

Нефть на службе агрохимии



Игорь Литвинцев,

РХТУ им. Д. И. Менделеева

В России первая очередь производства энергенов — нового стандарта гуминовых удобрений высшей категории качества, превосходящих другие по содержанию биологически активных веществ (БАВ), была введена в эксплуатацию в 2004 году. БАВ — гуматы калия, выделяемые, по разработанной российскими авторами технологии, из бурового угля. Перспективы их применения, по мнению самих разработчиков, настолько очевидны, что процесс может быть отнесен к агротехнологии будущего.

Первые сообщения о возможности получения и применения нефтяных БАВ или, как их называли первоначально, нефтяных ростовых веществ (НРВ) появились более полувека назад. Их получали в результате щелочной очистки определенных дистиллятов бакинских нефтей. Первые экспериментальные данные, свидетельствующие о значительном увеличении скорости роста и урожайности растений при обработке семенного и посадочного материала слабыми водными растворами НРВ, полученных в лабораторных условиях, действительно впечатляли. Более того, они были подтверждены в сериях экспериментов, независимо проводимых на разном растительном материале, в разных климатических зонах — от Молдавии до Дальнего Востока. Затем от проверки растений перешли к

опытам на животных (птице- и зверофермы, домашний скот) — область применения НРВ все росла, казалось, что до их промышленного производства и повсеместного применения остался один шаг.

Однако результаты проведенных позднее широкомасштабных испытаний полупромышленных партий НРВ ранее наблюдаемого положительного эффекта

Применение нефтяных биостимуляторов (БАВ) позволяет повысить среднюю урожайность рапса, хлопчатника и бахчевых на 15–18 %.

не подтвердили, иногда наблюдали даже ингибирующее влияние препарата на рост растений. В то время авторам так и не удалось понять почему же при переходе от лабораторной установки выделения НРВ к полупромышленной так меняются их свойства и интерес к нефтяным БАВ угас. Но, как было показано в дальнейшем В. Ф. Камьяновым с коллегами из Томского Института нефти, напрасно. Им удалось не только установить причины нестабильности качества продукта, возникавшие при масштабировании производства НРВ, но и устранить их, предложив новый способ СИНТЕЗА (а не выделения) БАВ на основе определенного нефтяного сырья. Впоследствии этот процесс был значительно усо-

О применении нефтяных биопрепаратов для стимуляции выживания и ускорения роста растений, структурирования и закрепления почвы, очистки стоков и загрязненных территорий

вершенствован и запатентован ООО «Технологии XXI».

ПКТ вместо НРВ

Применение новой технологии позволило не только обеспечить стабильность результатов применения нового типа нефтяных БАВ (названных авторами ПКТ-препараты комплексные «Техно-

логии XXI») независимо от масштабов производства, но и резко увеличить их удельную биоактивность. Этот показатель синтезированных ПКТ значительно превосходил не только лучшие показатели для НРВ и гуматов, но и для таких широко применяемых препаратов, как гиббериллин и эпибрасинолид (см. рис. 1).

Представленные зависимости позволяют не только оценить удельную биоактивность каждого из препаратов, но и характеризовать вид влияния изменения его концентрации. Метод определения коэффициента относительной активности БАВ, впервые был разработан в РХТУ им. Д. И. Менделеева и основан на моделировании активированного (в присутствии различных концентраций

БАВ) и неактивированного процесса гликолиза стандартного дрожжевого штамма *Saccharomyces cerevisiae* SL 100, определении и сравнении полученных эффективных констант, характеризующих влияние конкретного БАВ на скорость процесса.

Применение ПКТ как стимулятора роста и выживаемости растений

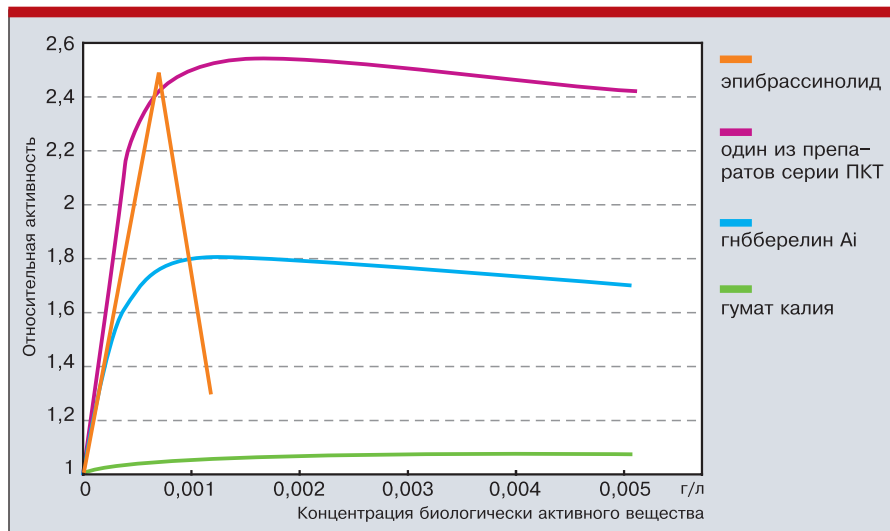
В настоящее время продолжается апробация биопрепаратов такого типа, синтезированных как из российского, так и казахстанского природного сырья.

