

Gorinshtein, Sh. B. Investigation of the process for beer clarification and changes in its composition.1968. Ministry of High Education of RSFSR, Institute of Food Industry, Review, pages 1-20, Language: Russian, Database: CAPLUS.

It was described beer clarification by different methods, using bentonite, polyacrylamide, and Perlou resin and many other methods. The process was characterized by mathematical explanations and formulas. The beer was analyzed for important parameters, such as colloids, N-assay, pH, viscosity, maltose, yeast cells, surface activity, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -precipitable matter, and biological stability. A number of Tables and Figures were inserted and explained.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности

Инж. Ш. Б. ГОРИНШТЕЙН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСВЕЩЕНИЯ ПИВА
И ИЗМЕНЕНИЕ ЕГО СОСТАВА

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

(По специальности № 365 «Технология продуктов брожения
и безалкогольных напитков»)

*Научный руководитель —
профессор Г. И. ФЕРТМАН*

Москва — 1968

Экспериментальная часть работы выполнена на Львовском пивоваренном заводе, в лаборатории аналитической химии Львовского политехнического института и во Львовском институте физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных.

Работа изложена на 122 страницах основного текста, содержит 30 таблиц и 26 рисунков, состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка использованной литературы (287 источников, в том числе 151 иностранных) и приложений.

Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности направляет Вам на отзыв автореферат диссертационной работы Ш. Б. Горинштейн «Исследование процесса осветления пива и изменение его состава», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв по автореферату в 2 экземплярах, заверенный печатью по месту работы, просим направлять в Совет института или принять участие в заседании Совета, посвященном публичной защите диссертации, которое состоится _____ 1968 г. в _____ часов по адресу Москва, ул. Чкалова, 73, актовый зал ВЗИППа.

Официальные оппоненты:

1. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор химических наук С. Е. ХАРИН.
2. Кандидат технических наук Е. А. ВОВК.
3. Ведущее предприятие: Харьковский пивоваренный завод № 1.
Автореферат разослан _____ 1968 г.
Ученый секретарь Совета института М. С. Смирнов

ВВЕДЕНИЕ

В пивоваренной промышленности от качества фильтрации запора, сушла и пива зависят не только выход и товарный вид готового продукта, включая его вкусовые и ароматические достоинства, но и, что особенно важно, стойкость при хранении.

В настоящее время для осветления пива применяют фильтрацию через фильтрационную массу, фильтркартон и фильтровальные порошки, а также сепарацию. Положительная сторона ее по сравнению с фильтрацией пива — возможность достижения полной механизации процесса и, как следствие, большой экономической эффект. Однако пиво, осветленное на сепараторе, обладает пониженной коллоидно-белковой стойкостью. Фильтрация пива обеспечивает высокую коллоидно-белковую стойкость его, но экономически менее выгодна.

До настоящего времени различные способы осветления пива изучены недостаточно. В частности, отсутствуют сравнительные данные оценки разных способов осветления пива и изменений при этом процессе его состава.

Настоящая работа имела целью исследовать физико-химические и органолептические изменения, происходящие в пиве в зависимости от способов его осветления, типа и качества применяемых фильтрующих материалов. Зависимость соотношения различных белковых фракций пива от методов его осветления еще не изучалась. Поэтому одновременно предполагалось провести более глубокое изучение изменения состава белков в процессе осветления пива, применив метод электрофореза, который в малой степени использован для исследования белков ячменя, солода и готового продукта.

Сырье для изготовления фильтрующих материалов

Сырьем для изготовления фильтрующих материалов (фильтрационная масса и фильтркартон) служат линт и пух хлопковый — отходы хлопкоочистительных заводов. Основа линта и пуха хлопкового — целлюлоза, кроме того, в состав волокон входят воскообразные (высокомолекулярные одноатомные спирты жирного ряда, органические кислоты) и пектиновые вещества. Главной частью пектиновых веществ является кальций-магниева соль пектиновой кислоты. Наличие воскообразных и пектиновых веществ оказывает большое влияние на обработку волокна.

Для оценки пригодности линта и пуха определяли длину его волокна, засоренность, содержание воскообразных веществ, зольность, коэффициент зрелости и содержание пектата кальция по методам, принятым в контроле хлопкоперерабатывающего производства. Проведены исследования образцов линта и пуха хлопкового двенадцати хлопковых заводов: Нукусского и Ходжейлинского, Кара-Калпакской АССР — образец I; Ханкинского, Хорезмской области — образец II; Бухарского, Хайрабадского и Келесского, Узбекской ССР — образец III; Манитского, Аму-Дарьинской области — образец IV; Ленинабадского, Таджикской ССР — образец V; линта Евлахского завода, Азербайджанской ССР — образец VI; пуха Евлахского завода, Азербайджанской ССР — образец VII; смеси линта и пуха Евлахского завода, Азербайджанской ССР — образец VIII; Душанбинского, Таджикской ССР — образец IX; Термезского, Сурхан-Дарьинской области — образец X. Контрольным образцом был линт хлопковой Душанбинского хлопкозавода.

Результаты анализов показали, что из всех исследованных видов сырья образцы пуха и линта Евлахского хлопкозавода (образцы VI, VII, VIII) обладали наименьшим содержанием примесей и наибольшим — целлюлозы.

