

хозяйственных орудий на примере навесного пахотного агрегата. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Л.: 1968. – 24 с.

2. Мисуно, О.И. Снижение энергетических затрат на пахоту / О.И. Мисуно, С.А. Легенький, А.И. Оскирко //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ) доктора технических наук, профессора В.П. Суслова ч. 2 / Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск, 2014. – С. 252-257.

Abstract. In article are considered the modular scheme of creation of the arable unit, on the basis of the power saturated wheel Belarus tractors of a traction class 5 at which transfer of a part of engine capacity on the drive of basic wheels of a plow increases productivity. At such scheme it is possible to increase power and to reduce the mass of the tractor.

УДК 573.6.086.83:577.18

Кусин Р.А.¹, кандидат технических наук, доцент;
Якимович Н.Н.², кандидат технических наук;
Якимович И.В.², **Шункевич А.А.**²,
Черняк И.Н.³

¹УО «Белорусский государственный аграрно-технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,

²ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,

³ГНУ «Институт порошковой металлургии»,
г. Минск, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИОЦИНОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ИНФЕКЦИОННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ

Аннотация. Проведены селекционные работы, скрининг молочнокислых бактерий и дрожжей на способность образования бел-

ковой биомассы и бактериоцинов. Отобраны два наиболее активных продуцента. Приведены результаты лабораторных исследований по влиянию важных физико-химических параметров на рост молочнокислых бактерий и дрожжей – продуцентов бактериоцинов. Подобрана рациональная питательная среда, приготовленная на основе творожной молочной сыворотки. Разработан способ выделения бактериоцинов из культуральной жидкости.

Введение

В настоящее время наиболее сильным средством в борьбе с патогенными бактериями являются антибиотики. Однако их частое использование привело к появлению устойчивых к ним микроорганизмов и увеличению, в частности, аллергических заболеваний у населения. Возрастающая проблема распространения патогенных бактерий, устойчивых к антибиотикам, вызвала повышенный интерес к применению альтернативных естественных микробных препаратов, в том числе антимикробных протеинов. Бактериоцины, продуцируемые пробиотическими штаммами молочнокислых бактерий, представляют перспективную альтернативу антибиотикам. Бактериоцины были признаны Комитетом по контролю за продуктами и лекарствами безопасными для потребления человека. Они отличаются от большинства терапевтических антибиотиков тем, что являются белковыми веществами, которые быстро перевариваются под действием протеаз в пищевом тракте [1-3]. Многие антибиотики способствуют развитию невосприимчивых штаммов, тогда как развитие устойчивости к бактериоцинам наблюдается очень редко [4,5].

Основная часть

Целью настоящей работы является разработка способа получения бактериоцинов для борьбы с инфекционными заболеваниями сельскохозяйственных животных и домашней птицы.

Для достижения поставленной цели первоначально были проведены селекционные работы, скрининг девяти штаммов микроорганизмов по способности образования биомассы и бактериоцинов. В результате для дальнейшей работы были отобраны клоны молочнокислых бактерий *Lactobacillus rhamnosus* 109 и дрожжей *Kluveromyces lactis* sp86. Затем было исследовано влияние основ-

ных физико-химических параметров процесса биосинтеза на рост исследуемых микроорганизмов, оптимизирован состав питательной среды и разработана схема выделения бактериоцинов. Исследования проводили на лабораторном биореакторе EDF-5.2 производства фирмы A/S «Biotechniskais Centrs».

В результате экспериментальных исследований по изучению влияния на рост исследуемых микроорганизмов важных физико-химических параметров процесса биосинтеза было установлено следующее. Максимальное накопление биомассы молочнокислых дрожжей происходит в интервале температур от 28 до 32 °С. Наибольшее накопление биомассы молочнокислых бактерий наблюдали в диапазоне температур 30 – 32 °С. При более высоких температурах выход биомассы исследуемых продуцентов несколько уменьшается. Наиболее высокая продуктивность молочнокислых дрожжей наблюдается в пределах рН от 5,5 до 7,0 ед. с максимумом при рН 5,5 – 6,0. Максимальное накопление биомассы молочнокислых бактерий происходит в интервале 7,0 – 7,2 ед. рН.

В таблице представлены результаты исследований влияния интенсивности аэрации ферментационной среды атмосферным воздухом на процесс культивирования исследуемых микроорганизмов и биосинтеза бактериоцинов.

