

УДК 579.664.8

## ИЗМЕНЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, КОНСЕРВИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Дембицкая И.А., Коломиен Н.Д.\*, Егорова З.Е.\*\*

*Концерн «Белгоспищепром» (Научно-исследовательское государственное предприятие «Стандартплодоовощ»), \* Республиканский научно-практический центр по экспертной оценке качества и безопасности продуктов питания,*

*\*\*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь*

Контаминация продуктов питания патогенными и условно-патогенными микроорганизмами может быть причиной различных заболеваний. К числу наиболее распространённых способов обеспечения безопасности пищевых продуктов путём предотвращения или подавления развития в них микроорганизмов относится консервирование бензоатом натрия и сорбиновой кислотой. Доказано, что устойчивость микроорганизмов к действию этих консервантов в значительной степени определяется составом продуктов /1-3/. Поэтому, целью настоящей работы явилось изучение влияния консервантов на жизнеспособность патогенных и условно-патогенных бактерий в процессе хранения продуктов переработки растительного сырья с кислотностью  $pH=3,7-4,5$ .

Для этого пищевые продукты промышленного изготовления (томатные и томатно-овощные кетчупы, приправы на основе горчицы и хрена, соевый майонез, протёртые плодово-ягодные продукты с сахаром и сок берёзовый газированный) с содержанием бензоата натрия или сорбиновой кислоты в количестве от 0,15 до 1,0г/кг в асептических условиях инокулировали суспензиями вегетативных клеток и спор (для спорообразующих культур) микроорганизмов: *E. coli* ATCC 25922, *S.typhimurium* ATCC 24853, *Cl. perfringens* NCTC 8238 и *B.cereus* ATCC 14579 из расчёта их конечного содержания в продуктах  $1 \times 10^1$  -  $1 \times 10^2$  и  $1 \times 10^2$  -  $1 \times 10^3$  КОЕ/г ( $см^3$ ). В качестве контроля использовали те же продукты, но без консервантов. Количество жизнеспособных клеток бактерий в 1г продуктов (КОЕ/г) определяли с периодичностью 7 суток в течение 3-х месяцев хранения инфицированных образцов при  $20 \pm 2^{\circ}C$  путём посева на питательный агар (на MRS-агар в анаэробных пакетах bio Merieux для клостридий). Ниже приводятся средние данные 3-х серий опытов.

Исследования показали, что споры *Cl.perfringens* NCTC 8238 и *B.cereus* ATCC 14579 сохраняли жизнеспособность во всех продуктах в течение всего периода хранения, не зависимо от вида и концентрации консерванта, посевной дозы микроорганизмов, состава и кислотности продуктов. Развитие спор наблюдалось при  $pH=4,5$  в соевом майонезе, изготовленном без консерванта, и полностью подавлялось в присутствии 0,8-1,0г/кг бензоата натрия. В процессе хранения продуктов с  $pH \leq 4,0$  влияние бензоата натрия и сорбиновой кислоты на жизнеспособность спор *Cl.perfringens* и *B.cereus* не обнаружено.

В случае инфицирования продуктов вегетативными клетками рост клостридий был отмечен при  $pH=3,9-4,5$  в продуктах, изготовленных без консерванта и консервированных бензоатом натрия: в кетчупах, приправах и майонезе. Причём, бактерии *Cl.perfringens* проявляли чувствительность к действию бензоата натрия только в кетчупе с  $pH=3,9$  и содержанием консерванта 0,8-1,0г/кг. Так, если в опытных образцах кетчупа штамм *Cl.perfringens* NCTC 8238 развивался только при условии массивного инфицирования продукта - не менее  $1 \times 10^2$  КОЕ/г, то в контроле «критическая» посевная доза снижалась до единичных КОЕ/г.

Лимитирующее значение  $pH$  для развития *B.cereus* ATCC 14579, *E.coli* ATCC 25922 и *S.typhimurium* ATCC 24853 в продуктах исследуемой группы составляло  $pH=4,5$ . В условиях этой кислотности ингибирующее действие 0,8 г/кг бензоата натрия в отношении *B.cereus* и *E.coli* проявилось увеличением фазы задержки роста культуры на 7-15 суток и снижением максимальной численности популяции. Консервант в концентрации 1,0г/кг полностью подавлял развитие *B.cereus* и не оказывал влияния на рост *S.typhimurium*.

Ингибирующее действие бензоата натрия (0,8-1,0г/кг) в отношении бактерий *B.cereus*, *E.coli* и *S.typhimurium* в пищевом субстрате с кислотностью  $pH=3,9$  (в кетчупе) выражалось в снижении жизнеспособности микроорганизмов. Так, при исходном уровне инфицирования продукта  $1 \times 10^2$ - $1 \times 10^3$  КОЕ/г жизнеспособные бактерии не обнаруживались в опытных образцах через 7 -30 суток хранения и высевались из контрольных вариантов со сроком хранения 15-90 суток (весь период исследований), причём максимальную чувствительность к действию консерванта проявлял штамм *B.cereus* ATCC 14579.

Бензоат натрия и сорбиновая кислота, использованные в концентрации 0,15г/л и 0,5г/кг соответственно в соке берёзовом газированном и плодово-ягодных продуктах ( $pH=3,7-3,8$ ), не оказывали влияния на жизнеспособность микроорганизмов. В процессе хранения численность жизнеспособных бактерий в 1г ( $см^3$ ) этих продуктов, снижалась не зависимо от присутствия консервантов и исходной концентрации микроорганизмов. В частности выживаемость *E. coli* и *S.typhimurium* в плодово-ягодных продуктах составляла в среднем 15 суток, а в соке берёзовом с содержанием углекислоты 0,2% - не превышала 3-7 суток.