На электронном микроскопе ЭМ-7 при увеличении в 15 000 раз исследовали структуру сырья. Перед микроскопированием волокно линта хлопкового расщепляли в дезинтеграторе Варинга и на диспергаторе УЗДН-1. Полученные микрофотографии волокон свидетельствуют о фибриллярной структуре их.

При сопоставлении микрофотографий образцов линта и пуха различных хлопкозаводов выявлено, что микроструктура хлопкового волокна линта Евлахского завода и фильтрационной массы (рис. 1 а, б) по сравнению с контрольным образцом (рис. 1 в, г) имеет наименьшее количество пустот, заполненных воздухом, препятствующих проникновению при обработке линта и пуха в пустоты водных растворов.

Исследования показали, что продукция Евлахского хлопкозавода — наиболее приемлемое сырье для изготовления фильтрующих материалов в пивоваренном производстве.

Фильтрующие материалы, применяемые для осветления пива

Процесс приготовления фильтрационной массы складывается из следующих технологических операций: обезжиривание, отбеливание, измельчение, прессование и высушивание волокна. Фильтркартон изготавливали в такой же последовательности, только к смеси волокна линта и пуха хлопкового добавляли 7% хризотилового асбеста.

Вместо прессования прокатку картона проводили на пап-машине.

Для выявления наилучшего фильтрующего материала исследованы десять образцов фильтрационной массы и два образца

фильтркартона. За эталон сравнения принимали фильтрационную массу, изготовленную на Кинешемском заводе безалкогольных напитков из линта Душанбинского хлопкозавода, а для фильтркартона — образец, изготовленный Косинской бумажной фабрикой (образец ФК).



Рис. 1. Микроструктура хлопкового волокна:

а — образец VII (линт хлопковый Евлахского завода); б — образец VII (фильтрационная масса, изготовленная из линта и пуха хлопкового Евлахского завода); в — образец IX (линт хлопковый Душанбинского хлопкозавода); г — образец (контроль) фильтрационной массы Кинешемского производства.

Для оценки качества фильтрующих материалов определяли в них содержание воскообразных веществ и зольность, а также адсорбционную и фильтрующую способность (табл. 1).

Адсорбционную способность фильтрующих материалов определяли по методу Де-Клерка. Фильтрующую способность оценивали в заводских условиях путем фильтрации пива на 48-рамном фильтре.

Образцы (VI, VII, VIII) и фильтркартон (Ф1) обладали хорошей набухаемостью, однородной микроскопической структурой, отсутствием посторонних запахов и привкусов. Содержание воскообразных веществ и зольность в них — наименьшие.

Наилучший — образец VIII: содержание воскообразных веществ 0,2%; зольность 0,4% (на абс. сухое вещество); адсорбционная способность — 6% мутности стандартного раствора; фильтрующая способность — 13,21 дал/м²ч. При высокой адсорбционной способности эти образцы обладали хорошей фильтрующей способностью.

Фильтрацию Жигулевского пива через различные образцы фильтрационной массы и фильтркартона осуществляли на лабора-

Сопоставление показателей качества различных фильтрующих материалов

Показатели	Образцы фильтрационной массы из лinters хлопкового										Образцы фильтркартона		
	Конт- троль	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ФК Конт- троль	Ф1
Содержание воскообразных веществ, % на абс. сухое вещество	0,44	0,48	0,44	0,41	0,42	0,36	0,19	0,21	0,20	0,46	0,49	0,08	0,28
Зольность, % на абс. сухое вещество	0,33	0,50	0,58	0,59	0,54	0,34	0,48	0,40	0,40	0,56	0,52	0,64	0,39
Адсорбционная способность, % мутности стандартного раствора	1,4	0,9	1,1	1,1	1,2	5,9	6,4	6,0	6,0	0,8	1,9	2,3	6,6
Фильтрующая способность на лепешку, дал/м ² ч	8,02	7,69	9,27	8,55	8,16	7,83	13,00	12,11	13,21	7,46	10,30	10,49	12,00

Таблица 2

Показатели качества пива, отфильтрованного через различные фильтрующие материалы

Показатели	Образцы фильтрационной массы из лinters хлопкового										Образцы фильтркартона		
	Конт- троль	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ФК Конт- троль	Ф1
Предел осаждения назыщенного раствора сульфата аммония, мл/100 мл пива	9	7	7	7	8	7	10	10	11	7	7	7	11
Биологическая стойкость пива, сутки	8	7	7	7	7	7	9	9	9	7	8	7	9
Появление холодной муты при температуре 0°С через час	26	16	23	19	17	17	37	41	39	15	27	29	39

торной установке, которая состояла из воронки Бюхнера, насоса и вакуумметра.

В отфильтрованном пиве определяли предел осаждения пива (коллоидно-белковую стойкость), биологическую стойкость и устойчивость к холодному помутнению, пользуясь общепринятыми методами (табл. 2).

Анализ данных табл. 2 показывает, что наилучшие результаты осветления пива достигнуты при фильтрации через образцы масс, изготовленных из сырья Евлахского хлопкозавода (VI, VII, VIII), и фильтркартон (образец Ф1).

