**Введение**

Питание растений – это обмен веществ между растением и средой. Растение строит свой организм из определенных химических элементов, находящихся в окружающей среде. Оно состоит из сухого вещества и содержит значительное количество воды. В состав сухого вещества растений входят органические вещества (белки, сахара, жиры, клетчатка, крахмал, пектиновые вещества) и минеральные соли. Качество сельскохозяйственной продукции как раз и определяется содержанием в ней необходимых органических и минеральных соединений.

Основное количество азота, воды и зольных элементов поступает в растение через корневую систему. На бедных почвах и засушливых районах растения в поисках пищи и воды образуют относительно большую массу корней. Применение удобрений несколько уменьшает соотношение между корневой системой и надземной массой растения, но увеличивает абсолютную величину этого показателя.

**Удобрение – основной фактор повышения урожаев**. Минеральное питание – один из основных регулируемых факторов, который используют для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью получить высокий урожай хорошего качества. Недостаток даже одного элемента питания существенно сдерживает рост урожайности. Одновременное применение различных удобрений повышает их эффективность. Поэтому необходимо строго контролировать содержание элементов питания в почве и потребление их растениями.

Отдача от удобрений зависит от естественного плодородия почвы. Так в нечерноземной зоне с высокой обеспеченностью влагой и низким естественным плодородием почвы за счет удобрений получают 70 – 80% прироста урожая.

Таким образом, внесение удобрений выгодно с экономической точки зрения. С каждым годом количество вносимых удобрений увеличивается. Так в 2007 году было внесено 208, 49 тыс.т удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ), а уже в 2008 году внесено 221, 15 тыс.т..

Из общего количества минеральных удобрений внесено: азотных – 137,96 тыс.тонн (107,8% к 2007г.), фосфорных – 62,79 (97,1%), калийных – 20,39 тыс.тонн (128,9%).

Однако чрезмерное внесение удобрений может негативно влиять, так как наряду с основными элементами питания в удобрениях присутствуют различные примеси в виде солей тяжелых металлов, органических соединений, радиоактивных изотопов. К тому же, внесение удобрений нарушает годичный ритм изменения кислотности почвы и количества доступных растениям веществ.

Ведь в природе минеральные вещества практически не встречаются в чистом виде, а попадают в почву в составе сложных соединений. Нельзя увлекаться кормлением растений и перенасыщать почву каким-нибудь одним элементом, потому что существуют элементы-антагонисты, такие, как азот — калий, азот — бор, фосфор — цинк и т. д. Это значит, что, например, при избытке азота в почве затрудняется или даже вообще прекращается поступление в растение таких важных элементов, как калий, магний, кальций, бор.

Растения обладают способностью поглощать из насыщенной удобрениями почвы гораздо больше соединений азота, чем им необходимо для развития. В результате только часть нитратов синтезируется в растительные белки, а остальные попадают в организм человека в чистом виде через плоды, корни и листья овощей. В дальнейшем одни нитраты быстро выводятся из тела, но другие образуют различные химические соединения. Какие-то из этих соединений безвредны и даже полезны для организма, но другие превращают соли снова в азотную кислоту, и именно это представляет наносимый **нитратами вред для здоровья**. В результате нарушается обмен веществ, дестабилизируется нервная система, ослабевают защитные функции организма. Так что **вред нитратов для здоровья** человека является неоспоримым.

Внесение в почву удобрений изменяет и условия существования почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах. При благоприятных климатических условиях численность микроорганизмов и их активность после удобрения почвы значительно возрастает. Усиление размножения микроорганизмов в удобренных почвах сказывается на активизации процессов, протекающих в почве.

В данной дипломной работе мы изучаем влияние внесения минеральных удобрений на микрофлору почвы и на рост растений, на примере топинамбура.

Проанализировав некоторое количество научной литературы, мы пришли к выводу, что недостаточно внимания уделяется изучению влияния внесения удобрений на микрофлору почвы и что многие источники практически не имеют доказательной базы.

**Целью** работы является изучение влияния минеральных удобрений на рост топинамбура в шестипольном обороте и на состав почвенной микрофлоры.

Для достижения данной цели поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить влияние минеральных удобрений азота, фосфора, калия в различных сочетаниях на рост и урожай топинамбура при бессменном культивировании.
2. Определить наличие условно-патогенных организмов в почве.
3. Исследовать количественный и качественный состав микрофлоры почвы под посадкой топинамбура
4. Исследовать фитотоксичность и интенсивность дыхания почвы.

**Глава 1. Современное состояние изученности проблемы (обзор литературы**)

**1.1** **Топинамбур**

Многолетнее клубненосное растение семейства астровых известно земледельцам уже не одну тысячу лет. Его родиной является Северная Америка. В Европу эта овощная культура была завезена в 17 веке, вначале во Францию, одновременно с бразильскими индейцами племени Тупинамбус. Отсюда и название овоща - топинамбур. В Россию же топинамбур попал в 18 веке. Вначале этой культурой (другое ее название - земляная груша) занимались только энтузиасты.

Позднее топинамбур стал возделываться более широко, но, к сожалению, до сих пор он не обладает той популярностью, которую заслуживает, благодаря своим замечательным свойствам.

Надземная часть этого многолетнего овоща напоминает подсолнечник, близким родственником которого и является топинамбур. Стебель растения высокий (2-3 м), жесткоопушенный, густооблиственный, наверху - разветвленный. Листья - яйцевидные, с зубчатыми краями. Соцветия - корзинки, как у подсолнуха, только значительно мельче. Корневая система сильно развитая, глубоко уходящая в почву, что обуславливает засухоустойчивость растения. На подземных стеблях (столонах), располагающихся в пахотном слое почвы, формируются клубни с выпуклыми почками (глазками). Клубни могут быть различной формы, различной окраски (белые, желтые, лилово-фиолетовые, розово-красные). Они различаются и по величине (от 10 граммов до 150 и более граммов).

Топинамбур южное растение. Обладает исключительно высокой холодостойкостью и морозостойкостью. Высокие температуры растение переносит хорошо. К интенсивности освещения растения не очень требовательны. Однако при чрезмерном загущении значительно снижается урожай, как зеленой массы, так и клубней. Обладая мощной, проникающей глубоко в почву корневой системой растения хорошо переносят временные засухи. Топинамбур успешно произрастает на всех типах почвы, за исключением солонцов и солончаков. Наилучшем для него являются легкие по механическому составу суглинистые и супесчаные почвы с глубоким и окультуренным пахотным слоем и хорошим увлажнением.

Ученые, исследовавшие состав и пищевую ценность топинамбура, были поражены разнообразием витаминов и микроэлементов, содержащихся в его клубнях. Установлено, что в них витаминов С и В1 в 2 раза больше, чем в картофеле. В них много калия, цинка, железа (по содержанию железа земляная груша существенно превосходит картофель, свеклу, морковь), а это железа -10,1; марганца - 44,0; кальция - 78,8; магния - 31,7; калия -1382,5; натрия - 17,2 (мг % на сухое вещество). Кроме того, топинамбур содержит белки, сахара, различные аминокислоты, а также углеводы, основным из которых является инулин. Инулин - вещество, которое в организме человека расщепляется до фруктозы, столь необходимой людям, страдающим сахарным диабетом. При систематическом употреблении топинамбура, говорят знатоки, наряду со снижением уровня сахара в крови наблюдается также улучшение зрения. Для здоровых людей, в том числе и родственников и детей больных диабетом, топинамбур - поставщик фруктозы - отличное средство профилактики диабета, поскольку потребление фруктозы вместо сахарозы снижает вероятность заболевания этим тяжелым недугом.

Кроме того, установлено, что земляная груша очень полезна при лечении подагры, мочекаменной болезни, желудочно-кишечных расстройств, малокровия. Богатый состав биологически активных веществ топинамбура делает это растение очень перспективным в кормопроизводстве, в диетическом питании и пищевой промышленности и как исходное сырье для создания высокоэффективных лекарственных средств.

Существенное отличие топинамбура от других овощей проявляется в высоком содержании в его клубнях белка (до 3,2% на сухое вещество), представленного 8 аминокислотами, в том числе незаменимыми, которые синтезируются только растениями и не синтезируются в организме человека: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, триптофан, фенилаланин.

В сухом веществе стеблей с листьями более 4% приходиться на триптофан и лейцин. В 1 кг зеленой массы содержится 60-130 мг каротина. Среди зольных элементов значительный удельный вес занимают кальций, магний, железо. На 1 кг зеленой массы приходиться 5,9 г кальция и 3,4 магния.

Количество органических кислот в процессе онтогенеза растений может составлять от 8 до 12% сухого веса листьев. Органические кислоты представлены в листьях топинамбура не только ди- и трикарбоновыми кислотами цикла Кребса, но и полиоксикислотами, которые являются кислотами первичного окисления Сахаров. Среди ди- и трикарбоновых кислот в ростках и листьях топинамбура содержаться яблочная, фумаровая кислоты, а также в значительно меньших количествах лимонная и янтарная кислоты.

