

Нетрадиционные виды органических удобрений в земледелии. Новое в микроэлементном питании растений



1. Влияние загрязнения почв соединениями тяжелых металлов на урожайность сельскохозяйственных культур



- Всего насчитывается свыше 40 тяжелых металлов, загрязняющих земельные ресурсы. Однако с учетом объемов их поступления в природную среду, токсичности и способности к накоплению в живых организмах, серьезного внимания заслуживают 14 элементов (Co, Ni, Cu, Zn, Sn, As, Se, Pb, Cd, Hg, Te, Sb, Bi, Mn). Попадая в биогеохимический круговорот, они вызывают деградацию и разрушение природных экосистем, наносят ущерб сельскохозяйственным угодьям, в отдельных случаях снижают урожай и, что самое главное, его качество. Через контактирующие системы по трофическим цепям они неблагоприятно воздействуют на человека и животных.
- В настоящее время среди тяжелых металлов преобладают Pb, Cd, Zn, Hg, As и Си, их накопление в окружающей среде идет очень высокими темпами. Некоторые из них (свиней, кадмий, ртуть) относятся к так называемым супертоксиантам, представляющим наибольшую опасность для человека.
- Тяжелые металлы сравнительно быстро накапливаются в почве и крайне медленно из нее выводятся при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Период полувыведения кадмия в условиях лизиметров составляет 13-110 лет, цинка - 70-510, меди - 310- 1 500, свинца - 740-5 900.
- Наблюдение за сельскохозяйственными угодьями, загрязненными тяжелыми металлами, ведется по всей республике только по некоторым элементам. Оно проводится в рамках агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель в Беларуси регулярно 1 раз в 5 лет. Наряду с макроэлементами, почвы обследуются на содержание подвижных форм микроэлементов - бор, сера, цинк и медь, два последних относятся к тяжелым металлам

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВЕ

- Тяжелые металлы поступают в почву преимущественно из атмосферы с выбросами промышленных предприятий.
- Наиболее типичные тяжелые металлы - свинец, кадмий, ртуть, цинк, молибден, никель, кобальт, олово, титан, медь, ванадий.

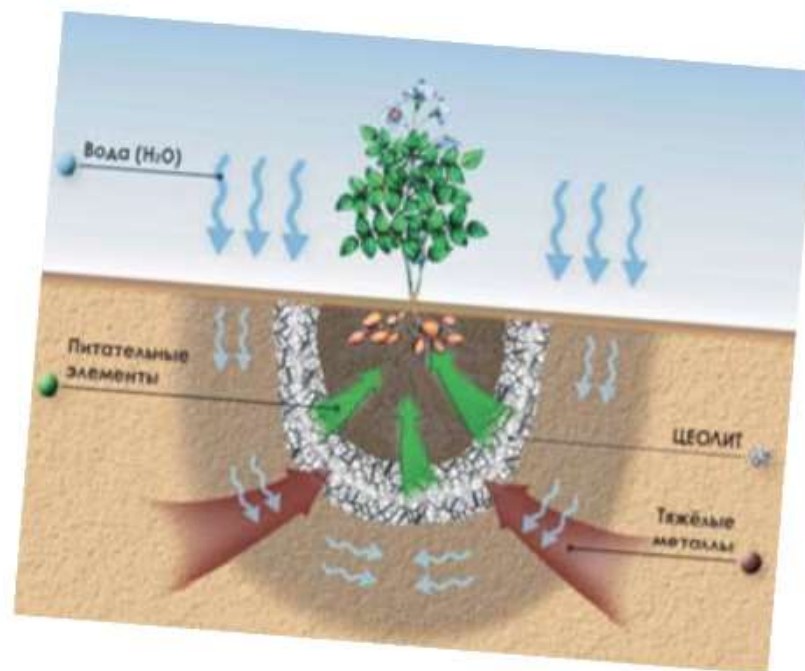
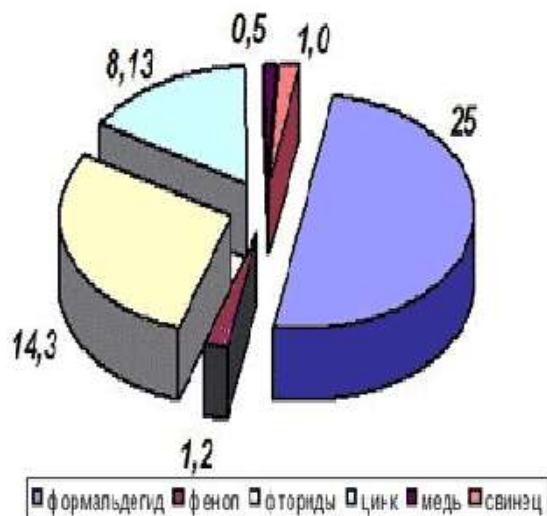


Таблица 1.2 - Градация почв Беларуси по содержанию подвижных форм микроэлементов, мг/кг сухой почвы

Элемент	Группы почв по обеспечению Zn и Cu			
	I – низкая	II – средняя	III – высокая	IV – избыточная (слабая степень загрязнения)
Цинк	$\frac{< 3,0^*}{< 10,0}$	$\frac{3,1 - 5,0}{10,1 - 15,0}$	$\frac{5,1 - 10,0}{15,1 - 30,0}$	$\frac{< 10,0}{< 30,0}$
	Медь	$\frac{< 1,5^*}{< 5,0}$	$\frac{1,6 - 3,0}{5,1 - 9,0}$	$\frac{3,1 - 5,0}{9,1 - 12,0}$

* В числителе – минеральные почвы, в знаменателе – торфяно-болотные почвы.



Результаты обследований почв шести областей республики показали, что 50,1 % почв пахотных угодий и 40,0 % улучшенных сенокосов и пастбищ относятся к землям, слабо загрязненным цинком (содержание Zn в минеральных почвах не превышает 3,0 мг/кг), но при этом имеются участки, которые можно характеризовать как экологически небезопасные. Содержание цинка в почвах этих агроэкосистем составляет более 10 мг/кг в минеральных и 30 мг/кг в торфяно-болотных почвах. Площадь таких почв составляет 485 тыс. га, или около 12,2 % обследованных сельскохозяйственных угодий. При этом 5,1 % таких земель приходится на пашню и 7,1 % — на кормовые угодья.

В республике более 648 тыс. га или около 11 % всех обследованных сельскохозяйственных угодий имеют избыточное содержание меди. Загрязненных площадей больше всего в Брестской и Гродненской областях — около 64 и 27 тыс. га. Минимальное количество таких почв находится в Витебской области — 21 тыс. га. Около 80 % почв содержат подвижной меди на уровне 5 — 30 мг/кг. В Беларуси более 5 тыс. га почв, медь в которых более 30 мг/кг. При этом почвы с одновременным избытком Zn и Si составляют около 9 % этих земель. Агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных земель в Беларуси проводится областными проектно-изыскательскими станциями по химизации сельского хозяйства (ОПИСХ) и носит плановый характер.

На рисунке 1.1 представлена реакция организма на возрастание концентраций металлов в объектах окружающей среды (вода, пища, воздух) и в самом организме. При этом сплошная линия вполне соответствует известному закону толерантности В. Шелфорда (1913), сформулированному практически для всех факторов окружающей среды, в том числе и для химических элементов и соединений. Согласно закону толерантности, увеличение концентрации металлов, играющих какую либо положительную роль в функционировании организма, сопровождается положительным биологическим ответом. К таким металлам относятся: Cu, Zn, Co, Cr, Ni и др. Однако увеличение концентраций металлов не всегда будет сопровождаться положительным биологическим ответом. После того как положительный эффект увеличения концентрации металлов проходит через максимум он начинает падать до отрицательных величин. Биологический ответ организма на увеличение концентраций металлов становится отрицательным, и металлы переходят в разряд токсичных веществ. Пунктирная линия показывает отрицательный биологический ответ организма на элементы, которые не играют положительную роль в функционировании организма (Hg, Pb). Как видно из рисунка отрицательный эффект проявляется с запаздыванием, живой организм способен противостоять небольшим количествам токсичного вещества до тех пор, пока не будет преодолена определенная пороговая концентрация.

