

ФЕРМЕНТЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ТАБАКА

Смирнова Е.Ю.; Кандашкина И.Г., канд. техн. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», г. Краснодар

Аннотация. В данной статье изучены ферменты табака каталаза и оксидаза, выявлены причины их активности и влияния на качество табака.

Ферментация является завершающим этапом послеуборочной обработки табака. Табак, не прошедший ферментацию, непригоден для фабричной переработки, неустойчив к плесневению при хранении и транспортировке из-за легкости поражения плесенью и бактериями.

В результате ферментации улучшается внешний вид табачного сырья, его физические и курительные свойства, снижается активность окислительных ферментов и табак приобретает устойчивость к длительному хранению.

Ферментация табака - это чрезвычайно сложный биохимический, химический, физико-химический и термодинамический процесс.

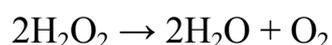
Ферменты (энзимы) – особые органические катализаторы химических процессов, имеют коллоидную структуру и являются, как правило, либо белковыми веществами, либо производными белков; имеет место быть также ограниченное количество особых ферментов небелкового происхождения.

Из шести классов идентифицированных в настоящее время ферментов (оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы или синтетазы) в табаке в активном состоянии найдены ферменты первого и третьего классов. Активные ферменты содержатся не только в листьях живого растения, но и в высушенной ткани листа. Сохранившие в значительной степени активность ферменты в подходящих условиях обеспечивают катализ многих характерных реакций, свойственных процессу ферментации табачного сырья.

Исследования, проведенные до настоящего времени, не дают полного представления о наличии ферментов в высушенных табачных листьях. Однако современные представления о ферментном комплексе табака вполне достаточны для суждения о роли ферментов в превращениях состава табачного листа на отдельных этапах послеуборочной обработки.

Целью данной работы являлось исследование каталазы и оксидазы, выявление причин их активности и влияния на качество табака для рационального использования получаемого сырья при производстве курительных изделий.

Одним из первых ферментов, открытых в листьях табака, была каталаза. Действие каталазы строго специфично выражается в каталитическом разложении только перекиси водорода (но не органических перекисей) на воду и молекулярный кислород:



Каталаза извлекается водой, но в водную вытяжку переходит не полностью. Действие каталазы проявляется уже при 0°C. При повышении влажности и температуры среды активность фермента теряется иногда довольно быстро. Однако потеря активности сильно зависит от примесей. В естественных смесях и в неочищенных препаратах причиной разрушения каталазы часто является совместное содержание ее с протеазами или оксидазами.

Минеральные соли (как анионы и катионы) действуют на активность каталазы в большинстве случаев угнетающе, но не в одинаковой степени, что зависит от реакции среды. Сама по себе каталаза очень стойка и при 40 °C, но при 65 °C разрушается за 45 минут. В присутствии H₂O₂ при средних температурах (20-25°C) разрушение каталазы медленное и едва заметное, но при повышении до 35 °C резко усиливается, почему действие фермента за этим пределом температуры слабее, чем в более низких ее интервалах.

Строго специфическое действие каталазы, выражающееся в разложении H₂O₂ на воду и молекулярный кислород, то есть в переведении более активной формы кислорода – перекиси, в менее активную форму молекулярного кислорода, исключает возможность причисления каталазы к окислительным ферментам. Однако в системе окислительных процессов живых клеток каталазе принадлежит, несомненно, определенное место, поскольку ее действием окислительный потенциал системы понижается. Тем не менее, функция каталазы неотъемлема от основных процессов жизни: определение ее активности может служить показателем интенсивности жизненных процессов, связанных с каталитическим окислением, при котором она выполняет свою узкую функцию, устраняя скопление избытка кислорода в форме H₂O₂, образующейся при физиологических окислениях. Поэтому, весьма вероятно существование определенной корреляции между усилением окислительных физиологических процессов и количеством каталазы. Но существование такой корреляции не может служить доказательством, того что количество каталазы и интенсивность жизненных процессов, связанных с окислением, относятся друг к другу, как причина и следствие.

