

3. Кононенко С.И. Способ повышения эффективности кормления свиней / С.И. Кононенко, Н.С. Паксютов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6(27). – С. 105–106.
4. Левицкий А.П., Пребиотики и проблема дисбактериоза / А.П. Левицкий, Ю.Л. Волянский, К.В. Скидан. – Харьков, ЭДЭНА, 2008. – 100 с.

УДК 602.4:663.127.012.3

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

**Килименчук Е.А., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.А., канд. техн. наук, доцент  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

*В статье приведены результаты разработки биотехнологии производства кормовых дрожжей на основе нетрадиционных видов растительного сырья, показан положительный энергосберегающий эффект применения морских солей на стадии гидролиза сырья и процесса культивирования.*

*The article outlines the results of development of the feed yeast production biotechnology on the basis of unconventional types of vegetable raw materials and shows a positive energy saving effect of using sea salts at the stage of hydrolysis of raw materials and cultivation process.*

Ключевые слова: культивирование, гидролиз, биотрансформация, продуцент, биомасса, энергосбережение, биотехнология, экономический эффект, биостимуляторы.

Эффективность и объемы животноводческой продукции в огромной степени зависят от качества и сбалансированности кормов для сельскохозяйственных животных. Проблемой комбикормовой отрасли последних несколько десятков лет остается отсутствие ценных добавок, особенно белковых, в кормах для животных. Отсутствие промышленного производства аминокислот, кормовых дрожжей, рыбной муки вынуждает производителей комбикормов закупать эти добавки за рубежом, что значительно повышает стоимость комбикорма либо ведет к производству несбалансированных по компонентному составу комбикормов и соответственно отражается на продуктивности животных и качестве животноводческой продукции.

Цель данной работы – производство отечественной кормовой добавки на основе ежегодно возобновляемого нетрадиционного растительного сырья.

Главными задачами, которые необходимо было решить для этого, стали следующие:

- доказать целесообразность использования возобновляемого сырья (стеблей хмеля (СХ), стеблей клеверины (СК), обрезков фруктовых деревьев (ОФД));
- доказать возможность интенсификации процесса трансформации растительного сырья в питательные среды с помощью морских солей, а также показать возможность снижения энергозатрат при гидролизе и культивировании продуцентов кормового белка;
- на основании полученных данных разработать технологическую схему получения кормовых дрожжей.

Результаты исследований по целесообразности использования СХ, СК, ОФД как сырья, результаты выращивания дрожжей на подготовленных питательных средах и ряд других аспектов исследований публиковались авторами ранее [1 – 6].