Проведенные исследования фильтрующих материалов позволили усовершенствовать схему приготовления фильтрационной массы (VIII) и фильтркартона (Ф1) с использованием смеси из 40% лinters и 60% пуха Евлахского хлопкового завода.

На данном хлопковом заводе этого сырья достаточно для изготовления фильтрационной массы и фильтркартона, которые еще используются в пивоваренной промышленности. В результате подбора высококачественного сырья значительно сокращены некоторые процессы. Так, вследствие меньшего содержания воскообразных веществ в линте и пухе Евлахского хлопкозавода (0,19% на сухое вещество) удалось сократить процесс обезжиривания сырья с 8 до 4 часов. Продолжительность обработки в ролл-машине сокращена с 60 до 20 мин. за счет более высокого качества отбеливания волокна лinters хлопкового и меньшей длины его.

Малая длина волокна исходного сырья дала возможность снизить также давление, применяемое при формовке фильтрационной массы в брикеты со 100 до 25 ат и заменить стальные диски дюралюминиевыми. Хорошая гигроскопичность полученной массы позволила сократить процесс сушки с 24 до 5 час.

В процессе исследований также сравнены различные способы регенерации фильтрационной массы (обработка раствором перманганата калия, синтетическим веществом Фи и раствором хлорной извести). Последний растворитель признан наиболее выгодным, и он был использован для регенерации II образцов различных фильтрационных масс и фильтркартона. Результаты опытов показали, что образцы фильтрационной массы VI, VII, VIII и фильтркартона Ф1 могут быть регенерированы 25 раз, в то время как остальные — 14 раз.

Как фильтрующий материал были также исследованы два образца диатомита: ахалцихский (DI) и американский (DII). Диатомиты микроскопировали, определяли их адсорбционную способность и оптимальную скорость фильтрации (время, необходимое для фильтрации 100 мл воды).

Из данных опытов следовало, что образцы диатомита по адсорбционной способности и качеству отфильтрованного через них пива близки к образцам фильтрационной массы, изготовленной из сырья Евлахского хлопкового завода.

Исследование процесса осветления пива

Хорошо отфильтрованное пиво должно иметь высокую коллоидно-белковую и биологическую стойкость. Это свойство пива зависит от содержания в нем коллоидов, общего азота, азота фракций А, В, С по Лундину и количества дрожжевых клеток в 1 мл.

Исследовали Жигулевское пиво, приготовленное двухотварочным способом из светлого солода с применением 40% несоложеного сырья и 5% кубинского сахара-сырца. Хмель задавали в три приема в количестве 19,5 г/дал.

Содержание коллоидов находили путем их осаждения смесью этилового спирта и эфира с последующим промыванием той же смесью, высушиванием и взвешиванием осадка, общий азот — методом Кьельдаля, фракции — по Лундину. Цветность пива устанавливали фотоэлектроколориметрическим методом Г. Д. Ратушного на ФЭК-Н-57, а мутность — по коэффициенту светопоглощения. Поверхностное натяжение определяли в приборе Ребиндера. Скорость фильтрации воды и пива на различных образцах фильтрационных масс определяли на лабораторной установке.

Зависимость продолжительности фильтрации воды через различные образцы фильтрационных масс от ее объема представлена на рис. 2.

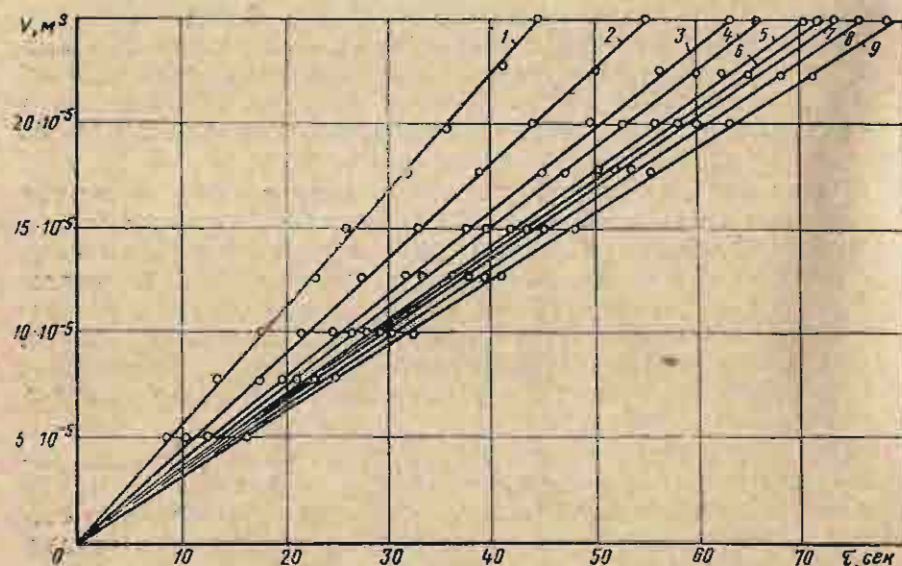


Рис. 2. Зависимость продолжительности фильтрации жидкости τ от ее объема:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 — соответственно при использовании образцов фильтрационной массы VIII, X, II, III, IV, контроль, V, I, IX.

Максимальная скорость фильтрации пива получена при использовании образца фильтрационной массы VIII, наименьшая — образца IX.