Одной из причин связи изменений активности каталазы с изменением энергии обмена веществ при голодании листьев табака во время их томления и высыхания являются такие сложные изменения состава среды живых клеток табака, как изменение ее коллоидных свойств, смещение реакции (pH) в кислую сторону благодаря накоплению органических кислот, накопление минеральных ионов, поскольку последние освобождаются от органических соединений и т.д. Изменения активности других ферментов во время голодания, особенно разрушающих каталазу протеаз и оксидаз, наряду с изменением проницаемости плазматических оболочек к концу голодания, также являются слагаемыми сложной причины колебания активности каталазы при томлении и сушке табачных листьев.

Повышение активности каталазы наблюдается в случае избыточной влажности табака, что способствует развитию микроорганизмов, вызывающих плесневение и ведет к ухудшению качества сырья [1].

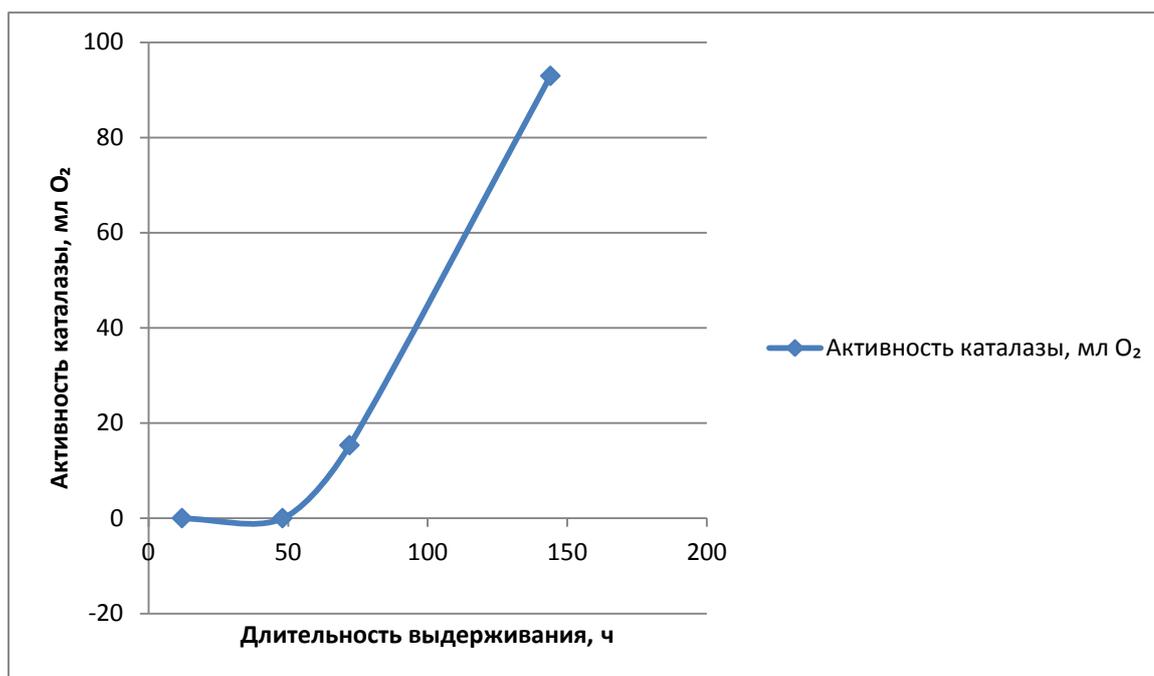


Рис. 1. Изменение активности каталазы при выдерживании табака во влажном воздухе

На графике показано, что каталазная активность проявилась через 72 часа выдерживания табака во влажном воздухе и совпадает с началом развития плесени на табаке. Через 144 часа было отмечено очень сильное развитие плесени.

Наряду с установлением присутствия в листьях табака каталазы, почти одновременно было констатировано содержание в них и оксидаз, ферментов, являющихся катализаторами окислительных реакций.

Оксидаза - фермент, являющийся катализатором окислительных реакций. Способность табака к поглощению из воздуха кислорода, обуславливается присутствием в нем как окислительных ферментов (оксидаз), так и акцепторов кислорода, то есть субстратов, подвергающихся окислению кислородом воздуха, активированным оксидазами.

