

УДК 664

УЧАСТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОЛОГИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ АЗОТА И УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мажайский Ю.А., д.с.-х.н., проф., Силин К.А., к.м.н., Гусева Т.М., к.с.-х.н.
(Рязанский государственный университет имени И.П.Павлова, Россия)

Введение

В сельскохозяйственном производстве большое значение имеет насыщенность почвы элементами питания. В круговороте веществ, необходимых для растений, большую роль играют микроорганизмы.

Основная часть

Для метаболизма микробов требуются те же химические элементы, что и для животных, растений. Среди них основные органогены – С и N.

Углерод – главный элемент в живой природе. Он составляет примерно 50% сухой массы клеток. Источником углерода может служить CO₂ или органические вещества. У подавляющего большинства автотрофов фиксация CO₂ происходит в процессе цикла Кальвина. У зеленых бактерий рода *Culosobium* усвоение CO₂ происходит в цикле трикарбоновых кислот. Усвоение углеродных соединений гетеротрофами происходит при использовании готовых органических соединений. Например, метилотрофы усваивают углерод из CH₄. У бактерий *Pseudomonas* открыт открытый сериновый цикл усвоения углерода – образование серина из глицина и формальдегида.

Брожение углеводов. Пропионовокислые бактерии (*Propionibacterium*) – это грамположительные неподвижные, неспорообразующие палочки; микроаэротолерантные бактерии со сложными питательными потребностями. Пропионовокислые бактерии обитают в кишечнике жвачных животных, где благодаря ним молочная кислота сбраживается в пропионовую. Помимо пропионовокислых бактерий пропионовую кислоту образуют вейллонеллы, клостридии, бактерии рода микромонаспора. В муравьинокислом брожении принимают участие энтеробактерии (*Enterobacteriaceae*) – это граммотрицательные подвижные, неспорообразующие палочки; факультативные анаэробы с простыми питательными потребностями. К семейству энтеробактерий относят эшерихии, клебсиеллы, сальмонеллы, протей. В маслянокислом и ацетоно-бутиловом брожении принимают участие клостридии – это грамположительные подвижные, спорообразующие палочки; в роду бактерии варьируют от строгих анаэробов (*Clostridium pasteurianum*) до микроаэротолерантных (*Cl.acetobutylicum*) микроорганизмов со сложными питательными потребностями. Анаэробные клостридии (*Cl.butiricum*), которые встречаются в почве, иле – вызывают порчу картофеля, овощей, консервов, силоса.

Лактобактерии – это грамположительные неспорообразующие палочки, в подавляющем большинстве неподвижные. Эти бактерии почти никогда не обнаруживаются в почве. В естественных условиях они встречаются в молоке, кисломолочных продуктах, местах переработки молока (*L.lactis*, *L.bulgaricus*, *L.casei*); на растениях и на разлагающихся растительных остатках (*L.brevis*, *L.fermentum*); в кишечнике человека и животных (*L.acidophilus*). Помимо лактобактерий в молочнокислом брожении принимают участие эшерихии, стрептококки, бифидобактерии. Благодаря своему консервирующему действию, основанному на подкислении среды, молочнокислые бактерии используют в молочной промышленности, сельском хозяйстве: приготовление силоса (кукуруза, картофель), приготовление кислой капусты, приготовление кисломолочных продуктов (кефир, йогурты), сырокопченых колбас.

Этанол – один из широко распространенных продуктов сбраживания сахаров микроорганизмами. Главные продуценты этанола – дрожжи, особенно рода *Saccharomuces* (*S.cerevisiae*). Дрожжи осуществляют аэробное дыхание, но без доступа кислорода они сбраживают углеводы до этанола и CO₂. В АПК используют дрожжи в различных целях: для производства пива используются слабодышащие формы «низовых дрожжей» (мюнхенское пиво), для получения вина, спирта, реже пива (эль, портер) используют «верховые дрожжи». Для получения спирта используют отходы сахара (мелассу), картофеля; для получения дешевого спирта используют гидролизаты древесины лиственных пород и отходы бумажных фабрик. Для брожения виноградного сока используют дрожжи рода *Kloeckera*. Спиртовое брожение обнаружено у бактерий рода *Sarcina* (*S.ventriculi*).

