

УДК 663.41

## Применение технологии сухого охмеления в пивоварении

Канд. техн. наук **Матвеева Н.А.**, matveevanatalja2007@rambler.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

**Титов А.А.**, shallith@mail.ru

Филиал «Пивоварня Хейнекен» ООО «ОПХ»

193230, Санкт-Петербург, ул. Тельмана, д. 24

*В настоящее время основную долю рынка пива в России занимают производители-гиганты. В то же время сложился благоприятный климат для развития малого бизнеса: растёт число мини-пивоварен, а, соответственно, возрастает и конкуренция между ними. Однако заводы малой мощности не способны на равных конкурировать с крупными производителями и специализируются, в основном, на выпуске особых сортов пива, которые привлекают потребителей уникальными свойствами.*

*Новой для нашей страны технологией является применение сухого охмеления. Такой приём внесения хмеля позволяет сохранить нестабильные ароматические масла: монотерпены – мирцен, дитерпены – димирицен, сексвитерпены –  $\beta$ -кориофиллен и др. Пиво, приготовленное по такой технологии отличается насыщенным ароматом хмеля, который невозможно достигнуть в традиционной технологии пивоварения.*

*Ключевые слова:* пиво, сухое, охмеление, ароматический хмель сорта «Amarillo», дегустационная оценка, новый сорт пива.

---

## The use of dry hopping technique in brewing

Ph.D. **Matveeva N.A.**, matveevanatalja2007@rambler.ru

University ITMO

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

**Titov A.A.**, shallith@mail.ru

Branch of "Heineken Brewery" LLC "UHB", 193230, Saint-Petersburg, Telmana street, 24

*Currently, the major share of the beer market in Russia take giant manufacturers. At the same time there is a favorable climate for the development of a small business: grows the number of mini-breweries, and, correspondingly, a competition between them. However, mini-breweries are not able to compete with large producers and specialize mainly in the production of special beers that appeal to consumers with unique properties. Dry hopping technique is new for our country. This technique allows you to keep hops volatile aromatic oils: monoterpenes - myrcene, diterpenes - dimiritsen, seksviterpeny -  $\beta$ -koryofyllen etc. Beer brewed this technology differs rich aroma of hops, which is impossible to achieve in traditional brewing technology.*

*Keywords:* beer, dry hopping, aromatic hops «Amarillo», tasting score, a new brand of beer.

---

В классической технологии пивоварения хмель вносится на стадии кипячения суслу и обычно задаётся либо в виде единовременной засыпи через 10 минут после начала кипячения, либо в несколько порций (2-3).

При единовременной засыпи изомеризуется максимальное количество горьких веществ хмеля. Горькие вещества хмеля являются важнейшей характеристикой для пивовара, способствуют пеностойкости пива и тормозят развитие микроорганизмов [1]. В случае засыпи в несколько порций, последняя порция задаётся за 5-10 минут до конца кипячения или во время перекачивания суслу в вихрь с целью сохранения части ароматического хмелевого масла, теряемого во время кипячения.

Поэтому для создания сортов пива с яркой ароматикой целесообразно вместо внесения ароматического хмеля в конце кипячения применять приём сухого охмеления, позволяющий наиболее полно экстрагировать хмелевые масла без риска их потерь.

Таким образом, создание новых сортов пива с применением технологии сухого охмеления является актуальной задачей. Пиво, приготовленное по этой технологии, отличается насыщенным ароматом хмеля. Многие любители пива ценят отчётливый цветочный аромат, который появляется в пиве именно после сухого охмеления.

Для данной технологии выбирался ароматический хмель с низким содержанием  $\alpha$ -кислот (6% и ниже). Экспериментальным путём из множества видов ароматического хмеля выбран гранулированный ароматический хмель сорта «Amarillo» (США, производитель фирма «Vigil Gamache Farms inc.») с цитрусовым ароматом [2].

### **Выбор способа сухого охмеления**

Сухое охмеление подразумевает добавление хмеля в ферментер или кег после завершения процессов брожения. Технология сухого охмеления сохраняет нестабильные ароматические масла, которые обычно испаряются в процессе варки.

В ходе эксперимента выбран способ внесения ароматического хмеля «Amarillo» в бродильный аппарат в конце дображивания на стадии холодного созревания пива. Проведён ряд экспериментов, в ходе которых были выбраны параметры процесса: температура и продолжительность охмеления, а также количество вносимого хмеля.