Показана целесообразность их применения в качестве стимуляторов роста различных растений, особенно в неблагоприятных условиях полупустыни или различных техногенных зон. Во многом воздействие препаратов ПКТ на почву, почвенные организмы, воду и растения аналогично действию гуматов, однако водорастворимость и удельная эффективность их значительно выше (см. рис. 1). Величина наблюдаемого эффекта естественно зависит от природы растения, однако, как правило, всхожесть обработанных раствором биоактивного препарата семян, выше на 35–50 %.

Повышается также скорость развития растений на ранних этапах, в некоторых случаях более чем в 2 раза. Например, для таких разных культур, как кукуруза, рапс и хлопчатник, а также для бахчевых, всегда сокращаются сроки созревания, а средняя урожайность повышается, как минимум, на 15–18 %.

Главная особенность ПКТ, как уже отмечали выше, заключается в ярко выраженном положительном влиянии на их способность к выживанию, на повышение устойчивости и сопротивляемости растений к действию всей совокупности неблагоприятных факторов. Причем результат влияния обработки тем заметнее, чем больше существует отклонений от оптимальных условий развития растений. То есть в зоне негарантированного земледелия эффект

Рис. 1. Зависимость удельной биоактивности препаратов от их концентрации



может заключаться не столько в повышении урожайности, сколько в спасении растений от гибели, повышении степени их выживаемости.

Еще в большей степени это качество ПКТ влияет при рекультивации техногенных зон и восстановлении опустыненных земель. Последнее особенно важно для Казахстана, так как опустыниванию подвержено более 60 % земельных угодий республики и борьбе с этим явлением, как и восстановлению земель придается первостепенное значение.

Было показано, что обработка водными растворами таких препаратов благоприятно влияет и на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, тогда как известные синтетические структурообразователи почв, как правило, угнетающе действуют на их жизнедеятельность. Особенно сказанное характерно для азобактерий и аммофиксирующих микробов.

В почвах, богатых органическими (гумусовыми) веществами, действие реагента проявляется слабее, чем на бедных землях. Как и при росте растений, мак-

симальный эффект от применения ПКТ достигается в условиях, неблагоприятных для жизнедеятельности микроорганизмов (например, недостаток влаги, повышение температуры, то есть — засуха), в результате которой и происходит гумусообразование.

В общем случае обработка растворами водорастворимых нефтяных биопрепаратов истощенных, либо изначально бедных гумусом почв, является методом повышения и/или восстановления плодородия, причем вполне конкурентно-способным и по эффективности, и по экономическим показателям по сравнению с обработкой растворами гуматов калия.

Однако, по ряду причин, в том числе и экономическим, основным направлением крупномасштабного применения именно ПКТ является обработка семенного и посадочного материала, а не больших площадей.

Для масштабной обработки почвы ООО «Технологии XXI» разработали способ получения инога нефтяного биопрепарата (ПОП-препарат обработки) ▶