Разложение клетчатки. Целлюлоза является составной частью всякого растительного материала, и синтез ее по своим масштабам превосходит синтез всех других природных соединений. Клетчатка (целлюлоза) составляет от 15 до 70 % сухой массы растений. Отмершие растения попадают в почву и там разрушаются. Интенсивность разложения целлюлозы – хороший показатель общей биологической активности почвы. Расщеплять целлюлозу в рубце животных способны руминококки (*R.allbus*), бактериоды (*Bacteroides succinogenes*), клостридии (*Cl.cellobioparum*). В аэробных условиях клетчатку разрушают бактерии рода *Citophaga*, *Cellvibrio*, *Cellfaciccuba*, *Sorangium*, *Polyangium*, грибы родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*.

Второе место после целлюлозы по распространению в природе занимает среди углеводов ксилан: солома и жмых сахарного тростника содержат до 30% ксилана, древесина хвойных пород 7-12%, древесина лиственных пород 20-25% ксилана. Ксилан расщепляется быстрее и большим числом микроорганизмов, чем

целлюлоза. Какие микроорганизмы будут воздействовать на попавший в почву ксилан зависит от условий среды: в кислых почвах - грибы, в нейтральных и щелочных – бациллы, спороситофага.

Способность расщеплять пектин присуща многим грибам и бактериям. В почве численность микроорганизмов, разлагающих пектины, чрезвычайно велика: 105 клеток на 1 грамм почвы. К наиболее активным из них относят спорообразующие микроорганизмы рода *Bacillus* (*B.macerans*, *B.polymyxa*). Пектолитические ферменты грибов используют в пищевой промышленности – осветление фруктовых соков. Пектиновое брожение лежит в основе получения волокна из льна, конопли, джута.

Одним из природных соединений является лигнин. Лигнин в количественном отношении один из главных компонентов растительных тканей, примерно равный по объему ксилану. Лигнин служит источником медленнораспадающегося органического вещества почв, в особенности гуминовых почв. В процессе окисления принимают участие грибы *Polistictis*, бактерии рода *Pseudomonas*, *Achromobacter*. Некоторые грибы могут разрушать лигнин даже в живых растениях. Разрушающие древесину базидиомицеты можно разделить на две группы. Возбудители бурой гнили превращают древесину в красновато-коричневую массу – главным образом разрушают целлюлозу. Возбудители белой гнили разрушают древесину с образованием почти белой массы - действуют на лигнин и почти не затрагивают целлюлозу. К грибам, разрушающим лигнин, относят грибы рода *Polistictis* (*P.versicolor*). Есть также грибы, разлагающие одновременно и лигнин, и целлюлозу - грибы родов *Ganoderma*, *Polyporus*.

Разложение углеводов. Метилотрофы – микробы, окисляющие одноуглеродные вещества, содержащие метальную группу (метан, метанол, метиламин), а также муравьиную кислоту. Метилотрофы распространены в почве, воде водоемов, болот; сточных и шахтных водах, перспективны для получения кормового белка: облигатные метилотрофы – это бактерии родов *Methylococcus*, *Methylobacter*, *Methylomonas*; факультативные метилотрофы - бактерии родов *Pseudomonas*, *Mycobacterium*. К группе микробов, окисляющих углеводороды, содержащие от 2 до 8 атомов углерода – относят бактерии рода *Mycobacterium*, *Flavobacterium*. Вторая подгруппа - углеводороды с цепью из 8 и более атомов углерода: бактерии родов *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, грибы рода *Candida*. Легче окисляются углеводороды с 12-18 углеродными атомами и ненасыщенные углеводороды. Выращивая на углеводородных отходах дрожжи рода *Candida* получают из непищевого сырья дешевый белково-витаминный концентрат для подкормки сельскохозяйственных животных. Культивирование микобактерий используют для получения аминокислот, витаминов, салициловой кислоты.