биологический ответ

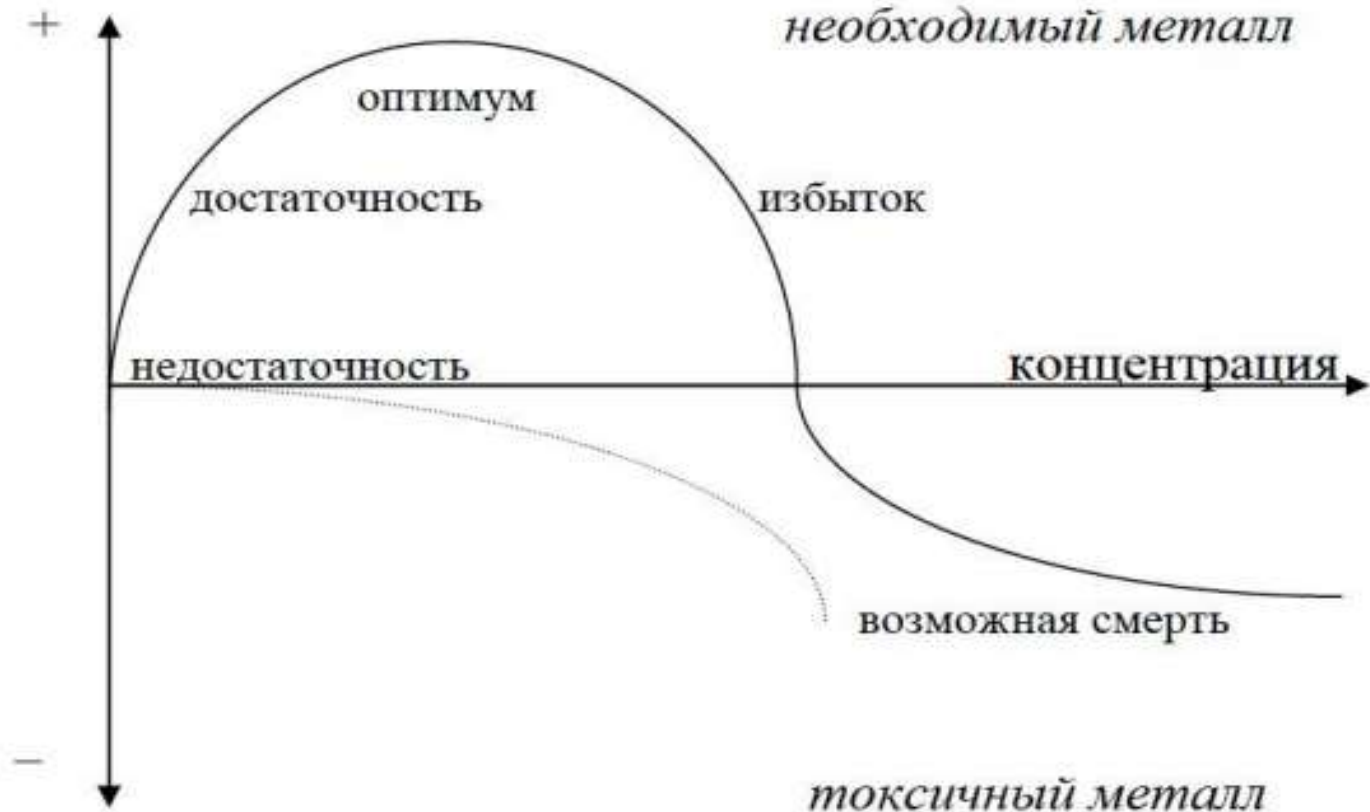


Рисунок 1.1 - Биологический ответ на возрастание концентрации необходимого (сплошная линия) и токсичного (пунктирная линия) металла

Рисунок также подтверждает вышесказанное, что необходимые элементы могут стать токсичными при избытке их потребления. Концентрация всех необходимых для жизни элементов находится под строгим контролем комплекса физиологических процессов, называемого гомеостазом

2. Отходы промышленности и коммунального хозяйства

Отходами называют вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства.

Классы опасности

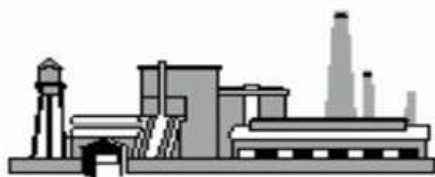
По степени вредного влияния на экологию существует пять классов опасности промышленного мусора:

- 1 – самые опасны отходы с содержанием ртути и гальваношламы. Эти материалы наносят необратимый вред среде, могут привести к экологической катастрофе.
- 2 – высокий класс опасности. Влияние веществ этой группы устраняется только за 30 лет. К ним относятся батарейки, масла, краски, лаки, элементы со свинцом и кислотами.
- 3 – средней опасности. После влияния этих отходов среда восстанавливается в течение 10 лет. Это машинное масло и предметы со свинцом.
- 4 – практически не опасные вещества, поскольку вредное влияние устраняется всего за 3 года. Чаще всего, в эту группу относят строительный мусор.
- 5 – класс неопасных отходов. Это металлы, бумажная продукция, древесина и другие материалы. Все эти отходы можно перерабатывать и они не вредят среде .

Отходы производства – это отходы (вещества или предметы), образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями экономической деятельности (производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг), побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых.

Коммунальными отходами называют отходы потребления и отходы производства.

К коммунальным отходам потребления относятся отходы жизнедеятельности населения, образующиеся в жилых благоустроенных и неблагоустроенных зданиях, общежитиях, интернатах, домах престарелых, то есть в местах постоянного проживания населения.



Промышленность



Население



Торговля, учреждения
и организации

Образование ТБО

Управление ТБО
100%

Отделение биологически разлагаемой
части отходов и обеззараживание ТБО

50%

Сортировка и
переработка вторсырья

30-40%

Компостирование
аэробное и анаэробное
(с получением биогаза)

метан

Тепло, энергия,
стройматериалы
(цемент)

10-20%
Переработка в
стройматериалы
или захоронение



Потребители энергии

Потребители компоста

Рекультивация
полигонов,
озеленение
городов,
АПК,
теплично-
садово-
огороднические
хозяйства

2.1 Промышленные отходы в качестве органических удобрений

Некоторые промышленные отходы, содержащие органические вещества, могут использоваться в качестве органических удобрений, при этом достигается:

- повышение урожаев сельскохозяйственных культур;
- промышленное производство становится более экономичным и избавляется от затрат на хранение и утилизацию отходов.

Промышленные органические отходы, используемые в качестве удобрения, подразделяются на три группы:

Отходы, требующие компостирования. К этой группе относятся отходы, опасные в санитарно-гельминтологическом, энтомологическом и фитосанитарном отношении, например: отходы пера, пуха, шелуха семян масличных культур, клюквенный и яблочный жмыхи, выжимки из винограда, винные осадки.

Отходы, требующие заблаговременного внесения в почву, например, мякоть и мезга, шрот из виноградных зерен, отходы щетинных фабрик, подметы шерстяных цехов, срезы от фетровых изделий, шерстяные отходы и шерстяная пыль. Часто, это отходы с широким соотношением углерода и аммонийного азота ($C:NH_4$). При непосредственном внесении в почву перед посевом отмечается временное биологическое закрепление доступного азота почвы микроорганизмами, что приводит к азотному голоданию растений и снижению урожайности. Поэтому их вносят задолго до посева — под основную обработку почвы, перед посевом вносят азотные удобрения.

Отходы, пригодные для удобрения без ограничений. Например, свиной и говяжий шлам, сырые рыбные отходы, мездра, отходы клейтукового производства, роговая и галалитовая стружка, шелковичная куколка, шелковый пух, экскременты шелковичных червей, табачная и махорочная пыль, табачные листья после извлечения никотина, клещевинный шрот, клещевинный, хлопковый, рыжиковый, рапсовый, сурепный жмых.