Для ведения процесса сухого охмеления выбрана температура – 1°C, при которой происходит холодная стабилизация (созревание пива). В начале стабилизации вносился гранулированный ароматический хмель «Amarillo», после чего пиво с хмелем выдерживалось под давлением 0,5 – 1 атм без перемешивания.

Продолжительность сухого охмеления варьируется. Для максимального выделения ароматических масел необходимо выдерживать охмелённое пиво в течение нескольких дней (рекомендуемая продолжительность процесса охмеления от 5 до 14 дней). Во вторичном ферментере хмель следует оставлять на 1-2 недели. Если хмель добавляется непосредственно в кег, то выдерживание длится несколько месяцев, но чрезмерно долгое настаивание может привести к появлению «травянистого» привкуса в готовом пиве [3].

Таким образом, в процессе исследования выбрано время охмеления – 14 дней, что соответствует продолжительности созревания пива. Хмель добавляли в концентрациях от минимально до максимально рекомендуемых – 1,2 и 4 унции на 5 галлонов, то есть 1,5; 2,9 и 5,8 г/дал.

### **Сырьё и вспомогательные материалы, используемые в исследовании**

#### Солод и несоложёные материалы

Готовили образцы пива настойным способом из светлого солода (85%).

Физико-химические показатели представлены производителем ЗАО «Солодовенный завод Суффле Санкт-Петербург» и указаны в качественном удостоверении (табл.1). Солод соответствует ГОСТ 29294-92, СаНПиН 2.3.2.1078-01.

В качестве несоложённых материалов использовали пивоваренный ячмень (15%). Показатели ячменя предоставлены производителем ООО «Курский солод» и указаны в качественном удостоверении (табл.2.).

Для придания горечи на стадии варки сусла в начале кипячения добавляли изомеризованный экстракт хмеля ИКЕ (IsomerisedKettleExtract), изготовленный из горького хмеля: сорт Американский Саммит. Вещества хмеля, переходящие в сусло на стадии кипячения придают пиву необходимую горечь, участвуют в осветлении сусла, повышают стойкость пены, увеличивают биологическую и коллоидную стабильность.

Показатели экстракта хмеля предоставлены производителем «Botanix Ltd.» и указаны в качественном удостоверении (табл. 3).

Для сухого охмеления использовали гранулированный хмель сорта «Amarillo».

Показатели гранулированного хмеля предоставлены производителем «Vigil Gamache Farms inc., США» (табл. 4).

Таблица 1

**Физико-химические показатели светлого солода**

<b>Параметр, ед. изм.</b>	<b>Результаты испытаний</b>
Наименование	Суффле В (Baetrix 60%, Quench 40%)
Влажность, %	4,3
Цвет	Желтый
Запах	Свойственный
Запах и вкус	Солодовый, сладковатый
Внешний вид	Однородная зерновая
Сход с сит 2.8, 2.5 мм, %	95,5
Проход через сито < 2.2 мм, %	1,5
Экстрактивность, % С.В.	80,5
Время осахаривания, мин.	15
Цвет суслу, ЕВС	3,6
Цвет после кипячения, ЕВС	6,7
рН	6,02
Вязкость с Р	1,47
Общий белок, % С.В.	11,6
Растворимый белок, % С.В.	4,6
Диастатическая сила, WK ед.	285
Фриабильность, %	86
Немодифицированные зерна, %	1,6
Частично модифицированные зерна, %	4,5
Свободный аминный азот, мг/л	154
КСС, %	79,7
Гашинг	Без гашинга
НДМА, не более, мг/кг	2
PDMS, не более, ppm	3
Охратоксин А, не более, мг/кг	2
Температура подсушивания солода	Последние 3 часа сушки температура над слоем 80 °С

Таблица 2

**Физико-химические показатели пивоваренного ячменя**

<b>Параметр, ед. изм.</b>	<b>Результаты испытаний</b>
Сорт ячменя	Ксанаду
Внешний вид	Соответствует
Влажность, %	13,9
Белок, %	12,1
Сход с сита 2.5 мм, %	90,2
Проход через сито 2.2 мм, %	1,5
Зерновая примесь, %	2
Сорная примесь, %	0,6
Чистота сорта, %	97
Зараженность	Не обнаружена
Способность прорастания, %	95
Экстрактивность (в.с.в.), %	68,3

