

## Лекция 2. Основные сведения по ботанике и основам агрономии

### 2.4 Основы агрохимии.

1. Потребность растений в химических элементах.
2. Органические удобрения.
3. Минеральные удобрения.
4. Известковые удобрения.

#### 1. Потребность растений в химических элементах.

Известно, что в состав растений входит более 60 химических элементов. Основная роль среди них принадлежит азоту, фосфору, калию, сере, железу, кальцию и магнию. Помимо названных элементов для получения высокого урожая растения необходимо обеспечить так называемыми микроэлементами, такими как бор, марганец, молибден, цинк, медь. С урожаем зерновых 20 – 30 ц/га с 1 га пашни из почвы выносятся 60 – 90 кг азота, 28 – 45 кг фосфора, 58 – 110 кг калия, 18 – 110 кг кальция и почти столько же магния. Бобовые поглощают кальция в 10 раз больше, чем зерновые. Микроэлементы растения используют в значительно меньших количествах: бора 21 – 42 г/га, марганца и цинка 200 – 300 г/га, меди 25 – 160 г/га и т. д.

Азот – один из основных элементов, необходимых для растений. Он входит в состав простых и сложных белков, хлорофилла, ферментов, витаминов и других органических соединений, составляющих основу протоплазмы и имеющих большое значение в обмене веществ. При недостатке азота растения приобретают светло – зеленую окраску, преждевременно желтеют, стебли растений становятся тонкими, слабо ветвятся, склонны к полеганию, в урожае мало белковых веществ.

При избыточном азотном питании у растений темно – зелёные листья высокие полегающие стебли, они долго не созревают, наращивают большую надземную массу при незначительной урожайности основной продукции (зерна, клубней, и др.).

Без фосфора невозможна жизнь не только высших растений, но и простейших организмов. Он входит в состав сложных белков, которые играют важную роль в обмене углеводов, восстановлении нитратов, образовании семян, а так же в развитии корневой системы растений. В противоположность азоту фосфор не растягивает, а ускоряет процесс созревания. При недостатке фосфора сильно задерживается рост и развитие молодых растений, что отрицательно сказывается на их дальнейшем росте: растения поздно зацветают, листья приобретают тускло – зелёную, иногда красноватую окраску.

Калий в растениях находится главным образом в клеточном соке. Он способствует нормальному течению фотосинтеза, а также синтезу и накоплению некоторых витаминов (тиамина и др.) Калий активизирует работу многих ферментов. Благодаря более сильной способности растений под влиянием калия удерживать воду оно легче переносит кратковременные засухи, чем при недостатке калия. При его недостатке средние и нижние листья начинают с кончиков желтеть, буреть и отмирать, растения плохо накапливают сахар, крахмал.

Кальций влияет на состояние коллоидов клетки, является нейтрализатором органических кислот. Участвует в превращении сахаров.

Углерод участвует в строении всех органических соединений ( белков, жиров, углеводов) и образовании первичных продуктов фотосинтеза.

Магний входит в состав хлорофилла и имеет большое значение в ассимиляции углекислого газа. Участвует в каталитическом распаде сахаров.

Сера является составной частью аминокислот, входящих в структуру белков, содержится в некоторых растительных маслах. Участвует в окислительных процессах при прорастании семян и общем обмене веществ.

Железо входит в состав некоторых дыхательных ферментов и малоподвижных соединений. Участвует как катализатор при окислении азотистых веществ и других окислительно – восстановительных процессах, в которых двухвалентное железо переходит в трёхвалентное и наоборот. При недостатке железа растения имеют бледную окраску, известную под названием хлороз.

Марганец играет важную роль в окислительно – восстановительных процессах. При нитратном питании ведет себя как восстановитель, при аммонийном – как окислитель. Входит в состав ферментов и некоторых белков.

При недостатке марганца листья растений буреют, становятся хрупкими и скручиваются.

Бор улучшает снабжение растений в первую очередь корневой системы, кислородом путем образования органических перекисей. Способствует фотосинтезу а также углеводному и белковому обмену. Играет большую роль в оплодотворении и плодоношении, а также в развитии точек роста стеблей. При недостатке бора отмирают точки роста и развиваются боковые побеги. Верхние листья скручиваются и отмирают. Цветение слабое, без образования завязей, с опаданием цветков.

Медь входит в состав окислительно – дыхательного фермента – полифенолоксидазы. Повышает устойчивость хлорофилла и ускоряет окисление белков. При недостатке меди в растениях уменьшается содержание витамина С, каротина, углеводов. У злаковых белеют кончики листьев – появляются белые колосья. Образуется мало зерен.

Содержание основных элементов питания в урожае сельскохозяйственных культур зависит от биологических особенностей растений, содержания питательных элементов в почве, их соотношения, активности почвенных микроорганизмов.

