)	В качестве основного удобрения

1.3.4. Комплексные минеральные удобрения

Комплексные удобрения содержат два и более основных элементов питания растений (азот, фосфор, калий). В их состав могут входить также магний, сера и микроэлементы.

В зависимости от способа приготовления комплексные удобрения можно разделить на три основных вида: сложные удобрения, сложно смешанные удобрения и смешанные удобрения.

Сложные удобрения производят в едином технологическом цикле в результате химического взаимодействия исходных компонентов. Отличительным признаком сложного удобрения является наличие в каждой частице удобрения нескольких питательных элементов в определенном соотношении.

Сложносмешанные удобрения также как и сложные удобрения, производят в едином технологическом цикле смешиванием порошкообразных односторонних удобрений с введением в смесь аммиаков, кислот, пара, воды с последующим гранулированием.

Сложные и сложносмешанные удобрения имеют следующие преимущества:

- высокая концентрация питательных элементов, отсутствие или небольшое содержание балластных компонентов;
- высокая эффективность удобрений при наличии в общих очагах азота, фосфатов и калия;
- меньшие расходы на хранение, перевозку и внесение удобрений.

Смешанные удобрения или тукосмеси производят путем механического смешивания двух и более простых удобрений. Смеси удобрений разнообразны по составу, их легко приспособить к требованиям различных сельскохозяйственных культур по концентрации и соотношению питательных веществ. Этим они отличаются от сложных удобрений, имеющих постоянный состав.

Сложные удобрения

Аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) содержит 11-12% азота, 46-60% P_2O_5 , соотношение между азотом и фосфором равно 1:4 или 1:5.

Диаммофос $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ содержит 18% азота и до 50% P_2O_5 , соотношение между азотом и фосфором 1:2,5.

Полифосфат аммония содержит 13-15% азота и 60-65% P_2O_5 .

К сложным удобрениям также относятся магний-аммоний фосфат и калийная селитра.

Магний – аммоний фосфат содержит 10,9% азота, 45,7% P_2O_5 и 25,9% MgO . Это удобрение целесообразно использовать под картофель, овощные культуры и кормовые корнеплоды.

Калийная селитра (KNO_3) содержит 13% азота и 46% окиси калия. Удобрение не гигроскопично, не слеживается, хорошо рассеивается. Применяется под овощные культуры, как в открытом, так и в закрытом грунте.

Сложносмешанные удобрения

Промышленностью выпускается несколько видов гранулированных сложносмешанных минеральных удобрений с различным содержанием и соотношением двух или трёх элементов питания.

Характеристика ряда комплексных удобрений показана в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика комплексных удобрений

Название удобрения. Содержание действующего вещества N:P ₂ O ₅ :K ₂ O, %	Растворимость в воде	Для каких культур	Рациональный способ применения
Аммофос 11:50:0	Хорошая	Для всех культур	В качестве основного удобрения, предпосевного под зерновые, пропашные культуры, рапс на семена
Диаммофос 18:49:0	Хорошая	Для всех культур	Лучше применять в качестве припосевного рядкового удобрения под зерновые, картофель и овощные культуры
Калийная селитра 13:0:46	Хорошая	Овощные культуры, картофель, корнеплоды	Как основное удобрение и в виде подкормок под картофель, овощи и кормовые корнеплоды
Нитрофос 23,5:17:0	Хорошая	Для всех культур	В качестве основного удобрения, а также припосевного рядкового удобрения
Нитроаммофос 23:23:0	Хорошая	Для всех культур	Как основное удобрений, а также припосевного рядкового внесения
Нитрофоска 16:16:13	Хорошая	Для всех культур	Как основное удобрение, а также припосевного рядкового внесения
Азофоска 16:16:16	Хорошая	Для всех культур	Как основное удобрение, а также припосевного рядкового внесения

К этим удобрениям относятся:

- **Нитрофос** содержит 23,5-24% N и 14-17% P₂O₅;
- **Нитроаммофос** содержит 23% N и 23% P₂O₅;
- **Нитрофоска** выпускается нескольких видов с содержанием от 12 до 16% азота, от 12 до 16% P₂O₅ и 12-13% K₂O.
- **Азофоска** с содержанием 16% азота, 16% P₂O₅ и 16% K₂O.

Смешанные удобрения (тукосмеси)

Эти удобрения представляют собой механическую смесь удобрений, содержащую два и более питательных элемента. Смешивают удобрения в том случае, если необходимо внести на одно поле несколько видов питательных веществ. Тукосмеси имеют преимущество перед однокомпонентными удобрениями: уменьшается число проходов агрегатов по полю, сокращаются сроки внесения, снижаются трудовые и денежные затраты.

Для приготовления смесей используют тукосмесительные установки типа СМУ-30. Эта установка позволяет качественно подготовить двух и трёхкомпонентные смеси минеральных удобрений.

При смешивании удобрений необходимо соблюдать определенные ограничения. В процессе приготовления и хранения компоненты смесей удобрений могут проявлять высокую реакционную способность, вступать в химическое взаимодействие друг с другом, что может повлиять на качество получаемых смесей. Схема смешивания удобрений представлена в приложении 1.

1.3.5. Микроудобрения

Наряду с азотными, фосфорными, калийными и другими минеральными удобрениями большое значение имеют микроудобрения: борные, молибденовые, медные, цинковые, марганцевые и другие, которые при правильном применении значительно повышают урожайность и качество многих сельскохозяйственных культур.

Борные микроудобрения. Чаще всего бедны бором дерново-подзолистые, дерново-глеевые, торфянистые почвы. Наиболее отзывчивы на бор сахарная свекла, кормовые корнеплоды, клевер, люцерна, гречиха, зернобобовые культуры, овощные и плодово-ягодные культуры.

Выпускаемые в настоящее время борные удобрения содержат бор в форме хорошо растворимой в воде борной кислоты.

Наиболее распространены следующие борные удобрения:

Гранулированный боросуперфосфат представляющий собой светло-серые гранулы, содержащие 18,5-19,3 P_2O_5 и 1% борной кислоты.

Двойной боросуперфосфат – гранулированное удобрение, содержащее 40-42% P_2O_5 и 1,5% борной кислоты.

Борная кислота (H_3BO_3), мелкокристаллический порошок белого цвета, содержит 17 % бора, легко растворяется в воде.

Бура ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) – содержит 11,3% бора, легко растворяется в воде.

Бормагниевое удобрение – тонкий порошок серого цвета, являющийся отходом производства борной кислоты, содержит до 13% борной кислоты и 20% окиси магния.

Борнодатолитовое удобрение представляет собой порошок светло-серого цвета, содержит около 2% бора.

Борные микроудобрения используют для внесения в почву, для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений.

В почву вносят: гранулированный и двойной боросуперфосфат, бормагниевое и борнодатолитовое удобрение.

Обработку семян осуществляют путём их опрыскивания раствором борной кислоты с концентрацией не более 0,05% (1 гр. борной кислоты растворяют в 2 л воды и опрыскивают 1 ц семян).

Некорневую подкормку растений проводят раствором борной кислоты. При наземном опрыскивании используют 100-150 гр. борной кислоты на 1 га. Борную кислоту растворяют в 300-400 л воды и производят опрыскивание

посевов, при обработке растения должны иметь хорошо развитую вегетативную массу.

Молибденовые микроудобрения

Из молибденовых удобрений наиболее распространены следующие:

Молибдат аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) представляет собой мелкокристаллическую соль белого цвета, содержит около 50% молибдена, хорошо растворяется в воде.

Молибдат аммония-натрия $(\text{NH}_4\text{NaMoO}_4)$ – соль с желтоватым оттенком, содержит около 35% молибдена, хорошо растворима в воде.

Молибденированный гранулированный суперфосфат содержит 18-20% P_2O_5 и 0,1-0,2% молибдена.

Молибденовые удобрения используют главным образом под бобовые культуры, кукурузу, овощные культуры, картофель, гречиху.

Молибденовые удобрения можно вносить в почву, использовать для предпосевной обработки семян, а также некорневой подкормки растений.

При внесении удобрений в почву дозы рассчитываются так, чтобы на 1 га приходилось около 1 кг молибдена.

Предпосевную обработку семян молибденом рекомендуется совмещать с их протравливанием. На 1 ц семян гороха, вики и других крупносеменных культур используют 50 г молибдата аммония или 80 г молибдата аммония-натрия, растворимого в 2 л воды.

На 1 ц семян мелкосеменных культур (клевер, люцерна) расходуют 500-800 г микроудобрений, которые растворяют в 3-5 л воды.

Для внекорневой подкормки на 1 га посева вносят 100-150 гр молибдена, который растворяют в 300 л воды при наземной обработке, и в 100 л воли при опрыскивании посевов с самолёта.

Медные микроудобрения

Медные удобрения наиболее эффективны на торфяных, легких песчаных и осушенных болотных почвах. Прежде чем вносить медные удобрения, необходимо знать потребность в них растений на конкретной почве.

Растения испытывают недостаток меди, а почвы считаются бедными по содержанию этого элемента при содержании 1-2,5 мг меди на 1 кг почвы.

В качестве медных удобрений широко используют сернокислую медь и отходы промышленности, содержащие медь.

Сернокислая медь (медный купорос – $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$), мелкокристаллическая соль голубовато-синего цвета, содержит 25,4% меди, хорошо растворима в воде.

Пиритные огарки – отходы промышленности при производстве серной кислоты, меди в них содержится 0,3-0,7%. Кроме того, в этих отходах содержится железо, марганец, кобальт, цинк, молибден.

На территории Иркутской области нет промышленных предприятий по производству серной кислоты, медеплавильных заводов. Поэтому основным медьсодержащим удобрением является сернокислая медь (медный купорос).

Сернокислую медь используют для обработки семян и некорневой подкормки растений. Семена обрабатывают путем их опрыскивания, концентрация раствора 0,01-0,02%, расходуется от 2-3 л на 1 ц семян. Для некорневой подкормки применяют концентрацию медного купороса 0,02-0,05%. При наземном опрыскивании расходуют 300-400 л раствора на 1 га.

Наиболее отзывчивы на медь зерновые и зернобобовые культуры, многолетние травы (клевер), корнеплоды, плодово-ягодные культуры.

Цинковые микроудобрения

Цинковые удобрения применяют в основном под хлопчатник, кукурузу, плодово-ягодные культуры и овощи.

В качестве цинкового удобрения в основном используется **сернокислый цинк** ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)₂. Он содержит 25% цинка, представляет из себя белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде.

В Иркутской области проводились производственные опыты по предпосевной обработке семян зерновых культур сернокислым цинком. По результатам опытов было подтверждено, что цинковые удобрения положительно повлияли на увеличение мощности корневой системы растений и повышение их урожайности.

Обработку семян проводили путём опрыскивания раствором сернокислого цинка. На 1 ц семян использовалось 2-3 л раствора в концентрации 0,05-0,1%. Для некорневой подкормки используется 100 гр сернокислого цинка на 1 га, который растворяют в 300-400 л воды и производят опрыскивание посевов.

Марганцевые микроудобрения

Опыты по применению марганцевых микроудобрений в условиях региона не проводились.

Характеристика наиболее используемых микроудобрений отражена в таблице 5.

При необходимости в качестве марганцевых микроудобрений можно использовать:

Сернокислый марганец ($MnSO_4$) – мелкокристаллическая соль с содержанием 32,5% марганца, хорошо растворимая в воде.

Марганизированный суперфосфат – гранулы светло-серого цвета, содержит 1,4-1,9% марганца и 18,7-19,2% P_2O_5 .

Марганизированная нитрофоска, в которой кроме азота, фосфора и калия содержится около 0,9% марганца, который хорошо усваивается растениями.