Максимальные нормы внесения в почву промышленных отходов, как правило, составляют 80-100 кг общего азота. До 6 т/га можно вносить навозоразбрасывателями или в виде смесей с навозом и компостами

2.1.1 Древесная кора и опилки, зола

Органическим удобрением может служить древесная кора, которая составляет 10-20% от общего объема дерева и накапливается на дерево-обрабатывающих комбинатах. Кору деревьев и опилки используют для мульчирования и в качестве удобрения, приготовления искусственного грунта для теплично-парниковых хозяйств, в качестве подстилки на птицефермах и птицефабриках с последующим использованием в качестве удобрения.

Древесная кора содержит основные питательные элементы, которые в процессе минерализации становятся доступными для растений. Она обладает хорошим гумусообразующим потенциалом, в процессе минерализации выделяется углекислый газ, улучшая тем самым [воздушное питание растений](#).

Древесная кора содержит 33-35% целлюлозы, 22-30% лигнина, 5,3-12 мг/100 г калия, незначительные количества фосфора. Прочность, упругость, высокая фильтрационная способность коры способствует улучшению водно-физических свойств почвы, ее трудно разлагаемая часть обогащает почву лигнином и дубильными веществами, участвующими в гумусообразовании. Недостаток коры как удобрения заключается в том, что она не содержит усвояемого растениями азота. Соотношение углерода и азота — 140:1. Зольность сосновой коры — 2,8%, еловой — 3,1-5,9%. Кислотность — pH 4,8-5,7. Кора биологически активна: содержит большое количество бактерий и плесневых грибов.

Древесную кору запахивают в почву на небольшую глубину. При внесении 125 м³/га структура почвы улучшается, возрастает влагоемкость. При внесении некомпостированной коры дополнительно требуется внесение [азотных удобрений](#) для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих разложению коры. Разложение измельченной до 5 см коры хвойных пород составляет примерно 2 года.

Другими способами использования древесной коры является компостирование с минеральными и органическими добавками, а также в качестве биотоплива, мульчи и субстратов в защищенном грунте.

Аналогичное применение находят в сельском хозяйстве опилки. Все виды опилок способствуют улучшению физических свойства почв, повышают порозность и водоудерживающую способность, снижают плотность тяжелых глинистых почв.

Зола — самый доступный вид органических удобрений

Эту подкормку применяют **для понижения кислотности почвы**. В ее составе отсутствует хлор, но есть сера, фосфор, бор, марганец и калий, причем последний элемент в больших количествах.

Зола применяется для овощей в период активного роста, так как калий позволяет продуктивно использовать воду, и помогает активно развиваться корневой системе. Плоды, луковицы и клубни будут храниться дольше.

Самой полезной является древесная зола, полученная при сжигании молодых растений лиственных пород. Ее вносят под огурцы, баклажаны, перец и капусту, в землю, приготовленную для посадки рассады. При такой обработке почвы молодые растения практически не поражаются корневой гнилью, или, в просторечье, «черной ножкой». Под плодово-ягодные культуры золу, разбавленную с водой, можно вносить в течение всего вегетативного периода, в качестве жидкой подкормки. «Зольной» водой также можно опрыскать ветки деревьев при поражении их паутинным клещом.

2.1.2 Гидролизный лигнин

Гидролизный лигнин — основной отход гидролизной промышленности, который составляет до 40% от массы исходного сырья. При выгрузке из гидролиз-аппарата, он сохраняет форму частичек исходного сырья с темно-бурой окраской. По химическому составу представляет комплекс веществ, основная масса которых — продукты конденсации и полимеризации природного лигнина. Также присутствуют негидролизуемые полисахариды, неотмытые сахара, гуминовые вещества, органические кислоты, серная кислота и зольные элементы. Первые два — лигнин и полисахариды — составляют 84-91% от массы гидролизного лигнина. На долю полисахаридов приходится 24-45%, лигнина — 39-70%. Лигнин обладает кислой реакцией, влажность составляет 63-75%.

Среди питательных элементов содержит большое количество серы и кальция. Фосфор и калий содержится в среднем 0,06% и 0,09% от сухого вещества соответственно. Содержание общего азота в гидролизном лигнине составляет 0,34-0,39%, 14% из которых — гидролизуемый. Отношение С:N находится в пределах от 75:1 до 117:1.

Возврат органического вещества лигнина в биологический круговорот способствует защите окружающей среды от загрязнения, увеличивает общее производство местных удобрений.

Недостатками использования лигнина в качестве удобрения связана с его кислотностью и низким содержанием азота, фосфора, калия. Положительными сторонами является: улучшение воздухопроницаемости, пористости, структуры и физико-химических свойств почвы. Он обладает способностью адсорбировать азот подвижных азотсодержащих удобрений, вступать с ним в химическую связь, сокращая тем самым вымывание азота верхних слоев почвы и повышая коэффициент использования растениями.

2.2 Бытовые отходы в качестве органических удобрений

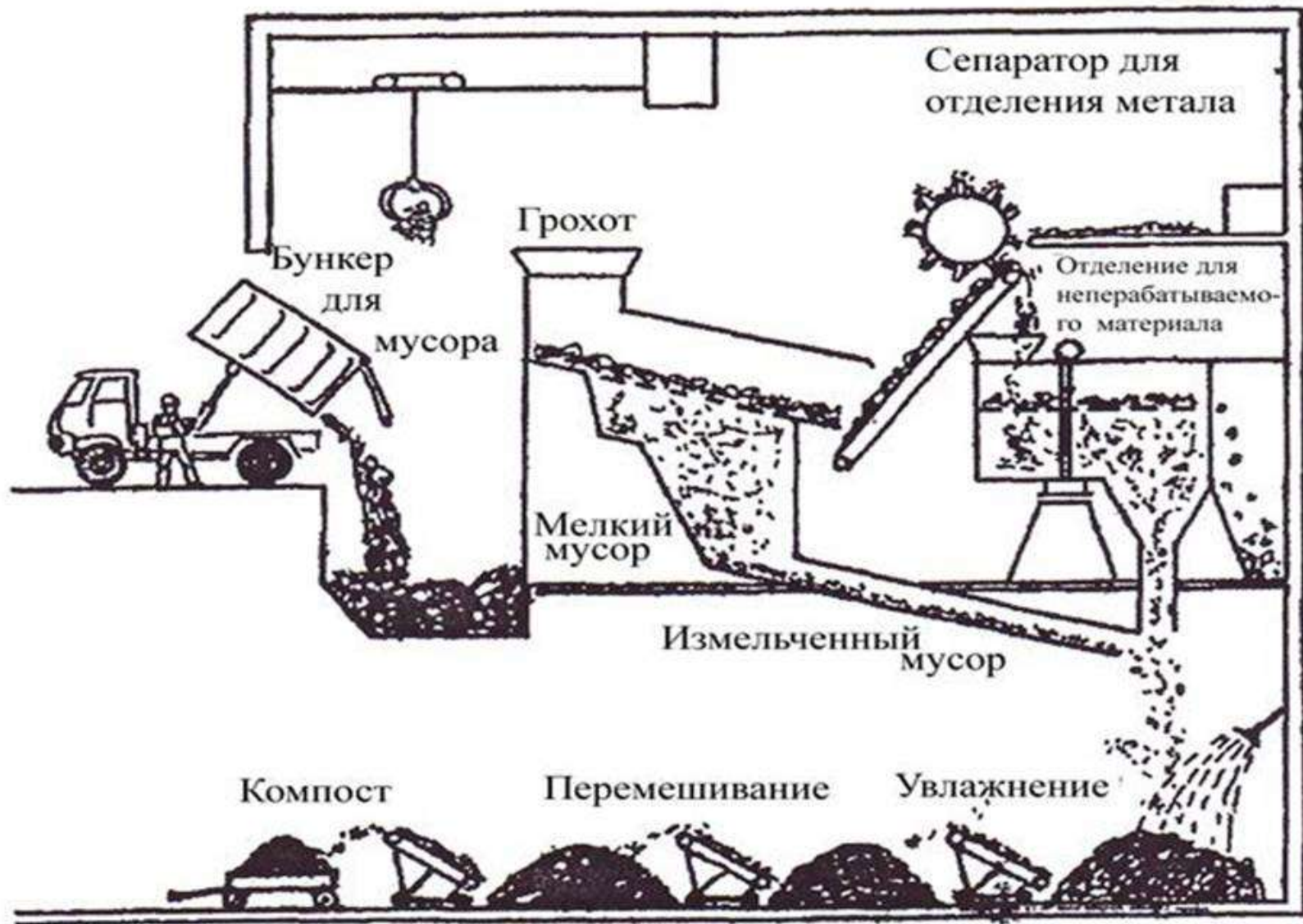
Бытовые отходы и городской мусор, например, кухонные отходы, бумага, тряпки, грязь, пыль, зола, по содержанию питательных веществ и удобрительным качествам могут быть сопоставимы с подстилочным навозом. При большом количестве пищевых отходов и пыли мусор разлагается быстро; его можно вносить как удобрение без компостирования. При преобладании бумаги и тряпок скорость разложения ниже, поэтому более эффективно компостирование.