Таким образом, результаты настоящих исследований во-первых, дополняют данные литературы о лимитирующих значениях  $pH$  и исходной численности микрофлоры для развития спор и вегетативных клеток бактерий в пищевых продуктах с консервантами, во-вторых, свидетельствуют о высокой устойчивости *Cl.perfringens* и *S.typhimurium* к действию бензоата натрия и, вместе с тем подтверждают способность этого консерванта подавлять прорастание бактериальных спор.

На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, о том, что продукты, изготовленные из растительного сырья, с рН не более 4,0, консервированные бензоатом натрия и сорбиновой кислотой, не представляют существенного риска в связи с развитием патогенной и условно-патогенной бактериальной флоры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. - Санкт-Петербург: Гиорд. 1998. -555 с.
2. Gould G.W. - Microbial Inhibitors in Food. - Stockholm-Goteborg, 1984. - p.817-824.
3. Fisher Tomeca L. Goldem David A. - J. Food. Sci., 1998 - v.63., №5 -p.904-906.

УДК 576.8.095+628.163

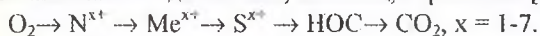
## РЕДОКС-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРИ ДЫХАНИИ БАКТЕРИЙ

Дмитренко Г.Н.

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В.Думанского НАНУ. Киев, Украина.

Способность к аэробному дыханию присуща большинству живых организмов. Бактерии же при дыхании кроме кислорода могут использовать неорганические соединения с переменновалентными элементами в их окисленной форме.

В тех случаях, когда популяция бактерий имеет возможность выбора терминального акцептора электронов, осуществляется редокс-последовательность, которая по А.Зендеру и В.Свенсону следующая: кислород, как энергетически наиболее выгодный окислитель, далее окисленные соединения азота, затем окисленные соединения переменновалентных элементов, в том числе, металлов, окисленные соединения серы, низкомолекулярные органические соединения и, наконец, карбонаты [1].



Граница деления аэробных бактерий с окислительным метаболизмом на облигатно-аэробные и анаэробно дышащие лежит между кислородом и окисленными соединениями азота. В соответствии с такой редокс-последовательностью невозможные восстанавливающие нитрат бактерии не могут использовать другие переменновалентные элементы в качестве терминальных акцепторов электронов, так как они находятся после окисленных соединений азота.

Нами изучена возможность восстановления переменновалентных элементов коллекционными штаммами аэробных бактерий различных таксономических групп. Показано, что редукция окисленных соединений азота денитрифицирующими псевдомонадами при их культивировании в среде с глюкозой и нитратом ( $E^0 = 780$  мВ) или нитритом ( $E^0 = 410$  мВ) как терминальными акцепторами электронов, происходит в диапазоне ОВП от +180 до -100 мВ [2].

Эффективное восстановление Cr(VI) этими культурами осуществляется при значениях ОВП среды – от +400 до +30 мВ – в области протекания аэробных процессов [3].

С учетом этого, нами было высказано предположение, что редукция Cr(VI) возможна аэробными бактериями, которые диссимиляционно не восстанавливают нитрат. Проведенные исследования подтвердили такую возможность [4]. Нередуцирующие нитрат коллекционные штаммы бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Azotobacter*, *Mycobacterium* восстанавливают Cr(VI) ( $E^0 = 1333$  мВ). Отобранные культуры оказались также способными использовать в качестве терминального акцептора электронов Mn(IV) ( $E^0 = 1228$  мВ) [5].

При одновременном присутствии в среде нитрата и хромата денитрифицирующая *Pseudomonas fluorescens var pseudo-iodinum* восстанавливает нитрат только после редукции Cr(VI), а нередуцирующий нитрат штам *P.fragi* восстанавливает Cr(VI) и Mn(IV), не изменяя при этом концентрации нитрата.

Таким образом, нами впервые показано, что аэробно дышащие бактерии, которые идентифицируются как облигатно-аэробные, способны использовать переменновалентные элементы, в частности, Mn(IV) и Cr(VI) в качестве терминальных акцепторов электронов, и в редокс-последовательности Mn(IV) и Cr(VI) располагаются перед окисленными соединениями азота, а не после них.

Полученные нами результаты, а также описанные в литературе, свидетельствуют о том, что биохимические окислительно-восстановительные реакции подчиняются тем же закономерностям редукции, что и электрохимические, а последовательность использования бактериями переменновалентных элементов как терминальных акцепторов электронов при их совместном присутствии в среде зависит от величины стандартного потенциала соответствующей реакции. В первую очередь редуцируются те соединения, значение  $E^0$  которых выше.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что в процессе эволюции аэробные бактерии возникли как ферментирующие и анаэробно дышащие, и только после появления в атмосфере свободного кислорода приобрели способность к аэробному дыханию. Это подтверждается тем, что все исследованные коллекционные штаммы бактерий, в том числе и облигатно-аэробные, оказались способными к Cr(VI)- и Mn(IV)-редукции. Появление в процессе фотосинтеза  $O_2$  не стало неожиданностью для анаэробно дышащих бактерий, так как  $E^0$  восстановления кислорода такое же как  $E^0$  восстановления Mn(IV) – 1228 мВ. То есть, аэробизм у бактерий является, по-видимому, вторичным свойством по отношению к анаэробизму.

1. Zehnder A.J., Svensson B.H. Life without oxygen: What can and what cannot?// Experientia. – 1986. – V.42, N11-12. – P.1197-1205.
2. Дмитренко Г.Н. Влияние нитрата и нитрита на динамику окислительно-восстановительного потенциала в культуре бактерий//Химия и технология воды. – 2001. – N3. – С.329-336.