Таблица 5 – Характеристика наиболее используемых микроудобрений

Название удобрения	Содержание действующего вещества, %	Под какие культуры	Доза	Способ применения
1	2	3	4	5
Борный суперфосфат гранулированный	P_2O_5 –18,5-19,3%, В – 0,2%	Кормовые корнеплоды, сахарная свекла, клевер, люцерна, гречиха, зернобобовые культуры, овощные и плодово-ягодные культуры	200-400 кг/га 100-150 кг/га	Основное (допосевное) внесение Рядковое (припосевное) внесение
Бормагниевое удобрение	В – 2,2%, MgO–15,0-20%	То же	30-40 кг/га	Основное или припосевное внесение в почву в смеси с основными удобрениями
Борная кислота	В – 17,0%	Обработка семян Кормовые корнеплоды, сахарная свекла, люцерна, клевер, гречиха, зернобобовые культуры, овощные и плодово-ягодные культуры	1 гр. борной кислоты + 2 л воды на 1 ц семян 150 гр. борной кислоты + 300-400 л воды на 1 га посевов	Предпосевное опрыскивание семян Некорневая подкормка
Молибденизированный гранулированный суперфосфат	Mo – 0,1-0,2%, P_2O_5 – 18-20%	Зернобобовые, кукуруза, картофель, гречиха, овощные культуры	до 100 кг удобрения на 1 га	Припосевное, рядковое внесение в почву
Молибдат аммония (молибденово-кислый аммоний)	Mo-50%	Предпосевная обработка семян гороха, вики, кормовых бобов Предпосевная обработка семян клевера, люцерна Горох, вика, кормовые бобы, клевер, люцерна, плодово-ягодные культуры	50 гр. + 2 л воды на 1 ц семян 500-800 гр.+ 2-3 л воды на 1 ц семян 150 гр.+300 л воды на 1 га при наземном опрыскивании	Предпосевное опрыскивание семян -//- Некорневая подкормка

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
Сернокислая медь (медный купорос)	Cu- 25,4%	Предпосевная обработка семян зерновых и зернобобовых культур, клевера Зерновые и зернобобовые культуры, клевер, плодово-ягодные культуры	2-3 л 0,01-0,02% раствора на 1 ц семян 300-400 л 0,02-0,05% раствора на 1 га посевов	Предпосевное опрыскивание семян Некорневая подкормка наземным опрыскиванием
Сернокислый цинк	Zn- 25%	Предпосевная обработка семян зерновых культур Зерновые, горох, кукуруза, плодово-ягодные культуры	2-4гр.+2-3 л воды на 1 ц семян 100 гр.+300-400л воды на 1 га посевов	Предпосевное опрыскивание семян Некорневая подкормка наземным опрыскиванием
Марганезированный суперфосфат	Mn-1,4-1,9%, P ₂ O ₅ -18,7-19,2%	Зерновые, кукуруза, овощные и масличные культуры	2,3 ц/га 0,5-1,0 ц/га	Основное (допосевное внесение) Рядковое (припосевное) внесение

1.4. Органические удобрения, компосты и биогумус

При ограниченных финансовых возможностях сельхоз товаропроизводителей, недостаточных объёмах применения минеральных удобрений вовлечение в земледелие всех имеющихся местных ресурсов органических удобрений является наиболее доступным способом регулирования плодородия почв и питания растений.

Органические удобрения – существенный источник питания растений, энергетический материал для микроорганизмов и важнейшее средство воспроизводства гумуса в пахотных почвах.

К основным и самым распространённым органическим удобрениям относятся навоз, навозная жижа, птичий помёт, перегной, торф, компост, зелёное удобрение (сидераты), растительные остатки (солома, солома) и т.д.

Навоз – самое распространённое и доступное органическое удобрение. Он содержит все необходимые для растений питательные вещества и микроэлементы. Удобрительная ценность навоза зависит от вида животного, подстилки, качества кормов, способов и сроков его хранения.

Средние данные содержания питательных веществ по некоторым видам навоза приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Содержание основных питательных веществ в кг на 1 тонну органических удобрений (данные ФГБУ «ЦАС «Иркутский»)

Вид органических удобрений	Содержание питательных веществ кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз КРС	5,0	2,5	4,6
Навоз свиной	4,8	1,4	4,9
Навоз конский	4,5	4,4	1,13
Птичий помёт свежий	10,9	16,7	13,4
Птичий помёт 6 месяцев хранения	11,2	2,7	5,7

Выход навоза зависит от вида и технологии содержания животных, количества подстилки, способа навозоудаления, продолжительности стойлового периода.

При расчёте выхода навоза за год используются следующие нормативы (табл. 7).

Таблица 7 – Примерное количество навоза от взрослого животного при использовании подстилки, тонн

Вид животного	Продолжительность стойлового периода, дней		
	220-240	200-220	180-200
КРС	9-10	8-9	6-8
Лошади	7-8	5-6	4-4,5
Овцы	1	0,9	0,1-0,8
Свиньи	1,5-2,0	1,2-1,5	1,0-1,2
Куры-несушки на 1000 голов	41-45	37-41	34-37

При внесении навоза в количестве 20 т/га в почву поступает около 100 кг азота, 50 кг фосфора и 90 кг калия. Как правило, первая удобряемая культура в среднем использует 20-25% азота. Степень усвоения калия практически такая же, как из минеральных удобрений, усвояемость фосфора бывает и выше. Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений отражены в таблице 8.

Таблица 8 – Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений, %

Год действия	Из подстилочного навоза			Из минеральных удобрений		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-ый	20-25	25-30	45-50	50-60	15-20	50-60
2-ой	15-20	10-15	10-15	10	10-15	15-20
3-ий	5-10	5	5-10	-	5	-
За ротацию севооборота	40-65	40-60	60-75	60-70	30-40	65-80

Длительность последствия навоза может достигать 5-6 и более лет. Иркутским НИИСХ в период 1969-1994 г.г. изучалась эффективность навоза в пятипольном севообороте. Это позволило сделать вывод, что положительное действие внесённого навоза сказывается на всех культурах севооборота.

Данные об эффективности навоза на тёмно-серой-лесной почве в среднем за 25 лет изучения приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Действие и последствие навоза в дозе 50 т/га на урожайность полевых культур (среднее за 1969-1994 гг.)

Показатели	Культура севооборота				
	кукуруза	пшеница	ячмень-клевер	клевер	пшеница
Год действия навоза	1-ый	2-ой	3-й	4-й	5-й
Прибавка урожая в ц/га	104,0	5,4	5,4	34,0	3,0
в % от контроля	61,1	25,0	34,8	20,9	12,3

Как видно из данных таблицы, действие и последствие навоза за ротацию пятипольного севооборота обеспечивают среднюю прибавку урожая зерна пшеницы 8,4 ц/га, ячменя 5,4 ц/га, зелёной массы кукурузы 104 ц/га. Таким образом, в условиях лесостепной зоны области, 1 т навоза за ротацию севооборота даёт суммарную прибавку урожая – 0,8-1,0 ц/га (в пересчёте на зерно).

Эффективность органических удобрений наиболее высокая в севооборотах, поскольку культуры используют не только их прямое действие, но и последствие. Внесение слишком малых объёмов подстилочного навоза так же нецелесообразно, как и больших.

Ориентировочные нормы внесения органических удобрений под сельскохозяйственные культуры отражены в таблице 10.

Таблица 10 – Ориентировочные нормы внесения органических удобрений, т/га

Культура	Норма, т/га					
	низкая		средняя		высокая	
	навоз	компост	навоз	компост	навоз	компост
Кукуруза, овощи, корнеплоды	25-30	40-50	35-40	60-70	50-55	90-100
Картофель	20-25	30-40	25-30	50-60	40-45	70-80

Навоз, перегной и компосты следует вносить под те культуры, которые лучше всего отзываются на органику. К их числу относятся овощи, картофель, кормовые, корнеплоды, кукуруза. Органические удобрения обычно вносятся под пар, по которому затем размещают вышеперечисленные культуры.

Необходимо отметить, что наибольшую эффективность имеют органические удобрения, равномерно внесенные по полю с помощью разбрасывателей органических удобрений. Существующая технология зимней вывозки органики на поля в мелкие кучи и растаскивание их в весенне-летний период бульдозерами приводит к пестроте почвенного плодородия, неравномерному созреванию урожая и, в конечном счете, снижению эффективности органических удобрений.

Жидкий навоз в основном используется в прифермерских кормовых севооборотах. Бесподстилочный навоз оказывает более сильное действие на урожай удобряемой культуры, чем подстилочный. Это связано с тем, что большую часть азота бесподстилочного навоза растения могут хорошо использовать в год внесения.

Норму внесения бесподстилочного навоза устанавливают, как правило, на основании потребности удобряемой культуры в азоте и содержании его в навозе.

Примерные нормы и способы заделки бесподстилочного навоза показаны в таблице 11.

Таблица 11 – Примерные нормы и способы заделки бесподстилочного навоза

Культура	Потребность в общем азоте, кг/га	Жидкий навоз, т/га		Способы заделки
		КРС	Свиной	
Кормовые корнеплоды	300	120	75	под плуг
Кукуруза	250	100	65	под плуг
Картофель	200	80	50	под плуг
Многолетние злаковые травы на сено	200	80	50	боронование
Однолетние травы	120	45	30	под плуг
Сенокосы и пастбища	200	80	50	боронование

Торф богат азотом, но мало содержит фосфора и очень беден калием. Содержащийся в торфе азот находится в сложных органических соединениях и очень плохо усваивается растениями. В условиях Иркутской области торф практически не используется в качестве удобрения в чистом виде, хотя он и является богатейшим источником пополнения органического вещества в бедных гумусом почвах.

Чтобы повысить доступность азота торфа для растений его компостируют с биологически активными компонентами (навоз, навозная жижа, птичий помет). При этом процесс разложения торфа резко ускоряется, в нём накапливаются питательные вещества в доступных растениям формах. Ценность торфа, как удобрения, возрастает.

Благодаря высокой поглотительной способности торфа в компосте сохраняется аммиак, потери которого при хранении навоза значительны.

Микробиологические процессы в результате компостирования протекают особенно активно при температуре 50-60°C. Поэтому торфокомпосты обычно укладывают в бурты без уплотнения.

Торфонавозные компосты обычно готовят в поле на месте их применения или около животноводческих помещений. На одну весовую часть навоза в зимнее время берут одну часть торфа. При весенне-летней заготовке компоста на 1 часть навоза используют 2 части торфа. Правильно приготовленные торфокомпосты по своей эффективности равномерны хорошему навозу.

Компосты. Сырьем для производства компостов являются органические вещества растительного и животного происхождения. Компостирование проис-

ходит под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. Для приготовления компостов используют навоз, птичий помет, торф, осадки сточных вод, бытовые и промышленные отходы. В результате биотермических процессов погибают патогенные микроорганизмы, а семена сорных растений теряют жизнеспособность. Полученный компост становится концентрированным, биологически активным, в нем содержатся легкоусвояемые для растений питательные вещества. Он обладает хорошими физико-механическими свойствами, сыпучестью, транспортабельностью, неприлипаемостью к рабочим органам машин и орудий.

Компостирование наиболее активно протекает при положительной температуре, оптимальной влажности и высокой степени аэрации массы. Важным показателем, влияющим на интенсивность компостирования, считается соотношение C:N. Излишнее содержание в компостной массе углерода замедляет разложение органического вещества, а избыток азота, приводит к большим потерям аммиачного азота. Микробиологический процесс наиболее интенсивно протекает при соотношении C:N от 20 до 30. Для ускорения разложения органического вещества, сокращение потерь аммиачного азота и повышения концентрации питательных веществ целесообразно добавлять в компост фосфоритную муку (2-3% массы), фосфогипс (3-5%), калийная соль (1-1,5%) и, в случае высокой кислотности смеси – известковые материалы. Наиболее распространены торфонавозные, торфопометные компосты при соотношении компонентов 1:1 они содержат в среднем: N – 2,3%, P₂O₅ – 0,79%, K₂O – 1,14%, при отсутствии торфа навоз и помет компостируют с плодородными почвами. Приготовление компостов проводится в поле, компоненты смеси укладывают в бурты или ленты, высотой до 2 м слоями и сразу перемешивая их. При положительной температуре, процесс компостирования торфонавозных смесей продолжается 2-3 месяца, торфопометных – 1-2 месяца, городских бытовых остатков – 15-18 месяцев.

Дозы внесения колеблется от 15 до 60 т/га. Компосты вносят паровые поля, под зяблевую вспашку или весеннюю перепашку, в лунки при посадке рассады, в ямы при посадке плодовых деревьев и кустарников. Одна тонна компоста обеспечивает прибавку урожайности 1 ц в пересчете на зерно.

Вермикультура и вермикомпост. Появление **вермитехнологии** и все возрастающее использование ее в различных странах вызваны неблагоприятными изменениями окружающей среды, необходимостью экологически безопасно утилизировать значительные объемы органических отходов различного происхождения.

Вермитехнология относится к биологическим способам переработки органических отходов (биоконверсия). Привлекательность данного метода заключается в его биологической основе, исключая опасность загрязнения окружающей среды.

Вермикультура – это культивирование червей в органическом субстрате с целью получения высококачественного органического удобрения (вермикомпоста). Обычно используются дождевые (земляные) черви. Особенно высокой перерабатывающей активностью характеризуется «калифорнийский гибрид красного червя». По плодовитости и активности этот гибрид превос-

ходит обычного дождевого червя и хорошо поддается выращиванию в искусственных условиях. При скармливании червям органических отходов (в первую очередь навоза) достигается двойной выигрыш: получается так называемый биогумус (переработанный червями, навоз) с более высоким (в 6-10 раз), чем в навозе, содержанием питательных элементов, и биомасса червей, которая используется для откорма птицы и разведения рыбы. Биомасса червей содержит 55-70% белка и более 10% жиров.

Считается, что превращение дождевыми червями навоза и других органических отходов в полноценный белок и гумусное удобрение – это естественный процесс саморегуляции природной среды. Метод вермикомпостирования позволяет создать механизм биохимического круговорота веществ, дает возможность организовать практически безотходный, замкнутый цикл сельскохозяйственного производства.