Бытовые отходы составляют 0,26-0,47 т/год на одного жителя Республики Беларусь. Часто они включают до 30-40% органических пищевых компонентов и 20-30% бумаги. Химический состав бытовых отходов сильно меняется. В среднем содержат 40-70% органических веществ, 28-30% золы, 23-37% углерода, 0,75-1,15% — азота и 2,0-5,5% кальция. В расчете на сухую массу: 0,6-0,7% N, 0,5-0,6% P_2O_5 и 0,6-0,8 % K_2O . Обеззараживание мусора способом длительного компостирования на свалках хотя и является распространенным, однако в санитарно-гигиеническом отношении — неперспективным. Обеззараженный на свалках прокомпостированный мусор без удаления примесей непригоден для применения в качестве удобрения. Применения такого мусора приводит к засорению полей металлом, стеклом, кирпичом, пластиками, полиэтиленовой пленкой и другими отходами.

Более совершенным способом обеззараживания и переработки бытовых отходов является полевое компостирование.

В настоящее время распространяются способы промышленного биотермического обеззараживания и переработки в компост и биотопливо бытовых отходов.

Компостирование



Бытовые отходы, поступающие на завод, подвергаются сепарации: черные металлы извлекаются электромагнитными ленточными сепараторами, затем мусор обрабатывают воздухом и водой с температурой выше +40 °С. Мусор самонагревается до 60-70°С и обеззараживается в течение 3 суток.

Полученный компост содержит 40-52% от сухой массы органических веществ, 1,0-1,3% — азота, 0,8-0,7% — фосфора и 0,4-0,6% калия. Допускается присутствие до 3% стекла с размером частиц не более 15 мм и 4% посторонних включений. Влажность составляет 30-40%, рН — 7,8.

Промышленный компост из твердых бытовых отходов можно вносить под плодовые культуры в количестве 50-150 т/га, виноград — 20 т/га, зерновые — 20-50 т/га, подсолнечник, кукурузу — 30-100 т/га. Прибавка урожайности в зависимости от культуры и почвы составляет 10-50%. Компост безопасен в санитарно-гигиеническом, гельминтологическом и энтомологическом отношении. Осеннее внесение предпочтительнее. Из-за содержания в компосте свинца и цинка их применение под овощные культуры запрещается.


В качестве допосевного удобрения под основную обработку почвы мусор без предварительного компостирования может вноситься под разные культуры в дозах 20-60 т/га. В защищенном грунте он эффективен в парниках и теплицах как биотопливо, после чего становится однородным, рассыпчатым и разложившимся органическим удобрением для открытого грунта. После компостирования или использования в парниках разложившийся однородный мусор вносят под культуры в дозах до 20 т/га



Компостирование



3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ БЕЛАРУСИ ПО СОДЕРЖАНИЮ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ДОСТУПНОСТЬ ИХ РАСТЕНИЯМ



В экологическом сельском хозяйстве урожайность почвы является ключевой ценностью. Она достигается с помощью азотфиксирующих бактерий, которые снабжают корни растений питательными элементами в нужном количестве, форме и пропорции. Такая сбалансированная подпитка растений, в отличие от потребления исключительно минерализованных химических соединений, обеспечивает их гармонический состав и, в итоге, высокую ценность кормов и питательных ресурсов.

Сельскохозяйственные угодья в Республике Беларусь занимают 9,3 млн. га, в том числе 6,3 млн. га пашни, 1,3 – сенокосов и 1,7 млн. га пастбищ. Качественное состояние земель во многом определяется почвенным покровом, характеризующимся чрезвычайным разнообразием, обусловленным типовыми различиями, гранулометрическим составом почвообразующих и подстилающих пород, степенью увлажнения.

В структуре пахотных земель преобладают дерново-подзолистые (51,7%) и дерново-подзолистые заболоченные (36,5%) почвы. Дерновые и дерново-карбонатные почвы занимают 5,5%, торфяно-болотные – 5,3%, пойменные дерновые – 0,5% пашни. Другие типы почв на пахотных угодьях республики занимают менее 0,5% — антропогенно преобразованные – 0,4%, дерновые и дерново-карбонатные – 0,1%.

Уровень плодородия дерново-подзолистых почв обуславливается гранулометрическим составом, водным режимом и агрохимическими свойствами. Глинистые и суглинистые почвы на пашне занимают 25,7%, супесчаные – 48,5, песчаные – 20,1, торфяные – 5,3%. Супесчаные почвы характеризуются менее устойчивым водным режимом в сравнении с суглинистыми, но при близком подстилании моренным суглинком по своим свойствам приближаются к суглинистым почвам. Песчаные почвы отличаются очень небольшой влагоемкостью и, как правило, они более бедны элементами питания

По данным крупномасштабного агрохимического обследования, пахотные почвы республики характеризуются слабокислой реакцией (рН в КС1 5,98). Кислые почвы с рН в КС1 менее 5,0 занимают 6,1%. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора составляет 188, калия – 175, магния – 188 мг/кг, гумуса – 227%, меди – 2,09, бора – 0,68, цинка – 3,98 мг/кг почвы. Почвы, слабо обеспеченные подвижным фосфором (с содержанием менее 150 мг/кг) занимают на пашне 41,2%, слабо обеспеченные калием (с содержанием менее 140 мг/кг) – 40,8% от площади пашни. Пахотные почвы достаточно хорошо обеспечены магнием и гумусом. Количество бедных магнием почв (менее 60 мг/кг) на пашне составляет только 2,6%, а слабо обеспеченных гумусом (менее 1,50%) – 11,0%.

По содержанию меди (35,4%) и цинка (50,4%) пашня относится к первой группе обеспеченности, или к бедным почвам. По содержанию бора пахотные почвы являются хорошо обеспеченными.

Наибольшее влияние на эффективность удобрений оказывает комплекс определяемых в республике агрохимических свойств почвы: степень кислотности (рН в КС1), содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия. Для количественной оценки агрохимических показателей плодородия почвы используется индекс окультуренности, который по отдельным хозяйствам и полям может изменяться от 0,2 до 1,0.

По данным полевых опытов, повышение индекса окультуренности почв с 0,3 до 0,9 сопровождается увеличением урожая зерновых культур с 21 — 24 до 37 — 41 ц/га, картофеля — с 214 до 307 ц/га, продуктивность пашни в кормовых единицах повышается соответственно с 32,8 до 53,7 ц/га. Одновременно по мере повышения индекса окультуренности почв снижаются затраты минеральных удобрений на формирование урожая.

- Важным источником пополнения органических удобрений и повышения их качества является солома. При урожайности озимой ржи 28 — 30 ц/га можно ежегодно использовать 2,0 — 2,5 млн. тонн соломы на подстилку скоту или приготовления компостов. При использовании соломы для приготовления компостов (5 — 10% от веса экскрементов) создаются высокие температуры в буртах (более 40 °С), губительно действующие на семена сорняков и патогенную микрофлору.
- Необходимо более полно и рационально использовать имеющиеся постоянно возобновляемые источники органического вещества — корневые и пожнивные остатки посевов многолетних трав, пожнивных и поукосных культур. В структуре пашни пожнивных и поукосных культур должны занимать не менее 8 — 10%. По данным научных исследований, один гектар промежуточных культур позволяет увеличить выход органического вещества на 4 -5 т.
- Плодородие почв является одним из наиболее важных факторов, обуславливающих уровень урожайности сельскохозяйственных культур и одновременно позволяющих снизить зависимость растениеводческой отрасли сельского хозяйства от неблагоприятных погодных условий. В длительных полевых опытах на искусственно созданных агрохимических фонах, установлено, что чем выше содержание в почвах подвижных форм фосфора и калия, тем меньше подвергаются растения негативному влиянию таких отрицательных погодных явлений, как засуха, или весенние заморозки.



