

*Т. Л. Шуляк¹, к.т.н., Т. М. Гапеева¹, В. А. Шуляк¹, д.т.н., Т. А. Радзивило-
вич², В. В. Кузьменков¹*

*УО «Могилевский государственный университет продовольствия»¹
ОАО «Поставский молочный завод»²*

МОЛОКО «АППЕТИТНОЕ» – НОВЫЙ ВИД ПИТЬЕВОГО МОЛОКА

Разработана технология обезжиренного и низкожирного питьевого молока повышенной пищевой ценности за счет обогащения составными частями сухого обезжиренного молока. Изучен состав и свойства разработанного молока, обоснованы режимы тепловой обработки при его производстве. Показана необходимость гомогенизации низкожирного питьевого молока с повышенным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка. Разработаны проекты технических нормативных правовых актов на питьевое молоко повышенной пищевой ценности «Аппетитное». Опытно-промышленные испытания технологии питьевого молока «Аппетитное» показали возможность производства разработанного молока на предприятиях молочной промышленности.

Термин «питьевое» утвердился по всему миру за коровьим молоком, которое подвергнуто термообработке и предназначено для непосредственного употребления в пищу. Разные виды питьевого молока различаются между собой по содержанию жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), наполнителей и способу тепловой обработки [1].

В последние годы возрастает спрос населения в молочных продуктах пониженной жирности, в том числе в молоке питьевом [2]. Однако питьевое молоко с невысоким содержанием жира обладает недостаточно выраженным вкусом, что снижает его потребительские свойства. Для улучшения вкусовых качеств низкожирного питьевого молока и повышения пищевой ценности в молоко вносят различные наполнители.

На кафедре «Технология молока и молочных продуктов» Могилевского государственного университета продовольствия разработана технология питьевого молока «Аппетитное» обезжиренного и низкожирного

(с массовой долей жира 1,0 и 1,5%) с повышенным содержанием СОМО. Более высокое содержание СОМО достигается за счет использования при производстве готового продукта сухого обезжиренного молока (СОМ).

На начальном этапе осуществляли подбор оптимального соотношения натурального и сухого обезжиренного молока. СОМ вносили в молоко в следующих концентрациях: 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6 и 7%. Для лучшей гидратации белков сухое обезжиренное молоко предварительно восстанавливали в небольшой части обезжиренного или нормализованного молока при температуре 40–45 °С, смесь выдерживали 30–40 мин, фильтровали, добавляли к основной массе молока и после тщательного вымешивания пастеризовали при 76 °С в течение 20 с. После охлаждения до 20 °С технологический процесс считали законченным. Полученные образцы различной жирности оценивала дегустационная комиссия Могилевского государственного университета продовольствия и дегустационная комиссия ОАО «Поставский молочный завод».

На основании проведенной дегустации предпочтение было отдано питьевому молоку с 4,0%-ным содержанием СОМ. Готовый продукт имел белый, равномерный по всей массе цвет, чистый, молочный, сладковатый с привкусом пастеризации вкус, однородную, без комочков, консистенцию. Следует отметить, что образцы с меньшей концентрацией СОМ имели слабовыраженный «пустой» вкус, а образцы с большей концентрацией СОМ – излишне выраженный привкус составных частей молока. Самые низкие оценки получило питьевое молоко с концентрацией СОМ 6,0 и 7,0%.

Изучены физико-химические свойства и химический состав обезжиренного и низкожирного питьевого молока с добавлением СОМ в количестве 4% от массы молока. В качестве контроля использовали молоко без добавления СОМ.

Из таблицы 1 видно, что при добавлении СОМ титруемая кислотность питьевого молока возрастает. Активная кислотность опытных образцов незначительно отличается от контроля, что, по-видимому, связано с усилением буферных свойств молока за счет повышения содержания в нем белков и солей [3].