Вермикомпост (биогумус) – органическое удобрение, полученное на основе культуры червей. Представляет собой микрогранулированное вещество коричневатого-серого цвета. Характеризуется высокой биологической активностью за счет наличия ферментов, гормонов и витаминов. Существенное отличие биогумуса от других органических удобрений – повышенное содержание в нём водорастворимых форм азота, фосфора и калия. Наиболее рациональным считается использование биогумуса в тепличном овощеводстве и цветоводстве.

В Иркутской области построен и работает цех по производству биогумуса в СХОАО «Белореченское», который используется высоким спросом у садоводов и огородников, так как имеет высокую агроэкологическую и экономическую эффективность.

1.5. Сидеральные удобрения

Различают три основные формы зеленого удобрения: а) полное, б) укосное и в) отавное зеленое удобрение.

Полным зеленое удобрение называется тогда, когда в почву запахивается вся выращенная растительная масса.

Укосным зеленое удобрение называется в том случае, если заделывается в почву надземная масса сидерата, выращенная на другом участке и перевезенная после её скашивания. Например, первый укос многолетних трав можно использовать для удобрения соседнего парового поля, предназначенного для выращивания ценных продовольственных культур, а второй укос внести под зяблевую обработку другого поля севооборота, корневые и поукосные остатки запахать на месте возделывания.

Отавным зеленое удобрение называется тогда, когда запахивается отавная масса вместе с корневыми и поукосными остатками. При этой форме надземная масса, скошенная в начале цветения (1 укос), скармливается скоту или консервируется, а отрастающая отава вместе с корневыми и поукосными остатками запахивается на удобрение.

Способы использования сидеральных культур

Способы выращивания сидератов разнообразны. В зависимости от того, возделываются ли они в чистом виде или с другими культурами, различают самостоятельные и уплотненные (или смешанные) посевы сидератов.

При самостоятельном посеве сидераты занимают поле один, два сезона или даже несколько лет подряд. Примером могут служить посевы донника в чистом виде (2 года), клевера (2 года), эспарцета (3 года), люцерны (4 лет), горца, свербиги и козлятника – 4 года.

Если сидераты на поле находятся сравнительно короткий промежуток времени, то они называются вставочными, или промежуточными. Так, например, посевы озимой ржи, которые используются в системе зеленого и сырьевого конвейеров и занимают поле сравнительно короткий период времени (май, июнь).

Такие посевы называются промежуточными; после их запашки на этом поле возделываются основные культуры.

Уплотнительные и совместные посевы сидератов – прием совместного выращивания на данной площади какой – либо основной полевой культуры и сидератов в междурядьях культуры. Этот прием позволяет получать значительное количество зеленой массы сидерата еще во время роста и развития основной полевой культуры. Растения на зеленое удобрение запахивают сразу или вскоре после уборки основной культуры.

При уплотненном или совместном посеве сидерат и основную культуру рекомендуется высевать так, чтобы максимально исключить взаимное их угнетение во время роста и, главным образом, не снизить урожай основной культуры. Следует предусмотреть возможность использования этими двумя культурами питательных веществ и влаги из разных слоев почвы (разная глубина проникновения корневой системы).

Если одна культура высокорослая, то другая (сидерат) должна быть низкорослой. В Иркутской области перспективны посевы донника под покров пшеницы и ячменя или гороха, редьки, рапса в междурядья кукурузы и подсолнечника.

В зависимости от того, занимают ли сидераты весь участок или только часть его в виде отдельных полос, различают сплошную, полосную или кулисную культуру растений на сидеральное удобрение.

При кулисной культуре на участке чередуют полосы различной ширины, занятые и не занятые сидератами, зеленую массу которых используют на удобрения на соседней полосе. В Иркутской области кулисную культуру сидератов рекомендуется использовать также для борьбы с эрозией почв. Иногда участок засевают сидератами сплошь, а затем (при уборке) делают (оставляют) кулисы.

В зависимости от посева сидератов – до уборки или после уборки - различают подсевную и пожнивную (поукосную) культуру сидератов.

В первом случае подсевают сидераты под основную зерновую культуру (например, донник в посевах пшеницы или ячменя); во втором – сеют си-

дераты непосредственно после уборки основной культуры (рапс, редька масличная после уборки ранних кормовых культур).

Рекомендуется также осенняя, или подзимняя, культура сидератов. Для этой цели можно использовать подзимние посевы рапса, сурепицы, редьки масличной. Посевы их рекомендуется использовать для осеннее - зимней пастьбы скота (тебеневка»), а на зеленое удобрение использовать весной будущего года.

Большое значение имеет также солоmistая сидерация. На эти цели, в первую очередь, рекомендуются посевы ячменя и пшеницы. Во время обмола ячменя солома либо измельчается, либо рассыпается «в расстил» (не сжигается), а затем используется на сидеральные цели. В почву солома вносится посредством двухкратного дискования.

В зональных условиях, как указывалось, рекомендуется разнообразные формы и способы использования зеленого удобрения: самостоятельная, отавная, промежуточная, поукосная, солоmistая и др.

В качестве сидеральных культур могут возделываться разнообразные традиционные и нетрадиционные культуры: донник, люцерна, клевер, эспарцет, козлятник, овес, озимая рожь, рапс, редька масличная, сурепица, горчица, горец забайкальский, свербига восточная и другие культуры.

При самостоятельной форме сидерации используется (вносится в почву) весь урожай сформировавшейся биологической массы возделываемой на эти цели культуры.

Самостоятельная форма сидерации может найти применение во всех зонах области на почвах с очень низким и низким содержанием гумуса, эродированных и вновь осваиваемых из-под леса участках.

Таблица 12 – Накопление органического вещества при применении различных форм сидерации (абсолютно – сухая биомасса), т/га

Форма сидерации	Сидеральная культура	Количество органического вещества				
		сидеральная масса		пожнив-ные остатки	корни в слое почвы 0-50	все-го
		зеленая	сухая			
Самостоятельная	Донник	22,0	5,5	3,3	7,8	16,6
	Редька масличная	21,0	4,2	1,9	3,2	9,3
Отавная	Донник	8,3	2,0	3,3	7,8	13,1
	Овес	7,1	1,7	2,2	2,6	6,5
Корневые и пожнив-ные остатки	Донник	-	-	3,3	7,8	11,1
	Люцерна	-	-	3,5	8,5	12,0
	Клевер	-	-	2,9	6,9	9,8
	Эспарцет	-	-	3,2	7,5	10,7
	Козлятник	-	-	3,7	8,5	12,2
Промежуточная	Озимая рожь	-	-	2,9	2,7	5,6
Поукосная	Рапс	-	-	1,8	3,1	4,9
Солоmistая	Ячмень	2,2	1,9	2,0	2,1	6,0

О положительном влиянии зеленого удобрения на физические, химические и биологические свойства почвы свидетельствуют данные многочисленных исследований. Зеленое удобрение, запаханное в почву, повышает содержание гумуса, улучшает пищевой, водный, воздушный режимы почвы. При использовании зеленого удобрения улучшается буферность почвы, емкость поглощения, структурность, снижается подвижность токсичных веществ, тяжелых металлов, кислотность почв.

Сидерация является одним из приёмов, способствующих повышению плодородия почвы, пополнению её биологическим, дешёвым азотом путём запахивания в почву зелёной массы растений (зелёные удобрения).

Различают две основные формы сидерации: самостоятельную (или полную) и промежуточную (или отавную). При самостоятельной форме сидеральная культура полностью заделывается в почву на месте произрастания.

При отавной сидерации урожай зелёной массы используется на кормовые цели, а отрастающая после укоса масса позже (в середине августа) запахивается как зелёное удобрение.

В качестве сидератов в Иркутской области используют бобовые культуры (донник, клевер, люцерна, вика) и не бобовые (редька масличная, рапс, горчица). При высоких урожаях зелёной массы (250-300 ц/га) в почву поступает до 150 кг биологического азота, значительное количество фосфора, калия и кальция.

Сидерация положительно влияет на агрохимические, биологические и физические свойства почвы, повышает содержание гумуса, активизирует микробиологические процессы, увеличивает количество питательных веществ, особенно азота, повышает урожайность полевых культур. Для земледелия Иркутской области сидерация, прежде всего, необходима на удалённых от животноводческих ферм полях, на почвах тяжёлого механического состава, бедных гумусом и азотом.

На полях, расположенных на расстоянии 4-5 км от животноводческих ферм применять навоз, компосты экономически не выгодно из-за высокой стоимости транспортных расходов. В этом случае использование сидерации является наиболее выгодным приёмом повышения плодородия почв.

Иркутским НИИСХ разработана следующая технология применения сидерации. Зелёную массу клевера в первой декаде июля скашивают КИР 1,5 или КРС-5 с последующей заделкой в почву дисковой бороной в два следа или дискатором. Оставляют в таком виде на две недели и в начале августа запахивают (при самостоятельной или полной сидерации).

При отавной сидерации зелёную массу клевера в июле убирают на кормовые цели, затем отаву отращивают, дискуют (как и в предыдущем варианте) и во второй декаде августа запахивают.

Научными сотрудниками Иркутского НИИСХ длительное время испытывалось влияние сидерации в четырёхпольном севообороте пшеница – кукуруза-ячмень+клевер – клевер.

Действие сидерации изучалось на первой культуре плодосменного се-

вооборота – пшенице. Прибавка в среднем за 4 года при отавной сидерации составила 6,7 ц/га (27%), при полной сидерации – 12,1 ц/га (48%). Данные опытов отражены в таблице 13.

Таблица 13 – Влияние сидерации на урожайность пшеницы, ц/га (среднее за 4 года)

Варианты опыта	Урожайность	Прибавка	
		ц/га	%
Без сидерации	25,2	-	-
Полная сидерация	37,3	12,1	48 %
Отавная сидерация	31,9	6,7	26,6 %

Сидерация повышает урожайность не только в прямом действии, но и последствии. Так по кукурузе дополнительно получено 3,5, ячменю 3,2 ц зер.ед./га при полной сидерации, 2,9 и 2,4 ц зер.ед./га соответственно при отавной сидерации (табл. 14).

В среднем за ротацию урожайность клевера составила 300 ц/га зеленой массы. В этом случае с надземной массой клевера внесено 150 кг азота, 45 кг фосфора, 110 кг калия, 150 кг кальция, 45 кг магния. В переводе на удобрения это составит 4,4 ц аммиачной селитры, 1,0 ц двойного суперфосфата, 4,4 ц аммиачной селитры, 1,0 двойного суперфосфата, 2,0 ц хлористого калия. Экономическая целесообразность сидерации говорит сама за себя.

Таблица 14 – Действие и последствие сидерации на урожайность полевых культур в четырёхпольном севообороте, ц з.ед./га

Варианты опыта	Действие		Последствие					
	пшеница		кукуруза		ячмень+клевер		клевер	
	уро-жай-ность	при-бавка	уро-жай-ность	при-бавка	уро-жай-ность	при-бавка	уро-жай-ность	при-бавка
Без сидерации	29,7	-	39,9	-	20,8	-	81,3	-
Полная сидерация	44,0	14,3	43,4	3,5	24,0	3,2	81,7	0,4
Отавная сидерация	28,2	8,5	42,8	2,9	23,2	2,4	82,0	0,7

В настоящее время в регионе используется около 12 тыс.га сидеральных и отавно-сидеральных паров (5-6% от общей площади паровых полей). Учитывая экономические возможности сельскохозяйственных предприятий и недостаточные объёмы применения средств химизации, площадь сидеральных паров должна составлять не менее 90-100 тыс.га (40-50%).

Солома как органическое удобрение

Дополнительным источником пополнения почвы органическим веществом является заплата измельченной соломы.

Химический состав соломы во многом зависит от почвы и погодных

условий. В среднем она содержит 0,5% азота, 0,25% фосфора, 0,8% калия и 35-40% углерода в форме различных органических соединений.

Внесение соломы в почву влияет не только на химический состав, но и на её физические свойства. Запашка соломы является эффективным средством улучшения структуры и увеличения влагоёмкости малогумусных почв. Систематическое применение соломы снижает плотность почвы, повышает её биологическую активность.

При использовании соломы в качестве органического удобрения скорость её разложения зависит от степени измельчения. Чем мельче резка соломы, тем скорее происходит её разложение и минерализация.

В настоящее время все современные зерноуборочные комбайны оборудованы измельчителями соломы, которые обеспечивают удовлетворительную степень измельчения и распределения соломы на ширину убранной площади. Зерноуборочные комбайны с копнителями также можно оборудовать измельчителями соломы ПУН-5 и ПУН-6.

Измельчённую солому заделывают в почву дисковой бороной, дисковым культиватором или дискатором на глубину 8-10 см, обеспечивая её разложение в аэробных условиях и минерализацию органического вещества.

Эффективность соломы, как органического удобрения заметно возрастает при дополнительном внесении азотных удобрений. Дополнительное внесение азота позволяет снять депрессивное воздействие соломы в первый год после внесения. Азотные удобрения рекомендуется вносить из расчета 10-12 кг д.в. на 1 тонну соломы.