Таблица 3

**Физико-химические показатели экстракта хмеля ИКЕ**

Параметр, ед. изм.	Результаты испытаний
Вязкость, Pas при 30-40 °С	2,3
Содержание α-кислот, %	2
Содержание изо-α-кислот, %	45
Содержание β-кислот, %	18
Содержание масел хмеля, %	5
Магний (ИКЕ), мг/кг	480
Плотность, гр/мл	0,95
Сортность	Сорт один, не содержит ГМО

Таблица 4

**Физико-химические показатели гранулированного хмеля «Amarillo»**

Параметр, ед. изм.	Результаты испытаний
Содержание α-кислот, %	8
Когумулон, % от α-кислот	23
Содержание β-кислот, %	7
Содержание масел хмеля, мл/100г	1,9
Кариофиллен, % от масел	2-4
Фарнезен, % от масел	2-4
Гумулен, % от масел	9-11
Мирцен, % от масел	68-70

Дрожжи Weihensterhan 34/70 – известный штамм, произведённый в Германии, используется в пивоваренной промышленности во всём мире для производства пива низового брожения. Сегментация сильная. Конечная плотность средняя. Можно использовать вплоть до 5-й генерации.

**Вспомогательные материалы**

В качестве вспомогательных материалов применяли:

- пищевую ортофосфорную кислоту для подкисления затора;
- соли  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{ZnCl}_2$  – источники ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ ;
- ферменты: Mats L – комплексный ферментный препарат; Filtrase NLC – термостабильная β-глюканаза – для расщепления β-глюкана, ускорения и улучшения фильтрации; Amigase Mega – амилоглюкозидаза для улучшения сбраживания.

**Методы исследования**

В рамках работы определяли основные физико-химические показатели сусла, зелёного и зрелого пива. Сусло анализировали после стадий варки с хмелем и охлаждения (табл. 4).

Анализ зелёного пива проводили на 7-8 сутки брожения (табл. 5).

Анализ готового пива – после центрифугирования и охлаждения до температуры холодной стабилизации 0° – (-) 1°С (табл.6).

Использовали следующие методики:

- определение экстрактивности начального сусла и содержание этилового спирта на анализаторе Anton PaarDMA4500M;
- определение pH на pH-метре Metrohm 827pH lab;
- определение цветности на спектрофотометре Nach Lange DR 5000;

- определение ацетальдегида, диметилсульфида, эфиров и высших спиртов на газовом хроматографе Perkin Elmer Clarus 500.

Таблица 5

**Физико-химические показатели готового суслу**

Параметр, ед. измерения	Результаты испытаний образца 1	Результаты испытаний образца 2	Результаты испытаний образца 3
Плотность, %масс.	13,8	13,5	14
pH (при 20°C)	5,21	5,15	5,17
Горечь, BU	11,4	10,7	10,6
Цветность, EBC	11	12,3	11,6
Видимый экстракт	2,98	2,55	2,78
Степень сбраживания	78,17	80,82	81,1

Таблица 6

**Физико-химические показатели молодого пива**

Параметр, ед. изм.	Результаты испытаний образца 1	Результаты испытаний образца 2	Результаты испытаний образца 3
Плотность, %масс.	13,84	13,49	13,9
Спирт, % об.	6,26	6,65	6,29
Диацетил	19	22	24
Видимый экстракт	2,18	2,28	2,08
pH	4,51	4,38	4,39