Содержание гумуса. В настоящее время средневзвешенное содержание гумуса в почвах пахотных земель составляет 2,24% и по отношению к предыдущему туру обследования уменьшилось на 0,01% (2,25%). Снижение содержания гумуса в почвах является следствием недостаточных объемов применения органических удобрений, внесение которых в последние годы составляло 6,1-8,3 т/га.

С учетом существующей структуры посевных площадей для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах республики потребность в органических удобрениях составляет 12,0 т/га или 55,7 млн. т. Для обеспечения положительного баланса гумуса в почвах нужно максимально использовать все возможные источники органического вещества – солому, торф, а также расширить посевы многолетних трав и промежуточных культур.

При использовании соломы на удобрение происходит обогащение почвы элементами питания и повышается содержание гумуса. С одной тонной соломы в почву возвращается в среднем 4,2 кг азота, 1,7 кг фосфора, 8,3 кг калия, 4,2 кг кальция, 0,7 кг магния и ряд микроэлементов, которые больше накапливаются в соломе, чем в зерне. Удобрение соломой повышает доступность фосфора и калия почвы, за счет растворяющего действия веществ кислой природы, образующихся при ее разложении. Это особенно важно при дефиците минеральных удобрений, имеющем место во многих хозяйствах республики. Запашка одной тонны соломы в сочетании с жидким навозом или минеральным азотом по своему действию равноценна 3,5-4,0 т/га соломистого навоза.

- **Содержание микроэлементов.** Почвы пахотных угодий достаточно хорошо обеспечены микроэлементами – бором, медью и цинком.
- Средневзвешенное содержание бора в пахотных почвах составляет 0,62 мг/кг, что близко к оптимальному значению и мало различается как по турам обследования, так и по областям. Средневзвешенное содержание меди в пахотных почвах республики составляет 1,83 мг/кг, с колебаниями от 1,49 в Гродненской до 2,19 мг/кг в Брестской областях. Около половины площади пашни характеризуется оптимальным содержанием подвижных форм меди.
- Пахотные почвы характеризуются средним уровнем обеспеченности цинком. Средневзвешенное содержание цинка в пахотных почвах составляет 3,58 мг/кг и колеблется по областям от 2,60 мг/кг в Гродненской области до 3,82 мг/кг в Могилевской области, 66% пахотных почв относятся к первой (низкой) группе обеспеченности.
- Данные по содержанию микроэлементов в почвах являются необходимым показателем для планирования потребности в микро-удобрениях. Считаём нецелесообразным вносить микроудобрения в почву. Наиболее экономичным и экологически обоснованным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки сельскохозяйственных культур



Химический состав и питание растений

Растения строят свой организм из определенных химических элементов, находящихся в окружающей среде. Ткани растений состоят из воды и сухого вещества, соотношение которых у различных растений колеблется в широких пределах. Большинство сельскохозяйственных культур содержит в вегетативных органах 85 — 95% воды и 5 — 15 % сухих веществ. В созревших семенах на сухое вещество уже приходится 85 — 88 %, воду — 12 — 15 %. В составе сухого вещества растений 90 — 95% приходится на органические соединения и 5 — 10 % на минеральные соли.

В растениях обнаружено более 70 элементов. В среднем сухое вещество растений содержит 45% углерода, 42 % кислорода, 6,5 % водорода, на азот и зольные элементы приходится 6,5%.

При сжигании растительного материала органогенные элементы улетучиваются в виде газообразных соединений и паров воды, а в золе остаются преимущественно многочисленные зольные элементы, на которые приходится в среднем около 5% массы сухого вещества.

Азот и такие зольные элементы, как фосфор, калий, сера, кальций, магний, натрий, хлор и железо содержатся в растениях в относительно больших количествах (от нескольких процентов до сотых долей процента сухого вещества) и называются макроэлементами. Содержание других необходимых для растений элементов — бора, меди, цинка, марганца, молибдена, ванадия и кобальта в растениях составляет от тысячных до стотысячных долей процента, и они относятся к микроэлементам.

Потребление растениями элементов минерального питания является сложным физиологическим процессом, зависящим от биологических особенностей самого растения и условий окружающей среды. Различные направления в синтезе органических соединений в известной мере обуславливают избирательную способность растений. Из одной и той же почвы разные культуры потребляют не только неодинаковые количества химических элементов, но и в различном их соотношении между собой

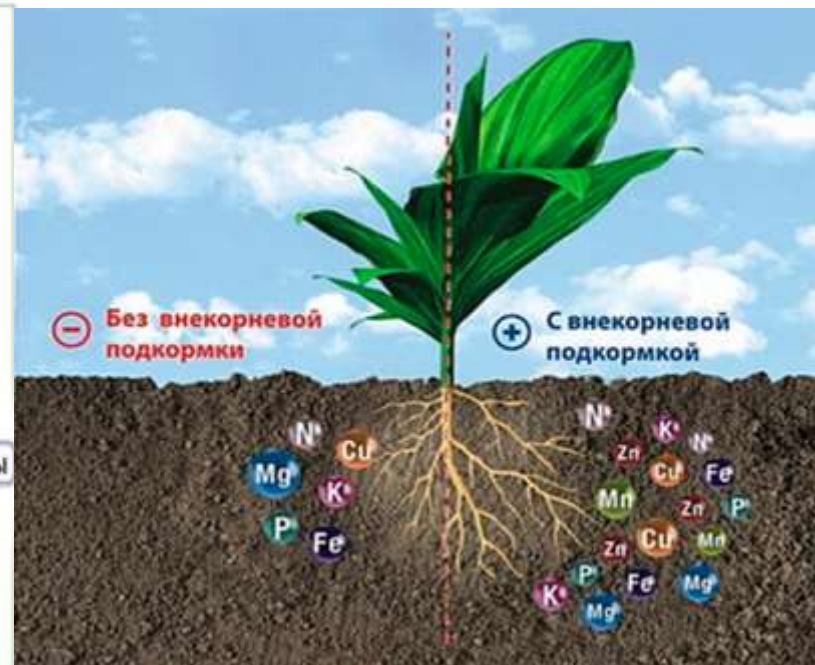
- Семена богаты азотом, а корнеплоды и клубни содержат больше калия. В зерне зерновых культур по сравнению с соломой больше содержится фосфора и магния. В соломе же больше накапливается калия и кальция. На накопление элементов минерального питания в растениях влияют концентрация питательных элементов в почве, их подвижность в связи с обеспеченностью влагой, степень кислотности, от которой зависит как растворимость отдельных элементов, так и процесс поглощения растительной клеткой катионов и анионов, наличие в почве воздуха.
- Вынос питательных элементов из почвы возрастает с увеличением урожайности. В то же время при большем уровне урожайности затраты питательных элементов на формирование единицы продукции обычно снижаются.
- Общая потребность сельскохозяйственных культур в элементах минерального питания характеризуется размерами биологического выноса — количеством питательных элементов во всей формирующейся биомассе растений, т. е. в надземных органах и корнях. В практических целях чаще всего потребность растений в питательных элементах характеризуется хозяйственным выносом, т.е. количеством питательных элементов, отчуждаемых из почвы с убираемым урожаем. При этом не учитывают ту часть питательных элементов, которая возвращается в почву, находясь в послеуборочных остатках и корнях. Хозяйственный вынос ниже биологического.
- большинство сельскохозяйственных культур больше выносит азота, меньше калия и еще меньше фосфора. Среди зерновых культур больше азота выносит яровая и озимая пшеница. Гречиха наряду с высоким выносом азота потребляет значительно больше калия, чем зерновые колосовые культуры. Больше калия, чем азота, потребляют также картофель, сахарная и кормовая свекла.