Что касается экологических аспектов применения топинамбура, то он является ценным растением. В Лимнологическом институте СО АН России возможность создания экологически замкнутых производств на промышленных предприятиях. Была поставлена задача подобрать такую сельхоз культуру в данной экологической цепи, которая могла бы, в частности, произрастать на техногенно нарушенных территориях. Среди множества апробированных культур топинамбур оказался наиболее приемлемым.

В первых экспериментах изучали воздействия внесения в почву значительных доз сухой золы (отходы теплоэнергетики). И если другие растения страдали от фитотоксичности, то топинамбур оказался наиболее устойчивым.

Дальнейшие исследования по созданию экологически замкнутых производств показали, что можно, получать агротехэкологичные многокомпонентные компосты на основе отходов предприятий.

Ещё К.А. Тимирязев относил топинамбур к одной из самых интенсивных полевых культур, способных поглощать из воздуха углерод и выделят кислород. А это путь к созданию эффективных зеленых поясов вокруг промышленных центров. Один гектар топинамбура может поглощать за год 6 т углекислого газа, а 1 г леса- 3-4т.

Важно отметить, что топинамбур почти не накапливает нитраты, тяжелые металлы и радионуклиды.

Таким образом, он может быть одним из активных фитомелиорантов с одновременным использованием его продукции-клубни и зелёная масса - для кормовых, пищевых и технологических целей.

**1.2 Минеральные удобрения**

Под удобрениями понимают вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почв в целях увеличения урожая сельскохозяйственных растений и улучшения качества получаемой продукции. Минеральные удобрения подразделяют на 2 группы, в зависимости от того, какие элементы питания в них находятся и в каком количестве. К простым или односторонним, удобрениям относятся азотные, фосфорные, калийные и отдельные микроудобрения (борные, молибденовые и др.) Комплексные, или многосторонние, удобрения содержат два или несколько основных элементов питания. К промышленным относятся почти все минеральные удобрения, получаемые на химических заводах, к местным - получаемые непосредственно в хозяйствах или вблизи них.

**1.2.1 Азотные удобрения**

Азот – обязательный компонент белков. Все ферменты, катализирующие многочисленные биохимические процессы в растениях, - белковые вещества. Азот входит также в состав ДНК, РНК, хлорофилла, алкалоидов, ряда витаминов и других органических соединений. Растения используют аммиачный и нитратный азот, а бобовые и другие растения в симбиозе с микроорганизмами - и молекулярный азот.

Растения синтезируют все аминокислоты, входящие в белок. Аммиак ядовит для растений и не накапливается в них, а нитраты могут накапливаться в значительных количествах. В растениях нитраты восстанавливаются до аммиака через цепь промежуточных превращений. Аммиак, вступая в реакции с кетокислотами, образует аминокислоты. Наиболее интенсивный азотный обмен у растений наблюдается в период их максимального роста. В молодых органах преобладает синтез веществ, а в старых – распад белков и отток образовавшихся продуктов в другие части растения.

При нейтральной реакции среды лучше усваиваются ионы аммония, при кислой – нитратные ионы. Кальций, магний и калий улучшают усвоение аммония, а фосфор и молибден – нитратов. Ухудшение фотосинтеза и связанное с этим увеличение содержания углеводов оказывает положительное действие на поступление аммония. Избыток аммиачного азота во время прорастания семян, бедных углеводами, или при слабом фотосинтезе оказывает отрицательное действие на растения. В подобных случаях рекомендуется вносить в подкормку нитратные азотные удобрения. Аммиак более экономичный источник азота: через 5 – 10 мин после внесения в почву он уже используется растением для синтеза аминокислот и поступает в листья. Регулируя азотное питание, можно в значительной степени корректировать уровень урожая сельскохозяйственных культур.

Общие запасы азота в земной коре составляют десятки миллиардов тонн. В основном он присутствует в виде органических соединений.

Большое значение имеет скорость минерализации азота. Разложение органических азотистых веществ происходит следующим образом: белки, гуминовые вещества, аминокислоты, амиды, аммиак, нитриты, нитраты. В результате процесса нитрификации образуются органические кислоты, спирты, угольная кислота и аммиак. Органические кислоты и спирты разлагаются до CO2, H2, H2O, метана. Аммиак с кислотами образует соли, аммоний поглощается почвенными коллоидами и глинистыми минералами. Процесс аммонификации идет в аэробных и анаэробных условиях при сильно кислой и сильнощелочных реакциях он замедляется. В аэробных условиях соли аммония окисляются до нитратов, образуется азотная кислота, которая нейтрализуется бикарбонатом кальция и поглощенными основаниями почвы. Содержание нитратов зависит от использования почвы. Под паром и какой – либо культурой содержание нитратов различно.

В дерново – подзолистой почве при кислой реакции, избыточной влажности, плохой аэрации и низкой температуре процесс минерализации останавливается на стадии образования аммиака.

Нитрификация подавляется осенью и ранней весной, а летом этот процесс протекает интенсивно. Улучшение аэрации в результате обработки почвы, а также известкование усиливают нитрификацию. Внесение минеральных и органических удобрений обогащает почву элементами питания, усиливая минерализацию.

Большие потери азота происходят в результате денитрификации, особенно в анаэробных условиях, щелочной среде и при большом количестве органического вещества. Внутри агрегатов почвы также могут создаваться анаэробные условия. Бактерии – денитрификаторы наиболее быстро окисляют органическое вещество при температуре +28 – 30 ˚С и pH 7,0 – 7,5. часть азота почвы и внесенных удобрений теряется в виде аммиака. Происходит это при внесении аммонийных солей в карбонатные почвы или мочевины поверхностно. При внесении аммиака обязательна глубокая заделка удобрений. Известкование усиливает потери из мочевины и солей аммония.

Без применения удобрений запасы гумуса и азота в почве снижаются. Например в дерново-подзолистой почве они за 30 – 50 лет убывают на25 – 50 %. В круговороте веществ в земледелии велика роль биологического азота и азота минеральных удобрений.

Коэффициент использования минеральных удобрений обычно составляет 60 – 70 % и в значительной степени зависит от особенностей растений, поглотительной деятельности корневой системы, форм удобрений, погодных условий, кислотности, окультуренности почвы и т.д. Внесение удобрений улучшает использование азота почвы. Под влиянием удобрений происходит дополнительная мобилизация почвенного азота зависит от температуры и влажности почвы. При увеличении температуры на 10˚С темп мобилизации увеличивается вдвое. При повышенной влажности мобилизация снижается. Образующиеся при нитрификации кислотные продукты усиливают разложение органического вещества почвы.

При внесении высоких доз азотных удобрений нитраты вымываются значительно больше. При неправильном применении мочевины азот дополнительно теряется в виде аммиака, однако при ее своевременной заделке в почву – это одно из наиболее эффективных удобрений.

На кислых почвах физиологическая активность аммиачных удобрений снижается. Известкование почв не только повышает коэффициент использования азота удобрений, но и улучшает использование азота почвы. Недостаток и избыток влаги резко снижают использование азота удобрений. Весьма важно правильно сочетать дозы удобрений и поливов. При недостатке поливной воды нормы удобрений следует снижать. Удобрения хорошо вносить с поливной водой. Коэффициент использования азота удобрений зависит от доз и сроков внесения. Культуры с более длительным вегетационным периодом используют азота больше, но внесение азота следует приурочить к периоду его максимального потребления.

Для снижения потерь азота применяют ингибиторы нитрификации (препараты, замедляющие процесс нитрификации, а вслед за ним и денитрификации), что дает возможность растениям полностью использовать азотные удобрения. Весьма эффективно применение медленнодействующих удобрений: мочевино-формальде-гидных, магнийаммонийфосфата и др. Для сведения к минимуму потерь азота необходим высокий уровень агротехники, применение высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, оптимальное соотношение элементов питания в почве, устранение избыточной кислотности. Для прогнозирования возможного урожая сумму аммиачного и нитратного азота в слое толщиной 0 — 60 см определяют ранней весной.

Повысить эффективность азотных удобрений можно следующими способами:

* расширением посевов бобовых культур;
* увеличением производства и применением медленнодействующих, гранулированных удобрений и удобрений с защитной оболочкой;
* дробным внесением удобрений;
* ингибированием нежелательных микробиологических процессов;
* использованием сбалансированного питания растений всеми
* элементами;
* повышением агротехники и общей культуры земледелия.

Важнейшим источником азотного питания растения является гумус. Он удерживает от миграции многие катионы, поглощает токсические вещества и металлы. На легких почвах высокий урожай культур можно получить при содержании гумуса 1,8 —2,1, на суглинистых — 2,0 — 2,5 %) Ежегодно содержание гумуса уменьшается на 0,5— 1 т/га. Органические удобрения компенсируют неизбежные потери гумуса при минерализации. Если вносить на 1 га пашни 8 — 20 т органических удобрений в год, баланс по гумусу будет положительным. Применение только минеральных удобрений в большинстве случаев приводит к снижению содержания гумуса в почве и в лучшем случае стабилизирует его уровень, следует сочетать минеральные и органические удобрения.

