# КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

План занятия:

1. Понятие о комплексных удобрениях. Их экономическая и агротехническое значение.

2. Сложные удобрения (аммофос, диаммофос, калийная селитра) – состав, свойства, применение.

3. Комбинированные (сложно-смешанные) – нитроаммофос, нитроаммофоска, нитрофос, нитрофоска, ЖКУ, аммонизированный суперфосфат – состав, свойства, применение.

4. Тукосмеси, их состав и свойства. Значение тукосмешивания.

**1. Понятие о комплексных удобрениях. Их экономическое и агротехническое значение.** Комплексными называются удобрения, содержащие в различном соче­тании и соотношении два, три и более элементов питания: азота, фосфора, ка­лия микроэлементов.

Их подразделяют на двойные (содержащие 2 компонента - азото-фосфорные, азото-калийные и фосфорно-калийные) и тройные, которые содержат (N, Р, К).

В зависимости от способов получения комплексные удобрения подразделяются на сложные, комбинированные (или сложно-смешанные) и смешанные, а по агрегатному состоянию - на твёрдые и жидкие.

Производство сложных удобрений в стране было организовано в 60-х го­дах. Ассортимент их в 1970г. был представлен всего 4 формами, в 1984 году -8, а в 1990 - около 20 форм. Доля сложных удобрений в 1970 г. составляла - 6% от общих поставок удобрений, в 1984г – 29 %, а в 1990 - 38 %. Для сравнения в США - в 1984г на долю комплексных приходилось 44%, в 1998г – 75 %.

Сложные удобрения представляют собой одинарные соли, со­держащие разные элементы питания. Они не содержат примесей (балласта) и поэтому отличаются высокой концентрацией элементов питания.

Сложносмешанные (комбинированные) удобрения содержат два и более элементов питания, получают их в едином технологическом процессе при взаимодействии азотной, фосфорной и серной кис­лот с аммиаком, природными фосфатами, солями калия, аммония и др.

Смешанные удобрения получают путем механического смешива­ния двух или более простых или сложных удобрений.

Существует ряд экономических и агротехнических причин объясняющих данную тенденцию:

1) Комплексные удобрения характеризуются высокой концентрацией пита­тельных веществ, суммарное количество которых превышает 60-70 %.

2) Одновременное содержание 2-3 макроэлементов в сочетании с микроэле­ментами, соотношение которых учитывает особенности питания культур и почвенно-климатические условия зоны.

3) Комплексные удобрения обеспечивают лучшую позиционную доступность питательных веществ корневой системы. Многолетние опыты, проведённые на различных типах чернозёмов показали, что ряд культур (оз. пшеница, ку­куруза, картофель) хуже развивались при раздельном питании N, Р, К, чем при их совместном внесении.

4) Применение комплексных удобрений позволяет не только лучше удовле­творять потребность растений в питательных веществах, но и обеспечивает экономию на транспортных расходах, строительстве складов, использовании механизированных средств при погрузке, разгрузке и внесении удобре­ний.

5) Сравнение эквивалентных доз комплексных и простых удобрений, показы­вает, что даже при одинаковой эффективности их на урожай с.-х. культур -комплексные удобрения за счёт лучших физических свойств, высокой кон­центрации, более заметного влияния на качественные показатели снижает производственные затраты и на производство единицы продукции.

**2. Сложные удобрения (аммофос, диаммофос, калийная селитра) – состав, свойства, применение.** К сложным удобрениям относятся химические соединения, которые представляют собой единую химическую формулу - соль, анион, катион, кото­рый, безусловно, необходим растениям. Важной особенностью этих удобрений является то, что они полностью лишены балластных примесей и обладают вы­сокой концентрацией элементов питания. Среди сложных удобрений во всех развитых странах, особенно в США, да и в России, широкое распространение получили фосфаты аммония. Они обладают хорошими физико-химическими свойствами и высокой (60-70%) суммарной концентрацией N и Р2О5.

Для производства фосфатов аммония используют фосфорную кислоту и аммиак. В зависимости от степени нейтрализации фос­форной кислоты аммиаком получают однозамещенный или двухзамещенный фосфат аммония—NH4H2P04 или (NH4)2HP04.У первой соли (аммофос) слишком широкое отношение между N и Р2О5 (в чистом виде 1 :5—12,2% N и 61,8% Р2О5). У второй соли (диаммофос) отношение N : Р2О5 равно 1 : 2,5 (в чистом ви­де 21,2% N и 53,8% Р2О5), что уже более приемлемо для земледе­лия. Трехзамещенный фосфат аммония (NН4)зР04 нестоек и по­тому не производится, хотя отношение в нем между N и Рз (в чистом виде 28,6% N и 48,3% Р2О5) было бы более приемлемо для ряда почвенных условий и требований многих культур, чем в двух предыдущих.

