

Рассмотрена обобщенная расчетная схема регулятора давления с учетом присоединенных магистралей, поддерживающего постоянное давление за собой, составленная на примере пропорциональных регуляторов давления MX-PRO CAMOZZI. В ходе исследований рассмотрен пропорциональный регулятор давления на базе серии MX, в котором вместо рукоятки с пружиной установлен пропорциональный регулятор давления K8P, регулирующий давление управления в пилотной камере. Данный регулятор имеет два исполнения по диапазонам регулировки давления:  $0,15 \div 3 \text{ bar}$ ;  $0,5 \div 10 \text{ bar}$ . Расход на наполнение: до 12000 Нл/мин. Расход на сброс: до 80 Нл/мин. Напряжение питания:  $19 \div 28 \text{ V DC}$ . Рабочая температура:  $0 \div 50^\circ \text{ C}$ .

Методикой проведения эксперимента предусмотрено осуществление контроля рабочего давления в заданных интервалах при помощи регулятора давления. Результаты экспериментальных исследований анализировались в виде аналитических моделей построенных с учетом обобщенного уравнения сохранения энергии.

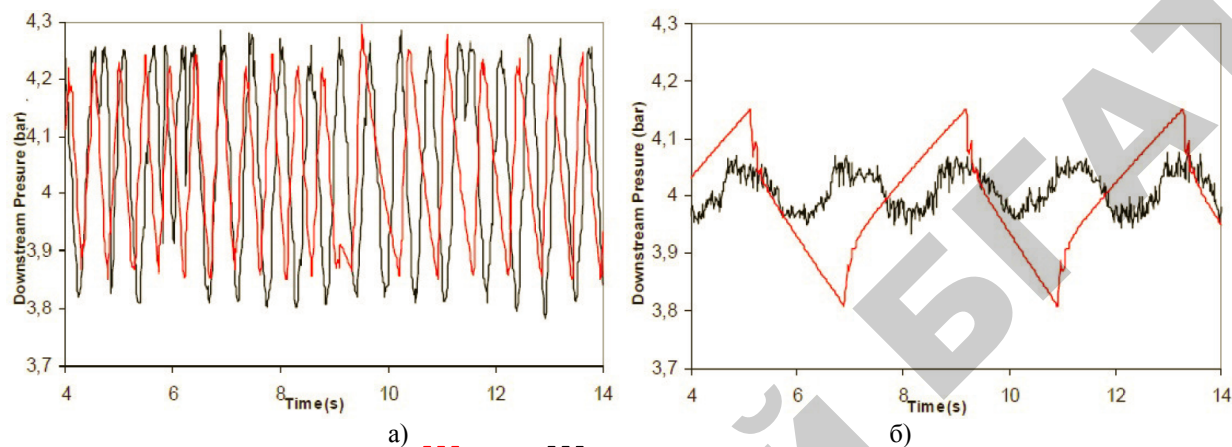


Рисунок 3 – Результаты расчетов и измерений давления на выходе при использовании разных управляемых объемов: а)  $V = 0.01 \text{ м}^3$ , б)  $V = 0.08 \text{ м}^3$ .

**Вывод.** Разность значений, полученных экспериментально, при больших расходах (рис.3 б) существенна и объясняется поведением потока рабочей среды в регуляторе на выходе. Значения амплитуды движения потока, при большем рабочем объеме, изменяются не так существенно. С помощью моделирования поведения рабочей среды в регуляторе и на выходе из него, возможно оценить величину быстродействия исследуемой системы, возможные отклонения от установленных диапазонов регулируемых величин и достичь устойчивого положения рабочих органов в механических системах, управляемых посредством пропорциональных регуляторов. Выбор рациональных параметров регулятора давления дает возможность обеспечить эффективную работу функциональных модулей упаковочных машин.

### Список использованной литературы

1. Barbagli F, Prattichizzo D and Salisbury J (2005) Modelling and controlling the compliance of a robotic hand with soft finger pads. In: Proceedings of the first workshop on multi-point interaction with real and virtual objects, pp. 125–137.
2. Dawson B. Comparing floating point numbers [Электронный ресурс] – Режим доступа до статті: <http://www.cygnus-software.com/papers/comparingfloats/comparingfloats.htm>.
3. Свербилов В.Я., Макарьянц Г.М. Аналитическая модель автоколебаний плоского предохранительного клапана // Изв. Самар. науч. центра РАН, 2010. Т. 12, № 4. С. 252–256.  
Володин С.А., Мирончук В.Г. Анализ систем трубопроводного транспорта сахарных заводов с элементами автоматического регулирования// Автоматизация технологических і бизнес-процесів Volume 7, Issue 4 /2015 – Режим доступа: [www.journal-atbp.com](http://www.journal-atbp.com).

УДК 664.1

Гусятинская Н.А., доктор технических наук, профессор, Нечипор Т.Н.,  
Тетерина С.Н., кандидат технических наук, доцент,  
Пенчук Ю.М., кандидат технических наук, доцент  
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

## ВЛИЯНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ДИФфуЗИОННОГО СОКА

**Введение.** Сахар как сырье используется многими отраслями пищевой промышленности. С целью повышения качества белого сахара следует проводить не только систематический технологический, но и микробиологический контроль на предприятиях сахарной промышленности.