Таблица 1 – Физико-химические свойства питьевого молока различной жирности

Показатель	Обезжиренное молоко		Молоко 1%-ной жирности		Молоко 1,5%-ной жирности	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Титруемая кислотность, °Т	18	25	18	25	18	25
Активная кислотность, ед. рН	6,63	6,55	6,62	6,54	6,63	6,55
Буферная емкость по щелочи, см ³	1,40	1,93	1,40	1,87	1,40	1,93
Буферная емкость по кислоте, см ³	1,95	1,60	1,95	1,55	2,10	1,60
Температура замерзания, °С	-0,540	-0,723	-0,520	-0,730	-0,520	-0,722
Плотность, кг/м ³	1031	1043	1030	1042	1029	1042
Динамическая вязкость, мПа·с	1,20	1,39	1,25	1,47	1,35	1,54

Таблица 2 – Химический состав питьевого молока различной жирности, массовая доля, %

Показатель	Обезжиренное молоко		Молоко 1%-й жирности		Молоко 1,5%-й жирности	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Сухих веществ, %	8,90	11,99	9,69	12,47	10,29	13,12
СОМО, %	8,85	11,94	8,69	11,47	8,79	11,62
Общего белка, %	3,35	4,75	3,31	4,66	3,27	4,61
Казеина, %	2,80	4,00	2,78	3,86	2,75	3,84
Лактозы, %	4,62	6,70	4,66	6,50	4,63	6,56
Золы, %	0,72	1,00	0,70	0,99	0,73	0,99
Кальция, %	106,4	130,0	104,8	128,0	108,6	131,2
Витамина С, мг%	0,54	0,69	0,56	0,65	0,54	0,65

Плотность и вязкость опытных образцов молока выше, чем контрольных. Плотность увеличивается в среднем на 12–13 кг/м³, а вязкость – на 0,19–0,22 мПа·с. Это связано с тем, что опытные образцы имеют более высокое содержание сухих веществ, также на вязкость влияет содер-

жание жира в молоке, поэтому чем больше массовая доля жира в образцах, тем выше вязкость. Буферная емкость по щелочи у контрольных образцов ниже, чем у опытных, а буферная емкость по кислоте, наоборот, выше. Это связано с более высокой титруемой кислотностью опытных образцов. Температура замерзания образцов с повышенным содержанием СОМО ниже в среднем на 0,2 °С по сравнению с контрольными образцами, что можно объяснить высоким содержанием в них низкомолекулярных соединений, в первую очередь лактозы и солей.

Данные таблицы 2 показывают, что содержание основных составных частей молока выше у опытных образцов, чем у контрольных. Так, в опытных образцах содержание сухих веществ и СОМО возрастает примерно в 1,3 раза; белка и лактозы – в 1,4 раза; кальция – в 1,2 раза; золы – в 1,4 раза, содержание витамина С увеличивается в среднем на 0,09-0,15 мг%.

Увеличение содержания всех сухих веществ в опытных образцах молока свидетельствует о том, что эти виды молока обладают повышенной пищевой и биологической ценностью.

Энергетическая ценность опытных образцов выше в среднем на 13–14 ккал, чем контрольных, что связано с увеличением содержания в молоке, обогащенном СОМ, белка и лактозы. Следовательно, предлагаемое молоко является низкожирным диетическим продуктом, при этом ничем не проигрывает натуральному молоку по вкусу, и является хорошим источником питательных веществ, необходимых человеку.

Питьевое молоко с добавлением СОМ содержит повышенное содержание сухих веществ, а следовательно, имеет и более высокую вязкость по сравнению с обычным питьевым молоком. В ходе работы были измерены вязкости опытного и контрольного образцов молока при следующих температурах: 20, 35, 50, 65, 80 и 90 °С. Опытным образцом являлось молоко 1,5%-ной жирности с добавлением СОМ в количестве 4,0%, контролем – молоко без добавления СОМ.