Основным приемом увеличения количества питательных элементов в почве и регулирования их соотношения является внесение органических и минеральных удобрений.

## **2. Органические удобрения.**

Органические удобрения содержат элементы питания форме органических соединений растительного и животного происхождения.

Органическим удобрениям принадлежит главная роль в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Без их систематического применения нельзя рассчитывать на высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, особенно на песчаных и супесчаных почвах.

Органические удобрения оказывают комплексное воздействие на плодородие почвы – повышают содержание гумуса и питательных элементов, улучшают водный и воздушный режимы, активизируют жизнедеятельность полезной микрофлоры. Они увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур и улучшают качество продукции.

К органическим удобрениям относятся навоз (подстилочный и бесподстилочный), компосты, торф, навозные жижа, птичий помёт, вермикомпост (биогумус), сапропель, солома, зелёные удобрения, бактериальное удобрение и другие.

Навоз – это основное органическое удобрение. Оно представляет собой смесь жидких экскрементов животных и подстилки. Количество, состав и удобрительная ценность навоза зависят от вида животных, типа кормления, количества и вида подстилки (солома, торф) и способов хранения. Кроме основных элементов питания растения в подстилочный навоз входят микроэлементы.

Свежие выделения животных не используются в качестве удобрений, так при их внесении возможны засорение полей семенами сорных растений, заражение болезнетворными бактериями животных и человека, загрязнение окружающей среды. В зависимости от степени разложения различают: *свежий навоз*; *слабо-разложившийся* – подстилка и кормовые остатки незначительно изменили цвет и прочность; *полуперепревший* – подстилка и кормовые остатки темно-коричневого цвета, потеряли

прочность и легко разрываются; масса по сравнению со свежим уменьшилась на 10-30%; *перепревший* – однородная темно-окрашенная мажущая масса с трудноразличимыми составными частями; на этой стадии разложения теряется около половины исходной массы и органического вещества; *перегной* – черная однородная сыпучая масса; количество перегноя составляет около 25 % от свежего навоза.

Обычно за стойловый период при умеренном количестве соломенной подстилки в расчёте на 1 корову или лошадь накапливается 7 т навоза, на 1 голову свиней – 1,5 т, овец – 0,5 т навоза.

В Беларуси около 60 % сельскохозяйственных животных содержатся на комплексах, где технологией не предусмотрена подстилка.

Бесподстилочный навоз – это смесь жидких и твердых экскрементов животных с примесями воды и корма. Этот навоз в зависимости от соотношения жидкой и твердой фракции подразделяется на полужидкий, содержащий более 8 % сухого вещества, жидкий – 3 – 8, и навозные стоки (менее 3 %).

Выход бесподстилочного навоза в сутки от 1 головы крупного рогатого скота – 40 – 55 л, свиньи – 10 – 12 л. В среднем жидкий навоз всех видов животных содержит 0,3 % азота, 0,13 – фосфора, 0,3 % калия.

При использовании бесподстилочного навоза, особенно при нарушении технологий его внесения, существует опасность загрязнения поверхностных водоемов, грунтовых вод, почвы и воздуха. В поверхностных и грунтовых водах может увеличиться содержание нитратов. При ежегодном внесении его в больших количествах на одни и те же земельные участки может ухудшиться санитарное состояние почвы, происходит накопление калия, кальция, магния, натрия, тяжелых металлов, ионов хлора и сульфатионов, что отрицательно сказывается на химических и физических свойствах почвы и даже может приводить к ее засолению.

Птичий помёт. Птичий помёт – ценное быстродействующее органическое удобрение. В зависимости от особенностей технологии выращивания птицы помёт может быть *постилонным* – при содержании птицы на глубокой несменяемой подстилке и *бесподстилочный* – при клеточном содержании кур-несушек. *Химический состав помета зависит от вида птицы, возраста, типа кормления и содержания птицы*

От одной головы выход птичьего помета в год составляет от 6 до 10 кг в зависимости от вида птицы.

От других удобрений птичий помёт отличается высокой усвояемостью в первый год после внесения.

Компосты – это органические удобрения, получаемые из смеси навоза с торфом, растительными остатками в результате разложения микроорганизмами. *Для приготовления компостов используют также птичий помёт, осадки сточных вод, бытовые и промышленные отходы, содержащие органические вещества. Правильно приготовленные компосты по удобрительной ценности не уступают навозу.* В зависимости от компонентов различают торфо – жижевые, торфо – помётные, торфо – минеральные, торфо – растительные и смешанные компосты.