Опыты показали, что, как адсорбционная способность, так и скорость фильтрации, зависят от содержания воскообразных веществ, пектата кальция и внутреннего строения волокна линта и пуха хлопкового.

Скорость фильтрации C ($\text{м}^3/\text{м}^2\text{сек}$) рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{V}{F\tau}, \quad (1)$$

где V — объем отфильтрованной жидкости (пива), м^3 ;

F — площадь фильтрующей поверхности, м^2 ;

τ — продолжительность фильтрации, сек.

Среднее удельное сопротивление осадка r ($\text{м}/\text{н}$) вычисляли по уравнению:

$$r = \frac{2d F^2 p}{\mu G}, \quad (2)$$

где d — параметр, входящий в величину среднего удельного сопротивления осадка, $\text{сек}/\text{м}^6$;

p — давление при фильтрации, $\text{н}/\text{м}^2$;

μ — динамическая вязкость пива, $\text{н} \cdot \text{сек}/\text{м}^2$;

G — масса твердой фазы, отлагающейся при получении единицы объема фильтрата, $\text{н}/\text{м}^3$;

d находили из следующего выражения:

$$d = \frac{\tau_2 V_1 - \tau_1 V_2}{V_1 V_2 (V_2 - V_1)} \quad (3)$$

где V_1, V_2 — соответственно объем фильтруемой жидкости по времени τ_1 и τ_2

G вычисляли из следующего уравнения:

$$G = \frac{G_c}{V}, \quad (4)$$

где G_c — масса сухого осадка, н.

Сопротивление фильтрующей перегородки, отнесенное к единице вязкости R (м^{-1}), вычисляли по формуле:

$$R = \frac{pF\tau}{\mu V}, \quad (5)$$

Величины, p, F, r, μ, V находили опытным путем. Установлено, что фильтрационная масса IX при наименьшей скорости фильтрации имела наибольшее удельное сопротивление осадка и сопротивление фильтрующей перегородки. Фильтрационная масса VIII и образец диатомита Д1, обладая наибольшей скоростью фильтра-

ции, имели наименьшее сопротивление фильтрующей перегородки и удельное сопротивление осадка.

На основании проведенных опытов выведена критериальная зависимость, характеризующая процесс осветления пива:

$$C = f(\rho, \mu, G, r, R, V') \quad (6)$$

где V' — объем фильтрата, полученного с единицы фильтрующей поверхности, m^3/m^2 или м.

На основании теоремы Бэкингема составлены три безразмерных комплекса (Φ_1, Φ_2, Φ_3) — критерии подобия при фильтрации:

$$\Phi_1 = \frac{G \cdot \mu}{\rho V'}; \quad \Phi_2 = \rho r V'; \quad \Phi_3 = \frac{GR(V')^2}{\rho} \quad (7)$$

Критерий Φ_1 характеризует градиент скорости $\frac{C}{\rho}$ при данной температуре, Φ_2 — структуру осадка, а Φ_3 — полное сопротивление фильтрации, отнесенное к единице вязкости.

Цифровые данные опытов обработаны статистически в системе обобщенных критериальных координат и в общем виде могут быть представлены следующими выражениями:

$$\Phi_1 = f(\Phi_2, \Phi_3) \quad (8)$$

или в виде показательной функции:

$$\Phi_1 = k \Phi_2^a \Phi_3^b \quad (9)$$

На основании подсчетов опытных данных были получены числовые значения для коэффициента k и показателей степени a и b . Тогда общее критериальное уравнение приняло следующий вид:

$$\Phi_1 = 2,773 \Phi_2^{-0,098} \Phi_3^{0,358} \quad (10)$$

Исследования физико-химических и органолептических свойств пива в процессе его фильтрации осуществляли в заводских условиях на 48-рамном фильтре, используя различные образцы фильтрационной массы. Пробы отбирали до фильтрации пива, после прохождения 100, 250, 1000, 2500 дал и по окончании процесса. При этом было отмечено, что содержание общего азота уменьшилось за счет высокомолекулярных белков фракции А. Наибольшее снижение перечисленных выше компонентов достигалось при фильтрации пива через образец регенерированной массы VIII и смесь, состоящую из 50% регенерированной и 50% новой массы VIII. При фильтрации через образцы масс VI, VII, VIII пока-

затели пива изменялись незначительно. Изменение высших молекулярных белков (фракция А по Лундину) в процессе фильтрации и сепарирования представлено на рис. 3.