Вместе с тем необходимо отметить, что из-за слишком широ­кого отношения между азотом и фосфором в фосфатах аммония без дополнения азотом и калием их можно применять главным образом в качестве локального (припосевного) удобрения (в ряд­ки, лунки). При основном внесении (с запашкой в почву) фос­фаты аммония необходимо сочетать с другими азотными удобре­ниями и даже смешивать с последними, а это неизбежно увеличивает расходы хозяйства на приготовление смеси. В подобных си­туациях, по-видимому, более рационально заводское приготовле­ние комбинированных удобрений на основе фосфатов аммония.

**Аммофос.** NH4H2P04. - однозамещённый фосфат аммония. Составляю­щие эту соль ионы (аммония и фосфатный) легко усваиваются растениями на всех почвах. Аммофос содержит 11-12% N, 46-60% Р2О5. В нём нет балласта. Технология производства аммофоса проста и заключается в нейтрализации аммиаком фосфорной кислоты: NH3 + Н3Р04 = NH4H2P04. Удобрение хоро­шо растворимо в воде, и поэтому весь фосфор находится в водо-растворимой форме. Аммофос обладает хорошими физико-химическими и механическими свойствами, не нуждается в применении при грануляции различных добавок. В настоящее время выпускается в виде неправильных гранул белого цвета. Ам­мофос обладает физиологической кислотностью, в связи, с чем при внесении он несколько подкисляет почву.

Аммофос успешно применяется как основное и особенно как рядовое удобрение под различные с.-х. культуры во всех почвенно-климатических зо­нах страны и по эффективности не уступает эквивалентным смесям простых удобрений. Однако из-за слишком широкого отношения между азотом и фос­фором и высокой стоимости, удобрения лучше применять локально при посеве зерновых и технических культур. Аммофос - очень хороший компонент для приготовления смесей, так как характеризуется хорошей совместимостью со всеми стандартными удобрениями.

Диаммофос Производство диаммофоса основано на насыщении аммиаком свободной фосфорной кислоты, в котором соотношение между азо­том и фосфором равно приблизительно 1:2,5

2NH3 + НзР04 = (NH4)2HP04 В диаммофосе содержится 18% азота, 50% фосфора. Это самое концентриро­ванное из всех сложных удобрений. Наряду с экономическими преимущества­ми, диаммофос ценен тем, что весьма удобен как для локального применения при посеве и посадке всех культур вблизи семенного материала, так и в основ­ную обработку под зерновые культуры, подсолнечник. Не содержит балласта, не создаёт высокой концентрации раствора и не повышает заметно осмотического давления почвенного раствора.

Калийная селитра (KNO3) Эта соль содержит 13-14% азота и до 46,5 К2О. 1 кг её эквивалентен более 1кг калийной соли и почти 0,4 кг аммиачной селитры. Малогигроскопичная. Благодаря отличным физическим свойствам калийная селитра пригодна как для основного внесения, проведения подкормок, также для производства смешанных удобрений. Удобрение физиологически щелочное. Выпускают в виде кристалически белого или жёлтого порошка. Перспективно применение калийной селитры в тепличной куль­туре благодаря тому, что ее использование снижает общую кон­центрацию солей (и особенно сульфатов и хлоридов) в питатель­ной среде. Агрохимики установили, что участие чистых аммофо­са и диаммофоса, аммиачной и калийной селитр в питательном растворе для теплиц долго поддерживает высокое содержание азота, фосфора и калия в почвах без всякой опасности накопления избытка солей.

Удобрение не содержит хлора и поэтому даёт хороший эффект при внесении под овощные культуры, гречиху, картофель, табак. Перспективно применение в теплицах, так как снижает концентрацию солей (CL, SO4) . Недостаток - широкое соотношение между азотом и калием (1:3,5).

**3. Комбинированные (сложно-смешанные) – нитроаммофос, нитроаммофоска, нитрофос, нитрофоска, ЖКУ, аммонизированный суперфосфат – состав, свойства, применение.**

Комбинированными, или сложно-смешанными, называют удобрения, содержащие не менее двух элементов питания, получаемых в едином технологическом цикле при химическом взаимодействии аммиака, фосфорной азотной и серной кислот, плава нитрата аммония, фосфорита или апатита, калийных солей и других материалов.