Виды азотных удобрений. Выпускаемые промышленностью азотные удобрения подразделяют на следующие группы:

* аммиачные (безводный и водный аммиак);
* аммонийные (сульфат аммония, хлористый аммоний);
* нитратные (натриевая и кальциевая селитры);
* аммонийно-нитратные (аммиачная селитра);
* амидные (мочевина, цианамид кальция, мочевино-формальдегидные удобрения).

**Безводный аммиак NH3** — содержит 82,3 % азота. Это самое концентрированное безбалластное удобрение. Представляет собой белую подвижную жидкость с температурой кипения +34 ˚С. Хранится в толстостенных стальных цистернах. В почве аммиак превращается в газ, адсорбируется почвенным поглощающим комплексом, с водой образуется NH4ОН, который дает разнообразные соли. В значительной степени подвергается нитрификации. При обращении с аммиаком следует соблюдать меры предосторожности, так как пары аммиака вызывают удушье и слезотечение.

**Аммиакаты** — содержат 30 — 50 % азота. Это растворы азотных удобрений в водном аммиаке, представляющие собой жидкости светло-желтого цвета. Можно перевозить в емкостях, рассчитанных на небольшое давление, вызывают коррозию черных металлов. По действию на урожай сельскохозяйственных культур равноценны твердым азотным удобрениям.

**Аммиачная вода** — содержит 16,4 — 20,5% азота. Свободного аммиака в ней значительно больше, чем гидроксида аммония, поэтому возможны потери NН3 во время транспортирования, хранения и внесения удобрения вследствие улетучивания. Использование аммиачной воды технически проще и безопаснее, чем жидкого аммиака. Существенный недостаток - низкое содержание азота. Применять аммиачную воду целесообразно в хозяйствах, расположенных недалеко от предприятий, производящих это удобрение.

Жидкие азотные удобрения вносят специальными машинами, обеспечивающими немедленную заделку их на глубину не менее 10—12 см на тяжелых почвах и 14—18 см на легких. Поверхностное внесение таких удобрений недопустимо, так как аммиак быстро улетучивается. Вносят их как весной перед посевом, так и осенью, а также для подкормки пропашных культур.

Сульфат аммония (NH4)2 S04 — содержит до 21 % азота и до 24 % серы. Хорошо растворяется в воде и поглощается почвенным поглощающим комплексом (ППК). Удобрение мало слеживается, не расплывается на воздухе, сохраняет рассыпчатость и хорошо рассеивается туковой сеялкой. Содержит небольшое количество серной кислоты, которая придает удобрению слабокислую реакцию.После нитрификации образуются азотная и серная кислоты. Кислоты нейтрализуются кальцием, входящим в состав ППК. В результате кальций в ППК замещается водородом и кислотность почвы повышается. В связи с этим данное удобрение лучше применять на карбонатных почвах как основное. На этих почвах действие сульфата аммония иногда бывает лучше, чем нитратных удобрений. Сульфат аммония широко применяют в орошаемом земледелии (рис). На дерново-подзолистых почвах для устранения кислотности на 1 ц сульфата аммония берут 1,3 ц карбоната кальция. Это удобрение хорошо сочетать с фосфоритной мукой для улучшения ее растворимости.

**Сульфат аммония—натрия (NН4)2S04· Na2S04**— кристаллическая соль желтоватого цвета, содержит до 16 % азота. Это очень хорошее удобрение для сахарной свеклы и растений семейства капустных, отзывчивых на применение серы и натрия. Используют также для подкормки сенокосов и пастбищ.

**Хлористый аммоний NН4С1** — мелкокристаллический белый или желтоватый малогигроскопичный порошок, содержит 24 —25 % азота. При хранении не слеживается. Поглощается ППК, подвергается нитрификации. Имеет высокую физиологическуюкислотность. Для нейтрализации лучше вносить одновременно суглекислым кальцием. Наличие хлора в удобрении снижает урожай картофеля, винограда, лука, капусты, льна, поэтому его лучше вносить с осени для вымывания хлора атмосферными осадками.

**Карбонат аммония** — белое кристаллическое вещество, легко переходит в бикарбонат

NН4НС03 с выделением аммиака. Обычно эта смесь содержит до 21 — 24 % азота. При использовании следует немедленно заделывать в почву.

**Нитратные удобрения** КN03, NaN03, Са(N03)2— растворимы в воде. Их рекомендуется применять в подкормки. Нитрат натрия содержит 15 — 16% азота и служит хорошей подкормкой для свеклы. Кальциевая селитра содержит 15,5 % азота. Она очень гигроскопична, поэтому применяют ее до посева при обработке культиватором, для подкормки озимых и пропашных культур. Натриевую селитру можно вносить при посеве. Селитры из-за их высокой подвижности на легкодренируемых почвах в условиях влажного

климата могут вымываться. Это физиологически щелочные удобрения. Систематическое внесение селитр на легких малобуферных почвах снижает их кислотность, поэтому использование селитр очень эффективно на дерново-подзолистых почвах.

**Аммиачная селитра NН4N03** — содержит 34,6 % азота. Соль гигроскопична, поэтому удобрение производят в гранулированном виде (диаметр гранул 1 — 3 мм) и хранят в сухом помещении в пятислойных бумажных мешках. Это физиологически кислое удобрение, при внесении необходимо проводить опережающее известкование. Катион аммония поглощается ППК, нитраты частично вымываются, подвергаются денитрификации, теряются в газообразной форме. Тяжелые почвы обладают большой емкостью необменной фиксации аммония. Аммиачную селитру вносят в качестве основного удобрения, рядкового при посеве, для подкормок. Очень эффективно вносить ее весной на озимых.

**Мочевина (карбамид)** **СО(NН2)2** — самое концентрированное из твердых азотных удобрений, содержит 46 % азота. Выпускается в гранулированном виде с диаметром гранул 0,2 — 2,5 мм. Гранулы покрывают жировой оболочкой. В процессе грануляции образуется биурет. Содержание биурета более 3 % угнетает рост растений, поэтому мочевину лучше вносить за 10—15 дней до посева, чтобы биурет разложился. В почве мочевина растворяется и под действием фермента уреазы превращается в (NН4)2С03. На богатых гумусом почвах это превращение происходит за 2 — 3 дня, на песчаных и болотистых несколько медленнее. Углекислый аммоний на воздухе разлагается, образуя бикарбонат аммония и аммиак. Для того чтобы избежать потери аммиака, удобрение следует сразу заделывать в почву. В почве углекислый аммоний подвергается гидролизу с образованием бикарбоната аммония и гидроксида аммония, который подщелачивает почвенный раствор. Затем в результате процесса нитрификации происходит подкисление. При внесении под рис и чай мочевина действует так же, как сульфат аммония, на легких почвах ее действие эффективнее действия аммиачной селитры. Целесообразно применять мочевину в качестве основного удобрения, а также для ранневесенней подкормки озимых и пропашных культур при немедленной заделке в почву. При использовании мочевины в качестве некорневой подкормки раствор концентрацией до 5 % не вызывает ожога листьев.**Мочевино-формальдегидные удобрения** — содержат 37 —40 % азота, водорастворимого — 4 —10 %. Удобрение не слеживается, хорошо рассеивается. Перспективно использовать их поливных почвах и в районах с избыточным увлажнением. Применяют под чай, цитрусовые.

**1.2.2 Фосфорные удобрения**

В растениях фосфор в основном представлен в органической форме. Он необходим для синтеза нуклеиновых кислот ДНК и РНК, а также для синтеза АТФ, фосфолипидов, сахарофосфатов. Следствием фосфорного голодания, приводящим к глубоким изменениям, является синтез нуклеиновых кислот в корнях. Исключение фосфора из среды, окружающей корни, приводит к снижению органического фосфора в листьях, даже если они подкармливаются фосфором. Эффективность фосфора, поглощенного листьями, ниже, чем фосфора, поглощенного корнями. Листья ограниченно способны к превращению поглощенного фосфора, и в результате фосфор остается в неорганической форме. Отток фосфора из листьев происходит в ограниченном размере, и в корнях нарастает фосфорная недостаточность. Это следует учитывать при некорневых подкормках.

Главный источник фосфора для растений — соли ортофосфорной кислоты. Ортофосфорная кислота дает три аниона: Н2РО4ˉ, НР04ˉ, Р043ˉ. При слабокислой реакции более распространен первый анион. Соли одновалентных катионов орто- и метафосфорной кислот хорошо растворимы в воде и легко усваиваются. Фосфаты двухвалентных катионов растворимы в воде в первой ступени замещения у ортофосфорной кислоты и плохо растворимы у метафосфорной. Двузамещенные соли двухвалентных катионов ортофосфорной кислоты растворимы в слабых кислотах и усваиваются растениями. Трехзамещенные соли ограниченно растворимы в слабых кислотах и усваиваются растениями труднее. Гречиха, люпин, донник, горох, эспарцет и горчица усваивают фосфор даже из трехзамещенных фосфатов кальция.