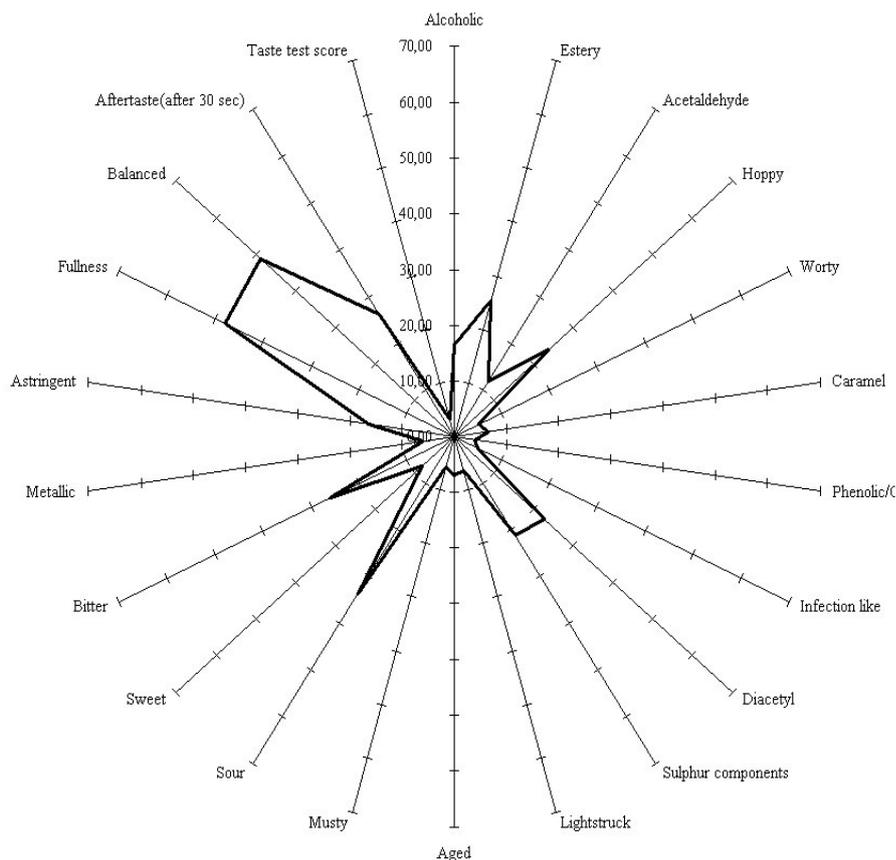
**Определение оптимальной дозы ароматного хмеля «Amarillo»**

Диапазон концентраций вносимого хмеля с целью определения оптимальной дозы выбран по рекомендациям зарубежных пивоваров и на основании литературного обзора. [4,5,6].

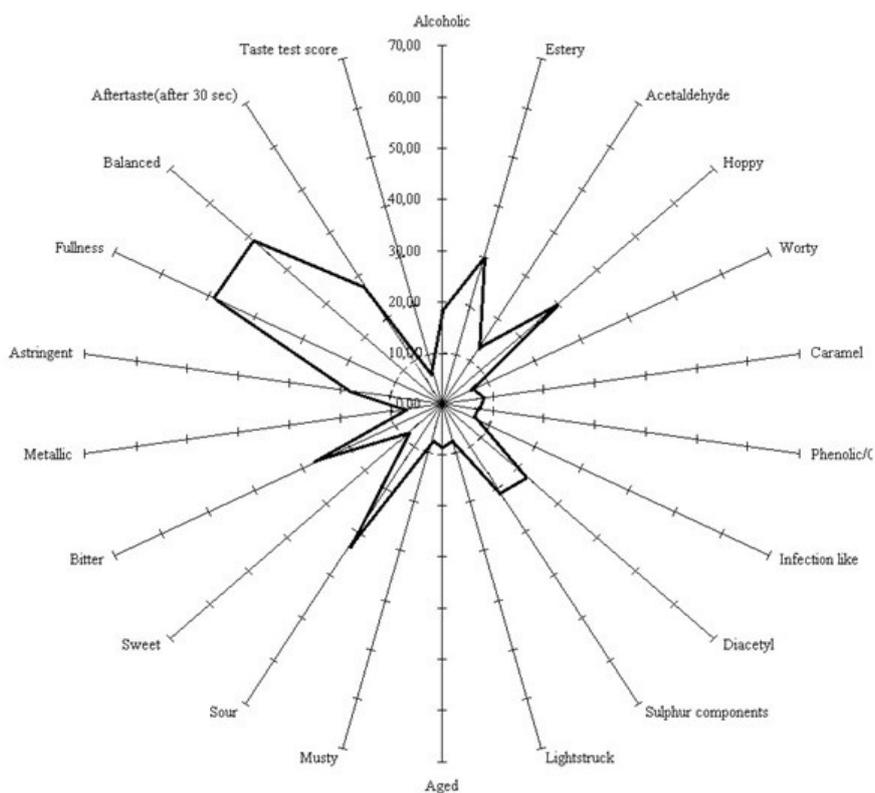
Исследовали зрелое пиво до и после сухого охмеления. Были выбраны следующие концентрации: образец №1 – 15 г/дал; образец №2 – 29 г/дал; образец №3 – 58 г/дал.

