

Измерение шумовых характеристик фотоприёмного устройства проводилось с помощью цифрового осциллографа GDS840C с полосой пропускания 250 МГц. Ширина шумовой дорожки на выходе фотоприемника при изменении глубины отрицательной обратной связи характеризовалась значениями в интервале от 1,3 до 2,5 мВ.

Проведенные исследования показали возможность создания наносекундного оптического радара, пригодного для измерений с высоким разрешением неоднородностей воздушной среды и высокоточного измерения дальности. При этом, реализация схемы накачки полупроводникового лазерного излучателя на базе S-диода позволяет сформировать импульсный ток со значением  $\sim 40$  А на нагрузке 1,5-2 Ом.

### РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ

Муратов В.С., Морозова Е.А.

*Самарский государственный технический университет, Самара, Россия*

Реализованы температурные режимы деформации алюминиевого сплава Д16, отличающиеся скоростью охлаждения сплава с температуры конца деформации ( на воздухе- схема А, в воде – схемы Б,В)и длительностью подстуживания  $\tau_n$  на воздухе до( схемы А, Б) или после деформации( схема В). Величина  $\tau_n$  варьировалась в пределах от 0 до 60 с.

Реализация схемы В ( $\tau_n \geq 25$  с) приводит к повышенному уровню твердости образцов по сравнению со схемой А. Это характерно для всех углов  $\theta$ , особенно для  $\theta = 0$  и  $15^\circ$  ( $\theta$  - угол между поверхностью образца, откуда внедрялся индентор при пластическом деформировании, и направлением измерения твердости). Для угла  $\theta = 90^\circ$  прирост по твердости имеет место при глубине  $> 5$  мм. Термическая обработка образцов схемы В сохраняет преимущества по твердости по сравнению с термообработанными образцами схемы А. Подстуживание до пластической деформации в случае реализации охлаждения в воде приводит к снижению твердости нетермообработанных образцов для всех углов  $\theta$ , по сравнению со случаем отсутствия подстуживания.

Для схемы А ситуация следующая: по сравнению со случаем  $\tau_n = 0$  при  $\tau_n = 5$  с разница в твердости практически отсутствует, а при  $\tau_n = 25$  с твердость понижена для углов  $\theta = 15^\circ, 40^\circ$  и  $55^\circ$ . Последующая термическая обработка таких образцов при  $\tau_3 = 5$  мин приводит к отсутствию различия твердости образцов с подстуживанием и без него. При  $\tau_3 = 25$  мин в случае  $\tau_n = 5$  с в образцах с подстуживанием твердость понижена при  $\theta = 0^\circ, 15^\circ$  и  $55^\circ$ . Характерно и изменение электропроводности сплава в состаренном после деформационного охлаждения состоянии. Для  $\tau_n = 5, 10, 25$  и  $60$  с соответственно получено 17, 8; 17, 8; 17, 9 и 18,0 мОм/м. Происходящий в ходе подстуживания распад снижает интенсивность последующего зонного распада, что повышает электропроводность.

Интересен эффект уменьшения устойчивости к рекристаллизации при закалке образцов, обработанных по схеме В. В них рекристаллизация имеет место в большей по площади зоне, по сравнению со схемам А и Б. Этот эффект можно объяснить тем, что подстуживание после деформации приводит к выделению дисперсных выделений, создающих условия для формирования неоднородных по размерам субзерен при замедленном охлаждении с температур деформации, а дальнейшее ускоренное охлаждение сохраняет наклеп материала. Это приводит к развитию интенсивной рекристаллизации при последующей закалке.

Таким образом, условия охлаждения материала после деформации оказывают влияние не только на его структуру в деформированном состоянии, но и на закономерности протекания структурных изменений при последующей термической обработке.

### ПОДГОТОВКА БАКТЕРИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР К СУБЛИМАЦИОННОМУ ВЫСУШИВАНИЮ

Несчислав В.А., Семченко А.В.,

Моховикова В.Б., Белова И.В.

*ФГУП «НПО Микrogen», Москва - Пермь, Россия*

В производстве пробиотиков подготовка бактериальных культур к лиофилизации, помимо внесения защитных сред, может включать ряд технологических манипуляций, направленных как на уменьшение объема высушиваемого материала, так и на дополнительное повышение резистентности клеток к неблагоприятному воздействию замораживания и обезвоживания. В основе нашей разработки новых способов подготовки бактериальных культур лежала идея полифункционального использования компонентов защитной среды, в частности, обезжиренного молока. Содержание защитной среды в бактериальных суспензиях лакто- и бифидобактерий составляет до 40% объема и, следовательно, ее внесение приводит к уменьшению концентрации клеток в материале для лиофилизации. Обезжиренное молоко, как основной компонент многих защитных сред, обладает не только протективным действием, но и является известным питательным субстратом для бактерий производственных штаммов. Анализ их культуральных свойств предполагал различные варианты предварительного использования обезжиренного молока в этом статусе для получения технологического эффекта.