Ф.В. Чириковым установлено, что важное значение имеет соотношение СаО: Р205 в золе растений, взятой в фазу цветения. У вышеперечисленных растений это соотношение больше 1,3, а у злаковых — меньше. Исключение составляет лен-долгунец. В его золе соотношение СаО:Р205 равно 1,8, но он поглощает фосфор только из растворимых солей.

Фосфор интенсивно поглощается в первый период развития растений. Нехватку его в первые периоды роста нельзя возместить в последующем. Недостаток фосфора у растений выражается красновато-фиолетовой окраской листьев. У томатов окраска листьев багровая, у картофеля края листьев закручиваются вверх, окраска их темнее обычного. У кукурузы в здоровых листьях содержится 0,3 —0,35 % Р205, при более низком содержании фосфора листья приобретают пурпурную окраску.

Хорошая обеспеченность фосфором способствует более экономному расходованию влаги, улучшению углеводного обмена, т. е. увеличению содержания сахаров в узлах кущения озимых культур и тканях многолетних трав, что повышает их засухо- и морозоустойчивость. В растениях возможна реутилизация фосфора из старых листьев к молодым, а затем к генеративным органам. Фосфор концентрируется в товарной продукции. С каждым центнером зерна выносится 1 кг фосфора. Между азотным и фосфорным питанием существует тесная связь: при недостатке фосфора замедляется синтез белков в тканях растений, повышается содержание нитратного азота.

Содержание фосфора в почве — показатель ее окультуренности. Обычно оно составляет 1,2 — 6 т/га и зависит от механического состава почвы и содержания гумуса. Фосфор в почве находится в минеральной и органической формах. Минеральные фосфаты присутствуют, как правило, в виде гидроксил - или фтор - аппатитов, ди - и трикальцийфосфатов. В кислых почвах преобладают фосфаты железа и алюминия, в нейтральных и карбонатных — фосфаты кальция и магния.

Органический фосфор накапливается в результате деятельности высших и низших растений, животных и микроорганизмов. В различных почвах его содержание составляет 14 —44 % общего количества. Он находится в гумусе, плазме микроорганизмов и в фитине — кальциево-магниевой соли инозитфосфорной кислоты.

Фосфор обладает малой подвижностью. Фиксация фосфора происходит в результате связывания его кальцием, магнием или алюминием. Ионы Н2РО4 поглощаются глинистыми минералами. Вначале этот процесс носит обменный характер, затем переходит в химический с образованием А1Р04. С химической адсорбцией связано неполное использование фосфора удобрений. Коэффициент использования фосфорных удобрений колеблется от 5 до 35 %, в среднем 20 %. На кислых почвах он составляет меньшую величину. Коэффициент использования зависит также от культуры, под которую вносятся удобрения. Картофель потребляет 35 % фосфора, ячмень — 20, люпин — 15, просо — 11, кукуруза — 7%. На лугах использование фосфора может достигать 40 %. Высушивание почвы увеличивает подвижность фосфора за счет разрушения агрегатов при последующем их смачивании.

Оптимальное содержание Р205, определяемое в вытяжке 0,2 н НС1 раствора соляной кислоты в дерново-подзолистых почвах, для злаков составляет 12—18, для картофеля 30 — 35 мг на 100 г почвы.

**Виды фосфорных удобрений.**

Производимые промышленностью фосфорные удобрения подразделяются на:

* водорастворимые — простой и двойной суперфосфат. Фосфор этих удобрений хорошо доступен растениям;
* содержащие фосфор, нерастворимый в воде, но растворимый в слабых кислотах, — преципитат, томасшлак, обесфторенный фосфат. Фосфор этих удобрений доступен растениям;
* содержащие фосфор, нерастворимый в воде, плохо растворимый в слабых кислотах, полностью растворимый в сильных кислотах, — фосфоритная мука.

**Суперфосфат** — содержание фосфора 19,5 — 22 % в виде усвояемого Р205. В простом суперфосфате также содержится около 40 % сульфата кальция. Гранулированный суперфосфат не комкуется, не слеживается, его можно вносить зернотуковыми сеялками. Из-за невысокого содержания фосфора его не рекомендуется возить на большие расстояния. Это удобрение хорошо вносить под бобовые и капустные культуры, для которых сера — ценный элемент питания. **Двойной суперфосфат** — высококонцентрированное фосфорное удобрение. Основное отличие от простого суперфосфата — отсутствие СаS04.

**Преципитат** — белый или светло-серый порошок, который не слеживается и хорошо рассеивается. Содержит 25 —35 % фосфора.

**Обесфторенный фосфат** — содержит 20 —30 % Р205. При основном внесении на дерново-подзолистых и черноземных почвах не уступает по эффективности суперфосфату. Хорошее действие оказывает при использовании под травы и многолетние насаждения.

**Томасшлак** — отход металлургической промышленности при переработке железных руд. Темный тяжелый порошок, содержащий фосфор в виде тетракальцийфосфата Са4Р209, растворимый в лимонной кислоте. В удобрении много кремнекислого кальция, есть соединения железа, алюминия, ванадия, магния, марганца, молибдена и других элементов. Лучше применять его на кислых почвах, так как он имеет щелочную реакцию. Используют только как основное удобрение. В мартеновских шлаках содержится 8 — 12 % Р205, это удобрение имеет местное значение.

**Фосфоритная мука** — тонкий порошок серого, темно-серого или коричневого цветов. Это самое дешевое удобрение. Применяют на кислых дерново-подзолистых, серых лесных и торфянистых почвах. Кислый торф, физиологически кислые удобрения, торфонавозные компосты усиливают разложение и улучшают усвоение фосфоритной муки. Большое значение имеет тонкость помола. Фосфоритная мука может не дать эффекта, если в почве содержится много усвояемого фосфора, при низком уровне потенциальной кислотности вследствие высокой степени насыщенности почвы основаниями.

Гранулированный суперфосфат рекомендуется для предпосевного внесения под различные культуры в дозе 7,5 — 20 кг/га Р205. Под кукурузу и подсолнечник суперфосфат вносят с таким расчетом, чтобы не было непосредственного контакта удобрений с семенами. Его можно смешивать с семенами зерновых культур при условии, что семена и удобрение будут сухими.

В зонах недостаточного увлажнения особое значение имеет глубина заделки удобрений: заделывать их надо под плуг. Лучшее место фосфоритования почвы — чистый пар, так как высокое содержание нитратов усиливает действие фосфорного удобрения. Фосфоритную муку можно применять в занятых парах. Эффективность действия фосфоритной муки выше в теплое время, когда процесс нитрификации протекает более интенсивно. Азотную кислоту нейтрализует не только фосфорит, но и бикарбонат кальция, а также другие соединения кальция.

Если в основном удобрении недостаточное количество фосфорных удобрений и с помощью растительной диагностики обнаружен недостаток элемента или если нужно повысить коэффициент использования удобрения с целью сокращения времени контакта его с кислой почвой, проводят дополнительную подкормку. Поверхностно суперфосфат не вносят. Особенно прочно он связывается на карбонатных почвах (образуется гидроксилапатит) и сильнокислых красноземах (образуется варисцит). Остаточный фосфор удобрений лучше усваивается растениями, чем почвенный, и имеет сильное последействие. Действие известкования на коэффициент использования фосфора удобрений чаще всего положительное.

Положительное влияние на урожай оказывает концентрирование доз удобрений и рациональное размещение их в севообороте. Периодическое однократное внесение удобрений в повышенных дозах также весьма эффективно. Концентрированный фосфор целесообразно вносить под озимую пшеницу, картофель, клевер, сахарную свеклу. Доступность фосфора удобрений увеличивает сера. Повысить коэффициент использования фосфора можно такими способами:

* дифференцированием доз в зависимости от обеспеченности почвы доступными для растений соединениями фосфора;
* внесением его очагами во влагообеспеченный и корнеобитаемый слой;
* внесением под отзывчивые на фосфорное удобрение культуры; установлением оптимального соотношения макро- и микроэлементов;
* применением комплексных удобрений и равномерным их внесением.

**1.2.3 Калийные удобрения**

Около 80% калия находится в клеточном соке, примерно 20 % удерживается в клетках растений в обменнопоглощенном коллоидами цитоплазмы состоянии и до 1 % его необменно поглощается митохондриями. Больше калия содержится в хорошо освещенных растениях, ночью он частично выделяется растениями через корни. Много калия содержится в нетоварной части урожая, за исключением клубнеплодов, зернобобовых и льна. В клубнях картофеля к уборке содержится 96 % калия от его общего количества в растении: 300 ц картофеля выносят 154 кг калия.