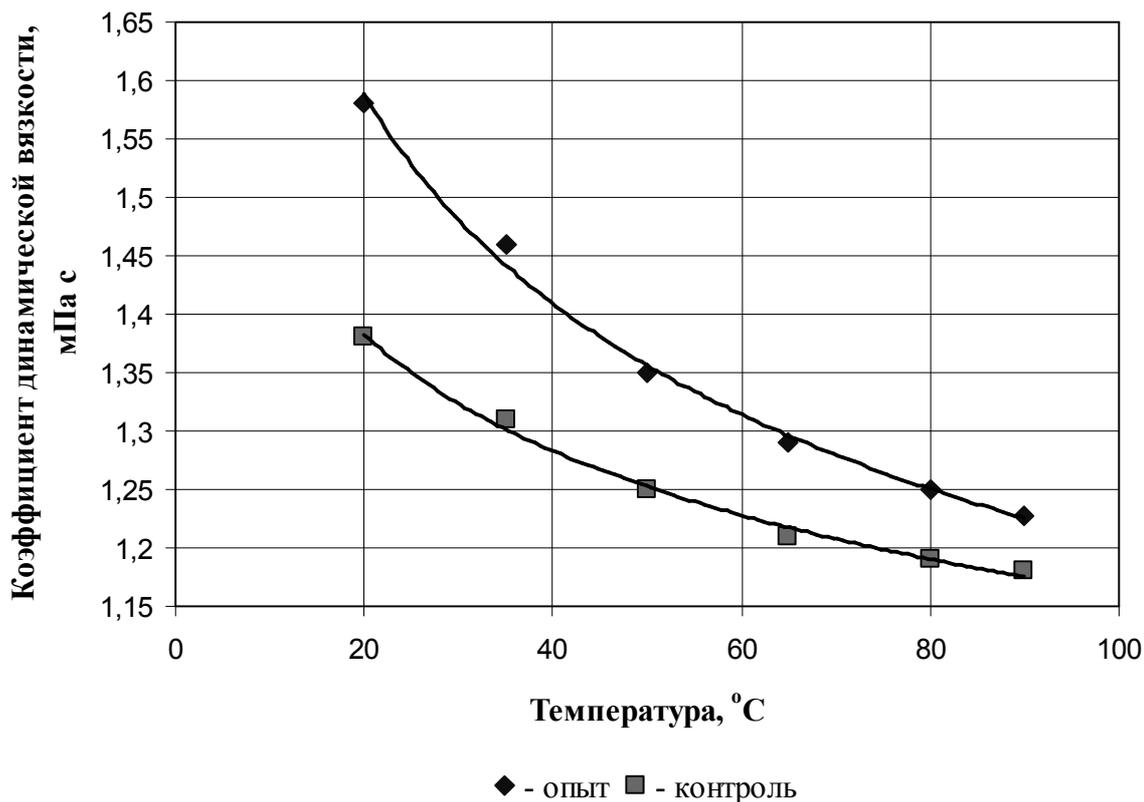


Рисунок 1 – Изменение вязкости молока в зависимости от температуры

Из рисунка 1 видно, что опытное молоко имеет более высокое значение вязкости во всем интервале температур.

Известно, что с повышением вязкости молока возрастает и гидравлическое сопротивление при движении его в трубах и каналах теплообменных аппаратов [4]. Данный фактор приводит к увеличению энергозатрат при производстве продукта. Если предположить, что трубопровод, по которому движется молоко, имеет постоянное поперечное сечение, то скорость жидкости постоянна по длине трубопровода и полное гидравлическое сопротивление сети Δp_c рассчитывается по формуле

$$\Delta p_c = \frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \left(1 + \frac{\lambda L}{d_3} + \sum \zeta \right) + \rho g h_{\text{под}} + (p_2 - p_1),$$

где $\frac{\omega^2 \rho}{2}$ – удельная кинематическая энергия потока жидкости, Па;

$\frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \left(\frac{\lambda L}{d_3} \right)$ – потери давления на трение по длине трубопровода, Па;

$\frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \sum \zeta$ – потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па; $\rho g h_{\text{под}}$ – удельные затраты энергии на подъем жидкости на высоту $h_{\text{под}}$, Па; $(p_2 - p_1)$ – дополнительные затраты на преодоление противодействия в заборной и напорной емкостях, Па.