По соломе, измельченной и оставленной после уборки на поле, можно вносить бесподстилочный навоз (60-80 т/га) или навозные стоки (200-300 т/га) и затем заделать их дисковыми почвообрабатывающими машинами.

На полях, удобренных соломой, необходимо размещать в первую очередь пропашные или бобовые культуры. Возделывать по соломе зерновые культуры нежелательно, так как солома способствует развитию их болезней и вредителей.

В целом эффективность применения соломы в качестве органического удобрения практически не уступает подстилочному навозу.

1.6. Бактериальные удобрения

Бактериальные удобрения – препараты, содержащие полезные для сельскохозяйственных растений почвенные микроорганизмы. При внесении в почву они усиливают фиксацию азота (нитрагин), минерализацию ее органического вещества, улучшают корневое питание растений. Бактериальные удобрения не могут заменить органические и минеральные удобрения. Они являются дополнительным средством повышения урожайности. Их вносят в почву вместе с семенами. Семена опыливают или опрыскивают бактериальными удобрениями после разведения в воде. Для обработки гектарной нормы высева семян бобовых культур нужно 500 г. нитрагина.

Азотобактерин – род аэробных свободноживущих почвенных бактерий *Azotobacter chroococcum*, связывающих азот воздуха и синтезирующих из него белок своих клеток. При распаде его образуются доступные растениям питательные вещества. Высокий эффект достигается при применении на плодородных, достаточно увлажненных почвах с рН 5,5-7,8. Способствуют обогащению почв азотом (до 20 кг/га в зависимости от почвенных и климатических условий.)

1.7. Растительные и химические мелиоранты

Одним из резервов повышения плодородия почв Предбайкалья и создания устойчивых агроэкосистем является фитомелиорация – новый технологический прием в системе земледелия региона. Сущность фитомелиорации заключается в том, что при длительном возделывании многолетних бобовых трав, не традиционных культур: свербиги восточной, горца растопыренного и козлятника восточного, обладающих мощной глубоко проникающей в подпахотные горизонты почвы корневой системой происходят глубокие позитивные изменения основных показателей плодородия почв.

Фитомелиоративные растения синтезируют большое количество органического вещества, служащего как питательной средой для растений и микроорганизмов, так источником образования гумуса. В результате применения фитомелиорации в верхнем слое почвы происходит концентрация элементов азотного и зольного питания в форме органических, органоминеральных веществ, улучшение физико-химических свойств.

В процесс почвообразования вовлекаются подпахотные горизонты почвы одновременно создаются благоприятные условия для почвенных микроорганизмов, большего удержания влаги, газообмена с атмосферой, поглощения лучистой энергии Солнца.

1.8. Известковые мелиоранты

Известковые удобрения подразделяются на три группы:

- твердые известковые породы, требующие размол или обжига;
- мягкие известковые породы, не требующие размола;
- отходы промышленности, богатые известью.

К известковым удобрениям, получаемым из твердых известковых пород относятся:

Известняк CaCO_3 содержит 45-56% CaO , 9% MgO , нейтрализующая способность в пересчете на $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ – 85-100%. Тонина помола должна быть 1,0-1,6 мм. Действие этого удобрения медленное, во многом зависит от качества помола и содержания примеси. В известняках примесь глины и песка может достигать 25%.

Доломитизированный известняк ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$). Нейтрализующая способность 79-109%, содержит 42-55% CaO и до 9% MgO . Действует также медленно. Этот вид известняка целесообразнее использовать в севооборотах с бобовыми, картофелем, корнеплодами, а также на сильно оподзоленных почвах. Содержание примеси (глина, песок) до 21%.

Мергель содержит от 25 до 50% CaCO_3 , некоторое количество MgCO_3 и 20-40% глины и песка. Действует также медленно, целесообразно применять на легких почвах.

Доломитовая мука с содержанием CaCO_3 и MgCO_3 около 100%, нейтрализующая способность 95-109%, примеси 1,5-4%. Её следует применять там, где требуется магний.

Мел с содержанием CaCO_3 90-100%, действует быстрее известняков. Это ценное известковое удобрение в тонкоразмолотом виде.

К известковым удобрениям, получаемым из мягких известковых пород относятся:

Жженая известь с содержанием CaCO_3 более 170% – сильно- и быстродействующий известковый материал.

Гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с содержанием CaCO_3 до 135% (пушонка). Это сильно- и быстродействующее известковое удобрение.

Гажа (озерная известь) – содержит 48-56% $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, нейтрализующая способность 80-95%. Добывается из залежей на месте древних усохших замкнутых водоёмов.

Известковые туфы – содержит 80-90% CaCO_3 , до 20% примеси песка и глины.

К группе отходов промышленности, богатых известью относятся:

Белитовая мука (шлам) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 - является отходом алюминиевого производства. Содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ 45-50%, нейтрализующая способность 80-90 %, может иметь небольшие примеси SiO_2 , K_2O , микроэлементов.

Цементная пыль CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ 46-48%, нейтрализующая способность 85-90%. В качестве примеси имеются небольшие количества MgO , SiO_2 и др.

Известковые отходы производства CaCO_3 – отходы целлюлозно-бумажного производства. Содержание CaO до 50%, нейтрализующая способность в пересчете на CaCO_3 до 90%.

2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

2.1. Определение потребности растений в питательных веществах

Как недостаток, так и избыток любого необходимого для питания растений элемента, вызывает нарушение нормального хода биохимических и физиологических процессов в растении. В результате изменяются ростовые процессы, интенсивность развития, форма, размер и окраска листьев.

В связи с тем, что процессы обмена веществ в растениях протекают наиболее интенсивно в листьях и точках роста, недостаток элементов питания раньше и чаще всего проявляется на этих органах.

В целом изменения внешнего вида растений по причине недостатка или избытка того или иного элемента бывает весьма характерны и могут служить признаком для определения нарушений в питании.

Признаки азотного голодания растений. Условия азотного питания оказывают большое влияние на рост и развитие растений. При недостатке азота рост их резко ухудшается. Особенно сильно сказывается недостаток азота на развитии листьев. Они формируются мелкие, из-за снижения синтеза хлорофилла имеют светло-зеленую окраску, преждевременно желтеют. Стебли становятся тонкими и слабо ветвятся. Ухудшается также формирование и развитие репродуктивных органов, и налив зерна.

Для острого недостатка азота в большинстве случаев характерно преждевременное опадание листьев, ускоренное созревание растений, низкие урожаи.

Азотное голодание сельскохозяйственных растений чаще всего наблюдается при возделывании их на почвах с низким содержанием гумуса и азота. В условиях Иркутской области к таким почвам относятся светло-серые и дерново-подзолистые.

Растения могут испытывать недостаток азота в следующих случаях:

– когда в почву внесено значительное количество органического вещества, содержащего много углеводов (особенно клетчатки) и мало азотистых соединений, например, соломы злаковых культур. Это объясняется потреблением почвенного азота микрофлорой, усиленно развивающейся при обилии углеводов.

– в связи с низкой температурой в ранневесенний период деятельность микроорганизмов в почве ослаблена, образование нитратов протекает недостаточно интенсивно. Это характерно для всех зон Иркутской области, особенно на ранних посевах зерновых культур.

– когда культуры размещаются после злаковых многолетних трав.

Во всех этих случаях желательно припосевное внесение минеральных (азотных) удобрений.

Для зерновых культур при азотном голодании характерны следующие

СИМПТОМЫ:

- листья мелкие, бледно-зеленые, пожелтение верхушек нижних листьев, постепенно распространяющиеся вдоль главной жилки к основанию листа;
- кущение слабое или совсем отсутствует, стебель тонкий, короткий, иногда пурпурно-зеленый;
- созревание преждевременное, колосья и зерно мелкое.

У зерно-бобовых культур азотное голодание вызывает постепенную потерю листьями зеленой окраски, пожелтение, вначале нижних, затем верхних листьев и приостановку роста растений.

У картофеля при недостатке азота наблюдается слабый рост стеблей и листьев. Растения приобретают светло-зеленую или даже желтовато-зеленую окраску. Листья нижнего яруса теряют хлорофилл и становятся бледно-желтыми, а затем опадают.

У капусты на азотную недостаточность могут оказывать желтовато-зеленая окраска листьев, постепенно переходящая в розовый или пурпурный цвет, малый размер листьев и головок.

У кукурузы азотное голодание приводит к резкому снижению урожая зеленой массы.

Признаки фосфорного голодания растений. Все растения крайне чувствительны к фосфорному голоданию в самом раннем возрасте, когда усваивающая способность их неразвитой еще корневой системы весьма слабая.

Фосфорное голодание растений в ранний период роста накладывает настолько далеко идущий депрессирующий эффект, который невозможно полностью преодолеть, даже нормальным последующим питанием.

Недостаток фосфора вызывает задержку роста побегов и корневой системы особенно в начальные периоды развития, формирование мелких молодых листьев с темно-зеленой, голубоватой окраской. Иногда на листьях образуются фиолетовые, красновато-бурые пятна, затем на этих участках наблюдается некроз тканей. Данные признаки проявляются на нижних старых листьях. Недостаток фосфора задерживает цветение и созревание растений, уменьшается количество плодов и семян, ухудшается их качество.

У **зерновых культур** признаки фосфорного голодания проявляется чаще всего в фазе кущения. Они слабо кустятся, медленно растут, окраска листьев у них темно-зеленая, иногда со слабым пурпурным или голубоватым оттенком. Цветение и созревание растений задерживается.

У **кукурузы** при фосфорном голодании замедляется рост молодых растений. Нижние листья приобретают темно-зеленую окраску, затем по краям появляется фиолетовый оттенок, захватывающий постепенно весь лист. Рост растений замедляется.

У **картофеля** края листьев закручиваются вверх, окраска листьев имеет темно-зеленый цвет. Боковое ветвление слабое, вследствие чего, кусты имеют сжатую форму.

У **капусты** недостаток фосфора вызывает карликовый рост, листья мелкие, темно-зеленые с фиолетовым или пурпурным оттенком. Такая пигментация

появляется вначале на жилках, а затем распространяется, начиная с верхушки, на всю поверхность листьев.

Признаки калийного голодания растений. При калийном голодании замедляется рост растений, окраска листьев темно-зеленая с голубоватым оттенком. Края нижних листьев желтеют, а затем буреют и отмирают – краевой ожог листьев. У растений с сетчатым жилкованием лист приобретает морщинистость, а с продольным – волнистость.

У **зерновых** недостаток калия вызывает пожелтение, побурение и отмирание верхушек и краев наиболее старых листьев, ослабление стеблей и полегание.

У **кукурузы** симптомами калийного голодания являются: замедление роста, листья приобретают желтовато-зеленую окраску, а края и верхушки высыхают и кажутся обожженными. Стебли укороченные, низкорослые, растения полегают.

У **картофеля** при калийном голодании наблюдается ненормальная темно-зеленая окраска листьев, появляются мелкие коричневые пятнышки, придающие листьям бронзовый оттенок. Края листьев загибаются книзу, надламываются. Куст раскидистый, междоузлия укороченные, ботва засыхает преждевременно.

Признаки кальциевого голодания растений. Недостаток кальция для растений наблюдается редко. Кальциевое голодание может наблюдаться при возделывании культур на кислых песчаных и супесчаных почвах. Наиболее четко признаки кальциевого голодания отмечаются у картофеля и овощных культур.

У **картофеля** при кальциевом голодании вдоль краев молодых верхушечных листьев появляется светло-зеленая полоса, ткани которой часто отмирают. В мякоти клубней появляются участки отмершей ткани бурого цвета.

У **овощных** культур замедляется рост, стебли толстые и деревянистые, кончики корешков отмирают и разрушаются. На сохранившихся кончиках корешков образуются мелкие шарообразные вздутия. Вновь образующиеся листья хлоротичные, старые листья остаются зелеными.

Признаки магниевого голодания растений. Недостаток магния проявляется в изменении окраски нижних листьев. Они светлеют, приобретая светло-зеленую, зелено-желтую окраску. Хлороз развивается с краев и между жилками листьев, а жилки имеют интенсивно зеленую окраску.

Магниевое голодание может усиливаться при внесении высоких доз хлористого калия, калийной соли, сульфата аммония, при увеличении кислотности почвы. Магниевое голодание растений будет ослаблено известкованием почвы и внесением нитратных форм азотных удобрений.

Признаки борного голодания растений. При недостатке бора наблюдается хлороз верхушечной точки роста, в дальнейшем происходит её потемнение и отмирание. Отмирание точек роста придает растению кустовидную форму, цветов, плодов и семян образуется мало, могут опадать завязи.

При недостатке бора появляется сухая гниль у корнеплодов, коричневая у цветной капусты, дуплистость у турнепса, брюквы, редьки, гниль сердечка у свеклы, сильнее развивается парша на клубнях картофеля.

Признаки железного, медного, марганцевого, молибденового и цинко-

вого голодания растений. Недостаток железа может наблюдаться у овощных культур, картофеля, кукурузы. В почвах нашего региона содержится много железа, но часто оно находится в недоступной для растений форме.

Недостаток железа чаще всего проявляется на щелочных, карбонатных почвах, содержащих много кальция.