*Компосты эффективны на всех типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Их лучше вносить под вспашку осенью или весной.*

**Биогумус (вермикомпост)** – это продукт переработки навоза и различных органических отходов червями. При этом чаще всего используется красный калифорнийский червь. *За один цикл развития (80 суток) 0,5 кг червей на 1 м<sup>2</sup> вырабатывают на 1 т компостируемой массы до 600 кг биогумуса, который может вноситься под все культуры.*

**Сапропель** – донные отложения пресноводных водоёмов, образовавшиеся в результате отмирания планктона (мелких обитателей водоёмов). *Содержит гуминовые кислоты фульвокислоты, гемицеллюлозу, целлюлозу, золу (до 60 %). Может содержать*

от 0,6 до 2,6 % азота, 0,14 – 0,19 – фосфора, 2,5 – 4,4 – кальция, 0,3 – 2,5 – магния и почти не содержит калия.

**Зелёное удобрение** – это свежая растительная масса, запахиваемая в почву. На зеленое удобрение (сидерат) обычно возделывают бобовые культуры (люпин, донник, горох, сераделлу), которые способны накапливать до 150 – 200 кг) га азота, что равноценно 30 – 40 т/га навоза.

### 3. Минеральные удобрения.

Минеральные удобрения содержат элементы питания в виде минеральных соединений. По *содержанию элементов* питания различают **одно-компонентные** и **комплексные** минеральные удобрения. Однокомпонентные содержат один основной элемент питания: азот, фосфор, калий, магний, бор и т. д. Комплексные удобрения содержат два и более элементов питания и в зависимости от технологии производства могут быть *сложными, сложносмешанными и смешанными*. По *агрегатному состоянию* они бывают твердые и жидкие а по *строению* — порошковидные, кристаллические и гранулированные.

Та часть удобрения, которая может быть использована растением, называется действующим веществом (д. в.). Содержание действующего вещества в удобрениях выражается в процентах от физической массы: в азотных удобрениях – в расчете на N. в фосфорных – фосфорный ангидрид  $P_2O_5$ , калийных – на окись калия  $K_2O$ .

Азотные удобрения. В зависимости от форм содержащихся в них соединений (нитратные, аммонийные, амидные и др.) подразделяются на 6 групп:

- К нитратным удобрениям относятся натриевая и кальциевая селитры.
- К аммонийным удобрениям относятся сульфат аммония хлористый и углекислый аммоний. Больше используется сульфат аммония. На него приходится 13 % всех азотных удобрений.
- К аммонийно-нитратным удобрениям относится аммиачная селитра. В аммиачной селитре удачно сочетается быстродействующий нитратный азот с менее подвижным аммонийным. Применяется как основное удобрение и в качестве подкормок.
- К амидным удобрениям относится мочевина / карбамид /. Это самое концентрированное твердое азотное удобрение. Обязательна заделка в почву, иначе часть азота / аммиак / теряется. Поэтому вносится как основное удобрение, а для внекорневых подкормок используется раствор мочевины.
- К жидким аммиачным удобрениям относится безводный аммиак и аммиачная вода. Лучше всего вносить аммиачные удобрения вместе с органическими. Их нельзя использовать на одном участке несколько лет подряд, потому что они ускоряют минерализацию органического вещества и снижают активность почвенных микроорганизмов.
- Карбамид – аммонийно – нитратным удобрением является КАС. Это растворы карбамида и аммиачной селитры, содержащие 28-32 % азота / КАС – 28, КАС – 32 /. В отличие от аммиачных удобрений КАС не содержит свободного аммиака. На их основе могут быть приготовлены комплексные удобрения с микроэлементами. КАС используется под все сельскохозяйственные культуры в качестве основного удобрения и для подкормки зерновых и других культур.

Фосфорные удобрения. В отличие от азота, запасы которого можно считать неограниченными, так как он содержится в атмосфере, запасы фосфатного сырья ограничены. Сырьевой базой для производства фосфорных удобрений являются природные залежи фосфорных руд — апатиты и фосфориты.

Фосфорные удобрения по степени доступности фосфора делятся на две группы: водорастворимые и труднорастворимые.

Водорастворимые удобрения наиболее легко усваиваются растениями. К ним относятся простой и двойной суперфосфат. В простом суперфосфате содержится 19-20 % фосфора, а в двойном – 43-49 %.

Труднорастворимыми фосфорными удобрениями являются фосфоритная мука. Это измельченные природные фосфориты. Фосфор усваивается трудно, поэтому применяется только в виде основного удобрения под культуры с длительным вегетационным периодом. Используется также при компостировании органических удобрений.

Калийные удобрения. Сырьем для производства калийных удобрений являются природные калийные соли. Крупные месторождения калийных солей находятся в Солигорске. Основными калийными удобрениями являются хлористый калий, калийная соль и сернокислый калий.

Хлористый калий – самое распространенное калийное удобрение, на его долю приходится свыше 90 % всех калийных удобрений. Содержит 57 – 60%  $K_2O$ .