Коэффициент гидравлического трения (λ) и сумма коэффициентов местных сопротивлений ($\sum \zeta$) являются функцией числа Рейнольдса (Re), с которым они связаны обратно пропорциональной зависимостью

$$\sum \zeta, \lambda = \frac{A}{\text{Re}^n}$$

(A и n – эмпирические коэффициенты).

Число Рейнольдса определяется по формуле

$$\text{Re} = \frac{\omega d \rho}{\mu},$$

где ω – средняя скорость потока, м/с; d – диаметр трубопровода, м; ρ – плотность жидкости, кг/м³; μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с.

Таким образом, в случае увеличения коэффициента динамической вязкости в системе возрастает и полное гидравлическое сопротивление, и наоборот.

Как видно из рисунка 1, с увеличением температуры молока (T) его динамическая вязкость (μ) снижается:

$$\text{для контроля} \quad \mu = 1,91/T^{0,108} (R^2 = 0,9946);$$

$$\text{для опытного образца} \quad \mu = 2,66/T^{0,172} (R^2 = 0,9953)$$

(R^2 – достоверность аппроксимации).

Традиционное питьевое молоко пастеризуется при температуре $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20 с. Так как молоко с добавлением СОМ имеет большую вязкость, чем контрольный образец, его целесообразнее пастеризовать при более высокой температуре. Это позволит снизить вязкость молока, что, в свою очередь, приведет к снижению гидравлического сопротивления в трубах и каналах пастеризатора. Кроме того, с понижен-

ем вязкости увеличивается коэффициент теплоотдачи, что позволяет вести процесс пастеризации более эффективно.

С целью подбора оптимальной температуры пастеризации молока проводили органолептическую оценку образцов, пастеризованных при различных температурах. Для дегустации были приготовлены образцы молока обезжиренного и 1,5%-ной жирности с добавлением СОМ в количестве 4,0%. Пастеризацию молока осуществляли при температурах 76, 80, 85, 90 °С в течение 20 с. Опытные образцы молока, пастеризованные при температуре 80 °С, получили при дегустации самые высокие оценки, так как имели наиболее приятный вкус и запах, свойственный пастеризованному молоку. Образцы молока, как обезжиренного, так и 1,5%-ной жирности, пастеризованные при температуре 90 °С, получили самые низкие оценки, поскольку имели неприятный привкус.

В опытных образцах измеряли также титруемую кислотность до и после пастеризации. Установлено, что пастеризация при традиционном режиме (температура 76 °С) не влияет на кислотность опытного образца. При более высоких температурах пастеризации (80 °С и выше) титруемая кислотность образцов снижается в среднем на 0,9–1,3 °Т, что можно объяснить уменьшением количества растворенных газов (преимущественно углекислого газа) и разрушением витамина С. Таким образом, более высокие температурные режимы пастеризации по сравнению с традиционным предпочтительнее для предлагаемого питьевого молока, так как обеспечивают запас качества молока по кислотности.

На основании серии проведенных опытов по определению органолептических показателей, титруемой кислотности до и после пастеризации, динамической вязкости молока при различных температурах можно заключить, что температура пастеризации 80°С в течение 20 с является наиболее предпочтительной. При таком режиме пастеризации наблюдаются наиболее приятные вкус и запах предлагаемого молока, отмечается

некоторое снижение титруемой кислотности, а также обеспечивается лучшая эффективность работы теплообменного оборудования.

В производственных условиях ОАО «Поставский молочный завод» изучали влияние гомогенизации на свойства питьевого молока. Исследовали молоко 1,5%-ной жирности, пастеризованное при температуре $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20 с и гомогенизированное при давлении 10–15 МПа и температуре $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$. Контролем служило пастеризованное негомогенизированное молоко.

В результате эксперимента было установлено, что гомогенизация оказывает положительное влияние на органолептические показатели молока. Гомогенизированное молоко отличалось более «полным» и насыщенным вкусом по сравнению с контролем, на первые сутки после выработки оно имело ровный однородный цвет и консистенцию. В негомогенизированном молоке наблюдался небольшой слой отстоявшихся сливок, а часть отстоявшегося жира в виде мелких комочков ощущалась во рту.