Рис. 2. Блок-схема процесса получения ПКТ

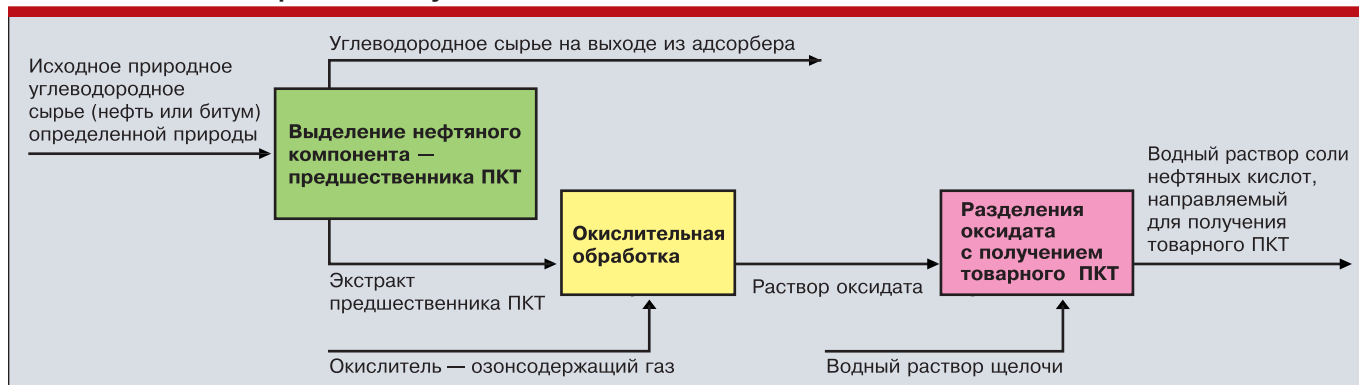
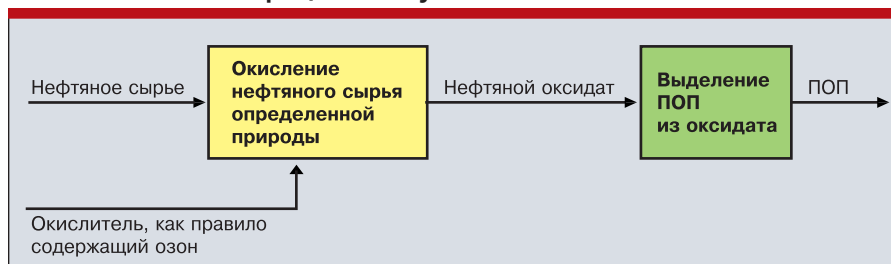


Рис. 3. Блок-схема процесса получения ПОП



пч), гораздо более дешевого и доступного, чем ПКТ, с пониженной биоактивностью и ярко выраженной адгезионной способностью, блок-схема которого представлена на рис.3.

Применение нефтяных препаратов обработки почв и борьбы с опустыниванием

Разработке эффективных методов закрепления почв, улучшения их структуры с одновременным стимулированием образования и выживаемости их растительного покрова («фитозакрепление»), особенно в экстремальных погодных условиях, посвящено много работ и количество их постоянно растет, так как угрозы опустынивания, ветровой и водной эрозии уже приняли глобальный характер. Однако экологически приемлемые предложения, как правило, очень затратны, а относительно дешевые уже не соответствуют современному представлению экологов.

Широкомасштабное применение водных растворов или эмульсий ПОП позволило бы успешно бороться с опустыниваем, получая комплексный эффект: прогнозируемый, управляемый и оптимизируемый, для каждого конкретного случая с учетом природы почв и влияния климата. Их производство может быть организовано в любых, требуемых масштабах.

Закрепление верхнего подвижного слоя песка сопровождается образованием или восстановлением почвенно-растительного покрова. Такая обработка поверхности усиливает способность к сохранению влаги и одновременно эффективно стимулирует растительность к выживанию в экстремальных условиях высоких температур, засухи и отсутствия достаточного количества питательных веществ в почве.

Результаты проверки полностью подтвердили это предположение. Положительными характеристиками разрабатываемых многофункциональных препаратов серии ПОП являются:

- достаточная водорастворимость;
- простота производимых операций и

их технологического оформления на всех стадиях производства и применения препаратов этой серии;

- обеспеченность крупнотоннажного синтеза доступными природными сырьевыми ресурсами;
- низкая себестоимость препаратов, которая обеспечивает их конкурентноспособность для получения и применение в широких масштабах;
- возможность применения для разного типа почв, в том числе, техногенных (отвалы, терриконы, участки, загрязненные нефтяными, промышленными и бытовыми отходами и т. п.);
- возможность получения на песчаной поверхности твердых устойчивых во времени покрытий, выдерживающих нагрузки свыше 10 т на кв. м (для варианта с усиленными адгезионными свойствами, применяемого в виде стабильной эмульсии).

Необходимо отметить, что таким набором свойств пока не отвечает ни один товарный препарат.

Обязательным условием эффективного физического закрепления поверх-

Обработка водными растворами БАВ благоприятно влияет на почвенные микроорганизмы, тогда как известные синтетические структурообразователи почв угнетающе действуют на их жизнедеятельность.