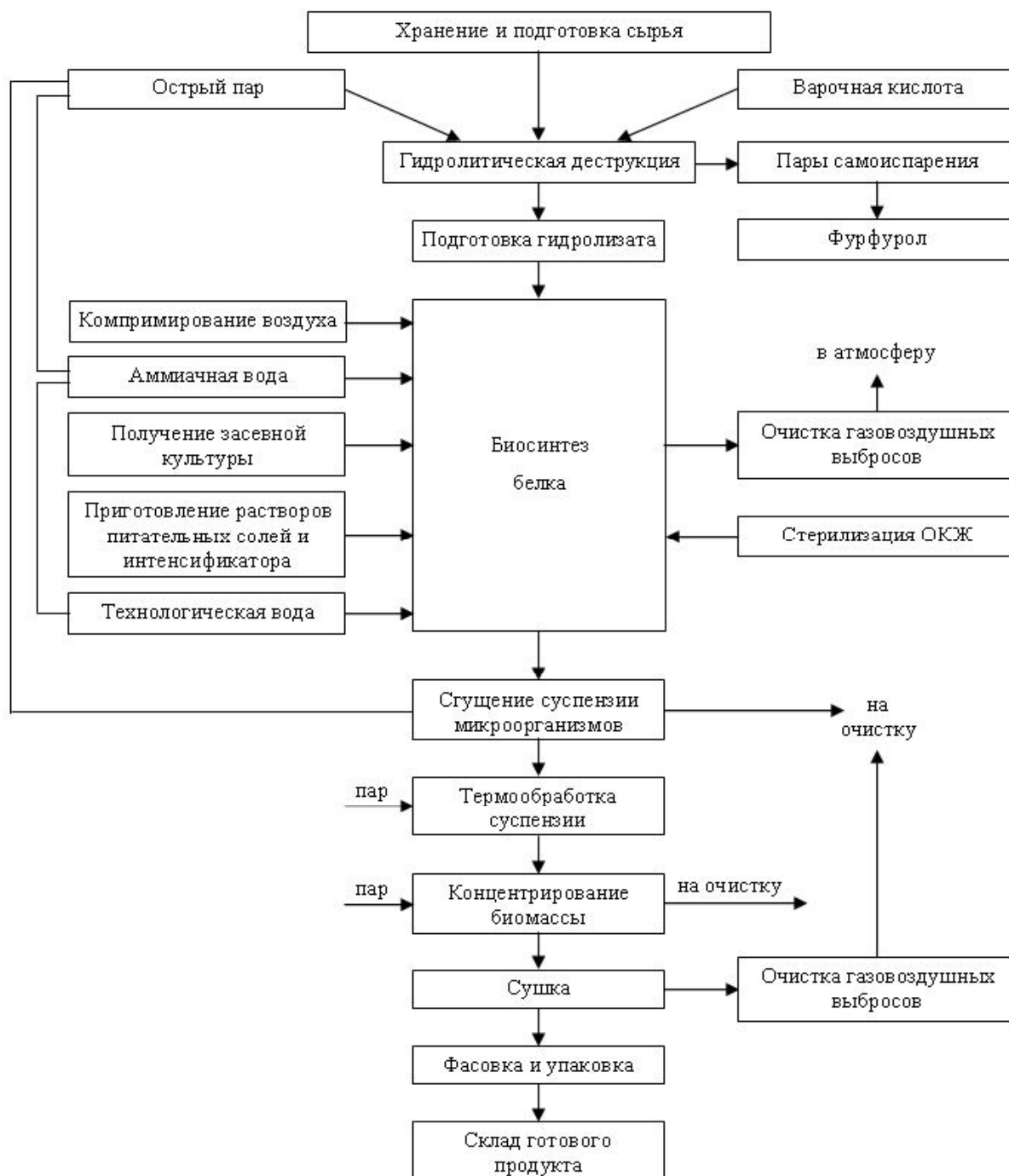
На основании обоснованных научными исследованиями режимов гидролиза и культивирования была разработана технологическая схема производства кормовых дрожжей. Они могут быть получены как на гидролизатах ОФД, СХ, СК, так и гидролизатах с применением морских солей при внесении их как на стадии гидролиза сырья, так и непосредственно в ферментер.

Технологический процесс производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ и СК состоит из тех же технологических операций, что и при получении их из традиционных растительных отходов, осуществляемых в такой последовательности:

- подготовка, складирование, подача и дозировка сырья;
- гидролитическая деструкция сырья;
- подготовка и очистка субстрата, биосинтез белка;
- сгущение суспензии микроорганизмов;
- термообработка суспензии;

- концентрирование биомассы;
  - сушка, упаковка и сохранение готовой продукции (рис. 1).
1. Подготовка, подача и дозировка сырья.

Этот этап включает измельчение сырья до размеров 20 – 50 мм по длине волокна, освобождение от металлических примесей и подачу через загрузочное устройство в гидролизат.



**Рис. 1 – Схема технологического процесса производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ и СК**

2. Гидролитическая деструкция сырья.

Гидролиз растительного сырья осуществляют перколяционным методом в периодически действующих гидролизаторах разбавленным раствором серной кислоты, приготовленной на пресной воде, а в случае применения морских солей – на водном растворе с массовой их долей 1 %. Варочную кислоту

получают в смесителе путем смешивания горячей воды ( $t = 80 - 190 \text{ }^\circ\text{C}$ ) после водонагревателя и концентрированной серной кислоты. Подачу раствора морских солей на смеситель осуществляют через бак оборотной воды, куда постоянно поступает горячая вода и морские соли из расчета, обеспечивающего их массовую долю в варочном растворе 1 % на протяжении всего процесса гидролиза. Объем моногидрата серной кислоты подают из расчета содержания ее в растворе 0,6 %, а также с учетом дополнительного расхода на активную зольность сырья на стадии прогрева. Варочную кислоту в гидролизатор подают одновременно с сырьем. Массу сырья и объем варочного раствора подают согласно предусмотренному режиму для данного вида сырья и рабочему объему гидролизатора.