Калийная соль – кристаллическая соль серого цвета с включением розовых кристаллов. Является хорошим удобрением для культур, отзывчивых на натрий и малочувствительных к хлору. Калийная соль содержит около 40%  $K_2O$ . Хлористый калий и калийная соль применяется на почвах всех типов в качестве основного удобрения; лучшие сроки внесения под зяблевую вспашку.

Сернокислый калий / сульфат калия / – мелкокристаллическое соль белого или сероватого цвета, хорошо растворимая в воде. Содержит 46 – 50%  $K_2O$ . Удобрение может применяться на любых почвах и под все культуры, особенно ценно для культур, чувствительных к хлору / картофель, гречиха, овощные /.

Микроудобрения. Микроудобрения содержат микроэлементы, содержащиеся в растениях в небольших количествах, но играющие важную роль в их жизни. Наиболее изучено влияние на биологию флоры таких микроэлементов, как **бор, медь, цинк, марганец, молибден, кобальт, йод, селен**. Они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обмене, в образовании хлорофилла, входят в состав многих ферментов и витаминов, влияют на проницаемость клеточных мембран и поступление элементов питания в растение. Недостаток микроэлементов снижает урожайность сельскохозяйственных культур и качество продукции.

Комплексные удобрения содержат не менее двух элементов питания. Комплексные удобрения имеют ряд преимуществ, перед содержащими только один элемент: как правило, они более концентрированные, а значит, экономичнее при транспортировке, внесении, упаковке и складировании. Комплексные удобрения благодаря лучше удовлетворяют потребности растений в питательных элементах. Кроме того, их можно вносить заблаговременно, не опасаясь потерь азота от вымывания из-за включения в их состав фосфора и калия.

По способу производства они подразделяются на сложные и смешанные.

Сложные комплексные удобрения представляют собой вещества, описываемые одной химической формулой, смешанные – это смеси простых удобрений.

Типичными сложными удобрениями являются натриевая, калиевая и кальциевая селитры, аммофос, нитрофоска, суперфоска и др.

#### **4. Известковые удобрения.**

Известкование – внесение в почву кальция и магния для нейтрализации кислотности. Этот прием оказывает многостороннее влияние на улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, обеспечение растений кальцием и магнием, мобилизацию макро- и микроэлементов в почве, создание оптимальных физических, водно-физических, воздушных и других условий жизни культурных растений.

Негативное влияние кислых почв обусловлено: прямого воздействия повышенной концентрации ионов водорода и многих косвенных факторов.

Прямым следствием повышенной кислотности почвенного раствора является:

- ухудшение роста и ветвления корней,
- уменьшение проницаемости клеток корня. Из-за этого затрудняется использование растениями воды и питательных элементов почвы, нарушается обмен веществ в

растениях, ослабляется синтез белков, подавляются процессы превращения простых углеводов (мо-носахаров) в сложные органические соединения. Особенно чувствительны растения к повышенной кислотности почвы в первые фазы роста, сразу после прорастания.

Косвенное воздействие повышенной кислотности почвы многосторонне.

- Коллоидная часть кислых почв бедна кальцием и другими основаниями, а, насыщаясь водородом, минеральные коллоидные частицы постепенно разрушаются. Этим объясняется малое содержание в кислых почвах коллоидной фракции, их неблагоприятные физические и физико-химические свойства, плохая структура, низкая емкость поглощения и слабая буферность.

Для устранения кислотности почв проводится известкование путем внесения известковых удобрений. Для этого используются удобрения, содержащие кальций. Их получают мелким измельчением известковых пород—известняка, мела, доломита. В качестве известковых удобрений используются также мягкие известковые породы и отходы промышленности с большим содержанием извести.

**Доломитовая мука.** Это ценное известковое удобрение для свёклы, картофеля, льна, клевера, люцерны, моркови, зерновых. Содержание известкового материала в пересчете на  $\text{CaCO}_3$  80 – 110 %.

**Известняковая мука.** Этот вид известкового удобрения получают при размоле известняка. Содержание известкового материала в ней должно быть не менее 85 %.

**Мел.** Он содержит до 55 % окиси кальция и около 0,6 % окиси магния. Мел мягче доломита и известняков, легко размалываются, действует быстрее и эффективнее.

**Известковые туфы.** Чаще всего встречаются в притеррасных поймах, в местах выхода грунтовых вод. Содержат 90–98 %  $\text{CaCO}_3$ .

**Торфотуф** – торфоизвестковое удобрение, содержит от 10 до 80 %  $\text{CaCO}_3$ . Как правило сопровождается залегания известковых туфов.

Известковые удобрения обладают длительным действием. При внесении полных доз они могут влиять на рост растений в течение 10 – 14 лет. Известковые удобрения как правило вносят под зяблевую обработку почвы.