ностного слоя является наличие минимум нескольких жарких дней (недели) в период формирования и закрепления (отвердевания) покрытия. Были проведены многочисленные лабораторные (имитация пустыни) и полевые испытания в различных климатических условиях и с разными по природе песками, однозначно подтвердившие высокую эффективность такой обработки и длительное сохранение результатов во времени. Следует отметить, что и толщина, и механическая прочность образующегося покрытия зависит от состава и концентрации раствора препарата, а также от способа его нанесения. При использовании известных технических приемов нанесения на поверхность тонкого слоя из смеси влажной почвы с 2 % сухого препарата, механическая прочность высохших покрытий на

продавливании при толщине не более 10 мм превышает 1 Мпа. Но в случае необходимости (дорожные и строительные покрытия) можно достичь показателей, сравнимых с показателями крепителей, специально изготовленных из влажной массы песка с 3 % препарата, что и было реально подтверждено нами в ходе полевых испытаний в условиях полной пустыни (подвижные барханы) в ОАЭ. Более двух лет покрытие в пустыни, полученное с помощью примитивного метода обработки поверхности песка эмульсией ПОП, сохраняет свои свойства, более того упрочняется.

При фитозакреплении (слабый водный раствор ПОП) перед обработкой в почву, как правило, вносят семена трав, уже обработанные водным раствором ПКТ. В данном случае фактор температуры не столь важен, а одну из главных ролей играет способность препарата, влияющая на выживаемость растений и их сопротивляемость экстремальным температурным условиям. Даже однократный полив песчаных сыпучих поверхностей слабыми растворами ПКТ (с заранее внесенными туда семенами различных по типу растений — многолетние травы, бахчевые культуры и т. д.) по сравнению с контрольными пробами (полив водой) дает очевидный эффект.

В одном из экспериментов песчаный участок был разделен на две равные доли. На одной из них в почву были внесены семена песчаного овса, предварительно обработанные водным раствором ПКТ (концентрация 0,01 масс. %) и проведен полив водным раствором (1 %) ПОП с помощью дальнеструйного дож-

девального аппарата. На вторую половину участка внесли необработанные семена овса и обработали водой, сохраняя одинаковый расход (4 л/м²). В дальнейшем поливов не проводили. Всхожесть семян песчаного овса на первом участке составила 97 %, на 38 % больше, чем на втором, выживаемость растений была выше на 70 %. На следующий год первая половина участка была фитозакреплена на 62 %, а вторая покрыта растительностью только на 6 %.

Аналогичные результаты получены при использовании более трудоемкого метода фитозакрепления — нанесении на сухую поверхность песка сначала семян, а затем заранее приготовленного в барабане-смесителе влажного слоя этого же песка, содержащего определенное количество ПОП. Уже через двое суток жаркой погоды обработанная таким спо-

собом поверхность полностью закрепляется от действия ветра (ветроустойчивость к воздействию ветропесчаного потока скоростью 15 м/с составила 30 ч, показатели скорости просачивания в песок и глубины проникновения воды не уступают лучшим синтетическим аналогам, а потери при испытании на водостойкость составили 2,8 % от первоначальной массы). Причем достигнутое закрепление не мешает семенам прорастать сквозь него с большей, чем на не закрепленном участке, интенсивностью.

Таким образом, результаты всех опытов показали высокую эффективность применения разработанного препарата особенно для борьбы с ветровой эрозией почв и при закреплении почв фитомелиорацией. Нанесенный на поверхность практически любой бедной почвы: песков, дон, барханов, отвалов породы, терриконов, насыпей и т. д., препарат создает подобие покрывного слоя, начиная от пористой пленки до твердого покрытия. Его появление стабилизирует условия газообмена, значительно повышает водостойкость и ветроустойчивость, задерживает испарение влаги и значительно увеличивает всхожесть семян различной природы, например, псаммофитов.

Обнадеживающие результаты были получены и при изучении других возможностей применения биоактивных препаратов серий ПКТ и ПОП.

Биочистка водных стоков и загрязненных почв

Практический интерес представляет применение биоактивных препаратов серии ПКТ для очистки природной среды. Так присутствие микродобавки (0,001... 0,0001 %) на 13–15 % увеличивает скорость биологической очистки водных стоков от жиров растительного и животного происхождения. Особенно эффективным может быть его применение для очистки воды (а также почвы) от нефти и продуктов ее переработки.