В связи с этим было проведено исследование по определению количества отстоявшегося жира в процессе хранения молока. Образцы молока 1,5%-ной жирности гомогенизированного и негомогенизированного отбирали в колбы вместимостью 500 см^3 и помещали в бытовой холодильник. В течение 10 сут ежедневно измеряли высоту столбика отстоявшегося молочного жира на поверхности молока в колбах.

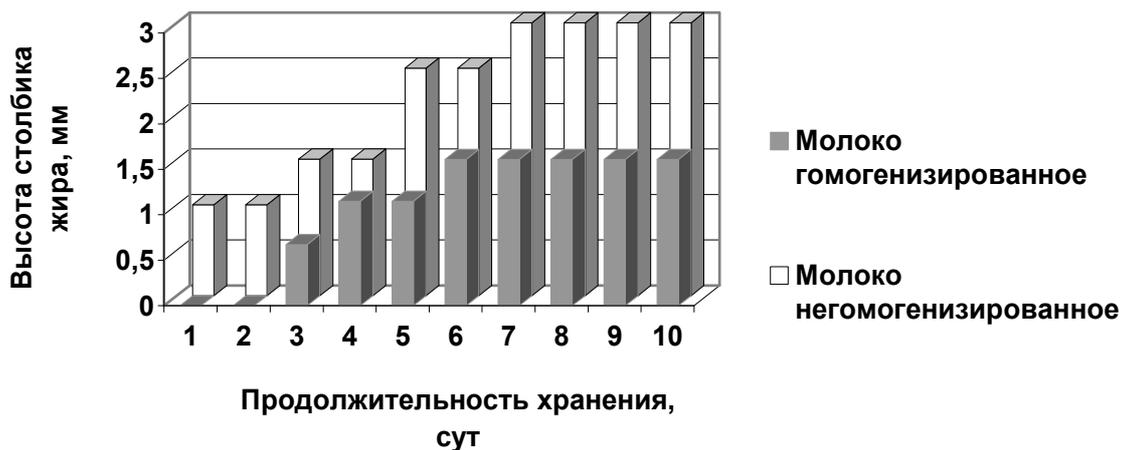


Рисунок 2 - Отстой жира в молоке в процессе хранения

В результате исследования было установлено, что в гомогенизированном молоке только на третьи сутки хранения появилась тонкая пленка из сливок (0,5 мм) на поверхности молока, тогда как в негомогенизированном молоке уже на первые сутки после выработки на поверхности обозначился значительный слой отстоявшихся сливок (1 мм).

Отмечено, что после 7 сут хранения увеличения высоты столбиков жира как в гомогенизированном, так и в негомогенизированном молоке не наблюдалось, отстоявшийся жир на поверхности молока лишь приобрел плотную консистенцию.

Из рисунка 2 видно, что в гомогенизированном молоке разделение фаз жир – молоко происходит гораздо медленнее. Можно предположить, что в результате гомогенизации жировые шарики раздробились настолько, что удерживаются в массе молока другими составными его частями и не всплывают на поверхность в течение длительного времени. Полученные данные подтверждают необходимость гомогенизации низкожирного питьевого молока с повышенным содержанием СОМО.

Разработаны проекты технических нормативных правовых актов (ТНПА) на питьевое молоко «Аппетитное» обезжиренное, 1,0%- и 1,5%-ной жирности (технические условия, технологическая инструкция, рецептуры). Проведены опытно-промышленные испытания технологии

питьевого молока повышенной пищевой ценности на ОАО «Поставский молочный завод», которые показали возможность производства разработанного молока на предприятиях молочной промышленности. Подобные виды молока в настоящее время в Республике Беларусь не вырабатываются. От известного белкового молока молоко «Аппетитное» отличается содержанием СОМ в составе продукта, массовой долей жира, технологическими режимами производства.

Литература

1. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов: учебник / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажин, Р. И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
2. Петровский, К. С. Азбука здоровья: о рациональном питании человека / К. С. Петровский. – М.: Знание, 1982. – 308 с.
3. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
4. Стабников, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.