Важным этапом в производстве сахара из свеклы является процесс экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки. Диффузный сок является благоприятной средой для быстрого размножения микроорганизмов. Вследствие микробиологических процессов сахароза разлагается с образованием различных метаболитов, которые в дальнейшем негативно влияют на процесс производства сахара [1]. Одним из продуктом жизнедеятельности микроорганизмов является молочная кислота. Основными продуцентами молочнокислого брожения являются бактерии рода *Leuconostoc*. Они способны вызывать ослизнение диффузионного сока за счет инверсии сахарозы: фруктоза используется для жизнедеятельности микроорганизма, а глюкоза полимеризуется в полисахарид декстран [2].

В процессе экстракции сахарозы из свекловичной стружки в диффузионный сок переходят азотистые вещества – нитраты, которые могут использоваться микроорганизмами с образованием нитритов.

Наличие нитритов в полупродуктах сахарного производства негативно влияет на качество сахара–песка, поскольку при сульфитации нитриты принимают участие в реакции образования имидосульфата калия. Вследствие данного преобразования зольность сахара может резко возрасти. [2].

Резервом повышения выхода сахара является уменьшение неучтенных потерь сахарозы, которые в процессе извлечения из свекловичной стружки составляют 0,08 – 0,18% к массе свеклы, а в случае ухудшения технологического качества сахарной свеклы, а также несоблюдение технологического режима при экстракции, могут значительно увеличиться.

Вышеприведенные последствия микробиологических процессов в производстве сахара свидетельствуют об актуальности проведения контроля и разработки мероприятий по их предупреждению и устранению, а также обеспечения санитарных условий производства для выпуска готовой продукции в соответствии с требованиями стандарта.

**Цель исследования.** Определить прирост продуктов метаболизма и анализ ухудшения технологического качества диффузионного сока в зависимости от продолжительности процесса и характера контаминирующей микрофлоры.

**Материалы и методы исследования.** В пробы стерильного диффузионного сока вносили определенное количество вегетативных клеток бактерий определенных видов (*Leuconostoc mesenteroides*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas spp.*, *Escherichia coli*). Термостатирования проводили при температуре 37 °С в течение 24 часов. Через 2, 5 и 24 часа определяли изменение показателей рН среды, доброкачественность, содержание молочной кислоты, нитритов, количество микроорганизмов и сравнивали с контрольными значениями исходного диффузионного сока. Определение молочной кислоты и нитритов проводили колориметрическим методом [2]. Значение рН среды контролировали с помощью рН-метра. Определяли общее количество микроорганизмов путем посева на среды МПА и МПА + сахароза.

**Результаты.** Технологическая оценка диффузионного сока в течение 24 часов с внесенными культурами микроорганизмов приведена в таблице.

Таблица 1 – Влияние микробных метаболитов на технологическое качество диффузионного сока

Контрольный диффузионный сок	Технологические показатели					
	рН	Сухие вещества, %	Сахаристость, %	Добро–качественность, %	Молочная кислота, мг/100см <sup>3</sup>	Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>
	6,6	10,3	8,85	86	3,07	2,39
Через 2 часа						
<i>L.mesenteroides</i>	6,0	10,2	7,9	78,4	6,69	2,46
<i>B. subtilis</i>	6,02	10,3	8,1	79,6	3,13	3,6
<i>Pseudomonas</i>	5,99	10,2	7,6	74,5	3,09	3,48
<i>E. coli</i>	6,06	10,3	8,0	78,6	3,45	3,74
Через 5 часов						
<i>L.mesenteroides</i>	5,8	10,2	7,7	76,5	7,29	2,58
<i>B. subtilis</i>	6,14	10,3	7,9	76,7	3,18	8,06
<i>Pseudomonas</i>	6,03	10,2	7,1	69,6	3,09	7,59
<i>E. coli</i>	5,9	10,3	7,4	71,8	3,6	20,3
Через 24 часа						
<i>L.mesenteroides</i>	5,34	10,4	6,7	64	10,63	2,62
<i>B. subtilis</i>	6,22	10,0	7,0	70	3,21	27,08
<i>Pseudomonas</i>	6,21	10,3	4,5	43,7	3,14	36,1
<i>E. coli</i>	5,48	10,4	6,9	66,3	6,08	43,76

Анализ данных, приведенных в таблице, указывает, что самые большие потери сахарозы в диффузионном соке вызывают бактерии *Pseudomonas spp.*, поскольку после термостатирования диффузионного сока в течении 24 часов содержание сахарозы снизилось в 2 раза, при этом доброкачественность также снизилась вдвое. Прирост молочной кислоты не наблюдался.