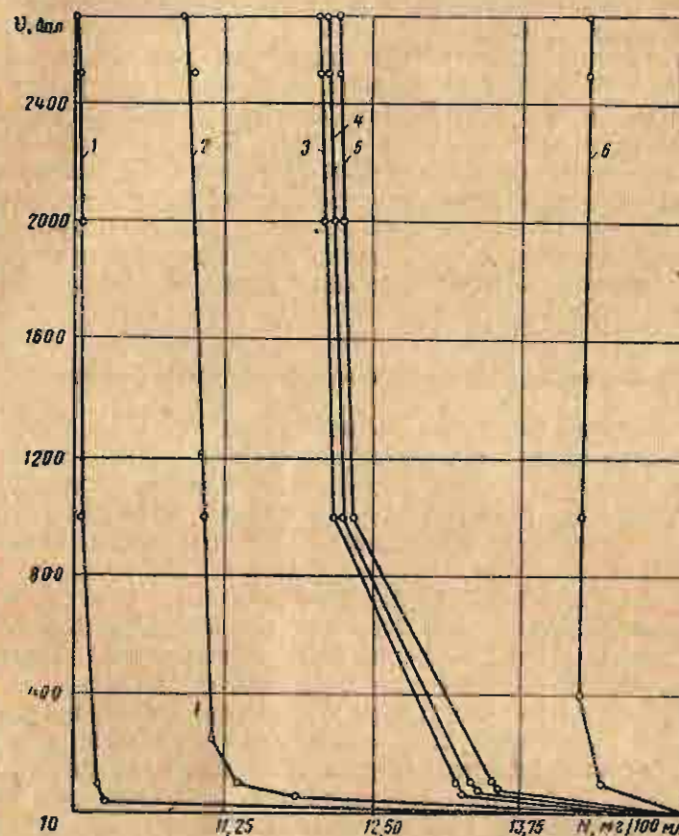


Рис. 3. Изменение содержания азота фракции А в процессе фильтрации и сепарирования:

1, 2, 3, 4, 5 — соответственно при использовании образцов фильтрационной массы VIII (регенерированной), VIII (смесь 50% новой и 50% регенерированной), VII, VIII, VI; 6 — сепарирование.

Содержание мальтозы в пиве после фильтрации во всех опытах осталось почти без изменений. Значение рН, вследствие повышенной адсорбции, резко повысилось при использовании образцов VII и регенерированной массы VIII, в остальных случаях наблюдалось незначительное увеличение рН. Пиво, отфильтрованное с использованием всех образцов фильтрационной массы (VI, VII, VIII), имело большой предел осаждения (от 12 до 10 мл сульфата аммония на 100 мл пива). Коллоидно-белковая стойкость пива была высокой.

В другой серии опытов исследовали изменение пива в процессе осветления на сепараторах Лаваль и ВСП. Сравнительный анализ полученных данных показал, что при фильтрации и сепарировании одного и того же сорта пива, были достигнуты различные конечные показатели. При фильтрации сильнее, чем при сепарировании, понижались содержание действительного экстракта, цветность, рН, вязкость, поверхностное натяжение, содержание коллоидов, углекислоты и общего азота. Резкое снижение содержания высокомолекулярных белков фракции А (рис. 3) при фильтрации по сравнению с сепарированием повышало коллоидно-белковую стойкость пива, что соответствовало достигаемому в этом случае пределу осаждения (12 мл против 7 мл при сепарировании). Контролем служило пиво, профильтрованное через фильтрационную массу, изготовленную на Кинешемском заводе безалкогольных напитков.

Сравнительная оценка различных способов осветления

Для выявления наиболее рациональных способов фильтрации провели исследование имеющихся способов осветления пива: фильтрация одинарная и двойная на разных образцах фильтрующих материалов, сепарирование при различной производительности сепаратора, осветление фильтровальным порошком (диатомит) и осадителями (бентонит, полиакриламид, полиамидная смола «Перлон»), а также комбинированные способы — сепарирование с последующей фильтрацией и фильтрация с последующим осветлением диатомитом. При сравнении были использованы химический, колориметрический и фотометрический методы анализов.

Всего было поставлено тридцать опытов осветления пива на лабораторной установке при соблюдении одинаковых условий (толщина лепешек фильтрационных масс или слоя фильтровального порошка, постоянное давление и др.). Результаты опытов представлены в табл. 3.

За основу оценки различных способов осветления пива принята его коллоидно-белковая и биологическая стойкость. Из данных табл. 3 следует, что наибольшая коллоидно-белковая стойкость пива достигнута при двойной фильтрации через фильтрационную массу VIII (предел осаждения 12 мл) или сепарированием с последующей фильтрацией через фильтрационную массу, а также фильтрацией через фильтрационную массу VIII, а затем через диатомит. Но в последнем случае уменьшалась вязкость пива (от 1,564 до 1,527 мн·сек/м²). Все это при незначительном изменении экстракта пива понижало пеностойкость его. Особенно низкая высота пены и пеностойкость была у пива, которое подвергли двойной фильтрации или при использовании многократно регенерированной фильтрационной массы. Хорошие показатели достигнуты при фильтрации пива через фильтрационную массу VIII и образец фильтркартона Ф1. Фильтрация через фильтровальный