Усилению железного голодания способствует высокое содержание в почвах фосфора и недостаток калия.

Внесение в почву органических и физиологически кислых минеральных удобрений способствует уменьшению недостатка железа.

При дефиците железа верхушечные листья светлеют, приобретают светло-желтую или бледно-зеленую окраску, чётко выделяется сетка зеленых жилок. Рост растений ослабленный, нижние хорошо развиты.

Признаки недостатка меди. У злаковых культур наблюдается: бледно-зеленая окраска растений, усиленное их кущение, побеление кончиков листьев, недостаточный выход колосьев или метелок из листовых влагалищ, изогнутость колосьев, скручивание листьев, пустозёрность.

Недостаток меди отрицательно сказывается также на крестоцветных и бобовых культурах.

Медь является антогонистом молибдена.

Признаки недостатка молибдена. От недостатка молибдена более сильно страдают бобовые культуры, так как у них ухудшается развитие клубеньковых бактерий, фиксирующих атмосферный азот, а также капуста, томаты, салат. Характерным симптомом молибденовой недостаточности является желтая пятнистость листьев у большей части культур, сплошной хлороз листьев у бобовых.

Признаки недостатка марганца. Наиболее чувствительны к недостатку марганца картофель, свекла, капуста, а также овёс и горох.

Недостаток марганца вызывает у растений хлороз между жилками листа. Жилки остаются зелеными, а лист принимает узорчатый, пестрый вид. Эти признаки проявляются на молодых листьях.

Признаки недостатка цинка. В нашем регионе недостаток цинка в основном проявляется на кукурузе. На вновь появляющихся листьях кукурузы появляются желтые хлоротичные полосы между жилками. Иногда молодые листья имеют светло-желтую или почти белую окраску (болезнь «белые ростки»).

2.2. Особенности применения удобрений в посевах сельскохозяйственных культур

2.2.1. Яровая пшеница

Яровая пшеница является основной зерновой культурой региона.

К плодородию почвы пшеница предъявляет повышенное требование. Она лучше развивается и даёт хорошие результаты на чернозёмах, дерново-карбонатных, серых и тёмно-серых лесных почвах. Лучший предшественник –

чистый пар. Высокие урожаи с хорошим качеством зерна обеспечивают сидеральные и отаво-сидеральные пары, зернобобовые и пропашные культуры, пласт многолетних бобовых трав.

Корневая система яровой пшеницы, в сравнении с другими яровыми зерновыми культурами, развита более слабо. Основная масса корней сосредоточена в верхних слоях почвы (0-30 см), она плохо использует труднорастворимые минеральные соли.

Поэтому для получения высоких урожаев в почве должно быть достаточное количество питательных веществ в легкодоступной форме.

В начальный период вегетации, от появления всходов и до конца кущения, несмотря на то, что в этот период потребляется меньше минеральной пищи, яровая пшеница весьма чувствительна к их недостатку.

Особенно в этот период на неё отрицательно влияет недостаток фосфора, за счёт которого усиливается развитие вторичной корневой системы.

Второй критический период в питании пшеницы фосфором и усиленное потребление этого элемента происходит в фазу формирования зерна и до полного созревания.

На азот яровая пшеница сильно реагирует в период от начала кущения до выхода в трубку, когда формируются придаточные стебли, узловые корни, колоски и цветки в зачаточном колосе.

Недостаток азота в период цветения и оплодотворения вызывает стерильность пыльцы.

В агроклиматических условиях региона, из-за затруднения усвоения молодыми растениями яровой пшеницы фосфора и азота при низких температурах в фазу прорастания – кущения, целесообразно внесение в рядки при посеве не больших, стартовых доз фосфорных (до 20 кг P_2O_5 и азотных (до 20 кг N) на 1 га посевов.

Наиболее приемлемым, в этом случае, является припосевное внесение нитроаммофоса, имеющего в своем составе 23% азота и 23% P_2O_5 .

Потенциальная потребность яровой пшеницы в питательных веществах очень высокая. С 1 тонной основной продукции с учетом побочной она выносит 29 кг азота, 10 кг P_2O_5 и 19 кг K_2O .

Определение оптимальных норм внесения удобрений должно проводиться в расчете на плановый урожай, с учетом почвенного плодородия и экономических возможностей сельхозтоваропроизводителей.

Допосевное внесение минеральных удобрений лучше производить локально во влажный слой почвы осенью или весной.

2.2.2. Ячмень

В структуре зерновых культур ячмень в Иркутской области занимает 21-23% и является важной продовольственной и кормовой культурой. Ячмень отличается большей засухоустойчивостью, чем пшеница и овес. Ячмень, как и другие злаки, имеет мочковатую корневую систему. Первичные корни у него растут быстрее,

чем у овса и пшеницы. В период кущения они проникают в почву до 30 см. В это время начинают развиваться и вторичные корни.

Прирост корневой системы интенсивно продолжается до кущения. Благодаря этому ячмень в первый период вегетации, когда зачастую существует проблема влагообеспеченности, меньше страдает от недостатка влаги, чем пшеница или овес.

По биологическим особенностям ячмень отличается повышенными требованиями к уровню питания, что объясняется коротким вегетационным периодом и чрезвычайно быстрым усвоением питательных веществ. Интенсивный синтез фитомассы требует обеспечения высокого уровня питания. Это могут обеспечить плодородные почвы и необходимый уровень применения минеральных удобрений. Установлено, что уже к концу фазы кущения ячмень поглощает до 50% азота и фосфора, до 75% калия от общего количества, поглощаемого культурой за весь период вегетации.

Ячмень плохо переносит как кислые, так и засоленные почвы. Для его развития требуется реакция почвы, близкая к нейтральной (pH6-7). Поэтому ячмень отзывчив на известкование.

В нашем регионе в севообороте ячмень размещают после пшеницы или другому непаровому предшественнику. По данным предшественникам обычно осенние запасы минерального азота низкие. Поэтому при раннем посеве ячменя в холодную почву, без внесения азотных удобрений он ощущает острый недостаток в азоте. В этом случае в начальный период жизни резко сдерживаются все ростовые процессы, и нарушается образование генеративных органов, вследствие чего, резко снижается урожайность.

Для предотвращения этих негативных процессов под ячмень вносят азотные минеральные удобрения (до посева или при посеве). При основном (допосевном) внесении доза азота не должна превышать 60 кг/га, а для пивоваренных ячменей – 30-40 кг/га. Избыточное азотное питание резко снижает устойчивость к полеганию.

Холодные почвы в начальный период жизни затрудняют ячменю использование почвенных запасов фосфора. Поэтому необходимо внесение небольших доз суперфосфата в рядки при посеве (15-20 кг P₂O₅ на 1 га).

Улучшение азотного питания необходимо сочетать с обеспечением доступным фосфором и калием. Оптимизация соотношения питательных веществ существенно повышает окупаемость удобрений урожаем и может обеспечить требуемые технологические качества ячменя.

При выращивании пивоваренных ячменей первостепенное значение приобретают фосфорно-калийные удобрения, способствующие улучшению технологических свойств сырья.

2.2.3. Овес

В структуре зерновых культур в нашем регионе овёс занимает 25-26%. К условиям выращивания он менее требователен по сравнению с яровой пшеницей и ячменём.

Овёс растёт на кислых почвах, однако лучшие урожаи даёт на слабокислых и нейтральных почвах. Для овса предпочтительны средние и легкие суглинки, но его с успехом можно выращивать на тяжелых суглинистых и глинистых почвах.

Благодаря развитой корневой системе, растения хорошо используют последствие удобрений, внесенных в севообороте под предшествующие культуры и потенциальные запасы почвенного плодородия.

По этой причине в севообороте овес часто размещают последней культурой, а посев проводят в более поздние сроки, чем пшеницу и ячмень.

Благодаря этому возможна организация мероприятий по предпосевной обработке сорняков и весенняя мобилизация почвенного азота, особенно на богатых органическим веществом почвах.

В начальный период у овса, как и у всех яровых хлебов, наблюдается критическая потребность в азоте и фосфоре. Поэтому на почвах с низким и средним содержанием подвижного фосфора рекомендуется припосевное внесение гранулированного суперфосфата в дозе 10-15 кг/га P_2O_5 .

Наибольшая потребность в элементах питания у овса приходится на период от выхода в трубку до молочной спелости. В этот период он поглощает до 60% азота, 30-45% калия и 50-55% фосфора от общего выноса. Расчётную дозу минеральных удобрений под овёс лучше вносить в качестве основного (допосевного) удобрения.

Потенциальная потребность овса в питательных веществах значительная. С 1 тонной основной продукции с учетом побочной он выносит 32 кг азота, 11 кг P_2O_5 и 27 кг K_2O .

2.2.4. Зернобобовые культуры

Горох является ведущей зернобобовой культурой региона. Наряду с продовольственным значением он представляет значительный интерес как кормовая культура.

Как и всем бобовым культурам гороху свойственна способность фиксировать газообразный азот атмосферы и улучшать баланс азота в почве. Это связано с развитием на корнях гороха (и других бобовых культур) клубеньковых бактерий.

Корневая система гороха глубоко проникает в почву (до 1 м) и способна усваивать фосфор и калий из труднодоступных соединений. Горох требователен к плодородию почв, предпочитает легкие и средние суглинки. Плотные, заплывающие почвы угнетают жизнедеятельность клубеньковых бактерий и отрицательно сказываются на урожайности культуры.

Горох плохо растёт на кислых почвах, при pH 5,5 и ниже почву следует известковать. Очень эффективно под горох применять известковые материалы, содержащие магний, например, доломитовую муку. При этом урожай повышается на 15-20%.

У гороха максимум потребления питательных веществ отмечается к кон-

цу вегетации.

Вынос азота горохом покрывается в значительной степени благодаря фиксации атмосферного азота (до 70% от потребности). На бедных азотом почвах горох хорошо отзывается на внесение азотных удобрений в небольших дозах (25-30 кг действующего вещества на 1 га).

Из элементов минерального питания горох наиболее требователен к наличию фосфора в почве. На бедных доступными фосфатами почвах он испытывает недостаток элемента уже на десятый день после всходов. Внесение фосфорных удобрений под горох всегда дает гарантированную прибавку урожая.

Дозы фосфора и калия определяются расчетным методом на плановый урожай. Потенциальная потребность гороха в питательных веществах очень высокая. С 1 тонной основной продукции с учетом побочной он выносит 58 кг азота, 13 кг P_2O_5 , 25 кг K_2O .

Основную часть фосфора и всю дозу калия необходимо вносить локально до посева. Стартовую дозу фосфора, а при необходимости и азота, в дозе 20 кг действующего вещества на 1 га вносят при посеве.

Из микроудобрений на горохе хорошо отзывается молибден. Для повышения азотфиксирующей роли клубеньковых бактерий на горохе и других зернобобовых культурах эффективно применение бактериальных препаратов - ризоторфина и нитрагина. Этими препаратами перед посевом проводят обработку (инокуляцию) семян.

2.2.5. Крупяные культуры

Из крупяных культур в Иркутской области возделывается гречиха и просо.

Гречиха хорошо растет практически на всех почвах, распространенных в Иркутской области.

Оптимальной рН для гречихи 5-7, поэтому сильнокислые почвы под гречиху необходимо известковать, лучше для этого использовать доломитовую муку, так как она дополнительно содержит магний.

Эта культура светлолюбивая, требовательная к теплу и влаге, её обычно высевают в начале июня. Хотя корневая система у гречихи развита слабее, чем у других культур, её корни проникают в почву на значительную глубину и лучше используют труднорастворимые формы фосфатов, а также и почвенные запасы калия.

Гречиха отзывчива на хорошие предшественники, поэтому её рекомендуют высевать второй культурой после пара или по пропашным предшественникам.

На почвах, бедных гумусом, обязательно внесение азотных удобрений в расчетных дозах.

На почвах бедных запасами подвижного фосфора и обменного калия необходимо внесение этих форм удобрений.

Необходимо помнить, что гречиха не выносит хлора. Поэтому под неё

нельзя вносить калийные хлорсодержащие удобрения. Лучшими калийными удобрениями под гречиху являются сульфат калия (сернокислый калий) и сульфат калия-магния (калимагнезия).

Фосфорные удобрения в небольших дозах (10-20 кг P_2O_5 на 1 га) необходимо вносить при посеве.

Из микроудобрений на гречихе хорошо отзываются молибден и бор. С 1 тонной урожая основной продукции с учетом побочной гречиха выносит из почвы 27 кг азота, 15 кг P_2O_5 и 36 кг K_2O .

Просо в регионе возделывается в небольших объемах (около 200 га).

По засухоустойчивости просо занимает первое место среди возделываемых в регионе зерновых культур. Эта теплолюбивая и стойкая к высоким температурам культура.

Просо усиленно потребляет питательные вещества в период от кущения до созревания, который составляет от 40 до 50 дней.

До кущения рост и развитие надземных органов и корневой системы у проса протекают медленно, поэтому способность его корневой системы усваивать пищу из почвы значительно меньшая, чем яровых зерновых.