Хмель вносился в бродильный танк при температуре (-)1°C.

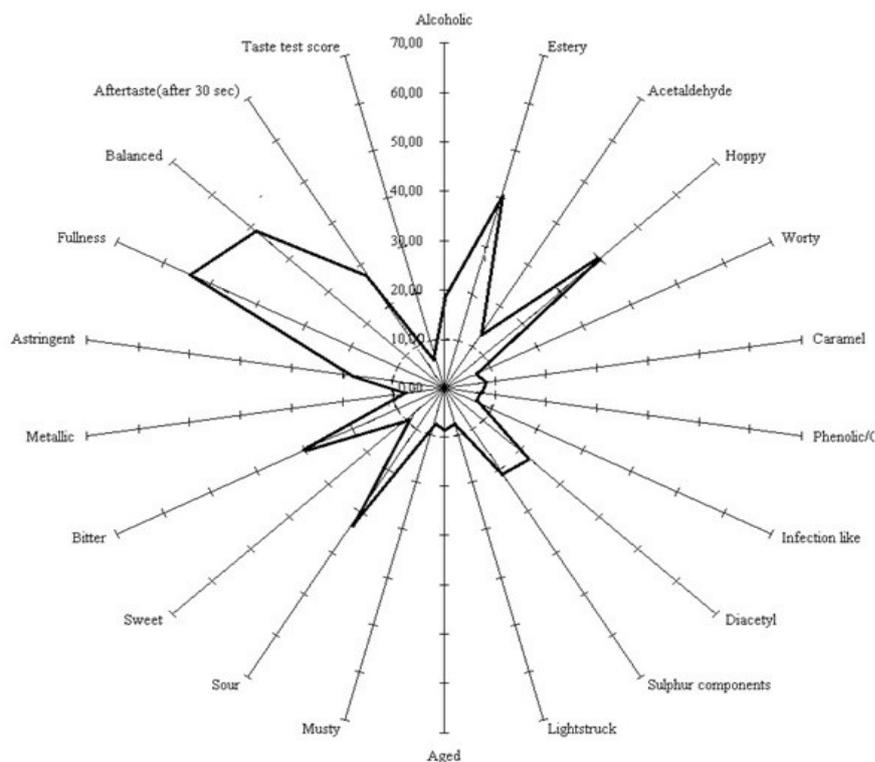
Холодная выдержка вместе с хмелем длилась 14 дней. В конце холодной выдержки проводился физико-химический анализ и производственная дегустационная оценка качества (сенсорный анализ) готового пива. Согласно дегустационной оценки составлены сенсорные профили напитков и на основании анализа сенсорных профилей выбрано оптимальное количество гранулированного ароматического хмеля «Amarillo» для сухого охмеления (рис. 1,2,3).



**Рис. 1. Вкусо-ароматический профиль образца пива №1 после внесения ароматного хмеля**



**Рис. 2. Вкусо-ароматический профиль образца пива №2 после внесения ароматного хмеля**



**Рис. 3. Вкусо-ароматический профиль образца пива №3 после внесения ароматного хмеля**

По результатам сенсорного анализа образцов №1, №2, №3 дегустаторы отметили следующее:

1. Образец №1 (15 г/дал) – незначительное изменение вкуса и аромата пива. Появились фруктовые и цветочные оттенки, усилился запах хмеля. Запах серных компонентов и диацетила ощущался. Горечь практически не изменилась.

2. Образец №2 (29 г/дал) – значительное изменение вкуса и аромата пива. Фруктовые, цитрусовые и хмелевые оттенки аромата приобрели более насыщенные тона. В целом композиция вкуса и аромата стала гармоничной. При этом перестал ощущаться запах диацетила. Вкус горечи практически не изменился.

3. Образец №3 (58 г/дал) – значительное изменение вкуса и аромата пива. Фруктовые, цитрусовые и хмелевые оттенки аромата стали слишком насыщенными. Аромат – не сбалансированный. По результатам анализа горечь изменилась не значительно – по ощущениям пиво стало горьким.