Состав пива при различных способах осветления

Таблица 3

Показатели	До осветления		После фильтрации через фильтрующие массы и фильтркартон:						После обработки осадителями:			После сепарирования на:				
	образец VIII	образец VII	образец VI	образец V	образец IV	образец ФК	образец Ф1	бентонит	полиакриламид	полиамидная смола «Перлон»	Лаваль (900 л/ч)	ВСП (600 л/ч)	Лаваль через образ. №1	ВСП	Лаваль	
Содержание азота, мг/100 мл пива:	59,61	57,37	54,73	54,03	54,00	55,16	54,68	54,69	54,41	54,39	58,39	57,41	54,75	57,41	54,75	280
Общего азота	17,97	15,74	13,12	12,43	12,40	13,54	13,07	13,17	13,14	13,13	16,75	15,80	13,12	15,80	13,12	1,20
Фракций по Лундину:	7,18	7,17	7,16	7,16	7,18	7,18	7,17	7,15	7,14	7,12	7,18	7,16	7,17	7,16	7,17	0,023
А	34,46	34,46	34,45	34,44	34,42	34,44	34,44	34,37	34,13	34,14	34,46	34,45	34,46	34,45	34,46	4,75
В	1,29	1,18	1,20	1,16	1,16	1,20	1,19	1,17	1,18	1,18	1,25	1,22	1,20	1,22	1,20	0,031
С	—	0,033	0,024	0,016	0,020	0,034	0,023	0,021	0,030	0,020	0,034	0,031	0,023	0,031	0,023	0,023
Цветность, мл 0,1 и раствора йода/100 мл пива	4,70	4,75	4,75	4,77	4,79	4,74	4,76	4,79	4,76	4,78	4,74	4,74	4,75	4,74	4,75	4,75
Мутность	60 010	2 104	1 630	300	340	2 020	1 400	1 010	1 380	800	450	400	280	400	400	280
рН	—	9	11	12	12	8	11	10	10	10	7	8	11	8	11	11
Содержание дрожжевых клеток в 1 мл	—	8	9	9	10	7	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Предел осаждения насыщенного раствора сульфата аммония, мл/100 мл пива	1,564	1,544	1,538	1,528	1,524	1,549	1,531	1,534	1,535	1,530	1,550	1,548	1,548	1,548	1,548	1,548
Биологическая стойкость пива, сутки	—	8	9	9	10	7	9	10	10	10	12	13	10	13	10	10
Вязкость, мн·сек/м ²	—	1,544	1,538	1,528	1,524	1,549	1,531	1,534	1,535	1,530	1,550	1,548	1,548	1,548	1,548	1,548

Процентное соотношение в пиве отдельных фракций белка, полученных методом электрофореза

Таблица 4

Содержание фракции белка	До осветления	После фильтрации через фильтрационные массы и фильтрыкартон:					После осветления по м. II	После обработки осветлителем:			После сепарирования на:	
		образец VII	образец VII (двойная фильтрация)	образец VIII и осветление	образец VIII	образец IX		Бентонит	полиакриламид	поливинилпирролидон «Пиррон»	сепараторе Даваль (900 л/ч)	сепараторе Даваль в фильтре VIII
β — глобулин, %	40,4	43,7	44,9	45,2	45,2	44,0	44,9	44,8	45,0	45,0	42,6	44,7
β — глобулин, мг %	45,37	42,98	36,81	35,10	35,03	35,94	36,96	36,95	36,86	36,92	44,59	36,55
Альбумин, %	59,6	56,3	55,1	54,8	54,8	56,0	55,1	55,2	55,0	55,0	57,4	55,3
Альбумин, мг %	56,94	55,40	45,19	42,57	42,47	45,74	45,85	45,53	42,27	45,14	60,09	45,35

порошок и осадители влечет за собой уменьшение содержания общего азота в пиве.

Фракция высокомолекулярных белков несколько выше по сравнению с фильтрацией через фильтрационную массу. Этим объясняется более высокая коллоидно-белковая стойкость пива, профильтрованного через фильтрационную массу. Более низкая коллоидно-белковая стойкость пива наблюдалась в случае фильтрации через фильтрыкартон Косинской бумажной фабрики (ФК). При осветлении пива на сепараторе содержание общего азота снижалось на 2,20—1,22 мг/100 мл, т. е. в значительно меньшей степени, чем при фильтрации через фильтрационную массу. В пиве после сепарирования содержание азота фракции А было также повышенным. Наименьшей коллоидно-белковой стойкостью обладало пиво, осветленное на сепараторе Даваль при большой его производительности. Наибольшую биологическую стойкость имело пиво, осветленное сепарированием, среднюю — с применением фильтрационной массы. При охлаждении пиво, осветленное сепарацией, быстрее выделяло муть, чем прошедшее через фильтрующие материалы.

Наилучший эффект осветления достигнут при двойной фильтрации через образец VIII (показатель мутности 0,016), а содержание дрожжевых клеток 300 в 1 мл. Наибольшее снижение цветности наблюдалось в случае фильтрации через фильтрующие материалы, а наименьшее — при сепарировании.

Фракционирование белков пива методом электрофореза

Для более глубокого выяснения изменений, происходящих в пиве при различных способах осветления, был изучен его белковый состав методом электрофореза на агаровом геле.

В связи с тем, что пиво содержит сравнительно небольшое количество белковых веществ, для четкого разделения электрофорезом проводили их концентрирование танин-кофениновым методом.

Пробу пива (500 мл) освобождали от углекислоты путем встряхивания в колбе. Затем разделяли на две равные части и осаждали белки в пиве 4%-ным раствором танина. К полученному осадку добавляли кофеин в количестве вдвое превышающем количество осажденного белка. На стеклянную пластинку, покрытую слоем агара в 2 мм, в стартовые желобки размером 1,5×0,2 см наносили 0,04 мл пива.