Однако просо выносит из почвы значительное количество питательных веществ. Так с 1 тонной урожая основной продукции с учетом побочной выносятся 30 кг азота, 14 кг P_2O_5 и 35 кг K_2O .

Просо отзывчиво на внесение минеральных удобрений, особенно по непаровым предшественникам. Дозы минеральных удобрений определяются расчетным методом с использованием зональных нормативов.

Основное удобрение можно вносить с осени под зябь или весной локально. При посеве обязательно вносится гранулированный суперфосфат в дозе 15-20 кг P_2O_5 на 1 га. Это обусловлено тем, что в ранний период растения проса крайне чувствительны к недостатку фосфора, что обусловлено его мелкосемянностью и слабым развитием корневой системы.

Лучший предшественник под просо – чистые или сидеральные, хорошо подготовленные пары.

2.2.6. Картофель

Картофель является ценнейшим продуктом питания. Годовое потребление его составляет 120-130 кг на человека. В Иркутской области ежегодно производится 620-630 тыс. тонн картофеля, в том числе 85-87 тыс. тонн производят сельскохозяйственные предприятия и КФХ, 543-545 тыс. тонн – население в личных подсобных хозяйствах.

Картофель – культура рыхлых почв, поэтому под него отводят легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы, способные сохранять рыхлое состояние на протяжении периода вегетации. В случае размещения картофеля на тяжелых по механическому составу почвах требуется хорошее рыхление прикорневого слоя. Это можно обеспечить при гребневом способе возделывания картофеля.

Картофель хорошо переносит кислотность почвы. Оптимальный интер-

вал рН 5-6, допустимый – 4,0-7,0. На сильноокислых почвах необходимо известкование. Но известкование следует проводить неполной дозой извести ($1/2 - 1/4$ от Нг).

При больших дозах извести картофель может поражаться паршой, будут ухудшаться его потребительские качества и лёжкость при хранении.

Лучшими предшественниками под картофель являются хорошо заправленный органическими удобрениями чистый пар, сидеральные пары, пласт многолетних бобовых трав.

С урожаем картофель выносит значительное количество питательных веществ. Так с 1 тонной урожая клубней с соответствующим количеством ботвы выносятся 6,0 кг азота, 1,6 кг P_2O_5 и 7,8 кг K_2O . Установлено, что в растениях картофеля содержится больше всего калия, меньше азота и ещё меньше фосфора.

Внесение удобрений под картофель – необходимое условие получения высокого урожая. Особую ценность имеют органические удобрения. Они служат непосредственным источником питания, обогащают почву полезными микроорганизмами, способствуют накоплению гумуса, улучшают её физические свойства, снижают кислотность почвы.

Органические удобрения вносят под паровое поле. Кроме органических удобрений на мало и среднеобеспеченных питательными веществами почвах, необходимо внести локально до посадки или при посадке азот, фосфор и калий в расчете на планируемую урожайность.

Формы азотных и фосфорных удобрений не вызывают резких изменений урожайности. Из калийных лучше вносить безхлорные удобрения, так как хлорсодержащие удобрения ухудшают качество клубней, снижают крахмалистость и вкусовые качества.

Оптимизация условий корневого питания позволяет регулировать не только величину урожая, но и его качество.

Азотные удобрения усиливают рост ботвы, удлиняют период вегетации и физиологического вызревания клубней. Если картофель убирается физиологически вызревшим после окончания процесса накопления крахмала в клубнях, то качество клубней будет хорошее.

Фосфор ускоряет развитие растений, в том числе и процессы клубнеобразования, тем самым сокращает вегетационный период, обеспечивает физиологическую зрелость клубней к уборке.

Калий также в большинстве случаев улучшает качество клубней.

2.2.7. Кормовые культуры

Кукуруза – культура теплолюбивая и весьма требовательна к плодородию почвы.

В Иркутской области кукуруза возделывается на кормовые цели (силос, зеленый корм).

Кукуруза дает хорошие урожаи на почвах, хорошо обеспеченных азотом,

с хорошими физическими свойствами, рыхлых, проницаемых для воды и воздуха.

Она хорошо развивается на почвах с нейтральной реакцией почвенной среды, оптимальный интервал рН 6,0-7,0, допустимый – 5,0-8,0. Поэтому кислые почвы должны быть обязательно известкованы. Наилучшее действие на кукурузу, особенно на легких почвах, бедных магнием, оказывает доломитовые известняки.

Кукуруза имеет мощную корневую систему, способную извлекать питательные вещества из большого объема почвы.

С 1 тонны зеленой массы кукурузы выносятся из почвы 3,5 кг азота, 1,2 кг P_2O_5 , 3,7 кг K_2O .

Поглощение питательных веществ кукурузой продолжается до наступления восковой спелости зерна и соответственно нарастание зеленой массы идет до уборки. Однако в начале вегетации питательные вещества используются в небольшом объеме, особенно интенсивно они используются перед цветением.

Поглощение азота продолжается почти до созревания, однако максимум его приходится на период за 2-3 недели до выбрасывания метелок. В условиях Восточной Сибири, где идет медленная мобилизация почвенного азота, судьбу урожая чаще всего определяет уровень азотного питания и необходимая сумма эффективных температур.

Фосфор кукуруза усваивает равномерно, вплоть до созревания. Однако особо острую потребность в дополнительном фосфорном питании растения испытывают в самый начальный период жизни, когда почва еще недостаточно прогрета.

Припосевное внесение небольших доз суперфосфата или аммофоски (10-15 кг P_2O_5 на 1 га) способствует развитию более мощной корневой системы. Допосевное внесение фосфорных удобрений целесообразно на почвах, обеспеченных подвижным фосфором ниже среднего.

Калий наиболее интенсивно кукуруза поглощает в первый период вегетации. В калийных удобрениях возникает потребность на почвах, слабо обеспеченных обменным калием и если она размещается по предшественникам, потребляющим много калия (картофель, корнеплоды, многолетние травы).

Система удобрений кукурузы складывается из трёх приёмов: основного (допосевного), припосевного и подкормок. 70-80% запланированного объёма минеральных удобрений вносят в качестве основного удобрения, то есть до посева, остальная часть применяется при посеве и в виде подкормок.

Подкормки минеральными удобрениями проводят на полях, где не удалось внести необходимую дозу до посева. Чаще всего при подкормках вносят азотные удобрения при междурядных обработках с использованием культиваторов-растениепитателей.

Внекорневая подкормка, при необходимости проводится раствором мочевины наземным опрыскивателем. Внекорневая подкормка проводится в период перед взметыванием метелки и способствует заметному повышению содержания в зеленой массе белков.

Кукуруза хорошо отзывается на органические удобрения, оптимальная доза 40-60 т/га внесенная с осени под зябь.

Дозы минеральных удобрений определяются одним из расчетных методов с учетом запланированного урожая и почвенного плодородия.

2.2.8. Однолетние травы

К группе однолетних трав относятся горохо-овсянные, вико-овсянные смеси, зерносмеси, редька масличная, рапс и сурепица. Их используют для закладки сенажа и силоса, на зеленый корм. Кроме того, горохо-овсянные, вико-овсянные смеси и зерносмеси используются для заготовки сена.

При возделывании этих культур желателен получение максимально возможного урожая с хорошими кормовыми качествами, что не возможно без оптимизации минерального питания.

Культуры, отнесённые к однолетним травам, достаточно холодостойкие и имеют короткий вегетационный период до достижения укосной спелости.

В связи с коротким периодом вегетации возможны ранние посевы с уборкой в начале июля и последующей обработкой поля по типу занятого пара.

Для получения высоких урожаев зеленой массы с хорошим качеством при ранних посевах, как правило, в почве недостаточно доступных форм питательных веществ, так как обычно однолетние травы размещают по зерновым предшественникам. Для этого необходимо обеспечить оптимальное азотное питание путем допосевного внесения азотных удобрений в количестве 40-60 кг азота на 1 га. При слабой обеспеченности почвы подвижными формами фосфора желателен припосевное внесение суперфосфата или аммофоса в количестве 10-15 P_2O_5 на 1 га.

При поздних сроках сева (конец июня – начало июля), повышении температур в почве происходит мобилизация питательных веществ. В этом случае допосевная норма внесения азотных удобрений может быть снижена до 30-40 кг/га.

Дозы минеральных удобрений определяются расчётно с учетом запланированного урожая, почвенного плодородия и вида возделываемой культуры, так как потребность разных видов однолетних трав в питательных веществах для создания единицы урожая неодинакова (Приложение 3).

2.2.9. Кормовые корнеплоды

В Иркутской области в основном возделывают турнепс, брюкву и кормовую свеклу.

Обладая высоким потенциалом урожайности, они выносят из почвы значительное количество питательных веществ. Вынос питательных веществ с урожаем у этих культур неодинаков, он отражён в Приложении 3.

В связи с высоким хозяйственным выносом и относительно слабой корневой системой, кормовые корнеплоды требуют плодородные почвы с

нейтральной или слабощелочной реакцией среды.

Размещать кормовые корнеплоды лучше по парам, пропашным культурам и другим чистым от сорняков предшественникам.

Кормовые корнеплоды очень отзывчивы на органические удобрения. Органические удобрения лучше вносить под пар или осенью под зябь. При посеве обычно вносят комплексные удобрения, лучше всего азофоску или нитрофоску из расчёта 10-15 кг азота, P_2O_5 и K_2O на 1 га.

Основную часть минеральных удобрений лучше вносить осенью под вспашку.

Дозы минеральных удобрений определяются исходя из запланированной урожайности, почвенного плодородия и вида возделываемой культуры.

2.2.10. Многолетние травы

Донник используется на кормовые цели и как сидеральная культура, кроме того, он является эффективным медоносом.

Донник нетребователен к почвам, но вместе с тем не любит кислых почв, не растёт на заболоченных, с высоким уровнем грунтовых вод почвах, плохо растёт на тяжелых по механическому составу, заплывающих почвах.

Донник имеет мощную стержневую корневую систему, проникающую в глубокие слои почвы и обладает высокой засухоустойчивостью. Корневая система донника способна извлекать питательные вещества из труднорастворимых соединений.

Вместе с тем, донник не менее других культур отзывчив на внесение удобрений, особенно фосфорных и микроудобрений, если почвы слабо обеспечены этими элементами.

Оказывают высокий эффект ранние весенние подкормки донника азотными удобрениями на второй год вегетации. Их проводят для лучшего и активного отрастания растений на холодной почве, когда азотфиксация заторможена. Подкормка осуществляется дозой 25-30 кг азота на 1 га посевов. Из микроудобрений обычно используют молибденовые и борные удобрения путем предпосевной обработки семян. Это стимулирует развитие на корнях донника клубеньковых бактерий и усиливает азотфиксацию атмосферного азота.

Люцерна – многолетняя бобовая культура, используемая на кормовые цели (сено, сенаж, ВТМ и т.д.). Корма из люцерны содержат много белка, фосфора, кальция, незаменимых аминокислот и поэтому отличаются высокими кормовыми достоинствами.

Она формирует мощную корневую систему, что позволяет ей расти и давать хорошие урожаи в степных, засушливых районах.

Люцерна обогащает почву азотом и органическим веществом, трёхлетние растения накапливают азота в почве столько, сколько его содержится в 60-70 кг навоза. Пласт люцерны является отличным предшественником для всех культур.

Произрастает люцерна на самых разнообразных почвах, лучшими счита-

ются глубокопроницаемые, среднесуглинистые почвы с рН 6,5-7,0. Для возделывания люцерны непригодны кислые почвы с близким залеганием грунтовых вод и сильно засоленные почвы. При рН 5 и ниже клубеньковые бактерии не развиваются и не фиксируют азот из воздуха.

Эта культура потребляет из почвы большое количество питательных веществ. Высокая потребность её в питании определяется, прежде всего, способностью давать большие урожаи зеленой массы с высоким содержанием белка. На образование 1 т сена люцерны потребляет 26 кг азота, 6-6,5 кг P_2O_5 , 15-17 кг K_2O , много кальция и магния.

Она хорошо отзывается на внесение органических удобрений под покровную культуру. В первый год жизни люцерны чувствительна к недостатку фосфора, поэтому при посеве желательна вносить 15-20 кг P_2O_5 на гектар (суперфосфат или аммофос).

Ежегодно весной рекомендуется проводить подкормку путем врезания удобрений в дернину. Обычно вносят 30-35 кг азота на 1 га и фосфор. Доза фосфора зависит от уровня содержания в почве подвижного фосфора, но не превышает 60 кг P_2O_5 на 1 га.

На почвах с низким содержанием обменного калия рекомендуется вносить в расчетной дозе сернокислых калий.

Клевер красный – отличная кормовая культура, из него готовят сено, ВТМ и другие корма. В полевых севооборотах он является отличным предшественником и идеальной культурой для возделывания на сидераты.

Корневая система клевера красного хорошо развита, она состоит из главного стержневого корня и боковых корней. Клевер красный – влаголюбивая культура. Он хорошо растет, когда влагоёмкость почвы поддерживается на уровне 70-80% наименьшей влагоёмкости.