Таблица 1. Средний вынос питательных веществ сахарной свеклы

Части растений	Уровень урожайности, ц/га	Макроэлементы						Микроэлементы						
		N к г/га	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	CaO	S	Na к г/га	Fe г/га	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Корнеплод	400	70	38	100	32	36	13	4	46	56	46	14	65	1,2
	500	88	48	125	40	45	16	5	59	69	59	17	82	1,5
	600	106	58	150	48	54	20	6	70	84	70	22	96	1,8
	700	123	67	175	56	63	23	7	83	97	83	25	116	2,1
Ботва	320	93	31	176	26	24	11	51	91	51	47	81	51	0,6
	400	116	39	220	32	30	14	64	112	64	58	103	63	0,8
	480	138	44	264	38	36	16	77	136	77	70	122	78	1,0
	560	162	53	308	45	42	19	90	156	90	80	143	87	1,1
Корнеплод + ботва (1:0,8)	400	163	69	276	58	60	24	55	137	120	93	95	116	1,8
	500	204	87	345	72	75	30	69	171	149	117	120	145	2,3
	600	244	102	414	86	90	36	83	206	180	140	144	174	2,8
	700	285	120	483	101	105	42	97	239	209	163	163	203	3,2

Питание растений — это процесс поглощения и усвоения питательных элементов из окружающей среды. Все необходимые для питания элементы растения получают через листья и корни — из воздуха и почвы. В связи с этим различают воздушное и корневое питание растений. Основным процессом, в результате которого создаются органические вещества в растениях, является фотосинтез. При фотосинтезе солнечная энергия в зеленых частях растений, содержащих хлорофилл, превращается в химическую энергию, которая используется на синтез углеводов из диоксида углерода и воды.

При фотосинтезе растения усваивают диоксид углерода, поступивший через листья из атмосферы. Лишь небольшая часть CO_2 (до 5 % общего потребления) может поглощаться корнями растений. Через листья растения могут усваивать серу в виде SO_2 из атмосферы, а также азот и зольные элементы из водных растворов при некорневых подкормках. Однако в естественных условиях через листья осуществляется главным образом углеродное питание, а основным путем поступления в растения воды, азота, фосфора, калия и других элементов питания является корневое питание. Корни являются не только органами поглощения минеральных элементов и воды, но и органами обладающими синтетической способностью. В них синтезируются многие органические соединения: белки, аминокислоты, амиды, алкалоиды, фитогормоны, в частности, цитокинин и др.



Потребление растениями элементов питания зависит от массы и распространения корней в почве, их усвояющей способности. Наибольшее количество корней в пахотном горизонте почвы накапливает клевер, наименьшее – картофель. Зерновые по количеству корней занимают промежуточное место. Продуктивность корневых систем в накоплении сухого вещества носит обратный характер: у картофеля этот показатель значительно больше, чем у клевера. Наибольшее количество азота и фосфора в 1 т сухого вещества накапливают бобовые культуры и картофель.

По мнению многих ученых, отзывчивость сортов сельскохозяйственных культур на удобрения определяется не столько мощностью корневой системы, сколько более активной физиологической деятельностью. У сортов, более отзывчивых на удобрительный фон, меньшая недействительная адсорбирующая поверхность корней, более длительное функционирование зародышевых и придаточных корней, повышенный приток углеводов к корням, увеличенное содержание в корневых окончаниях физиологически активных веществ.

Исследования показали, что более высокопродуктивные сорта имеют повышенную продуктивность фотосинтеза в основном за счет увеличения площади верхних листьев, особенно флага и элемента колоса, т.е. тех органов, которые функционируют в период налива зерна. Имеются данные о том, что короткостебельные сорта пшеницы отличаются повышенной способностью к поглощению азота после цветения, что, по-видимому, связано с более высокой продуктивностью фотосинтеза.

Схематически процесс поступления питательных элементов в корневую систему можно представить следующим образом. Питательные элементы в виде ионов (NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и др.) передвигаются из почвенного раствора с током воды и за счет процесса диффузии. Клеточные оболочки имеют довольно крупные поры и каналы, легко проницаемые для ионов. Установлено, что при высокой концентрации ионов в почвенном растворе они поступают к корням с потоком раствора, при низкой насыщенности почвенного раствора ионами и высокой потребности в них растений ионы передвигаются к корням диффузией.

Фосфор и кальций доставляются к растениям в основном диффузией, а кальций и магний — с током почвенного раствора.

Поступление питательных элементов в растения заметно снижается при плохой аэрации почвы, низкой температуре, избытке или резком недостатке влаги в почве. Особенно сильно на поступление питательных элементов влияют реакция почвенного раствора, концентрация и соотношение солей в нем. При повышенной кислотности ухудшается развитие корней и поступление в них питательных элементов.

Питание растений осуществляется при тесном взаимодействии с окружающей средой, в том числе с огромным количеством разнообразных ризосферных и почвенных микроорганизмов. Микроорганизмы разлагают находящиеся в почве органические вещества и органические удобрения, в результате чего содержащиеся в них элементы питания переходят в усвояемую для растений минеральную форму. Некоторые микроорганизмы способны разлагать труднорастворимые минеральные соединения фосфора и калия и переводить их в доступную для растений форму. Ряд азотфиксирующих бактерий, усваивая азот воздуха, обогащает почву этим элементом. В связи с этим одна из важных задач земледелия — создание соответствующими приемами агротехники благоприятных условий для развития полезных микроорганизмов.

Массовые опыты, проведенные в Беларуси, показали, что в оптимальных вариантах за счет удобрений формируется 30 — 45% урожая зерновых, 19 % — зернобобовых культур, 41% — картофеля и 21 — 26% — многолетних трав. Еще сильнее удобрения влияют на накопление питательных элементов в растениях. В зерновых культурах под влиянием удобрений содержание азота увеличивается на 34 — 56%, фосфора — на 29 — 43 и калия — на 34 — 56 % в зависимости от биологических особенностей культур. При этом прирост накопления элементов питания обусловлен не только потреблением их растениями из удобрений, но и дополнительным поглощением из почвы.

4 ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ: СЕЛЕНА, ВАНАДИЯ, ЙОДА И ДРУГИХ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ. РОЛЬ ИХ В ЖИЗНИ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

- Микроэлементы активно участвуют во многих важнейших физиологических и биохимических процессах развития растений, входят в состав ферментов, витаминов, являются активаторами процессов роста, развития и продуктивности растений. Они принимают участие в процессах оплодотворения, синтеза и передвижения углеводов, в белковом и жировом обмене веществ. Существенное влияние оказывают микроэлементы на проницаемость клеточных мембран и повышение эффективности азота, фосфора и калия и их передвижение, и перераспределение минеральных элементов в растении. Для каждой культуры имеются важнейшие микроэлементы, при дефиците которых нарушаются процессы обмена веществ в растениях, задерживается их развитие, снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды и болезням. Микроэлементы влияют не только на растения, но и на некоторые заболевания человека и животных, связанных с недостатком их в продуктах питания и кормах

Ванадий относится к микроэлементам, необходимым практически для всех живых организмов и имеет важное значение для роста и развития растений. Он является стимулятором процесса фотосинтеза и дыхания в культурах, способствует увеличению количества хлорофилла в листьях и белка, а также лучшему накоплению биомассы в целом. Известна роль ванадия как катализатора биохимических реакций. Он увеличивает активность фиксации азота клубеньковыми бактериями.

Недостаток этого элемента вызывает значительное уменьшение количества хлорофилла в растениях, что визуально проявляется в снижении яркости окраски листьев. Неоднозначно влияние ванадия на скорость фотосинтеза в культурах. Так, недостаток микроэлемента вызывает замедление этого процесса вдвое при интенсивном освещении. Но в условиях слабого освещения дополнительное внесение ванадия не оказывало никакого влияния на скорость протекания реакций фотосинтеза.

Практических подтверждений дефицита ванадия в сельскохозяйственных культурах обнаружено не было. И хотя потребность в нем у растений незначительна, его минимальное необходимое количество составляет 2 мг/кг (сухой массы).