В большом количестве калия нуждаются плодовые и овощные культуры, сахарная свекла, капуста, корнеплоды, картофель, клевер, люцерна, подсолнечник, гречиха, зернобобовые, кукуруза. Калий усиливает накопление моносахаров в плодовых и овощных культурах, повышает содержание сахарозы в корнеплодах, крахмала — в картофеле, утолщает стенки клеток соломины злаковых культур, что усиливает устойчивость хлебов к полеганию, улучшает качество волокна льна. Способствуя накоплению углеводов в клетках растений, калий усиливает осмотическое давление клеточного сока и тем самым повышает холодо- и морозоустойчивость растений. Калий увеличивает гидрофильность коллоидов цитоплазмы, снижая при этом транспирацию, что помогает растениям лучше переносить кратковременные засухи. Активизируя важнейшие биохимические процессы в клетках растений, калий повышает их устойчивость к заболеваниям как в течение вегетации, так и в послеуборочный период, значительно улучшает лежкость плодов и овощей. Калий играет важную роль в синтезе и обновлении белка в растении.

При недостатке калия в клетку усиленно поступают натрий, магний, кальций, что нарушает обмен веществ — повышается содержание свободного аммиака и ионов водорода. Избыток калия снижает поступление магния, вызывает магниевое голодание. При недостатке магния содержание хлорофилла в зеленых частях растений уменьшается, листья, прежде всего нижние, становятся пятнистыми, «мраморовидными», бледнеют между жилками, а вдоль жилок сохраняется зеленая окраска. Затем листья постепенно желтеют, скручиваются с краев и преждевременно опадают.

Внешние признаки калийного голодания — побурение краев листьев, появление на листьях ржавых крапинок. Калий из старых листьев вымывается дождями. Критический период потребления калия растениями приходится на первые 15 дней после появления всходов, а максимального — совпадает с периодом интенсивного прироста биомассы. У льна поступление калия заканчивается в фазе полного цветения, у зерновых и зернобобовых — к началу молочной спелости. Картофель, капуста, сахарная свекла потребляют калий в течение всего периода вегетации. Особенно богаты калием эмбриональные ткани и растущие клетки, поэтому калий иногда называют «элементом молодости».

В почве калия больше, чем азота и фосфора вместе взятых. Значительное количество калия содержится в тяжелых почвах, так как он входит в состав многих минералов. Основная часть калия в почве находится в нерастворимой и малоусвояемой для растений форме. В подпахотном слое дерново-подзолистых и серых лесных почв калия больше, чем в пахотном. Больше всего калия в алюмосиликатах, особенно много его в полевом шпате К2А12Si6016. Из этого минерала калий почти не усваивается растениями. Значительное количество калия находится в адсорбционносвязанном состоянии на поверхности почвенных коллоидов. От валового содержания калия эта форма элемента составляет 0,8 % в супесчаных почвах и 1,5 % в суглинистых. Обменный калий играет важную роль в питании растений.

Водорастворимые формы калия составляют 0,2 — 0,1 от обменных, т. е. 0,1 молей калия на 100 г почвы. Образуются они в результате гидролиза минералов, разрушения их корневыми выделениями растений, действия азотной кислоты, присутствующей в почве, вытеснения обменного калия.

Большое количество перегноя и известь увеличивают переход калия в необменную форму, а разрушение гумуса и подкисление снижают закрепление калия почвой. Почвы, систематически удобряемые калием, при новом внесении связывают его слабее. Клевер использует фиксированный почвой калий лучше других растений.

Наиболее эффективно вносить калий на достаточную глубину, чтобы исключить пересыхание почвы, и заделывать удобрения локально. Осенью отмечено самое низкое содержание обменного калия в почве, весной его становится больше.

**Виды калийных удобрений**.

Выпускаемые промышленностью удобрения подразделяются на:

* концентрированные — хлорид калия, сульфат калия, хлористый калий-электролит, калийная соль, калимагнезия, калийно-магниевый концентрат;
* сырые соли — сильвинит, каинит.

**Хлорид калия** — это мелкокристаллический порошок розового или белого цвета с сероватым оттенком, содержит 57 —60 % К20 Основное калийное удобрение, составляющее 80 — 90% общего производства калийных удобрений.

**Сульфат калия** — мелкокристаллический порошок белого цвета с желтым оттенком, содержит 46 —50 % К20. Не слеживается, транспортируется в мешках или без тары. Используют под те культуры, которые не переносят хлора; в овощеводстве, особенно в защищенном грунте.

**Хлористый калий электролит** КС1 с примесями NaС1 и МgС12 — сильнопылящий мелкокристаллический порошок с желтым оттенком, содержит 34 —42 % К20 и по 5 % Мg0 и Na20. Не слеживается. На бедных магнием почвах более эффективен чем КС1.

**Калимагнезия** (сульфат калия-магния) К2S04·МgS04 — белый сильнопылящий порошок с сероватым или розоватым оттенком или серовато-розовые гранулы неправильной формы, содержит 29 % К20 и 9 % Мg0. Не слеживается. Используют под культуры, чувствительные к хлору, и на легких почвах.

**Сырые калийные соли (сильвинит и каинит)** — получают путем дробления и размола природных калийных солей. Применять их целесообразно вблизи месторождений калийных руд, так как они имеют низкое содержание К20 и много примесей. Ограничивает их применение и большое количество хлора.

**Калийная соль 40%-я** содержит около 40 % К20, 20 % Na20 и 50 % хлора. Получают в результате смешивания хлористого калия с молотым сильвинитом и каинитом. Это смесь серых, белых и красноватых кристаллов. Хорошее удобрение для культур, отзывчивых на натрий (кормовые и столовые корнеплоды, томат, капуста, злаковые травы). Смесь хлористого калия и каинита дает 30%-ю калийную соль. Это удобрение ценно для культур, потребляющих много магния, на почвах, бедных магнием (супесчаные и песчаные).

**Фосфат калия** К3Р04 — высококонцентрированное удобрение, содержащие до 40 % К20 и 60 % Р205.

Применять калий необходимо прежде всего на торфяных, песчаных и супесчаных почвах, которых много в поймах рек Нечерноземья, на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, северных черноземах лесостепи и красноземах. На солонцах калий не применяют, чтобы не усиливать солонцеватость. Катион калия сильно адсорбируется коллоидами почвы и заметно не передвигается.

Калийные удобрения вносят с осени везде, кроме легких почв и влажных субтропиков. Эффективна глубокая запашка калийных удобрений, чтобы калий не фиксировался необменно. Известкование кислых почв — один из обязательных приемов повышения эффективности калийных удобрений. Однако из-за антагонизма ионов калия и кальция на произвесткованных почвах следует повышать дозы калийных удобрений.

В зоне с большим количеством осадков калийные удобрения вносят весной при обработке почвы культиватором, тогда хлор, содержащийся в большинстве этих удобрений, не будет угнетать молодые растения. Хлор вреден для картофеля, табака, цитрусовых. К нему весьма чувствительны люпин, фасоль, гречиха. Эффективно вносить калийные удобрения под люцерну, овощные и плодово-ягодные культуры. Свекле калий нужен особенно в период сахаронакопления.

Из минеральных удобрений калия усваивается растениями приблизительно столько же, сколько и из органических. Коэффициент использования калия для большинства культур 70 — 80%, на песчаных почвах он выше, чем на суглинистых. Под культуры с высокой интенсивностью поглощения калия дозы вносимых удобрений значительно увеличивают. Увеличения эффективности использования калийных удобрений можно достичь следующими способами:

* оптимальным размещением фонда калийных удобрений; внесением калийных удобрений в первую очередь под культуры, интенсивно усваивающие калий;
* сбалансированным питанием растений всеми элементами; рациональным использованием форм калийных удобрений.

**1.2.4 Комплексные удобрения**

Растения в процессе жизнедеятельности нуждаются в большом количестве разнообразных элементов питания, поэтому широкое распространение получили комплексные удобрения. Высокая концентрация действующих веществ и одновременное содержание нескольких элементов питания — преимущество комплексных удобрений. Общая стоимость применения комплексных удобрений (с учетом затрат на их производство) примерно на 10% ниже, чем простых.

В зависимости от количества компонентов различают двойные (РК, NP, NK) и тройные (NPK), способа производства — сложные, сложно-смешанные и смешанные (тукосмеси), агрегатного состояния — твердые и жидкие комплексные удобрения.

Сложные удобрения получают при химическом взаимодействии исходных компонентов, сложно-смешанные — при взаимодействии удобрений, сохраняющих один элемент питания (односторонние) с фосфорной или серной кислотой с последующей аммонизацией, смешанные — механическим смешиванием готовых удобрений.

Удобрения выпускают с разным массовым соотношением азота, фосфора и калия (N:Р205: К20), например 1:1,5:0,5 (азот принимают за единицу). Иногда удобрение характеризуют соотношением N: Р205: К20 в процентах по массе, например 12:18:6. Сумма этих чисел дает общее содержание действующих веществ в удобрении. Соотношение между отдельными компонентами в составе комплексных удобрений не всегда соответствует потребностям культур при выращивании на почвах с разной обеспеченностью этими элементами. Иногда возникает необходимость дополнять комплексные удобрения односторонними удобрениями или приготовлять соответствующие тукосмеси.