При ферментации табака происходит насыщение находящихся в нем акцепторов кислорода и ослабление активности оксидаз, что приводит к понижению способности табака к поглощению кислорода из воздуха. Благодаря этому, можно судить о сферментированности табака. Наряду с ослаблением при ферментации табака общей активности оксидаз происходит также и падение активности окислительного фермента табака, разрушающего никотин, что так же может быть положено в основу объективного определения сферментированности табака.

Ранее предполагалось, что способность листьев табака после сушки поглощать кислород объясняется действием железосодержащих ферментов. Однако в дальнейшем с помощью методов специфического подавления активности ферментов было установлено наличие в табачных листьях *o*-дифенолоксидазы, обладающей высокой активностью, вызывающей

дегидрирование полифенолов. Полифенолы при этом переходят в хиноны, а водород, присоединяясь к кислороду, образует воду.

Схематично действие *o*-дифенолоксидазной системы можно представить в следующем виде:



Рис. 2. Действие *o*-дифенолоксидазной системы

Важная роль переносчика водорода в *o*-дифенолоксидазной системе принадлежит системе полифенол \rightleftharpoons хинон.

Весь процесс окислительно-восстановительных реакций, протекающих при дыхании растений, осуществляется по замкнутой системе. С одной стороны, при участии этих ферментов за счет кислорода, освобождаемого при диссоциации воды, происходит окисление дыхательного материала растительных клеток. Водород, образовавшийся при разложении воды и активированный ферментами, связывается дыхательными пигментами. При этом окрашенные продукты превращаются в дыхательные хромогены. С другой стороны, при действии окислительных ферментов за счет кислорода воздуха происходит окисление хромогенов в дыхательные пигменты с образованием воды.

В результате таких взаимосвязанных процессов окислительные реакции в живых растительных клетках протекают без накопления окрашенных продуктов.

Поэтому в процессе роста табачных листьев и при их томлении, пока они находятся в живом состоянии, в них не могут накапливаться окрашенные продукты. Регулятором окислительно-восстановительных реакций в жизнедеятельном организме является плазма растительной клетки.

Окислительные процессы, протекающие в табаке в результате деятельности *o*-дифенолоксидазы при сушке табака, обуславливают окраску конечного продукта, его цветовые оттенки. Цвет является существенным показателем при оценке качества табачного сырья по действующим стандартам [2].



Рис.3. Изменение окраски табачных листьев

Знакомство со свойствами ферментов помогает полнее уяснить причину различий в изменениях состава табака при сушке целыми растениями и отдельными листьями. Процесс сушки табака сопровождается не только изменением его химического состава, но также и изменением активности многих из содержащихся в нем ферментов – тех биологических катализаторов, которые вырабатываются живыми клетками. Благодаря этим катализаторам возможно осуществление необходимой скорости целого ряда реакций, происходящих в живых тканях при координированных процессах обмена веществ и после разрушения жизненной структуры плазмы в нескоординированных процессах автолиза, составляющего основу заключительного акта обработки табачного сырья – процесса ферментации.

Поскольку при процессе сушки табака идут значительные изменения в его химическом составе, следовательно, при этом могут происходить немалые изменения в активности ферментов, которая обуславливается как количеством ферментов, вырабатываемых живыми клетками, так и условиями среды, определяющимися ее химическим составом.

Таким образом, изучены ферменты табака каталаза и оксидаза, выявлены причины их активности. Отмечена вероятность существования определенной корреляции между усилением окислительных физиологических процессов и количеством каталазы. Установлена взаимосвязь действия окислительных ферментов с окраской табачного сырья на различных этапах послеуборочной обработки.

Литература

1. Писклов, В.П. Сравнительный анализ химического состава табачного сырья /В.П. Писклов, С.К. Кочеткова, Н.А. Дурунча, и [др] / Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. - № 5-6. – С. 20-24.

2. Дьячкин, И.И. Атлас табачного сырья. Методическое пособие/ И.И. Дьячкин, З.П. Белякова, В.А. Саломатин и [др]/ ГНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2012. – 52 с.