В настоящее время именно продукты нефтедобычи и нефтепереработки являются основными загрязнителями природной среды, что приводит к нарушению естественных биоценозов, ухудшению агрофизических и агрохимических свойств почв. Особенно остро эта проблема стоит в крупных промышленных регионах, в местах добычи и переработки нефти. Для этих целей уже разработан и выпускается ряд биопрепаратов — пудидойл, олеоварин, валентис, экойл, основу которых составляют микроорганизмы, способные ассимилировать на нефти и нефтепродуктах. Существенным недостатком процесса является малая скорость переработки, то есть очистки загрязненной почвы — как правило,

для этого требуется от 30 до 100 дней. А так как работают препараты только летом, временной фактор становится определяющим.

Исследование влияния добавки одного из биостимуляторов серии ПКТ на скорость ассимиляции показало, что его применение в количестве 0,5–2 масс. % позволяет увеличить скорость очистки на 20–40 %. Полученный эффект достаточно слабо зависит от группового состава нефтепродуктов.

Но по данным экспертов, в России и Казахстане общая площадь загрязненных нефтепродуктами земель по разным оценкам составляет величину от 350 до

Присутствие микродобавки нефтяного стимулятора на 13–15 % увеличивает скорость биологической очистки водных стоков от жиров растительного и животного происхождения.

840 тыс. га, а сейчас очищают не более 2500 га в год. Задачу явно не решить применением только существующих способов биоремедиации, согласно которым (включая и вариант выше приведенной технологии) загрязненный слой земли для начала необходимо удалить, то есть собрать и увезти для его очистки механическими, физическими, физико-химическими и биологическими методами в специальные места. А уже потом, очищенный, вернуть на место. Операция достаточно затратная и стоимость ее, как правило, значительно превышает 5 млн руб. за очистку одного га.

Поэтому особый интерес представляет применение принципиально иного способа биоремедиации нефтезагрязненных земель, разработанного в Томске инновационной компанией «Приборсервис» и позволяющего восстановить естественный биоценоз без снятия и перевозки верхнего слоя почвы. Суть этой технологии — в использовании системы агромелиоративных мероприятий стимулирующих рост и жизнедеятельность нефтеокисляющих организмов. После аэрирования почвы специальными устройствами на глубину до 30 см и без разрушения верхнего слоя, туда вносят природные алюмосиликаты, сочетающие роль сорбента для нефти, катализатора для реакций ее окислительной переработки одними микроорганизмами, а впоследствии и источника микроэлементов и стимулятора азотфиксирующих микроорганизмов. Для фитозакрепления поверхности используют специально высеваемые нефтотолерантные многолетние травы. Предлагаемая схема позволяет не только значительно снизить стоимость работ, но и сократить сроки очистки почвы.

По нашему мнению, и для данного типа технологии применение ПКТ и ПОП, как в комплексе с природными цеолита-

ми (например с Чанкайского месторождения в Казахстане), так и для обработки семенного материала и закрепления поверхности после обработки очень перспективно. Их совместное использование дает синергетический эффект усиливающий и эффективность и продолжительность их позитивного влияния на жизнедеятельность различных почвенных микроорганизмов, рост и развитие растений.

Растворы этих препаратов являются во многом универсальным средством очистки почв и от других загрязнений, включая и соли тяжелых металлов. На периферийной части молекул нефтяных

кислот содержится достаточно много гидрофильных фрагментов, способных активно взаимодействовать с ионами любых металлов, образуя с ними хелаты, нерастворимые в воде (естественно кроме солей калия и натрия). Таким образом, они связывают в безопасные соединения свинец, кадмий, цинк, медь, хром и т. п., представляющие наибольшую опасность для здоровья человека.

ПКТ и биоэтанол

В последнее время во всем мире резко увеличился интерес к способам интенсификации процесса получения ферментационного этилового спирта — биоэтанола, что связано с реальной возможностью применения его в качестве биотоплива. Результаты исследования влияния каталитических добавок нефтяных биостимуляторов серии ПКТ на показатели ферментации растительного сырья показали, что происходит не только увеличение скорости брожения на 10–15%, но и повышается селективность процесса.

Кроме того, добавка такого стимулятора снижает губительное (ингибирующее) воздействие углекислого газа и спирта на дрожжевые клетки, повышая выживаемость дрожжевой культуры. Так, при достигнутой концентрации спирта 15,8 об. %, в присутствии добавки ПКТ количество живых клеток культуры в модельной среде почти в два раза превысило соответствующий показатель в контрольном опыте.

Заключение

Перечисленные примеры практического применения новых биоактивных препаратов, получаемых из природного углеводородного сырья, свидетельствуют о целесообразности организации их промышленного производства. ■