**Сложные удобрения**. Диаммофос (NН4)2НР04 — самое концентрированное удобрение из сложных удобрений, содержит 18 % и более азота и около 50 % Р205. Фосфоаммомагнезия МgNН4Р04 • Н20 содержит 10,9 % N, 45,7 % Р205 и 25,9 % Мg0. Удобрение пригодно для основного внесения в первую очередь на песчаных почвах, где возможны существенные потери азота из растворимых удобрений и ощущается дефицит магния, а также в теплицах при выращивании овощей на гидропонике.

**Жидкие сложные удобрения** — водные растворы, содержащие NР или NPK иногда с добавками микроэлементов. Получают на основе ортофосфорной и суперфосфорной кислот. Их можно вносить поверхностно. Азот содержится в аммиачной форме, фосфор — в форме полифосфорной и ортофосфорной кислот. Повышение концентрации элементов в таких удобрениях ограничено кристаллизацией. Для предотвращения этого явления добавляют коллоидную глину (10—22 кг/т). Получаются суспендированные удобрения.

**Полифосфаты аммония** — содержат 16 — 18 % азота и 58 — 61 % водорастворимого Р205 Отличаются высокой общей концентрацией фосфора и азота. Используют в твердом виде или вводят главным компонентом в жидкие и суспендированные удобрения. Вносят под все культуры. Метафосфат аммония (NН4Р03)n содержит до 80 % Р205, трудно растворим в воде.

**Калийная селитра** КNO3 — содержит около 13 % азота и до 45 % К20. Особенно ценна для культур, чувствительных к хлору. Применяют в защищенном грунте. Недостаток — широкое соотношение между азотом и калием (1:3:5), поэтому требуется дополнительно вносить азотные и фосфорные удобрения.

**Сложно-смешанные удобрения.** Эти удобрения бывают двойные — *нитрофосы* и тройные — *нитрофоски*. Удобрения, получаемые на основе моноаммонийфосфата, называются нитроаммофосом, при введении калия — нитроаммофоской, на основе диаммонийфосфата — диаммонитрофосом и диаммонитрофоской. Размер гранул нитрофоски 1 — 4 мм. Нитрофоски вносят в качестве основного удобрения, припосевного в рядки, а также в подкормку.

**Смешанные удобрения.** Смешивание сухих удобрений — наиболее доступный, простой и экономичный метод получения комплексных удобрений. По агрохимическим качествам смешанные удобрения практически не отличаются от сложных. При смешивании твердых удобрений исходные компоненты должны быть сухими и рассыпчатыми. Смеси, состоящие из частиц разных размеров, расслаиваются при хранении, перевозке и механизированном внесении.

Смешанные удобрения можно вносить непосредственно после смешивания или готовить заблаговременно с последующим хранением. Не все удобрения можно смешивать друг с другом. Например, при смешивании аммиачной селитры с суперфосфатом, в составе которого имеется некоторое количество фосфорной кислоты, могут выделяться пары азотной кислоты или оксиды азота. Карбонат и бикарбонат кальция, имеющие щелочную реакцию, и металлургические шлаки, содержащие свободный оксид кальция, нельзя смешивать с аммонийными удобрениями из-за возможных потерь аммиака. В большинстве случаев смешивать удобрения лучше незадолго до внесения их в почву.

**1.3 Влияние минеральных удобрений на почвенные микроорганизмы**

Внесение в почву удобрений не только улучшает питание растений, но изменяет и условия существования почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах. При благоприятных климатических условиях численность микроорганизмов и их активность после удобрения почвы значительно возрастают.

Стимуляциониый эффект минеральных удобрений на почвенную микрофлору, а в еще большей степени навоза весьма наглядно демонстрирует опыт, проведенный на дерново-подзолистой почве Сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (Е.Н. Мишустии, Е.3. Теппер). Более 50 лет назад по инициативе Д.Н. Прянишникова был заложен стационарный длительный опыт по изучению влияния разных удобрений на почву. Для микробиологического исследования брались образцы со следующих делянок.

Бессменный пар: 1) неудобрявшаяся почва; 2) почва, ежегодно получавшая минеральное удобрение; 3) почва, ежегодно удобрявшаяся навозом.

Бессменная рожь: 1) неудобрявшаяся почва; 2) почва, ежегодно получавшая NРК; 3) почва, ежегодно удобрявшаяся навозом.

Семипольный севооборот с клевером: 1) неудобрявшаяся почва (пар); 2) почва, ежегодно удобрявшаяся навозом (пар).

В среднем почвы, удобрявшиеся минеральными удобрениями, за год получали на 1 га 32 кг азота, 32 кг фосфора (Р205) и 45 кг калия (К20). Навоз вносили в количестве 20 т на 1 га ежегодно.

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Внесенные удобрения | pH | | Общее число микроорганизмов, тыс на 1 га | Число актиномицетов, тыс на 1 г | Актиномицеты, % | Общее число грибов, (тыс на 1 га) |
| водный | солевой |
| Бессменный пар неудобренный NPK  Навоз  Бессменная рожь  Неудобренная  NPK  Навоз  7 – Польный севооборот  Неудобренный пар  Навоз,пар | 4,5 3,8  4,3 3,6  5,5 4,5  5,0 4,0  4,7 3,8  5,9 5,3  4,6 3,9  6,0 5,9 | | 594  1246  2297  6559  5889  13448  1680  4467 | 117  61  250  3344  2389  7013  430  2316 | 19,6  4,9  10,9  51,0  40,7  52,1  25,5  51,9 | 15,0  23,6  30,0  29,0  57,2  28,1  4,0  72,0 |

Как следует из данных табл.1, почвы, длительное время бывшие под паром, сильно обеднились микроорганизмами, так как в них не поступали свежие растительные остатки. Выше всего численность микроорганизмов была в почве, находившейся под бессменной рожью, куда поступали в значительных количествах растительные остатки.

Внесение минеральных удобрений в почву, находившуюся все время в состоянии пара, заметно увеличило общую биогенность. Существенного влияния на численность микронаселения почвы под бессменной рожью применение минеральных удобрений не оказало.

В большинстве случаев минеральные удобрения несколько снизили относительную численность актиномицетов и увеличили содержание грибов. Это явилось результатом некоторого подкисления почвы, которое отрицательно влияет на первую группу почвенного микронаселения и усиливает размножение второй. Навоз во всех случаях резко стимулировал размножение микроорганизмов, так как с навозом в почву вносится богатый комплекс минеральных и органических веществ»

Различия, имевшиеся в системе удобрений, резко сказались на свойствах почвы и ее урожайности. Почва, находившаяся 50 лет в парующем состоянии, потеряла около половины запаса перегноя. Внесение минеральных удобрений существенно уменьшило эту потерю. Удобрения стимулировали образование микробами перегноя.

Средний урожай за период опыта приводится в табл. 2, составленной на основании данных В. Е. Егорова.

**Таблица 2**

**Влияние разных удобрений, внесенных в дерново-подзолистую почву, на урожай сельскохозяйственных культур (в ц/га)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Удобрение | Рожь | | Овес | | Картофель |
| бессменная | В севообороте | бессменный | В севообороте | В севообороте |
| Контроль  NPK  Навоз | 6,7  10,6  13,7 | 13,4  20,5  - | 7,1  10,1  11,1 | 13,2  17,8  - | 75,6  148,9  172,9 |

В севообороте урожаи были значительно выше, чем при бессменных культурах. Во всех случаях, однако, удобрения существенно повышали урожай. Более эффективным было полное органическое удобрение, т. е. навоз.

Минеральные удобрения обычно обладают «Физиологической» кислотностью. При использовании их растениями накапливаются кислоты, подкисляющие почву. Перегноя и илистые фракции почвы могут нейтрализовать кислые вещества. В таких случаях говорят о «буферных» свойствах почвы. В разобранном нами примере почва обладала хорошо выраженными буферными свойствами и длительное применение удобрений не привело к существенному снижению величины рН. В результате деятельность микроорганизмов не была угнетена. Не отмечалось и вредного последействия удобрений на растения.

В легких песчаных почвах буферность слабо выражена. Длительное применение на них минеральных удобрений может привести к сильному подкислению, в результате которого в раствор переходят токсические соединения алюминия. Вследствие этого биологические процессы в почве подавляются, а урожайность падает.

Подобное неблагоприятное действие минеральных удобрений наблюдалось на легких супесчаных почвах Соликамской сельскохозяйственной станции (Е. Н. Мишустин и В. Н. Прокошев). Для опыта был взят трехпольный севооборот со следующим чередованием культур: картофель, брюква, яровая пшеница. В почву ежегодно вносили N и Р205 по 90 кг/га, а К20 — 120 кг/га. Навоз давали два раза в три года по 20 т/га. Известь вносили из расчета на полную гидролитическую кислотность — 4,8 т/га. Перед микробиологическим исследованием почвы прошли четыре ротации. В табл. 3 даются материалы, характеризующие состояние отдельных групп микроорганизмов в исследованных почвах.