По окончании процесса перколяции прекращают подачу кислоты и проводят промывку лигнина водой с целью удаления из него редуцирующих веществ и кислот. Затем прекращают подачу воды и осуществляют операцию «отжим», при этом продолжая отбор гидролизата. Непрогидролизовавшийся остаток лигнина выгружают (выстрел) в гидроциклоны при остаточном давлении 0,5 – 0,6 МПа.

### 3. Подготовка гидролизата.

Гидролизат из гидролизаторов по трубопроводам поступает на трехступенчатую испарительную установку, в испарителях происходит процесс самоиспарения гидролизата с постепенным снижением давления до 0,05 МПа и его температуры до 100 – 105 °С. Пары с каждой ступени испарения поступают на конденсацию в решеферный узел и далее на выделение фурфуурола. Охлажденный гидролизат подвергают 5 – 7 часовой инверсии при  $(100 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ , а затем в непрерывно действующих отстойниках нейтрализуют аммиачной водой (или известковым молоком) до pH 4,2 – 4,6, осветляют и охлаждают на вакуум-охладительной установке до 40 – 45 °С, а затем на теплообменниках до 28 – 30 °С, после чего подвергают продувке воздухом.

### 4. Биосинтез белка.

Биосинтез белка на гидролизатах ОФД, СХ, СК и гидролизатах с применением морских солей проводят в два этапа.

#### 4.1. Получение засевных дрожжей.

Для получения посевного материала питательную среду засевают чистой культурой исследуемых дрожжей влажностью 75 % из расчета 20 – 25 % от вводимых редуцирующих сахаров, в течение всего периода культивирования поддерживают температуру 34 – 37 °С и pH 4,0 – 4,6 по достижению концентрации дрожжей 45 – 55 г/дм<sup>3</sup> АСД биомассу перекачивают в производственные дрожжерастильные аппараты.

#### 4.2. Культивирование товарных дрожжей.

В аппарат для выращивания товарных дрожжей непрерывным методом подают охлажденное сусло; воздух, скомпрессированный до 0,05 – 0,06 МПа; воду и отработанную жидкость на разбавление сусла; питательные соли согласно регламенту ввода; морские соли из расчета 0,05 % в культуральной среде; аммиачную воду для поддержания pH; засевные или подсевные дрожжи. Для поддержания культуры дрожжей и необходимой концентрации дрожжевой суспензии в аппарате культивирование проводят при 35 – 38 °С, pH 4,2 – 4,3, при постоянной интенсивной подаче воздуха и непрерывном равномерном притоке питательной среды и отборе дрожжевой суспензии. Дрожжевую суспензию с массовой концентрацией дрожжей 40 – 45 г/дм<sup>3</sup> непрерывно отводят во флоратор, а затем на сепараторы для сгущения. Сгущенную дрожжевую суспензию нагревают, плазмолизируют, упаривают на вакуум-выпарной установке и сушат на распылительной сушилке.

Температура сушильного агента на входе в сушилку  $(270 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ , на входе из сушилки  $(85 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ . После этого готовый продукт с влажностью 10 % расфасовывается и направляется на склад.

Технологический процесс производства кормовых дрожжей на гидролизатах ОФД, СХ, СК состоит из тех же этапов, что и в традиционной технологии.

Различие состоит лишь в параметрах режима гидролиза для данного вида сырья, а также применение морских солей как на стадии гидролиза, так и на стадии культивирования. Таким образом, технология производства кормовых дрожжей на гидролизатах нетрадиционных растительных отходов не требует никакого специального или дополнительного оборудования и может быть реализована на предприятиях по их получению. Кроме того, применение морских солей значительно сокращает процесс перколяции и выращивания, что существенно экономит электроэнергию.

Промышленную апробацию технологии производства кормовых дрожжей на гидролизатах нетрадиционного растительного сырья и с применением морских солей осуществляли на Николаевском гидролизно-дрожжевом и Бендерском биохимическом заводах, где была выработана партия готового продукта.