Вместе с тем, он не переносит избытка влаги в почве, а при застое воды на поле погибает.

Клевер хорошо растет на дерново-подзолистых серых лесных, черноземных почвах. Он не переносит кислых и сильно засоленных почв, при рН ниже 4,5 он выпадает.

Клевер красный потребляет большое количество калия, фосфора, кальция. Он так же отзывчив на микроэлементы – молибден, бор.

Поскольку ранней весной содержание доступного фосфора в почве незначительно, рекомендуется припосевное внесение фосфорных удобрений (гранулированного суперфосфата или аммофоса) в дозе 15-20 кг P_2O_5 на 1 га.

Клевер красный, хорошо обеспеченный фосфором, лучше укореняется, у него быстрее формируются листья при одновременном значительном увеличении клубеньков на корнях.

Клевер красный хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные под покровную культуру.

Дозы внесения минеральных удобрений определяют, исходя из наличия питательных веществ в почве. Обычно рекомендуется вносить 60 кг P_2O_5 и 60 кг K_2O . Эти удобрения вносятся осенью под зябь или весной при предпосевной

обработке под покровную культуру. В связи с тем, что клевер красный хорошо растет на слабокислых почвах, он сильно реагирует на известкование.

Микроудобрения (молибден, бор) обычно используют для предпосевной обработки семян клевера или некорневой подкормки.

Галега восточная – многолетняя бобовая кормовая культура. Согласно исследованиям, проведенным Иркутским ГАУ галега может возделываться практически на всех почвах региона.

Лучшими предшественниками галеги являются пары (чистые и занятые), пропашные культуры, чистые от сорняков.

Галега может обеспечивать себя азотом за счет деятельности клубеньковых бактерий. Поэтому в системе удобрений предполагается внесение только фосфорных и калийных удобрений. Дозы удобрений рассчитываются на плановый урожай и вносятся в качестве допосевного внесения в год посева.

В первую весну для лучшего отрастания молодых растений, их желательно подкормить азотными удобрениями в дозе до 30 кг азота на 1 га посевов. Это обеспечит растения доступным азотом на период, пока клубеньковые бактерии находятся в неактивном состоянии.

Семена галеги перед посевом необходимо обработать 1% раствором молибденово-кислого аммония и борной кислоты из расчета 1 литр раствора на гектарную норму семян (25-30 кг).

Кострец безостый – многолетний яровой злак. Корневая система корневищная, способная укореняться в узлах, что приводит к образованию новых кустов. Кострец обладает хорошей зимостойкостью и засухоустойчивостью и может возделываться во всех сельскохозяйственных районах на разнообразных почвах.

В условиях достаточного увлажнения и хорошего питания кострец безостый может давать высокие урожаи. При орошении, в условиях ЗАО «Приморский» Нукутского района, за 2 укоса собирали свыше 60 ц отличного сена.

Органические удобрения можно использовать под предшественники в дозе 30-40 т/га. Фосфорные и калийные удобрения вносят с осени под зябь. Доза удобрений зависит от почвенного плодородия. В условиях региона обычно вносят от 40 до 70 кг P_2O_5 и K_2O на 1 га посева. Азотные удобрения вносят под предшествующую культуру в дозе до 60 кг азота на 1 га посевов. Доза азота рассчитывается в зависимости от содержания минерального азота в почве перед посевом.

В последующие годы проводят подкормку костреца весной азотными удобрениями из расчета 60 кг азота на 1 га. При двухукосном использовании кострец желательно подкормить азотными удобрениями после первого укоса.

Нормативы хозяйственного выноса питательных веществ многолетними травами отражены в приложении 3.

2.2.11. Овощные культуры

Овощные культуры предъявляют особые требования к плодородию почв,

степени их окультуренности, водно-физическим, тепловым и агрохимическим свойствам. Большое значение для этих культур имеет механический состав почв. Лучшие почвы для промышленного овощеводства – легкие и средние суглинки.

Наиболее благоприятное содержание гумуса в почвах – более 3-4%. Поэтому очень важно применять под овощи органические удобрения и, прежде всего, навоз и навозные компосты. Необходимо учитывать степень разложения навоза. Свежий или полуперепревший навоз вносят под кабачки и огурцы, которые требуют повышенного содержания углекислоты в припочвенном слое. Под все другие овощные культуры лучше применять перегной, в котором нет сорных растений.

Малопригодны для возделывания овощных культур кислые или засоленные почвы, содержащие высокие концентрации алюминия, железа, марганца, а также почвы с высоким уровнем грунтовых вод.

Учитывая потенциал продуктивности большинства овощных культур, следует помнить, что при высоких урожаях они выносят значительно больше питательных веществ, чем полевые культуры. Нормативы выноса питательных веществ овощными культурами отражены в приложении 8.

Большой ассортимент овощных культур, свои особенности в потреблении питательных веществ, несомненно, требуют дифференцированного подхода к применению под них удобрений.

Особенности применения удобрений под некоторые овощные культуры

Капуста белокочанная потребляет большое количество питательных веществ (Приложение 4). Капуста потребляет азот, фосфор и калий в течение всего вегетационного периода в зависимости от сорта. Сроки потребления питательных веществ у ранних сортов составляют до 60 дней, у поздних сортов они не превышают 120 дней.

Максимальное количество элементов питания требуется в период формирования кочана.

Капуста хорошо растет при реакции почвы близкой к нейтральной (рН 6,0-7,0), на кислых почвах она положительно реагирует на известкование. Необходимо помнить, что на кислых почвах капуста более сильно поражается килой.

В Иркутской области возделывается белокочанная капуста разных по вегетационному периоду сортов.

Ранняя белокочанная капуста. Лучше её размещать на хорошо окультуренных легкосуглинистых и супесчаных почвах. В первый месяц после высадки рассады интенсивность поглощения питательных веществ низкая. Наиболее интенсивное поглощение наблюдается в период между образованием розеточных листьев и началом завязывания кочанов. Достаточно высокая интенсивность поглощения питательных веществ в период формирования кочана.

В первую очередь ранняя белокочанная капуста нуждается в азотных удобрениях. Фосфорно-калийные удобрения требуются в том случае, если обеспеченность ими почв ниже средней. Органические удобрения в дозе 30-40

т/га лучше вносить под предшественник. Минеральные удобрения в расчетной дозе вносятся в почву до высадки рассады. При необходимости возможны подкормки минеральными удобрениями во время проведения междурядных обработок.

Среднеспелые, среднепоздние и позднеспелые сорта белокочанной капусты характеризуются очень высоким потенциалом урожайности. При высоких урожаях потребляется значительное количество питательных веществ.

Эта группа сортов требует обильного питания на протяжении всего периода вегетации. При этом до начала завязывания кочанов должно преобладать азотное питание, а в период формирования кочанов необходимо умеренное азотное питание и усиленное калийно-фосфорное.

Высокоэффективно применение под эти сорта белокочанной капусты органических удобрений в виде перегноя или компостов в дозе 60-70 т/га. Вместе с тем одни органические удобрения не могут обеспечить оптимальных условий питания. Капуста быстрее и лучше растет при сочетании органических и минеральных удобрений.

Система удобрений включает основное припосевное внесение и подкормки. Дозы удобрений устанавливаются с учетом почвенного плодородия и запланированного урожая.

Основная часть удобрений вносится до посева (осенью или весной). Небольшие дозы комплексных удобрений, по 15 кг NPK на 1 га, вносятся при высадке рассады капусты. При необходимости проводят подкормку при междурядной обработке.

Морковь столовая хорошо растет на почве со средней кислотностью pH 5,5-7,0. При выращивании её на почвах с более высокой кислотностью необходимо известкование. Интенсивность усвоения питательных веществ в начале вегетации нарастает очень медленно. Максимальное поглощение наблюдается в конце июля - августе, то есть в период интенсивного нарастания массы корнеплодов.

Морковь отзывчива на минеральные удобрения, вместе с тем, она весьма чувствительна к концентрации почвенного раствора. Многочисленными опытами установлено, что дозы любого питательного элемента выше 90 кг/га под морковь нежелательны.

На плодородных почвах и по хорошим предшественникам морковь можно выращивать без внесения минеральных удобрений. Дозы минеральных удобрений устанавливаются с учетом плодородия почв, последствий удобрений, внесенных под предшествующую культуру и планируемого урожая.

Морковь положительно отзывается на применение хорошо перепревшего навоза в дозе 30-40 т/га. Внесение слаборазложившегося навоза вызывает ветвление корнеплода, что снижает их лёжкость при хранении.

Система удобрения моркови складывается из основного удобрения, внесенного до посева и небольших доз минеральных удобрений, вносимых при посеве (10 кг азота, 10 кг P₂O₅ и 10 кг K₂O на 1 га).

Свекла столовая – культура с высоким потенциалом продуктивности.

Для обеспечения высокого урожая необходимо внесение соответствующих количеств минеральных и органических удобрений. Размеры доз удобрений зависят от почвенного плодородия и планируемого урожая.

Темпы поглощения питательных веществ в начале вегетации незначительные, поэтому в первый месяц роста потребность в питательных веществах удовлетворяется за счет припосевного внесения небольших доз удобрений (по 10 кг NPK на 1 га).

Активное поглощение питательных веществ свеклой начинается в июле – августе, когда интенсивно формируется корнеплод.

Свекла хорошо отзывается на внесение полуперепревшего навоза, питательные вещества которого к этому времени переходят в доступную форму за счет минерализации. Дозы органических удобрений возможны в размере от 40 до 60 т на 1 га, вносить органические удобрения лучше осенью под зябь.

Свекла столовая – калиелюбивая культура. В урожае соотношение питательных веществ (N : P₂O₅ : K₂O) следующее 1 : 0,56 : 1,6. Удобрения, особенно калийные, одновременно с увеличением урожая улучшают и качество корнеплодов. Применение хлористого калия или калийной соли для удобрения свеклы значительно повышают её сахаристость.

Дозы удобрений под столовую свеклу, в зависимости от плодородия почв, предшественника могут колебаться в следующих пределах: N – 60-120 кг/га; P₂O₅ – 40-80 кг/га; K₂O – 80-160 кг/га.

Лук репчатый имеет относительно слабую корневую систему, которая располагается в поверхностных слоях почвы.

Лук чувствителен к концентрации почвенного раствора и к кислотности почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора для лука находится в пределах pH 6,4-7,9, то есть предпочитает нейтральные, слабощелочные почвы.

Лук не выдерживает больших доз минеральных удобрений и лучше использует питательные вещества органических удобрений. Навоз под лук рекомендуется вносить только хорошо перепревший, в умеренных дозах (30-40 т/га). Повышенные дозы органических удобрений нежелательны, так как усиливают рост пера и задерживают созревание луковиц.

Острые сорта лука более требовательны к азотному питанию, а сладкие – к калийному. Обычно под лук вся расчетная доза минеральных удобрений вносится до посева, посадки.

Огурец – требовательная к почвенному плодородию культура. Его корневая система располагается в верхнем слое почвы и слабо использует вещества из нижних слоев.

Лучшими почвами под огурцы являются легкие по механическому составу, окультуренные, высокогумусные почвы. Эта культура чувствительна к кислой реакции почвы, оптимальный интервал pH 6,5-7,0. Кислые почвы необходимо известковать.

Усвоение минеральных элементов в период вегетации идет неравномерно, основная часть (70-80%) расходуется в период плодоношения.

Важная особенность огурцов – высокая отзывчивость на внесение орга-

нических удобрений. Навоз, усиливая микробиологическую деятельность в почве, повышает питание огурцов углекислотой, которая выделяется из почвы.

Наивысшие урожаи получают от совместного внесения навоза и минеральных удобрений. На малогумусных почвах лучшая доза навоза – 60-80 т на 1 га.

На почвах со средним уровнем плодородия вносят 40-60 т навоза. Навоз вносится с осени под вспашку.

Основная часть расчетной дозы фосфора и 2/3 азота и калия вносится до посева. При этом фосфорные и калийные удобрения лучше вносить с осени локально, а азотные – весной перед посевом под культивацию.

Огурцы очень отзывчивы на подкормки. Первую подкормку проводят через 2-3 недели после всходов нитрофоской из расчета N 20 кг P₂O₅ 20 кг K₂O 20 кг.

В период плодоношения проводится вторая подкормка с дозой N 20 кг K₂O 60 кг на 1 га. Величина расчетных доз минеральных удобрений зависит от планируемого урожая.

Лучшими формами минеральных удобрений являются из азотных – аммиачная селитра и мочевина, из фосфорных – двойной суперфосфат, из калийных – сернокислый калий, калийная селитра, калимагнезия.

Томаты предпочитают хорошо окультуренные почвы легкого и среднего механического состава с высоким содержанием доступного фосфора. Томаты в начальный период развития очень чувствительны к недостатку фосфора, без повышенного фосфорного питания они не формируют высокого урожая.