В пробе сока с *B. subtilis* содержание сахарозы через 2 часа снизилось на 8,5%, а через 24 часа – на 20%, при этом наблюдался прирост нитритов в течение всего срока термостатирования, конечное содержание нитритов через 24 часа увеличилось в 11,3 раз по сравнению с контролем. Стоит отметить, что бактерии рода *Bacillus* способны к образованию спор, которые могут сохраняться в течение всего технологического процесса и проявляться в готовой продукции.

При анализе диффузионного сока пораженного бактериями *L. mesenteroides* содержание сахарозы через 2 часа снизилось на 10,7%, а через 24 часа – на 25%, при этом содержание молочной кислоты увеличилось через 2 часа в 2,2 раза, а через 24 часа – в 3,5 раза. Следует отметить, что бактерии *L. mesenteroides* образуют слизистую капсулу из полисахарида декстрана и способны выдерживать влияние высоких температур (уничтожаются при температуре выше 100 °С) и дезинфицирующих средств, способны развиваться при концентрации сахара до 50%, поэтому несут большие потери при активном развитии в полупродуктах сахарного производства.

В пробе сока с *E. coli* содержание сахарозы через 2 часа снизилось на 10%, а через 24 часа – на 22%, содержание нитритов через 24 часа термостатирования увеличилось в 18 раз и было самым высоким среди всех исследованных проб. Кроме того, *E. coli* способны к образованию молочной кислоты (в результате муравьинокислого брожения). Эти данные подтверждаются экспериментально, поскольку через 2 часа содержание молочной кислоты увеличилось на 12%, через 5 часов – на 17%, а через 24 часа – в 2 раза.

Согласно литературным данным кроме синтеза молочной кислоты бактерии рода *Leuconostoc* обладают способностью к образованию декстрана. То есть данный показатель также может выступать индикатором развития бактерий данного рода. Поэтому целесообразным было определение уровня накопления декстрана после термостатирования пробы инфицированной культурой *L. mesenteroides*. Согласно полученным данным построен график изменения содержания декстрана в соответствующей пробе диффузионного сока при термостатировании в зависимости от времени (рис.).

Необходимо отметить, что после термостатирования данной пробы титр клеток тест-культуры увеличился практически на два порядка по сравнению с исходным содержанием (сразу после инфицирования диффузионного сока) и составил  $5 \times 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup> после 24 часов культивирования, а содержание декстрана через 24 ч увеличилось в 24 раза по сравнению с первоначальным значением.

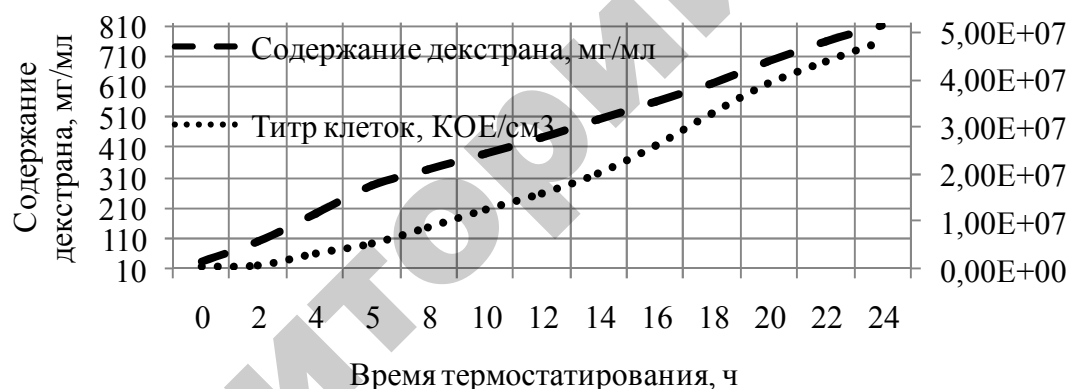


Рисунок 1 – Зависимость прироста содержания декстрана от прироста титра клеток *L. mesenteroides*

Таким образом, можно сделать вывод, что при значительной инфицированности диффузионного сока в случае несвоевременного реагирования и без проведения надлежащих дезинфекционных мероприятий увеличивается количество неучтенных потерь сахарозы (в результате жизнедеятельности микроорганизмов), а также накапливаются продукты микробного метаболизма, которые вызывают потери сахарозы на следующих этапах производства.

#### Список использованной литературы

1. Гусятинська Н.А. Актуальні питання мікробіологічного контролю у виробництві цукру / Цукор України. – 2014. – №6(102). – С. 21–32.
2. Soliman El-Sayed Ali Abdel-Rahman. Investigations on the influence of dextran during beet sugar production with special focus on crystal growth and morphology: dissertation doctor of engineering / Soliman El-Sayed Ali Abdel-Rahman – Berlin, 2007. – 109 p.
3. Гусятинская Н.А. Исследование эффективности применения дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» на Глобинском сахарном заводе / Гусятинская Н.А., Тетерина С.Н., Бурда Л.М. // Сахар Украины. – 2014. – №1. – С. 39–44.
4. Tetiana Vasylenko, Sergii Vasylenko, Jeanna Sidneva, Vitalii Shutiuk (2014), Best available technology – innovative methodological framework efficiency of sugar production, Ukrainian Food Journal, 3(1), pp. 122–133.