Метанообразующие бактерии - это группа облигатных анаэробов, группа пестрая по морфологическим признакам: *Methanomicrobium*, *Methanococcus*, *Methanosarcina*, *Methanospirillum*. Бактерии этой группы могут образовывать CH_4 в процессе окисления H_2 , который является донором, а акцептором является CO_2 . Может образовываться метан и из других субстратов – формиата, ацетата, метанола. Эти микробы распространены в анаэробных условиях (ил, заболоченные почвы); их можно использовать как продуцентов горючего газа при переработке отходов промышленности, дешевого растительного сырья, навоза.

Главным источником азотного питания зеленых растений служат аммонийные соли и нитраты, накопление которых связано с деятельностью почвенных и водных микроорганизмов (аммонификаторы и нитрификаторы). Остатки животных, растений и их природные выделения постоянно пополняют запасы органического азота почвы и водоемов. Эти вещества используются микроорганизмами для пластического и энергетического метаболизма.

Аммонификация – это превращение азотсодержащих органических соединений в NH_3 и его соли. В результате выделения NH_3 этот процесс называют гниением. Образующиеся промежуточные и конечные продукты включаются в конструктивный обмен. Аммонификация – важнейший процесс, определяющий плодородие почвы. Разложение аминокислот приводит к накоплению побочных продуктов: в анаэробных условиях из цистеина и метионина образуется H_2S и меркаптан (CH_3SH), из тирозина – фенол, из триптофана – индол, скатол и индолуксусная кислота, которая является стимулятором роста растений; ряд токсических соединений – диамины и птомаины (в частности, кадаверин - компонент трупного яда). В аэробных условиях разложения до NH_3 , CO_2 , H_2O , солей серных и фосфорных кислот. В гниении принимают участие аэробные бактерии *Bac. subtilus et mesentericus*, *Sporosarcina ureae*, *Pr. vulgaris*, *Cl.sporogenes*, *Bac. cereus*, грибы рода *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*.

Нитрификация – это окисление NH_3 и солей аммония с образованием азотистой и азотной кислот. Протекает в 2 фазы: окисление аммиака до азотистой кислоты (бактерии *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*) и окисление азотистой кислоты до азотной (*Nitrobacter*, *Nitrospina*). Для высших растений нитрификация считается полезной. Значение заключается в том, что образуемая азотная кислота должна растворять нерастворимые соединения, содержащиеся в почве, прежде всего, соли фосфора. Отрицательная роль - нитраты легче вымываются из почвы. Второй отрицательный момент – нитраты токсичны для человека и животных, обладают мутагенным и канцерогенным свойствами.

Денитрификация - это процесс восстановления нитратов и нитритов с образованием молекулярного азота. Денитрификация ведет к потере запасов азота в почве и расценивается как процесс, вредный для сельского хозяйства. Денитрифицирующие бактерии распространены во влажных почвах – *Ps.aeruginosa*, *Ps.fluorescens*, *Achromobacter stutzeri*, бактерии родов *Neisseria*, *Paracoccus*. Денитрифицирующие микробы используются для очистки сточных вод от нитратов.

Азотфиксация. Значение биологической фиксации азота в том, что это - основной элемент

Секция 5: Прогрессивные физико-химические методы и инновационные технологии в АПК