Таблица – Влияние интенсивности аэрации на величину антимикробной активности исследуемых продуцентов (тест-культура *B. subtilis*)

Наименование штаммов							
<i>L. rhamnosus</i> 109				<i>Kluyveromyces lactis</i> sp.86			
Содержание кислоты, %	Содержание биомассы, (г/дм ³)	Время биосинтеза, (час)	ДА (мл·мм ⁻¹)	Содержание кислоты, %	Содержание биомассы, (г/дм ³)	Время биосинтеза, (час)	ДА (мл·мм ⁻¹)
0	3,9	52,0	800,0	0	4,2	48,0	200,0
5,0	5,6	48,0	850,0	5,0	7,7	40,0	250,0
10,0	5,8	36,0	800,0	10,0	9,1	36,0	250,0
20,0	6,5	25,0	800,0	20,0	10,5	34,0	250,0

Было установлено, что интенсивность аэрации существенно влияет на время проведения процесса биосинтеза бактериоцинов,

но не оказывает существенного влияния на их накопление в ферментационной среде. В связи с этим, можно рекомендовать после набора необходимого количества биомассы продуцентов аэрацию не проводить, а процесс накопления бактериоцинов продолжать без аэрации.

В связи с тем, что при проведении исследований использовали молочнокислые микроорганизмы в качестве основного компонента питательной среды применили молочную сыворотку – отход производства творога. С целью оптимизации состава питательной среды по содержанию минеральных солей была проведена серия экспериментов, в которых концентрацию источника азота и серы изменяли в пределах 0,1 – 0,4 %, а источника калия и фосфора в пределах – 0,05 – 0,15 %. В результате рациональная концентрация минеральных солей в составе питательной среды была определена в пределах: сульфат аммония 0,3 – 0,4 %, калий фосфорнокислый однозамещенный – 0,10 – 0,15 %. В этих диапазонах концентраций минеральных солей наблюдали наибольшее накопление биомассы популяций, а также более широкие зоны лизиса тест-культуры.

Разработана схема выделения бактериоцинов из культуральной жидкости, включающая этапы определения биомассы, пропускание через колонну с ионообменной смолой, вымывание аммиаком, концентрирование и упаривание до 50 % сухих веществ. В результате выделения бактериоцинов из культуральной жидкости по разработанной схеме их концентрация в готовом продукте достигла 4800 – 5200 мл·мм⁻¹ DA, т.е. более чем в шесть раз выше, чем в культуральной жидкости.

Заключение. Таким образом, в результате исследований подобраны штаммы молочнокислых бактерий и дрожжей, способных осуществлять повышенный биосинтез бактериоцинов. Установлено, что оптимальная температура культивирования молочнокислых дрожжей лежит в интервале 28 – 30 °С, а для выращивания молочнокислых бактерий – 30 – 32 °С; наиболее высокая продуктивность молочнокислых дрожжей находится в диапазоне 5,5 – 6,0 ед. рН, бактерии – в пределах 6,5 – 7,0 ед. рН.

Установлено, что для экономически целесообразного накопления бактериоцинов исследуемыми микроорганизмами необходимо на первой стадии биосинтеза обеспечить концентрацию кислорода

в ферментационной среде в пределах 10 – 20 % от максимального насыщения, после чего вести процесс в анаэробных условиях.

Подобрана питательная среда для выращивания молочнокислых бактерий и дрожжей, имеющая следующий состав: сульфат аммония – 0,3-0,4 %, калий фосфорнокислый однозамещенный – 0,10-0,15 %, молочная сыворотка (творожная) – остальное.

Разработан способ выделения бактериоцинов из культуральной жидкости. Способ позволяет увеличить антимикробную активность препарата по сравнению с культуральной жидкостью приблизительно в 6 раз.

Список использованной литературы

1. Квасников, Е.И. Молочнокислые бактерии и пути их использования [Текст] / Е.И. Квасников // М.: Наука, 1975. - С. 395.
2. Axelsson, L. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In Lactic Acid Bacteria [Texts] / L. Axelsson // Microbiology and functional aspects. - 2nd Edition.- Revised and Expanded: Edited by S. Salminen & A. von Wright. - 1998. - P. 51-72.
3. Parente, E. The combined effect of nisin, leucocin F10, pH, NaCl and EDTA on the survival of *Listeria monocytogenes* in broth [Texts] / E. Parente, M. Giglio, A. Ricciardi, F. Clementi // Int. J. Food Microbiol. - 1998. - Vol. 68. - P. 141-148.
4. Ferchichi, M. Lactococcin MMF II. A novel class IIa bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* MMF II, isolated from a Tunisian dairy product [Texts] / M. Ferchichi, J. Frere, K. Mabrouk, M. Manai // FEMS Microbiol Lett. - 2001. - Vol. 205. - P. 49-55.
5. Carr, F.J. The lactic acid bacteria: a literature survey [Texts] / F.J. Carr, D. Chill, N. Maida // Critical Reviews in Microbiology. - 2002. - Vol. 28. - P. 281-370.

Abstract. The results of laboratory investigations have been presented on the influence of important physics and chemical parameters on the growth of lactic-acid bacteria and yeast producing bacteriocins. A rational nutrient solution prepared on the base of caseic milk whey has been selected. A method for isolating bacteriocins from a culture liquid has been developed.