В результате проведения производственной дегустации и сравнения сенсорных профилей, полученных экспериментальных образцов светлого пива с добавлением гранулированного ароматического хмеля сорта «Amarillo» в конце брожения, выбрана оптимальная доза хмеля – 29 г/дал (образец №2). Пиво приобрело насыщенный гармоничный аромат хмеля, цитрусовых и фруктов и полноту вкуса. При этом горечь осталась на низком уровне.

### Выводы

По результатам экспериментальных исследований сделаны следующие выводы:

- обоснована целесообразность разработки рецептур и технологии нового сорта пива с применением приёма сухого охмеления и использованием гранулированного ароматического хмеля сорта «Amarillo»;
- выбран способ внесения ароматического хмеля сорта «Amarillo» в бродильный аппарат в конце дображивания на стадии холодного созревания пива;
- определены параметры процесса: температура (-)1°С, давление – 0,5-1 атм., продолжительность экстракции хмеля – 14 суток без перемешивания;
- на основании производственной дегустационной оценки качества составлены сенсорные профили напитков с различными концентрациями хмеля «Amarillo»;

- по результатам анализа профилограмм установлена оптимальная доза внесения хмеля – 29 г/дал.;
- разработана рецептура нового сорта пива с применением технологии сухого охмеления;
- разработана принципиальная технологическая схема получения хмелевого пива с использованием приёма сухого охмеления.

Таким образом, созданный сорт пива может быть использован на мини-пивоварнях для расширения ассортимента, повышения конкурентоспособности и привлечения новых потребителей.

### Список литературы

1. *Нарцисс Л.*: Краткий курс пивоварения, перевод с нем, Изд. «Профессия», СПб – 2007г, 640 с.
2. *Кальтнер Д., Тум Б., Форстер К., Бак В.* Хмель: исследование технологического и вкусового влияния на пиво. // Мир пива, 2001, №1, с.12-16.
3. *Ангер Х.М.* Сенсорный анализ. // Мир пива. 2004. № 4. С.43-45.
4. *Биндл М., Майнбург К.* Предварительно изомеризованные хмелевые продукты – возможности и использование на практике. // Мир пива, 2003, №1, с.29-36.
5. Analysis of taste and aroma Editors J.F., Jackson H.F. Linskens, R.B. Inman. (Molecular methods of plant analysis; v.21. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. – 269 p.
6. *Нарцисс Л.*: Краткий курс пивоварения, перевод с нем, Изд. «Профессия», СПб – 2007г, 640 с.
7. *Меледина Т.В.* Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. – СПб.: Профессия 2009. - 304с.
8. *Оганнисян В.Г., Тишин В.Б., Меледина Т.В., Прохорчик И.П.* Сравнительная оценка варочного оборудования для мини-пивоварен. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2013. №4.
9. *Матвеева Н.А., Титов А.А.* Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. №4.

### References

1. Nartsiss L.: Short course of brewing, perevod s nem, Izd. «Professiya», – SPb. 2007. 640 p.
2. Kal'tner D., Tum B., Forster K., Bak V. Hop: research of technological and flavoring influence on beer. *Mir piva*. 2001. №1. p.12-16.
3. Anger Kh.M. Touch analysis. *Mir piva*. 2004. № 4. p.43-45.
4. Bindl M., Mainburg K. Previously izomerizovanny hop products – opportunities and use in practice. *Mir piva*, 2003, №1, p.29-36.
5. Analysis of taste and aroma Editors J.F., Jackson H.F. Linskens, R.B. Inman. (Molecular methods of plant analysis; v.21. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. – 269 p.
6. Nartsiss L.: Short course of brewing, perevod s nem, Izd. «Professiya». – SPb. 2007g, 640 p.
7. Meledina T.V. Raw materials and auxiliary materials in brewing. – SPb.: Professiya. 2009. 304p.
8. Ogannisyan V.G., Tishin V.B., Meledina T.V., Prokhorchik I.P. Sravnitel'naya otsenka varochnogo oborudovaniya dlya mini-pivovaren. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2013. №4.
9. Matveeva N.A., Titov A.A. Vybor sorta khmeliya dlya tekhnologii sukhogo okhmeleniya. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2014. №4.