В опытах был использован аппарат для электрофореза ЭФА-1, рассчитанный на одновременную работу в двух отдельных камерах. Электрофорезная камера с угольными электродами была изготовлена самостоятельно. Разделение белков продолжали в течение 5 часов при напряжении 40—80 в. После разгонки пластинку обрабатывали в течение 16 час. 0,2 н раствором уксусной кислоты, высушивали и окрашивали в растворе амидо-шварца. Высушенную электрофореграмму обрабатывали на регистрирую-

шем микрофотометре МФ-4. Полученные показатели экстинкции наносили на миллиметровую бумагу и строили кривую разделения фракций по длине электрофореграммы. По площадям пиков, которые соответствовали отдельным фракциям, высчитывали соотношение между ними, используя для этого метод взвешивания площадей на торсионных весах.

Для сравнения полученных фракций белка параллельно с исследуемыми пробами пива в стартовые желобки наносили сыворотку крови.

Для выявления зависимости коллоидно-белковой стойкости пива от содержания в нем высокомолекулярных белков был проведен электрофорез белков, которые разделялись на фракции, — альбумин и β -глобулин, в 12 образцах пива, осветленного различными способами.

На рис. 4 приведены электрофореграммы белков пива.

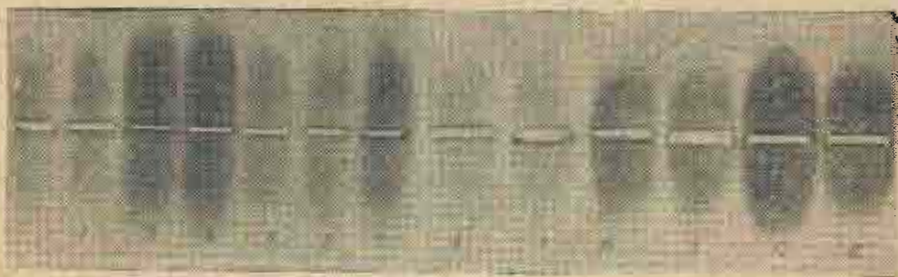


Рис. 4. Электрофореграммы белков пива, осветленного различными способами:

1, 7, 10 — соответственно после обработки осадителями: полиамидная смола «Перлон», бенгонит, полиакриламид; 2 — после фильтрации через образец Ф1; 3, 5, 9 — соответственно после фильтрации через образцы фильтрационной массы контроль, VIII, VIII (двойная фильтрация); 4 — после фильтрации через образец VIII и осветление диатомитом (Д1); 6 — соответственно после сепарирования на сепараторе Лаваль, на сепараторе Лаваль и фильтрация через образец VIII; 11 — после осветления диатомитом (Д1); 12 — до осветления; а — альбумин; б — β -глобулин; о — стартовый желобок.

Разная интенсивность окраски полос электрофореграмм белков пива соответствует определенному образцу.

Сравнивая полученные электрофореграммы с известными фракциями сыворотки крови, следует, что к положительному полюсу перемещается альбумин, а к отрицательному — β -глобулин белка.

На рис. 5 представлены электрофоретические кривые.

Площадь, заключенная между каждой из кривых и осью абсцисс, характеризует содержание белков в пиве, осветленном способом, соответствующим данной кривой.

Из представленных на графике трех способов осветления пива (фильтрация через фильтрующие материалы, фильтровальный порошок и сепарирование) наименьшее содержание белков было в пиве, осветленном фильтрующими материалами, затем через диатомит и наибольшее — при сепарировании.

Количество белковых веществ фракции А, осажденных по Лундину, в исследуемых образцах пива соответствует данным, полученным графическим методом при электрофорезе белка.

В табл. 4 помещены данные, полученные методом электрофореза, о процентном соотношении фракций растворимых белков пива при различных способах его осветления.

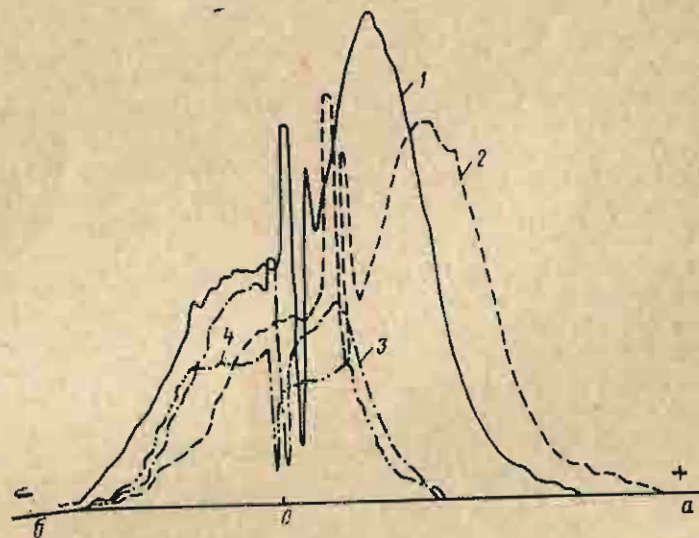


Рис. 5. Электрофоретические кривые белков пива, осветленного различными способами:

1 — после сепарирования на сепараторе Лаваль; 2, 4 — соответственно после фильтрации через образцы фильтрационной массы контроль и VIII; 3 — осветление ахальским диатомитом (Д1); а — альбумин; б — β -глобулин; о — стартовый желобок.