минерального питания, определяющий урожай растений. В почве содержатся большие его запасы основном в составе гумуса. Азотфиксирующие микробы можно разделить на две группы. Одни являются свободноживущими в почве или воде, другие находятся в симбиозе с эукариотами (например, клубеньковые бактерии с бобовыми растениями). Первую группу подразделяют на группы по их отношению к молекулярному O_2 . К облигатным аэробам относят микробы семейства *Azotobacteriaceae* – представители *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*; часть фиксированного азота (около 25%) выделяется в почву в виде аминокислот и NH_3 . Азотобактерии являются продуцентами большого количества витаминов группы В и других биологически активных веществ. В присутствии NH_3 деятельность этих микробов заметно снижается; они требовательны к влаге и наличию молибдена в почве. Бактерии рода *Azotomonas* близки к *Azotobacter vinelandii*, но в отличие от последних – не образуют цисты (*Az. insignis*, *macrocitogenes*). В тропических районах распространены аэробные бактерии рода *Beijerinckia* – *B. mobilis*, *indicum*; бактерии отличаются кальцефобностью, устойчивостью к высоким концентрациям Fe и Al; оптимум роста pH 3,0. В южных районах в почвах обнаружены спириллы рода *Azospirillum* (*A. brasiliense*), которые располагаются на поверхности корней. Активно фиксируют N_2 цианобактерии родов *Nostoc*, *Oscillatoria* (фиксируют до 50 кг на 1 га почвы). К факультативным анаэробам относят представителей семейства *Enterobacteriaceae* – родов *Klebsiella*, *Enterobacter*. К строгим анаэробам – бактерии *Clostridium pasteurianum*, *Cl. felsineum* et *butiricum*.

Заключение

Таким образом, микроорганизмы играют исключительно важную роль в сложных процессах биологических круговоротов необходимых для растений элементов питания. Поддержание жизнеспособности и активности почвенной микробной популяции необходимо для улучшения качества агропромышленного производства и особенно актуально в настоящее время, когда значительное количество сельскохозяйственных земель подвергается негативному техногенному воздействию.

Литература

1. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
2. Экология микроорганизмов / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 272 с.

УДК 620.197.7

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Катица М.С., к.х.н., доц. (БГАТУ, Минск), Иванова Н.П., к.х.н., доц. (БГТУ, Минск)

Введение

Убытки, причиняемые коррозией парка машин, занятых в сельском хозяйстве, исчисляются многими миллионами рублей. Особенностью сельскохозяйственной техники является сезонность ее использования. В период эксплуатации и длительного хранения (без консервации) под действием влаги, солнечных лучей, ветра, колебаний температуры и других факторов кабины и оперения, поверхностные рамы и другие металлические детали тракторов, комбайнов и прочих сельскохозяйственных машин подвергаются атмосферной коррозии. Характер коррозионного разрушения металлической поверхности при атмосферной коррозии может быть как равномерным, так и язвенным или питтинговым.

Около 50% простоев сельскохозяйственной техники в период сезонных работ (посева, уборки урожая) связано с коррозией деталей в период межсезонного хранения на открытых площадках. Особенно сильно разрушаются тонколистовая сталь, удельная масса которой в конструкциях сельскохозяйственных машин очень велика, а также рабочие органы машин, резьбовые соединения, сварные швы, внутренние поверхности емкостей из-под ядохимикатов и удобрений.

На развитие коррозии оказывают влияние условия, в которых работают сельскохозяйственные машины. Наиболее агрессивно влияют черноземы и болотистые почвы, сточные воды, особенно с высоким содержанием навоза, соки трав и зерновых культур и т. д. В наиболее опасных условиях находятся машины для внесения удобрений, гербицидов и ядохимикатов. Частицы этих веществ, растворенные в атмосферной влаге, образуют электролиты (кислоты и соли), вызывающие сильную коррозию. Поэтому так быстро выходят из строя туковывсевающие аппараты, тукопроводы, емкости и аппаратура для внесения аммиачных удобрений и другие детали. Срок службы этих машин нередко в 3-4 раза меньше срока службы тракторов.

Способами защиты сельскохозяйственной техники от коррозии являются правильный выбор металлических материалов, а также способов их защиты, таких как тщательная окраска и покрытие поверхностей деталей антикоррозионными составами и смазочными материалами, а наиболее ответственных деталей – хромом, цинком, алюминием [1, 2]. При последующей эксплуатации машин важен контроль над внешним видом металлических деталей, целостностью защитных покрытий, отсутствием загрязнений, отложений, удобрений, ядохимикатов и пр., а также необходимо проведение регулярного технического обслуживания техники.