Нитрофос и нитрофоска Нитрофоски получают разложением фосфатного сырья (апатит или фосфорит) смесями азотной и серной или азотной фосфорной кислот с последующей неполной нейтрализацией аммиаком. Хлористый калий не вводится, то получают азотно-фосфорное удобрение - нитрофос. В зависимости от обработки различают: сульфатную нитрофоску (+(NH4)2S04), сернокислую (NH3 + H2SО4) и фосфорную нитрофоску (NH3+ H3PO4).. Однако, независимо от способа получения в каждой грануле находятся Са (Н2Р04)) 2\*Н20, СаНР04\*2Н20, NH4CL, NH4NO3, KNO3, KCL, CaS04.

Нитрофосы и нитрофоски получают при обработке фосфат­ного сырья азотной кислотой. В результате такого взаимодействия образуются кальциевая селитра и монофосфат кальция с приме­сью дикальцийфосфата. Но эта смесь из-за высокой гигроскопич­ности кальциевой селитры еще не является полноценным удобре­нием она отличается повышенной влажностью и плохо рассеива­ется. Поэтому необходима дальнейшая обработка смеси, перевести азот из кальциевой селитры в другие соединения.

Для получения тройного удобрения в горячую пульпу добавля­ют в необходимой пропорции хлористый калий.

В нашей стране выпускается несколько марок гранулирован­ных нитрофосок Размер гранул нитрофосок 1-4 мм; они достаточно прочные и при кондиционировании путем добавления небольших количеств минеральных масел и припудривания тальком или тонко размолотым известняком не слеживаются при перевозке и хранении. Нит­рофоски вносят в качестве основного удобрения, припосевного в рядки, а также в подкормку. Их эффективность практически такая же, как и эквивалентных количеств смеси простых удобрений.

Нитрофос можно использовать как основное и припосевное удобрение в почвах с высоким содержанием калия.

Нитроаммофос и нитроаммофоска. — NH4H2P04 + NН4NО3 высококонцентрированные азотно-фосфорное и азотно-фосфорно-калийное удобрение. Производят путём аммонизации смесей азотной и фосфорной кислот. Образуются аммиачная селитра и аммофос. Раствор упаривают, подсушивают, гранулируют. Без введения калия выпускают нитроаммофос трёх марок А - NP, Б - В -

При добавлении в раствор хлористого калия получают нитроаммофоску.

Содержание N, P205 и К2О составляет более 50% д.в-ва. Это удобрение почти не содержит балласта. Содержание водорастворимых фосфатов 90% и более против 55% в нитрофосках. При введении вместо хлористого калия сульфата калия получают бесхлорную нитроаммофоску для удобрения культур, чувствительных к избытку хлора (овощи, лён гречиха, табак, картофель).

Оба этих удобрения являются универсальными формами для применения на всех типах видах почв в качестве как припосевного, так и основного удобрения под зерновые культуры, сахарную свеклу, картофель.

Удобрение хорошо растворимо в воде, выпускается в виде крупных гранул неправильной формы розового цвета.

Аммонизированный суперфосфат - получают при насыщении простого суперфосфата аммиаком. В результате этого нейтрализуется его кислотность, одновременно улучшается гигроскопичность, что улучшает физические свойст­ва суперфосфата. Он легче смешивается с другими удобрениями, лучше рассе­вается сеялками. Содержание в удобрении N - 3 - 4 %, Р2О5 - 19-20%. Содер­жащийся в аммонизированном суперфосфате азот хорошо усваивается всеми культурами, но его слишком мало для того, чтобы улучшить азотное питание растений. Поэтому аммонизированный суперйосфат применяют в рядки при высеве семян, когда не следует давать много азота. При основном внесении та­кой суперфосфат дополняют азотными удобрениями в соответствии с заданной нормой.

**Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ).** Представляют собой водные растворы или суспензии, содержа­щие соединения азота и фосфора или азота, фосфора и калия (пол­ные ЖКУ), иногда с добавками микроудобрений, пестицидов и стимуляторов роста растений Помимо известных достоинств жидких удобрений по сравнению с твердыми преимуществами комплексных жидких удобрений являются простота изготовле­ния, меньшие капитальные и эксплуатационные затраты В ЖКУ можно в широких пределах регулировать соотношение питатель­ных элементов Преимуществами ЖКУ перед жидкими азотными удобрениями являются отсутствие в них свободного аммиака, а также то, что их применение исключает дополнительные трудовые затраты на внесение в почву твердых фосфорных и калийных удоб­рений.