Известно, что штамм *B. bifidum* 1, используемый в производстве бифидумбактерина и бификола, не обладает способностью сквашивать молоко при накоплении биомассы на данном субстрате. Наши исследования показали, что длительное культивирование бифидобактерий не вызывает существенных изменений физических и протективных свойств молока, не препятствует его применению в качестве компонента защитной среды. Для увеличения содержания жизнеспособных клеток в бактериальной суспензии представлялось целесообразным использовать обогащенное бифидобактериями молоко. В качестве

предварительного этапа исследований была проведена отработка режима накопления биомассы бифидобактерий в обезжиренном молоке, включавшая определение оптимальной подготовки и дозировки инокулята, а также продолжительности процесса. В качестве перспективного был выбран вариант 2-суточной культуры, которая по уровню накопления жизнеспособных бифидобактерий ( $10^8$  КОЕ/мл) была сопоставима с производственными бактериальными взвешями, получаемыми с помощью регламентированных питательных сред.

Экспериментальные образцы бактериальных суспензий, содержащие в качестве протектора молочную культуру бифидобактерий, получали с соблюдением стандартных соотношений всех компонентов высушиваемого материала. В исходной и лиофилизированной биомассе определяли содержание жизнеспособных клеток. Результаты исследований свидетельствуют о сохранении протективных свойств обезжиренного молока и о пропорциональном увеличении КОЕ в жидком и сухом вариантах биомассы экспериментальных образцов по сравнению с контролем. Полученный технологический эффект можно использовать для уменьшения объемной дозировки препарата и, следовательно, для сокращения длительности цикла сублимационного высушивания. Следует отметить, что молочная культура *B. bifidum* 1 может быть применена при разработке технологии комплексных бактериальных препаратов, включающей раздельное культивирование штаммов и их сведение на этапе подготовки бактериальной суспензии к лиофилизации.

Традиционный подход при подготовке бактериальной суспензии к лиофилизации в технологии пробиотиков базируется на использовании культур, находящихся в стационарной фазе роста и характеризующихся большей устойчивостью клеток к стрессовым воздействиям по сравнению с экспоненциальной фазой. На достижение стационарной фазы и максимальное накопление бактерий ориентированы режимы глубинного культивирования производственных штаммов. Этот классический подход позволяет эффективно использовать возможности периодического культивирования. В то же время известно, что физиологическое состояние клеток к началу наступления экспоненциальной фазы роста культуры характеризуется высоким адаптационным потенциалом, который обеспечивает высокую резистентность к неблагоприятным воздействиям. Возможность использования этих свойств бактериальной культуры, находящейся в лаг-фазе, применительно к условиям лиофилизации вызвала практический интерес.

Модуляция производственной бактериальной культуры, связанная с переходом из стационарной в лаг-фазу роста, предполагает использование питательного субстрата и, следовательно, снижение концентрации клеток на этом этапе и при последующем внесении защитной среды. Отработка технологического приема по управляемому трансфазовому переходу бактериальной культуры с помощью обезжиренного молока включала определение оптимального соотношения компонентов в получаемой суспензии и продолжительности ее инкубации при 37 °С. Полученные результаты свидетельствуют о том, что раз-

ведение культуры компенсируется повышением устойчивости клеток к лиофилизации.

Таким образом, комплексное использование питательных и протективных свойств молока представляется перспективным технологическим приемом.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЛИОФИЛИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОБИОТИКОВ**

Несчисляев В.А., Семченко А.В., Арчакова Е.Г.,  
Моховикова В.Б., Белова И.В.

*ФГУП «НПО Микrogen», Москва - Пермь, Россия*

В настоящее время наиболее распространенным способом стабилизации бактериальных культур в производстве пробиотических препаратов остается сублимационное высушивание. Доступность именно этого способа длительного сохранения жизнеспособности и биологической активности клеток производственных штаммов позволила в середине прошлого века организовать промышленный выпуск лекарственных форм препаратов для нормализации кишечной микрофлоры. Последующие разработки всех отечественных медицинских пробиотиков базировались, как правило, на лиофилизации бактериальных культур, что в значительной степени определяло показатели качества, сроки годности и понятие дозы препарата.

Повышение эффективности использования сублимационной техники при традиционном выпуске пробиотиков в виде сухой биомассы во флаконах предполагает применение защитных сред, позволяющих при сохранении жизнеспособности клеток обеспечить необходимую структуру (внешний вид) сухого препарата в условиях непродолжительного и интенсивного режима высушивания. Практика разработки защитных сред свидетельствует, что для минимизации гибели клеток и отхода продукции по физическим свойствам состав ксеропротектора для каждого вида бактерий должен включать сбалансированный качественно и количественно набор компонентов. При этом существенное значение имеет количество клеток в бактериальной суспензии, ее эвтектические параметры, характер температурного воздействия при замораживании и обезвоживании, конфигурация и высота слоя замороженной биомассы.

Унификация защитных сред, применяемых в производстве пробиотиков, предполагала ограничение количества используемых компонентов, необходимых в составе ксеропротекторов для «жестких» режимов сублимации. При таких режимах высушивания негативный биологический и структуродеформирующий эффект нивелируется, как правило, увеличением концентрации ксеропротектора в бактериальной суспензии. При этом добиться улучшения структуры сухой биомассы значительно сложнее, чем получить необходимое количество живых клеток в сухом препарате.

В качестве модели для отработки оптимального состава защитной среды был выбран лактобакте-