Соотношение белковых фракций в нефильтованном пиве количественно несколько отличается от соотношения белковых фракций контрольного образца и остальных проб, осветленных различными способами. Так, если соотношение фракций белка (альбумина и β -глобулина) в образце неосветленного пива соответственно 59,6 и 40,4%, то при двойной фильтрации оно составляет 54,8% и 45,2% и при сепарировании 57,4% и 42,6%. Наименьшее содержание β -глобулина имеется в пиве после фильтрации через фильтрующие материалы. Близки к ним показатели соотношения фракций белка в нефильтованном пиве, при двойной фильтрации и при сепарировании соответственно составляли 1,475; 1,215; 1,340. Из опытных данных следует, что в соотношении белковых фракций существует определенная закономерность.

Изменение соотношения белковых фракций в процессе осветления пива, очевидно, объясняется тем, что содержание альбумина

снижается несколько быстрее, чем β -глобулина, который в дальнейшем вызывает выпадение остаточной белковой мути.

Из сравнения исследуемых образцов пива по их коллоидно-белковой стойкости следует, что она обратно пропорциональна содержанию β -глобулина.

Выводы

1. Исследован состав и структура сырья (линта и пуха), полученного с двенадцати хлопковых заводов, применяемого для изготовления фильтрующих материалов. Показано, что адсорбционная и фильтрующая способность фильтрационной массы зависят главным образом от состава и структуры сырья. Наиболее подходящим следует считать сырье, содержащее наименьшее количество воскообразных веществ и пектата кальция и, значит, наибольшее — целлюлозы.

2. На основании сопоставления свойств изготовленных и испытанных в производственных условиях образцов фильтрационной массы лучшим признан образец, полученный из 40% линта и 60% пуха Евлахского хлопкозавода, и фильтркартон, изготовленный из смеси 7% хризотилового асбеста, 40% линта и 53% пуха Евлахского хлопкозавода. Эти фильтрующие материалы при их использовании для фильтрации пива не уступают диатомиту.

3. Экспериментально определены показатели, характеризующие фильтрацию пива, что позволило установить величину скорости ее; среднее удельное сопротивление осадка и сопротивление фильтрующей перегородки.

4. В результате обработки экспериментальных данных выявлена критериальная зависимость, характеризующая процесс фильтрации пива. Наличие ее позволяет моделировать процесс фильтрации пива и дать оценку применяемым фильтрующим материалам.

5. Изучена динамика изменений физико-химических свойств пива в процессе фильтрации при использовании различных образцов фильтрующих материалов и сепарирования. Установлено, что при фильтрации пива происходят более резкие изменения показателей, характеризующих его качество (ослабление цветности, потеря коллоидов и углекислоты), чем при сепарировании.

6. На основе анализа различных способов осветления пива можно считать, что наиболее высокие показатели коллоидно-белковой стойкости достигаются при фильтрации пива через улучшенные образцы фильтрационной массы, несколько более низкие имеются у пива, осветленного диатомитом, и наиболее низкие — в подвергнутом сепарированию.

7. Методом электрофореза на агаровом теле белки пива разделены на две фракции: альбумин и β -глобулин. Выведено их соотношение и установлен показатель этого соотношения для нефилтрованного и осветленного пива. Выявлено, что коллоидно-

белковая стойкость пива обратно пропорциональна содержанию в нем β -глобулина. Наименьшее содержание β -глобулина имеется в пиве после его фильтрации, а наибольшее — после сепарирования.

8. В результате проведенной работы дана оценка существующим методам осветления пива, имеющим при этом место изменениям его состава и обоснованы параметры процесса осветления пива. Показана возможность повышения коллоидно-белковой стойкости пива путем применения осадителей, фильтрующих материалов и фильтровальных порошков.

9. На основании проведенных исследований разработана усовершенствованная технологическая схема изготовления фильтрующих материалов с использованием оптимального по составу сырья образца, предусматривающая сокращение продолжительности производственного цикла за счет уменьшения длительности стадий обезжиривания, измельчения, промывок, прессования и высушивания линта и пуха хлопкового. Вследствие перехода на новый вид сырья (пух хлопковый вместо линта) улучшается качество и удешевляется стоимость фильтрующих материалов, а из-за сокращения длительности процессов промывки уменьшаются потери сырья. Экономический эффект от внедрения усовершенствованной технологии изготовления фильтрующих материалов в условиях Львовского пивоваренного завода составляет 23,3 тыс. руб. в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих статьях:

Фильтрационная масса в пивоваренной промышленности. «Харчова промисловість», 1967, № 1.

Зависимость качества пива от фильтрации его на различных образцах фильтрационной массы. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1967, № 3.

Изменение качественного состава пива в процессе фильтрации. «Харчова промисловість», 1967, № 4.

Фильтрация пива с применением улучшенной фильтрационной массы. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1968, № 1.

Сравнительная оценка различных способов осветления пива. «Ферментная и спиртовая промышленность», 1968, № 3.

Фильтрационный картон в пивоварении. НТИ (пивоваренная и безалкогольная промышленность). ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1968, вып. 2.

Способ получения фильтрационной массы для осветления пива. Заявка на авторское свидетельство. № 1193675/28-13.

Результаты работы обсуждены на областном партийно-хозяйственном активе работников пищевой промышленности 22 октября 1965 г. и на научной конференции ВЗИППа в апреле месяце 1968 г.