Результаты промышленной апробации подтвердили принципиальную возможность и экономическую целесообразность переработки нетрадиционных отходов в кормовой белок и применение морских солей в качестве интенсификаторов процесса гидролиза и культивирования.

Готовый продукт соответствует ГОСТ 20083-84, предъявляемому к кормовым дрожжам и относится к первой группе.

Расчет себестоимости и технико-экономические показатели производства товарных дрожжей, полученных на гидролизатах с применением морских солей на стадии гидролиза и выращивания, производились на основании данных, полученных в производственных условиях. Они подтвердили, что себестоимость дрожжей, полученных на гидролизатах ОФД, снижается при добавлении морских солей на 4,5 % на стадии гидролиза и на 4,8 % на стадии выращивания. Сокращение процессов по времени существенно экономит электроэнергию и дает дополнительную прибыль заводу производительностью 10 тыс. тонн дрожжей от одного до двух миллионов гривен в год.

**Выводы.** В результате проведенных исследований разработана энергосберегающая биотехнология получения гидролизатов ОФД, СХ иск с последующей их переработкой на кормовые дрожжи и дрожжей на гидролизатах с применением морских солей.

На Николаевском гидролизно-дрожжевом и Бендерском биохимическом заводах проведена апробация технологий получения кормовых дрожжей.

Исследование показало, что полученные дрожжи являются ценной белковой добавкой в комбикорма.

Себестоимость 1 т дрожжей, полученных на гидролизатах ОФД, составила 1178 грн., а на гидролизатах с применением солей – 1175 – 1194 грн.

### Литература

1. Килименчук Е.А. Растительное сырье – источник углеродного питания для микроорганизмов // Экология человека и проблемы воспитания молодых ученых // Научн. тр. ОГАПТ. – О., 1997. – Ч. 2. – С. 243 – 245.
2. Величко Т.О., Килименчук О.О. Биотехнология одержания биологично активних речовин на основі рослинної сировини // Наук. пр. ОДАХТ. – О., 2001. – Вип. 22. – С. 68 – 71.
3. Величко Т.А., Килименчук Е.А. Получение кормовой биомассы из нетрадиционных растительных отходов в условиях производства // Зернові продукти і комбікорми. – 2001. – № 4. – С. 39 – 40.
4. Величко Т.О., Килименчук О.О. Культивування дріжджових клітин на ферментолізатах рослинних відходів / Матеріали VIII українського біохімічного з'їзду. – Чернівці. – 2002. – № 4. – Дод. 2. – Т. 74. – С. 152 – 153.
5. Величко Т.О., Килименчук О.О. Ферментативне перетворення біополімерів рослинної легноцелюлозної сировини // Наук. пр. ОНАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 157 – 161.
6. Величко Т.А., Килименчук Е.А. Гидролизаты нетрадиционных растительных отходов – питательная среда для роста дрожжевых культур / Мат. межд. науч. конф. «Хранительна наука, техніка і технології 2004», «FOODS SCIENCE, TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES 2004». НАУЧНИ ТРУДОВЕ. Т.11, Св.3, – Пловдив, 26 – 29 окт. 2004. – С. 211 – 214.

УДК 664:542.69:621.867.4

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОМБИКОРМОВ

**Афанасьев В.А., д-р техн. наук, профессор, Богомолов И.С.**  
**Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж**

*Исследовано влияние параметров процесса экспандирования на биохимические и микробиологические показатели комбикормов. Установлено, что экспандирование незначительно снижает бактериальную обсемененность и содержание водорастворимых фракций белка. В рассыпном комбикорме отмечена низкая активность липазы.*

*Influence of parameters of process expansion on biochemical and microbiological indicators of mixed fodders is investigated. It is established that expansion slightly reduces bacterial activity and the maintenance of water-soluble fractions of fiber. In mixed fodder low activity lipaza is noted.*

Ключевые слова: экспандирование, качество, комбикорм

В зависимости от обрабатываемого продукта параметры работы экспандера изменялись в следующих диапазонах: давление пара от 10 до 40 бар, температура продукта от 90 до 110 °С, время обработки