**Таблица 3**

**Влияние разных удобрений на микрофлору подзолистой песчаной почвы Соликамской сельскохозяйственной станции**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Удобрения** | pH (водный) | Общее число микроорганизмов, тыс.г | Численность актиномицетов, тыс г | Численность грибов тыс. г | Состав целлюлозных микроорганизмов,% обрастаний комочков почвы | | | |
| Cytophaga | миксобактерии | Dematium | Другие плесени |
| Контроль  NPK  Известь  Навоз  Известь и навоз | 5,5  4,4  6,1  5,9  6,1 | 538  324  640  1136  1397 | 180  150  260  610  850 | 8  14  10  16  17 | 0  0  0  3  83 | 0  20  50  40  14 | 73  0  20  0  0 | 27  75  18  7  0 |

Из данных таблицы следует вывод, что применение NРК в течение ряда лет существенно снизило численность микроорганизмов в почве. Не пострадали лишь грибы. Это произошло вследствие значительного подкисления почвы. Внесение извести, навоза и их смесей стабилизовало почвенную кислотность и благоприятно сказалось на микронаселении почвы. Заметно изменился состав целлюлозных микроорганизмов в связи с удобрением почвы. На более кислых почвах преобладали грибы. Все типы удобрений способствовали размножению миксобактерий. Внесение навоза усилило размножение Суtорhаgа.

Интересны данные, иллюстрирующие величины урожая сельскохозяйственных культур на различно удобрявшихся почвах Соликамской сельскохозяйственной станции (табл. 4).

**Таблица 4**

**Влияние удобрений, внесенных в песчаную почву, на урожай сельскохозяйственных культур (в ц/га)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Удобрения | Урожай яровой пшеницы при севооборотах | | | Урожай картофеля при севооборотах | | |
| 1-м | 2-м | 3-м | 1-м | 2-м | 3-м |
| Контроль  NPK  Известь  Навоз  Известь+навоз | 3,8  7,2  -  6,1  - | 2,7  1,4  5,4  12,0  14,9 | 2,3  0,4  4,5  10,9  13,8 | 82,7  174,8  -  136,1  - | 75,7  114,7  75,7  169,9  178,4 | 58,9  31,1  62,8  145,4  156,6 |

Цифры таблицы показывают, что минеральные удобрения постепенно снижали урожай, причем пшеница начала страдать раньше, чем картофель. Навоз оказал положительное влияние. В общем микробное население реагировало на изменение почвенного фона примерно так же, как и растительность.

При сопоставлении данных таблиц 1 и 3 можно установить, что удобрявшиеся минеральными соединениями дерново-подзолистые почвы Сельскохозяйственной академии им. Тимирязева и подзолистые песчаные почвы Соликамской сельскохозяйственной станции имели одинаковое значение рН в водной вытяжке (4,3—4,4). Однако на песчаной почве отмечался явно выраженный токсикоз, отсутствовавший на дерново-подзолистой почве. Это объясняется более легким переходом в раствор токсических солей алюминия в слабо буферной песчаной почве, имеющей иногда даже не столь катастрофическое снижение рН. В результате Применение удобрений все же вызывает нежелательные последствия. Так, например, подкисление почвы может усилить деятельность некоторых фитопаразитов. По наблюдениям Л. С. Жалнина, вследствие длительного применения удобрений на темно-серой лесной почве усилилось поражение конопли фузариозом (возбудитель Fusarium oxysporum). Так, на контрольной делянке солевое рН почвы равнялось 5,5. В этом случае болело около 5% высеянных растений. При удобрении почвы средней дозой минеральных туков (N60Р45К45) рН снизилось до 5,2; заболело 14% растений. При повышении дозы удобрений (N200Р100К240) показатель рН упал до 4,4 — болезнь поразила 42% растений.

На нейтральных буферных почвах минеральные удобрения даже при длительном их применении положительно действуют на почвенную микрофлору и растения. В табл. 5 приводятся результаты опыта, в котором черноземные почвы Воронежской области удобрялись разными минеральными туками. Азот вносили из расчета 20 кг/га, Р205—60 кг/га, К2О — 30 кг/га. Развитие почвенного микронаселения усилилось. Однако высокие дозы удобрений, используемые длительное время, тоже могут снизить рН и подавить рост микрофлоры и раcтений. Поэтому при интенсивной химизации следует учитывать физиологическую кислотность удобрений. Вокруг кусочков минеральных или органических удобрений в почве создаются радиальные микрозоны, содержащие различную концентрацию питательных веществ и имеющие различное значение рН.

**Таблица 5**

**Влияние минеральных удобрений на численность микрофлоры черноземной почвы (в тыс/г)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Удобрение | Бактерии | **Актиномицеты** | **Грибы** | **Микроорганизмы, разрушающие клетчатку** |
| Контроль  P2O5+K2O  P2O5+K2O+N | 4200  5600  8300 | 1700  2450  3350 | 16  27  21 | 30  185  270 |

В каждой из подобных зон развивается своеобразная группировка микроорганизмов, характер которого определяется составом удобрений, их растворимостью и т. д. Таким образом, было бы ошибочно думать, что удобренные почвы во всех точках имеют однотипную микрофлору. Микрозональность, впрочем, свойственна и неудобренной почве, о чем упоминалось ранее.

Усиление размножения микроорганизмов в удобренных почвах сказывается на активизации процессов, протекающих в почве. Так, заметно усиливается выделение почвой С02 («дыхание» почвы), что является следствием более энергичного разрушения органических соединений и перегноя. Понятно, почему в удобренных почвах растения наряду с внесенными элементами используют большие количества питательных веществ из почвенных запасов. Особенно наглядно это проявляется в отношении азотных соединений почвы. Опыты с минеральными азотными удобрениями, меченными N15, показали, что размер мобилизации азота почвы под их влиянием зависит от типа почвы, а также дозировок и форм использованных соединений.

Усилившаяся деятельность микроорганизмов в удобренных почвах одновременно приводит к биологическому закреплению части внесенных минеральных элементов. Некоторая часть минеральных азотсодержащих веществ, например соединения аммония, может закрепляться в почве и в силу физико-химических и химических процессов. В условиях вегетационного опыта в почве связывается до 10—30% дисперсно внесенных азотных удобрений, а в полевых условиях — до 30—40% (А.М. Смирнов). После отмирания микроорганизмов азот их плазмы частично минерализуется, но частично переходит в форму перегнойных соединений. До 10% закрепленного в почве азота может быть использовано растениями в следующем году. Примерно в таком же темпе освобождается остальной азот.

Особенности микробиологической активности в разных почвах влияют на превращение азотных удобрений. На них существенно влияет техника внесения минеральных туков. Гранулирование, например, уменьшает контакт удобрений с почвой, а следовательно, и микроорганизмами. Это существенно повышает коэффициент использования удобрений. Все сказанное в значительной мере относится и к фосфорным удобрениям. Поэтому делается понятным значение учета микробиологической деятельности почвы при разработке вопросов рационального использования удобрений. Биологическое закрепление калия в почве происходит в относительно небольших количествах.

Если азотные удобрения наряду с другими минеральными соединениями активизируют деятельность сапрофитной микрофлоры, то фосфорные, а также калийные соединения усиливают активность свободноживущих и симбиотических азотофиксаторов.

**Глава 2 Методика проведения исследования**

**Отбор проб**

Научно-исследовательская работа проведена летом - осенью 2008г. на экспериментальном стационарном участке кафедры сельскохозяйственной радиологии и экологии при опытном поле Калужского филиала Российского государственного аграрного университета- МСХА им. К.А. Тимирязева в пригородной зоне города Калуги. Микробиологический анализ почвы проводился в испытательной лаборатории по качеству пищевых продуктов, продовольственного сырья и экологии. г. Калуга, кирпичная ул., МПС-15.

Район местонахождения учебно-опытного поля характеризуется умеренно-континентальным климатом, с теплым летом, умеренно холодной зимой, устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами. Полное оттаивание почвы наблюдается 23-24 апреля. По влагообеспеченности район расположения учебно-опытного поля нужно отнести к зоне достаточного увлажнения. Две трети годового количества осадков выпадает в виде дождя, одна треть в виде снега.

По природно-географическому районированию опытное поле относится к Угрино-Суходревскому району Смоленско-Московской провинции.

Почвенный покров учебно-опытного поля представлен дерново-подзолистыми почвами нормального увлажнения. Почвенная разновидность- дерново-среднеподзолистые супесчаные и песчаные почвы. Для этих почв характерно хорошо развитого гумусового горизонта.

Отбор проб почвы производили на дерново-подзолистых супесчаных почвах опытного поля КФ РГАУ – МСХА имени К. под посадками топинамбура. Брали пробу почвы на которую не вносились удобрения (контроль) и пробу почвы на которую вносились минеральные удобрения (NPK). Почву отбирали методом диагонали почвенным буром со стаканчиком 20 см. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке. В итоге проба почвы составляла 500 гр. Почву просушили и просеяли через сито диаметром 3 мм.