Проведенные испытания показали, что действие на растения твердых и жидких комплексных удобрений приблизительно оди­наковое Несколько большая эффективность ЖКУ отмечается на карбонатных и других почвах, насыщенных основаниями

ЖКУ относятся к одним из самых перспективных видов ми­неральных удобрений Принципиальная схема получения этих удобрений заключается в нейтрализации аммиаком фосфорной кислоты до рН 6,5 Существует два вида ЖКУ, производство ко­торых различается формой используемого фосфора ортофосфорной и суперфосфорной кислот (последняя представляет со­бой смесь орто- и полифосфорной кислот с содержанием Р2О5 72—80 %). Содержание азота увеличивается при добавлении ам­миачной селитры, мочевины или смеси мочевины и аммиачной селитры

ЖКУ не содержат свободного NНз, поэтому их можно разбрыз­гивать по поверхности поля с последующей заделкой различными почвообрабатывающими орудиями Специальными машинами ЖКУ вносят местно, ленточно, под любые культуры, особенно пропашные Эти удобрения можно применять на орошаемых зем­лях (с поливной водой)

Использование ЖКУ позволяет механизировать все процес­сы погрузки и разгрузки удобрений, устранить потери при транспортировке, перегрузках, хранении и в процессе внесения в почву.

Можно перечислить еще ряд преимуществ жидких комплекс­ных удобрений: легкость автоматизированного контроля распре­деления удобрений по полю, обеспечивающего высокую равно­мерность их заделки в почву, возможность растворения в ЖКУ и совместного внесения гербицидов, инсектицидов, микроэлемен­тов.

**4. Тукосмеси, их состав и свойства. Значение тукосмешивания.** Эти удобрения представляют собой механическую смесь удоб­рений, содержащую два и более питательных элементов. Сухое смешивание удобрений — наиболее доступный, простой и эконо­мичный метод получения комплексных удобрений.

При смешивании твердых удобрений исходные компоненты должны быть сухими и рассыпчатыми; желательно, чтобы они мало различались по крупности и плотности зерен. Материалы, не удовлетворяющие этим требованиям, трудно превратить в одно­родное удобрение. Смеси, состоящие из зерен разных размеров и неодинаковой плотности, подвержены сегрегации, т. е. они рас­слаиваются, становятся неоднородными при хранении, перевозке, машинном внесении в почву.

Используемые при сухом смешивании односторонние и не­уравновешенные по составу удобрения должны сохранять сыпу­честь, неслеживаемость и гранулометрический состав в процессе транспортировки и при хранении насыпью в течение 6 мес. Со­держание влаги не должно превышать в мочевине и аммиачной селитре 0,12%, аммофосе, диаммофосе и хлористом калии 1 %, двойном суперфосфате 3,5 % (при свободной кислотности не более 1 %) Количество гранул размером 1—3 мм должно быть не ме­нее 90 %, в том числе диаметром 2—3 мм не менее 50 % и частиц менее 1 мм не более 1 % Разрушение гранул при смешивании не более 3 %, прочность их не менее 2 МПа (20 кг/см2)

Физические свойства смешанных удобрений можно улучшить введением нейтрализующих добавок мела, известняка, фосфорит­ной муки Однако не все удобрения можно смешивать друг с дру­гом Особенности физико-химических свойств исходных удобре­ний часто ограничивают возможность их смешивания

В настоящее время значительное количество смешанных удоб­рений производят непосредственно на химических предприятиях. При этом, как правило, совмещают смешивание удобрений с их дополнительной химической обработкой — введением кислот (фосфорной, азотной, серной) и нейтрализующих их материалов (газообразного аммиака, жидких аммиакатов и других реагентов), а также используют растворы и плавы взамен воды в процессе гра­нулирования В результате этого при смешивании компонентов гранулы получаются более однородными и прочными Такие сме­шанные удобрения, по существу, не отличаются от сложносмешанных. Перечень таких удобрений включает следующие виды:

1. Гранулированное сложносмешанное удобрение, получаемое аммонизацией смеси простого суперфосфата, хлорида калия и нитрата аммония с добавлением (при необходимости) серной и фосфорной кислот;

2. Полное сложносмешанное удобрение с микроэлементами и без них, получаемое аммонизацией смеси простого суперфосфата, хлорида калия и нитрата аммония;

3. Прессованное фосфорно-калийное удобрение, получаемое на основе смеси простого суперфосфата и хлорида калия;

4. Для розничной торговли выпускают питательную смесь мар­ки 9-9-9 с микроэлементами (на основе суперфосфата, калимагнезии, сульфата аммония и соединений микроэлементов), удобри­тельную смесь разных марок с содержанием питательных веществ от 22 до 56 % (на основе суперфосфата, карбамида, аммонийной селитры, хлорида и сульфата калия, известняка, доломита и дру­гих компонентов) и удобрительную смесь марки 12-12-12.