Действие **микроэлементов селена и йода** зависит от их концентрации в среде обитания. Благоприятная для растений концентрация имеет широкий диапазон: от малого дефицита до умеренного избытка. В первом случае оптимум в питании достигается за счет более экономичного использования поглощенного элемента, во втором - в результате работы защитных механизмов растения, ограничивающих поступление ионов в метаболически важные центры.

В настоящее время хорошо известно, что селен имеет первостепенное значение в защите организма от оксидантного стресса, особенно в условиях заболеваний сердца и метаболизма лекарственных препаратов. Кроме этого, исследования на животных и некоторые эпидемиологические исследования подтверждают гипотезу о защитной функции селена при ряде онкологических заболеваний. Однако отдельные территории имеют статус селенодефицитных, что объясняется низким содержанием этого элемента в почве.

Одним из перспективных мероприятий по увеличению содержания микроэлементов селена и йода в продуктах питания является агрохимический метод, т.е. обогащение растений, составляющих кормовую базу животных и человека, путем применения удобрений, содержащих данные микроэлементы.

Йод в определенных концентрациях оказывал стимулирующее действие на всхожесть озимой пшеницы, ржи, ячменя. На рисунках 4.1 и 4.2 представлена зависимость между концентрацией йода и всхожестью ржи и озимой пшеницы.

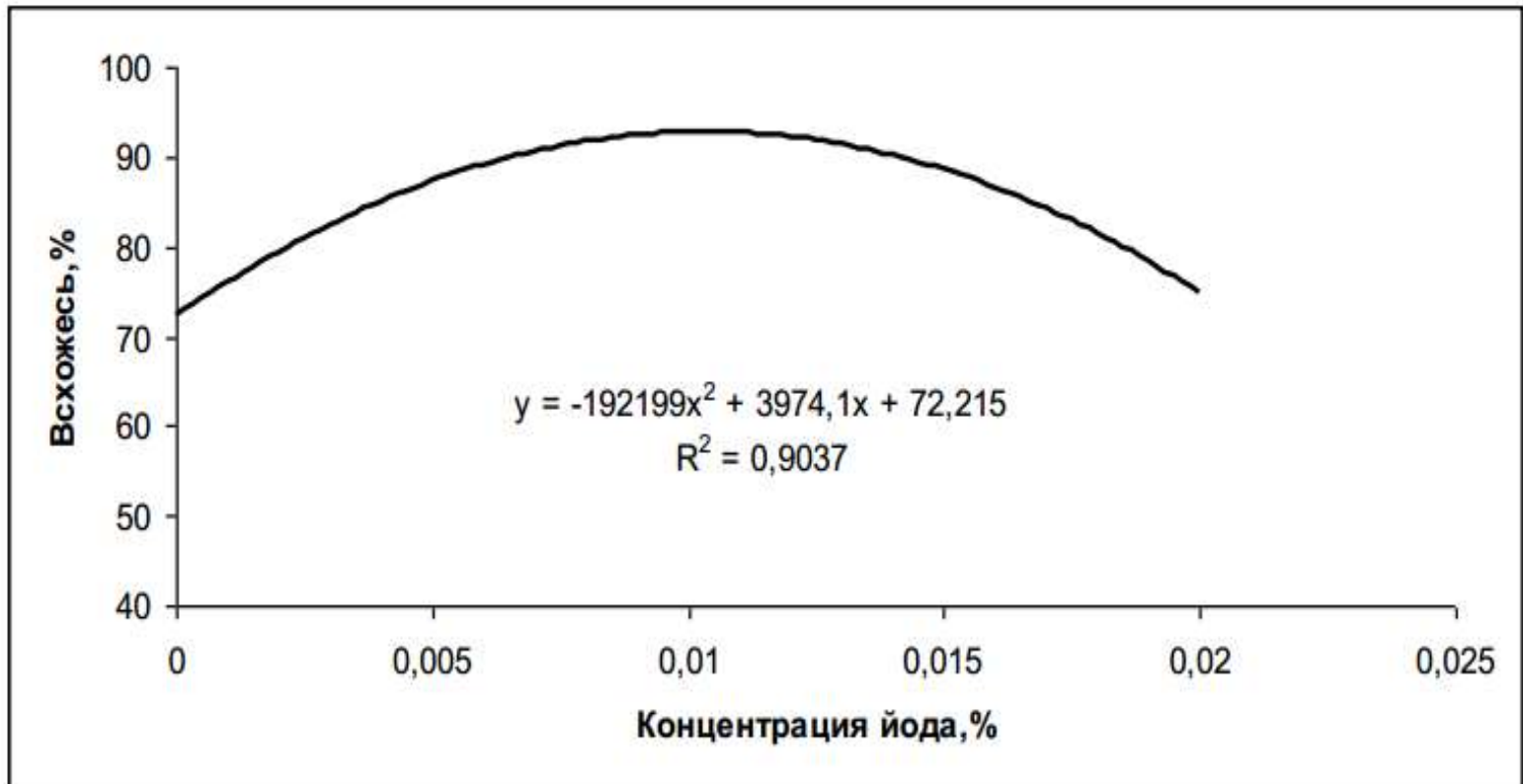


Рисунок 4.1 - Зависимость всхожести семян ржи от концентрации йода

Согласно данным рисунка 4.1, оптимальной для всхожести семян была концентрация 0,01%. При этом всхожесть семян увеличилась на 31,1% по сравнению с контролем.

Аналогичная тенденция установлена и при изучении влияния йода на лабораторную всхожесть озимой пшеницы (рис. 4.2).

Таким образом, йод в концентрациях от 0,0025 до 0,04% оказывает стимулирующее влияние на всхожесть изучаемых зерновых культур. Оптимальной является доза 0,01%.

Таким образом, действие микроэлементов на прорастание семян зерновых культур зависело от биологического действия микроэлемента, от концентрации элемента в питательной среде, сортовых особенностей культуры.