**Приготовление разведений.**

Образец почвы тщательно перемешали и из него отобрали навески 10 гр. Навеску поместили в стерильную колбу. Добавили 100 мл стерильной воды. Взболтали, дали 10 мин отстояться суспензии. В стерильные пробирки разлили по 9 мл стерильной воды. Стерильной пипеткой из исходной суспензии взяли 1 мл смеси и добавили в первую пробирку с водой. Это первое разведение, в нем концентрация почвы 1:10. Из первого разведения брали 1 мл раствора и добавляли его во вторую пробирку с водой. Это второе разведение с концентрацией почвы 1:100. Таким образом продолжали делать разведения до концентрации 1:100000(105).

Определение общей численности почвенных микроорганизмов.

Для определения общей численности почвенных микроорганизмов осуществили посев микроорганизмов на питательную среду, в качестве которой используется мясо-пептонный агар (МПА).

МПА представляет собой универсальную, плотную среду, которая плавится только при температуре около 100 ˚С и позволяет работать практически в любых температурных условиях. Брали 8,75 гр питательного агара в сухом виде, приготовленный промышленным способом. Добавляли его в колбу с 250 мл дистиллированной воды, полученную смесь доводили до кипения при постоянном помешивании. Кипятили до полного расплавления агара. Фильтровали среду через марлю. Затем, среду автоклавировали при давлении 1 атм в течение 20 минут. Перед розливом в чашки Петри среду охлаждали до 50˚ С.

**Поверхностный метод посева.**

В стерильную чашку Петри наливали агар слоем высотой 5 мм. При этом горло колбы во время разлива провели через пламя спиртовки, ватную пробку после разлива обожгли. Во время разлива пробку держали между мизинцем и безымянным пальцем правой руки. Стерильной пипеткой берем 1мл раствора из пятого разведения (105). Капали в чашку Петри с агаром и стерильным шпателем растирали по всей поверхности чашки.

Глубинный метод посева.

Стерильной пипеткой брали 1мл раствора из пятого разведения (105). Капали в чашку Петри и заливали агар. Чашку с агаром слегка помешали.

Подсчет колоний осуществили на пятый день после посева. Затем провели морфологическое описание колоний.

**Морфологическое описание колоний.**

Колонией называют изолированное скопление клеток одного вида, выросшее в большинстве случаев из одной клетки. В зависимости от того, где развивались клетки, различают поверхностные, глубинные и донные колонии. В нашем случае образовались поверхностные колонии. Описание производили учитывая следующие признаки:

форма – круглая, амебовидная, неправильная, ризоидная, круглая с фасеточным краем, круглая с валиком по краю, с ризоидным краем, нитевидная, складчатая, концентрическая, сложная.

размер – измеряют диаметр колонии в миллиметрах.

поверхность – гладкая, шероховатая, бороздчатая, складчатая, морщинистая, с концентрическими кругами или радиально исчерченная.

профиль – выпуклый, плоский, кратерообразный, конусовидный, бугристый.

блеск и прозрачность – блестящая, матовая, тусклая, мучнистая, прозрачная.

цвет – бесцветная или пигментированная – белая, желтая, золотистая, оранжевая, сиреневая, красная, черная.

край – ровный, волнистый, зубчатый, гладкий, лопастной, неправильный, реснитчатый.

структура – однородная, мелко- или крупнозернистая, струйчатая, волокнистая.

**Приготовление фиксированных микропрепаратов.**

На обезжиренное предметное стекло наносили каплю воды бактериологической петлей, простерилизованной на пламени горелки. Вновь прогревали петлю на пламени горелки и брали пробу колонии из чашки Петри. Растирали пробу в капле воды по кругу. Мазок высушивали на воздухе, затем фиксировали. Мазок фиксировали термически, проводя стекло 2 – 3 раза через пламя горелки мазком вверх. Фиксация мазка приводит к гибели микроорганизмов, плотному прилипанию их к поверхности стекла и более легкой восприимчивости микробов к красителю. Фиксированный мазок окрашивали, заливая его поверхность раствором красителя на 2 минуты. Затем краситель с мазка смывали водой, нижнюю сторону препарата вытирали полоской фильтровальной бумаги, верхнюю осторожно обсушивали с боков, не дотрагиваясь до мазка. Препарат окончательно досушивали на воздухе. Таким образом делали препарат с каждой колонии. Готовый мазок микроскопировали. Описывали морфологию бактерий и по данным определили род бактерии.

**Глава 3. Результаты исследования**

|  |  |
| --- | --- |
| **Летние пробы:**  105 поверхностное NPK  7 колоний  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1:**  Форма – округлая с валиком по краю  Размер – 15 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белая  Край – гладкий  Структура – однородная  **Колония 2:**  Форма – неправильная  Размер – 7 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – волнистый  Структура – однородная  **Колония 3:**  Форма – округлая  Размер – 5 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – оранжевый  Край – ровный  Структура – однородная  105 поверхностное – 2 NPK  4 колонии  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1:**  Форма – складчатая  Размер – 25 мм  Поверхность – складчатая  Профиль – зубчатый  Блеск и прозрачность – матовая  Цвет – грязно – белый  Край – волнистый  Структура – зернистая  **Колония 2:**  Форма – округлая  Размер – 5 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – оранжевая  Край – ровный  Структура - однородная  **Глубинное – 1 колония**  **Глубинное2 – 5 колоний**  **105 поверхностное** – лес  156 колоний  **Колония 1:**  Форма – округлая  Размер – 1-2 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белая  Край – ровный  Структура – однородная  **Колония 2:**  Форма – округлая с валиком по краю  Размер – 13 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – гладкий  Структура – однородная  10 5 поверхностное 2 – лес  134 колонии  **Колония 1:**  Форма – округлая  Размер – 1-2 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белая  Край – ровный  Структура – однородная  **Глубинное – 5 колоний**  **Глубинное2 – 1 колония**  **Осенние пробы:**  **105 поверхностное NPK**  211 колоний  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1:**  Форма – округлая  Размер – 1-2 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белая  Край – ровный  Структура – однородная  **Колония 2:**  Форма – округлая  Размер – 9 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – ровный  Структура – однородная  **105 поверхностное 2 NPK**  195 колоний  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1:**  Форма – округлая  Размер – 1-2 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белая  Край – ровный  Структура – однородная  **Колония 2:**  Форма – округлая  Размер – 7 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – ровный  Структура – однородная  **Глубинное – 325 колоний**  **Глубинное2 – 311колоний**  **105 поверхностное** – лес  2 колонии  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1**  Форма – округлая  Размер – 20 мм  Поверхность – шероховатая  Профиль – плоский  Блеск и прозрачность – матовая  Цвет – бесцветный  Край – ровный  Структура - зернистая  **Колония 2**  Форма – округлая  Размер – 11 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – ровный  Структура однородная  **105 поверхностное2** – лес  3 колонии  Морфологическое описание колонии:  **Колония 1:**  Форма – округлая  Размер – 7 мм  Поверхность – гладкая  Профиль – выпуклый  Блеск и прозрачность – блестящая  Цвет – белый  Край – ровный  Структура однородная  **Глубинное – 1 колония**  **Глубинное2 – 2 колонии** | Палочковидные  Палочковидные  Скопления гексональной формы в центре кружочек  Палочковидные  Скопления гексональной формы в центре кружочек  Кокки  Палочковидные  Кокки  Кокки  Стафилококки  Кокки  Стафилококки  Палочковидные  Стафилококки  Стафилококки |

**Сравнение числа колоний**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Лес | | |
| Метод посева поверхностное | Время сбора почвы | |
|  | лето | осень |
| Число колоний | 290 = 145\*105(КОЕ) | 5 = 2,5\*105 |
| Метод посева глубинный |  |  |
| Число колоний | 6 = 3\*105 | 3 = 1,5\*105 |
| NPK | | |
| Метод посева поверхностное |  |  |
| Число колоний | 11 = 5,5\*105 | 306 = 203\*105 |
| Метод посева глубинный |  |  |
| Число колоний | 6 = 3\*105 | 636 = 318\*105 |

\*КОЕ – число колониеобразующих единиц в 1 гр почвы.

**Дыхание почвы**

X= (a-b)\*k/m\*t

X – интенсивность дыхания

а– объем щавелевой кислоты, пошедшей на титрование щелочи в колбе без почвы

б – объем щавелевой кислоты, пошедшей на титрование опытных вариантов

м – масса почвы

т – время экспозиции

к – поправка к титру

к = 1

1)NPK

Х = (97 мл – 73,5мл)\*1/5 гр\*40 мин = 0,1175

2)контроль

Х = (97 мл – 80 мл)\*1/5 гр\*40 мин = 0,085

3)NPK

Х = (88,5 мл – 112,5 мл)\*1/5 гр\*40 мин = -0,12

4)контроль

Х = (88,5 мл – 90 мл)\*1/5гр\*40 мин = -0,0075

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название | NPK 1 | Контроль 1 | NPK 2 | Контроль 2 |
| а | 97 | 97 | 88,5 | 88,5 |
| б | 73,5 | 80 | 112,5 | 90 |
| м | 5 | 5 | 5 | 5 |
| т | 40 | 40 | 40 | 40 |
| к | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Х | 0,1175 | 0,085 | -0,12 | -0,0075 |