Томаты лучше других культур переносят кислотность почвы. Оптимум развития для них находится в пределах pH 5,6-7,1. Поэтому на кислых почвах за счет известкования возможно значительное повышение урожая.

В начале вегетации, после высадки рассады, потребность в элементах питания сравнительно небольшая. В период плодоношения она резко возрастает, особенно в отношении азота и калия.

Правильное применение удобрений обеспечивает высокую урожайность, а также ускоряет созревание плодов. Азотные удобрения способствуют интенсивному нарастанию вегетативной массы, но затягивают созревание плодов.

Фосфорно-калийные удобрения на умеренном азотном фоне способствуют более дружному созреванию плодов, повышению их товарного качества.

На малогумусных почвах целесообразно внесение перегноя в дозе 30-40 т/га. Основную массу расчетной дозы удобрений вносят до посадки.

Томаты хорошо отзываются на подкормку минеральными удобрениями. Первую подкормку проводят азотно-фосфорными удобрениями через 15-20 дней после высадки рассады в дозе N 20 кг P₂O₅ 30 кг на 1 га.

Вторую подкормку растений рекомендуют проводить азотно-калийными удобрениями в начале плодоношения в дозе N 20 кг K₂O 40 кг на 1 га.

Для подкормки лучше использовать мочевину, двойной суперфосфат, сульфат калия.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Схема смешивания удобрений (по И.М. Стребкову)

Удобрения	Аммиачная селитра	Сульфат аммония	Мочевина (карбамид)	Суперфосфат простой	Суперфосфат гранулированный	Суперфосфат двойной	Преципитат	Фосфорная мука	Аммофос, диаммонийфосфат	Хлористый калий	Калийная соль	Сернокислый калий	Сильвинит, каинит
Аммиачная селитра	М	У	Н	Н	У	У	У	У	У	У	У	У	У
Сульфат аммония	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Мочевина (карбамид)	Н	У	М	Н	У	У	У	У	У	У	У	М	У
Суперфосфат простой	Н	М	Н	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Суперфосфат гранулированный	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Суперфосфат двойной	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Преципитат	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Фосфоритная мука	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Аммофос, диаммонийфосфат	У	М	У	М	М	М	М	М	М	У	У	М	У
Хлористый калий	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	М
Калийная соль 40 %	У	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	М
Сернокислый калий	У	М	У	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М
Сильвинит, каинит	У	У	У	У	У	У	У	У	М	М	М	М	М

Примечание : Буквы в месте пересечения вертикальных и горизонтальных граф обозначает : М – смешивать можно; У – смешивать можно непосредственно перед внесением; Н – смешивать нельзя.

Приложение 2

Нормативы хозяйственного выноса питательных веществ зерновыми, зерно-бобовыми, крупяными культурами и картофелем

Культура	Продукция	Вынос питательных веществ в кг на 1 тонну основной продукции с учетом побочной		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница яровая	зерно	22	7	5
	зерно + солома	29	10	19
Ячмень	зерно	18	8	5
	зерно + солома	25	10	23
Овёс	зерно	20	7	4
	зерно + солома	32	11	27
Горох	зерно	35	9	12
	зерно + солома	58	13	25
Гречиха	зерно	15	6	5
	зерно + солома	27	15	36
Просо	зерно + солома	30	14	35
Рапс яровой на семена (маслосемена)	зерно + солома	49	23	30
Картофель	клубни	3,1	1,1	4,9
	клубни + ботва	6,0	1,6	7,8

Приложение 3

Нормативы хозяйственного выноса питательных веществ кормовыми культурами

Культура	Продукция	Вынос питательных веществ в кг на 1 тонну основной продукции с учетом побочной		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кукуруза на зеленый корм и силос	зеленая масса	3,5	1,2	3,7
Подсолнечник на силос	зеленая масса	3,7	0,6	4,6
Однолетние бобово-злаковые смеси	зеленая масса	4,7	1,3	4,9
	сено	18,8	5,2	19,8
Однолетние злаковые смеси	зеленая масса	3,6	1,0	4,4
	сено	14,6	4,1	17,7
Редька масличная	зеленая масса	4,6	1,8	5,0
Рапс яровой	зеленая масса	4,3	1,8	7,0
Кормовая свекла	корнеплод	3,3	1,0	6,2
Кормовая брюква	корнеплод	4,9	1,6	7,4
Турнепс	корнеплод	2,2	1,4	5,7
Люцерна	сено	26	6,5	15
Клевер	сено	25	6,0	16
Донник	сено	24	5,0	14
Эспарцет	сено	15	2,2	10
Кострец безостый	сено	12,9	4,4	22

Нормативы хозяйственного выноса питательных веществ овощными культурами открытого грунта

Культура	Продукция	Вынос питательных веществ в кг на 1 тонну основной продукции с учетом побочной		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Капуста белокочанная	кочаны	2,5	1,0	3,5
Капуста белокочанная среднепоздняя	кочаны	4,0	1,4	4,0
Капуста белокочанная поздняя	кочаны	3,0	1,1	5,0
Капуста краснокочанная	кочаны	6,0	1,7	7,0
Капуста цветная	соцветия	11,7	3,2	11,3
Морковь столовая	корнеплод	2,9	1,3	4,4
Свекла столовая	корнеплод	4,7	1,7	6,9
Петрушка	корнеплод	3,0	1,5	5,0
Редис	корнеплод	5,0	1,2	5,5
Лук репчатый острый	луковица	4,4	1,2	2,1
Лук репчатый сладкий	луковица	3,0	1,1	3,2
Чеснок	луковица	5,0	1,3	4,0
Огурцы	плоды	1,5	0,9	3,0
Томаты	плоды	1,6	0,5	2,4

Система удобрений для лесостепной зоны (Крестьянинова Н.Г., 1978 г.)

Предшественник	Культура	Дозы удобрений, кг д.в-ва/га при определенном содержании питательных веществ (фосфора, калия) и гумуса в почве								
		Азотные			Фосфорные			Калийные		
		низкое содержание гумуса	среднее содержание гумуса	высокое содержание гумуса	низкое содержание P ₂ O ₅	среднее содержание P ₂ O ₅	высокое содержание P ₂ O ₅	низкое содержание K ₂ O	среднее содержание K ₂ O	высокое содержание K ₂ O
Овёс	Пар чистый и ку- лисный	40 т навоза	30 т навоза	20 т навоза	60	40	-	50	30	30
Пар	Пшеница	60*	50*	40*	-	-	20р	-	-	-
Силосные и про- пашные	Пшеница	60	50	40	50	40	30р	60	50	40
Бобовые и бобо- во-злаковые сме- си	Пшеница	40	30	30	60	50	40	60	50	40
Зерновые	Кукуруза, силосные	120	100	80	60	50	40	100	80	60
Силосные и про- пашные	Ячмень	40	30	30	40	30р	20р	30	30	30
Пшеница по пару	Ячмень + донник	50	45	40	60	50	40	60	50	40
Пшеница по пару	Овёс	70	60	50	50	40	30р	50	40	30
Пшеница по про- пашным и силос- ным	Овёс	80	70	60	60	50	40	60	50	40
Силосные и про- пашные	Овёс	60	50	40	40	30р	30р	50	40	30
Пар	Пшеница + донник	40	30	30	60	50	30р	50	40	30
Пшеница	Донник или бобово- злаковая смесь	60	40	30	-	-	-	-	-	-
Зерновые	Кукуруза, силосные	60т навоза	40 т навоза	20 т навоза	60	50	40	90	70	50

Примечание :

1. * азотные удобрения вносятся, если по пару не вносили навоз;
2. нормы удобрений даны при урожайности зерновых до 25 ц/га, силосные – до 200 ц/га;
3. нормы удобрений повышаются на 30 % при уровне урожайности зерновых свыше 25 ц/га, силосных – 250 ц/га;
4. дозы фосфора 20-30 кг/га необходимо вносить в рядки при посеве.

Система удобрений в подтаёжной зоне (Крестьянинова Н.Г., 1978 г.)

Предшественник	Культура	Дозы удобрений, кг д.в-ва/га при определенном содержании питательных веществ (фосфора, калия) и гумуса в почве								
		Азотные			Фосфорные			Калийные		
		низкое содержание гумуса	среднее содержание гумуса	высокое содержание гумуса	низкое содержание P ₂ O ₅	среднее содержание P ₂ O ₅	высокое содержание P ₂ O ₅	низкое содержание K ₂ O	среднее содержание K ₂ O	высокое содержание K ₂ O
Овёс	Пар чистый	40 т навоза	30 т навоза	20 т навоза	60	40	-	40	30	30
Чистый пар	Пшеница	50*	40*	30*	-	-	20р	-	-	-
Силосные	Пшеница	60	50	40	50	40	20р	60	50	40
Донник	Пшеница	50	40	30	60	40	20р	50	40	30
Чистый пар	Пшеница+донник	30	30	-	50	40	30р	50	40	30
Пшеница	Ячмень+донник	40	30	30	60	50	40	60	50	40
Зерновые	Силосные	100	80	60	20р	20р	-	90	80	60
Зерновые	Донник	60	50	40	-	-	-	-	-	-
Зерновые	Овёс	50	40	30	30р	20р	-	40	30	30

Примечание:

1. *азотные удобрения вносят, если по пару не вносился навоз;
2. нормы удобрений увеличиваются на 30%, если уровень урожайности зерновых выше 20 ц/га, силосных – 200 ц/га.

Система удобрений для остепнённой зоны (Крестьянинова Н.Г., 1978 г.)

Предшественник	Культура	Дозы удобрений, кг д.в-ва/га при определенном содержании питательных веществ (фосфора, калия) и гумуса в почве								
		Азотные			Фосфорные			Калийные		
		низкое содержание гумуса	среднее содержание гумуса	высокое содержание гумуса	низкое содержание P ₂ O ₅	среднее содержание P ₂ O ₅	высокое содержание P ₂ O ₅	низкое содержание K ₂ O	среднее содержание K ₂ O	высокое содержание K ₂ O
Кулистый пар	Пшеница	40	30	-	30р	20р	-	30	-	-
Силосные и пропашные	Пшеница	50	40	-	40	30р	20р	50	40	30
Донник	Пшеница	40	30	-	50	20р	-	40	30	-
Пшеница	Ячмень+донник	50	40	30	50	40	30р	50	40	30
Бобово-злаковые смеси	Пшеница	50	40	30	40	30р	20р	50	40	30
Силосные и пропашные	Овёс	50	40	30	30р	20р	-	40	30	30
Пшеница	Овёс+донник	45	40	30	30р	20р	20р	40	30	-
Зерновые	Донник:									
	зеленая масса	50	30	-	60	40	20р	60	40	30
	семена	40	30	-	70	40	20р	70	50	40
Донник	Ячмень	40	30	-	30р	20р	20р	30	30	-
Зерновые	Горох	40	30	-	40	20р	20р	40	30	-
Пар	Пшеница+донник	40	30	-	50	40	20р	40	30	30
Пар (внесено 40 т навоза)	Корнеплоды	90	60	40	60	40	40	90	60	40
	Силосные	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зерновые	Кукуруза	90	75	60	50	40	40	80	70	60
Однолетние травы	Силосные	80	70	60	50	40	30	70	60	40
	Однолетние травы	60	40	30	40	20р	20р	30	-	-
Силосные	Силосные	70	60	50	50	40	20р	60	50	40
Силосные	Подсолнечник	70	60	40	40	30р	20р	100	80	60
	Рапс на зел.массу	90	70	50	70	40	20р	100	80	60
	Рапс на семена	40	30	-	80	60	30р	90	80	60
	Мн.травы бобовые	50	40	30	60	40	30	60	50	30
	Мн.травы злаковые	90	60	40	50	40	30	40	30	-
	Горохо-овсянная смесь	60	45	30	40	20р	20р	45	30	30
	Картофель	70	50	30	50	40	30	80	60	40

Химический состав органических удобрений (% на сырое вещество)

Вид органических удобрений	Содержание, %				
	Сухое вещество	N в том числе		P ₂ O ₅	K ₂ O
		общий	аммиачный		
Полуперепревший подстилочный навоз	33	0,48	-	0,28	0,77
Бесподстилочный полужидкий навоз	10	0,20	0,17	0,17	0,39
Бесподстилочный жидкий навоз	7	0,22	0,15	0,08	0,23
Подстилочный птичий помёт	39	0,96	0,05	1,03	0,66
Бесподстилочный птичий помет	11	0,46	0,14	0,39	0,27
Торфопомётный компост	41	0,78	0,07	0,33	0,25
Торфонавозный компост	40	0,68	0,04	0,24	0,25
Сидераты	25	0,53	-	0,17	0,94
Сапрпель	41	0,62	-	0,03	0,1
Солома	80	0,45	-	0,15	0,85

Дмитриев Н.Н., Замащиков Р.В.,
Хуснидинов Ш.К., Иванова Е.И.

Научно-практические основы применения удобрений
в Иркутской области

Научно-практические рекомендации

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать 14.10.2021 г.
Тираж 60 экз.

Издательство ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,
пос. Молодежный