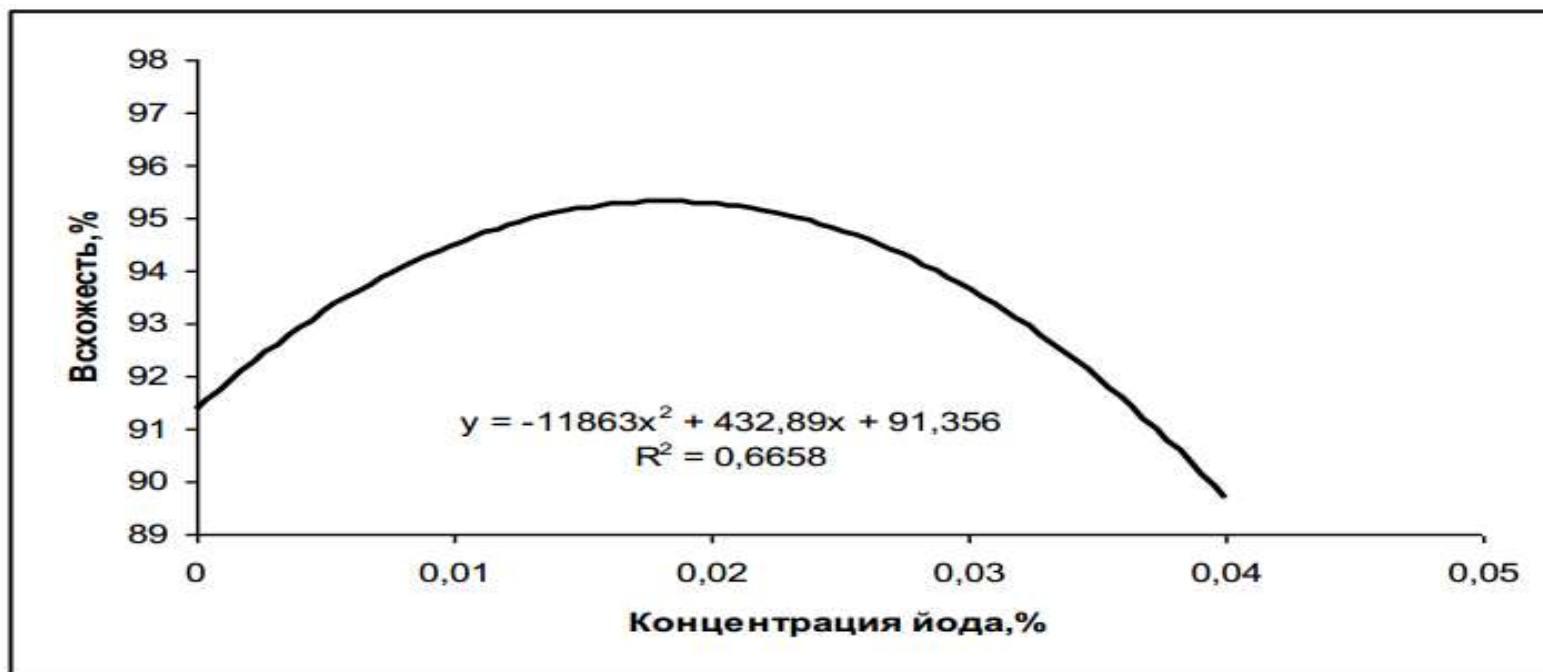


Рисунок 4.2 – Зависимость всхожести семян озимой пшеницы от концентрации йода

Микроэлемент медь участвует в процессах фотосинтеза, углеводном и белковом обмене, способствует лучшему использованию азота, фосфора и железа растениями. Медь повышает устойчивость растений против грибковых и бактериальных заболеваний. Недостаток поступления меди в растения ведет к нарушению процессов превращения азота и формированию зерна с недостаточным содержанием белка и, клейковины. Дефицит меди часто совпадает с недостатком цинка, а на песчаных почвах с недостатком магния, причем внесение высоких доз азотных удобрений усиливают потребность растений в меди. Зерновые культуры, рапс, сахарная свекла, лен, кукуруза требовательны у меди и хорошо отзываются на внесение медных удобрений.

Недостаток Cu



Влияние **марганца** особенно значимо на ростовые процессы, от которых зависит нарастание биомассы растений. Марганец оказывает влияние на дыхание, азотный обмен и фотосинтез, а также способствует накоплению сахаров в корнях свеклы и в зерне пшеницы и кукурузы белка. При недостатке марганца в растениях накапливается избыток железа, который вызывает хлороз. Избыток марганца задерживает поступление железа в растения, следствием чего является хлороз уже от недостатка железа. Недостаток марганца обостряется при низкой температуре и высокой влажности, который сначала проявляется на молодых листьях в виде хлороза. Все культуры испытывают недостаток марганца на известкованных почвах с pH выше 6,0.

Недостаток Mn



Повреждение
края
листовой
пластинки,
разрушение
жилок листа.

Избыток Mn



Некротические пятна



Пупырчатость

Бор как элемент питания необходим растениям в течение всего вегетационного периода и исключение его в любой фазе роста приводит к заболеванию. Он участвует в делении клеток и синтезе белков, в углеводном обмене. Бор улучшает передвижение ростовых веществ и аскорбиновой кислоты из листьев к органам плодоношения, азота в растения, а фосфора из стеблей в листья. Характерными признаками недостатка бора в растениях является отмирание точки роста, побегов, корней, разрушение сосудистой ткани, опадение цветков и нарушения в образовании репродуктивных органов. У сахарной свеклы бор участвует в углеводном обмене, способствуя оттоку сахаров из листьев в корнеплоды, а при недостатке его у корнеплода развивается гниль сердечка, скручивание листьев. При недостатке бора растения льна не могут нормально использовать кальций, в результате чего на ранних стадиях развития заболевают бактериозом. У рапса недостаток бора вызывает хлороз листьев, красные пятна, снижение числа стручков. У зернобобовых культур уменьшается число завязей и слабо развиваются клубеньки. Очень чувствительна к бору кукуруза, у которой при его недостатке бурют и отмирают фрагменты верхних междоузлий.

Доступность бора растениям снижается в засушливые годы, при внесении азотных удобрений и извести, на легких по гранулометрическому составу почвах с низким содержанием гумуса. Размеры поглощения и накопления бора растениями возрастают при повышении содержания калия в почве.

Микроэлемент цинк является составной частью ряда ферментов, участвует в окислительно-восстановительных процессах, в синтезе хлорофилла, углеводном обмене и синтезе белковых веществ в растениях. Недостаток цинка вызывает существенные нарушения в липоидном и углеводном обменах, в растениях задерживается образование ростовых веществ, что вызывает задержку роста и уменьшает количество хлорофилла в листьях. Дефицит цинка в растениях сильнее сказывается на образовании семян, чем на развитии вегетативных органов. Кукуруза и лен наиболее чувствительны к недостатку цинка. При недостатке они плохо развиваются, между жилками наблюдается хлороз, пятнистость нижних листьев. При дефиците цинка в растениях отмечается повышенная концентрация неорганического фосфора. Цинк изменяет проницаемость клеточных мембран для калия и магния. Применение цинковых удобрений повышает засухо- и холодоустойчивость растений. Проявление дефицита цинка чаще всего наблюдается на переизвесткованных почвах и при внесении высоких доз фосфорных и азотных удобрений.

Недостаток Zn



Картофель



Лук

Макро- и микроэлементы, участвуя во всех биохимических процессах, обеспечивают жизненные функции организма человека



КАЛЬЦИЙ

Образует костную ткань, участвует в формировании зубов



ФОСФОР

Входит в состав ДНК и нервных клеток



МАГНИЙ

Образование костной ткани, формирование зубов, неотъемлемый компонент внутриклеточной жидкости, нервно-мышечная проводимость



НАТРИЙ

Регулирует водный обмен в организме

Микроэлементы требуются организму человека в минимальных количествах и необходимы для обеспечения нормальной жизнедеятельности



СЕЛЕН

Отвечает за иммунитет



МЕДЬ

Способствует образованию гемоглобина и эритроцитов



МАРГАНЕЦ

Регулирует механизмы ферментного катализа



ХРОМ

Регулирует углеводный обмен

В современном сельском хозяйстве возрастающая роль микроэлементов объясняется также снижением их подвижных форм в почве в связи с отрицательным балансом, обусловленным снижением почвенной кислотности, постоянным выносом урожаями и невнесением микроудобрений в почву. При возделывании сельскохозяйственных культур эффективность применения микроудобрений неразрывно связана с уровнем обеспеченности почв элементами питания. Установлено, что фоновое содержание ряда микроэлементов в почвах республики не соответствует потребности для нормального роста и развития растений, здоровья человека и животных. Наиболее важным при этом считается не общее (валовое) количество, а содержание их в подвижных формах, которые в какой-то мере определяют доступность для растений. Содержание подвижных форм микроэлементов изменяется по почвенным типам и в пределах каждого типа, а также от кислотности, содержания гумуса, фосфора и кальция. Экологическая безопасность применения микроудобрений должна исходить из расчета удовлетворения потребности растений. В настоящее время в сельском хозяйстве, как наиболее эффективным способом применения микроудобрений, прежде всего, из-за многократного снижения норм расхода дорогостоящих микроудобрений, большое внимание уделяется предпосевной обработке семян и некорневым подкормкам. Предпосевная обработка семян наиболее эффективна при совместном использовании растворов микроудобрений и регуляторов роста растений, в которые добавлен смачиватель с целью более прочного соприкосновения компонентов с семенами. Данный прием позволяет сформировать на поверхности семян оболочку из биологически активной питательной среды с комплексным воздействием на ростовые процессы, что приводит к повышению полевой всхожести, активизации роста на ранних стадиях развития и увеличению урожайности. Некорневые подкормки способствуют устранению дефицита микроэлементов в критические фазы роста и развития растений. Причем часто наблюдается недостаточное содержание микроэлементов в молодых листьях в конце вегетации, из-за снижения активности поглощения питательных веществ корнями и неспособностью большинства микроэлементов передвигаться из старых листьев в молодые. Поэтому некорневые подкормки микроудобрениями часто бывают эффективными даже при сравнительно высоком содержании микроэлементов в почве, так как повышают их концентрацию в молодых листьях, играющих основную роль на завершающих этапах роста и развития растений.

**Спасибо за
внимание!**

