

Philozop Vladislav Sergeevich, student at ITMO University, Faculty of Biotechnology, e-mail: fllozop@yandex.com
Smirnov Igor Sergeevich, student at ITMO University, Faculty of Biotechnology, e-mail: is_smirnov@itmo.ru
Ashikhmina Maria Sergeevna, engineer of ITMO University REC Infochemistry, e-mail: msashikhmina@itmo.ru

ITMO University, Russia, St. Petersburg, e-mail: so@itmo.ru

Abstract: *The paper presents a new approach for mathematical modeling of the kinetics of biomass accumulation using the Gradient Boosting method. The use of in silico tools allows you to analyze and optimize the processes of cultivation of microorganisms with minimal time and money.*

Keywords: *in silico, nutrient medium, target product, biomass, biotechnology, machine learning.*

УДК 663.44, 663.45

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ МОЛОДОГО СВЕТЛОГО ПИВА ИЗ ЯЧМЕННОГО СОЛОДА, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЕМ СБРАЖИВАНИЯ НИЗОВЫМИ И ВЕРХОВЫМИ ДРОЖЖАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОТВАРОЧНОГО ЗАТИРАНИЯ

Палагин Константин Алексеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», e-mail: delfin_09super@mail.ru

Осеledцева Инна Владимировна, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», e-mail: ivovino@mail.ru

Назаренко Мария Алексеевна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», e-mail: mariyababenkova@mail.ru

Ханин Даниил Кириллович, магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» e-mail: danihanin768@gmail.com

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Россия, Краснодар, e-mail: adm@kgtu.kuban.ru

Аннотация: произведен сравнительный анализ состава ароматических веществ молодого светлого пива из ячменного солода, полученного путем сбраживания низовыми и верховыми дрожжами с использованием различных способов

отварочного затирания. В данном исследовании затирание ячменного солода проводили классическим одноотварочным способом и одноотварочным способом с дополнительной β -амилазной паузой.

Ключевые слова: затирание, сырье, дрожжи, пиво, раса, сложные эфиры, высшие спирты.

Затирание – один из ключевых этапов в технологии пивоварения [1].

В зависимости от поставленных целей при производстве этого напитка используют настоянные или отварочные способы затирания. При этом декокционные способы могут выполняться с различным количеством отварок и применением различных технологических параметров. Например, отварочный способ, предложенный Маркусом Херрманном для пшеничного пива, заключается в том, что часть затора нагревается до температуры осахаривания с соблюдением всех пауз, а другая часть затирается с холодной водой и на стадии осахаривания добавляется к основной части, тем самым снижается температура затора до $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ – мальтозная пауза. Затем проводят процесс настаивания сусла для осахаривания всего сусла. Согласно исследованиям, проведенным автором, данный способ позволяет добиться более стабильных показателей пенообразования и способен увеличить концентрации сложных эфиров в пшеничном пиве [2].

Пшеничное пиво, как правило, производят путем верхового брожения. При этом более высокие концентрации сложных эфиров и высших спиртов является нормой для его ароматического профиля [3].

Целью наших исследований было оценить влияние отварочного способа затирания с дополнительной β -амилазной паузой на состав ароматических веществ светлого ячменного пива, провести сравнительный анализ концентрации этих веществ в напитках, сброженных верховыми и низовыми расами дрожжей.

Для проведения эксперимента в лабораторных условиях были получены образцы молодого светлого пива из ячменного солода. Затирание проводили следующим образом: часть затора нагревали до $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ – кислотная пауза, затем до $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ – белковая пауза, потом до $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ – мальтозная пауза, затем добавляли часть затора (отварку) температура которой составляет $95\text{ }^{\circ}\text{C}$, благодаря которой температура повышалась до $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ выдерживали паузу осахаривания, добавляли другую часть затора с холодной водой, тем самым возвращаясь к мальтозной паузе $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ (дополнительная β -амилазная пауза), нагревали весь затор до $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ выдерживали при этой температуре, и доводили до $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ (маш-аут). Контрольные образцы подвергали классическому одноотварочному способу.

Образцы обозначали следующим образом:

Образец 1 – затирание отварочным способом с дополнительной β -амилазной паузой, сбраживание низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70.

Образец 2 – затирание классическим отварочным способом, сбраживание на низовых дрожжах, расы SafLager W-34/70 (контроль №1).

Образец 3 – затираание классическим отварочным способом, сбраживание на верховых дрожжах, расы SafAle T-58 (контроль №2).

Образец 4 – затираание отварочным способом с дополнительной β -амилазной паузой, сбраживание верховыми дрожжами расы SafAle T-58.

Определение массовой концентрации высших спиртов и сложных эфиров проводили методом газожидкостной хроматографии на анализаторе «Кристалл 2000М», согласно ГОСТ Р 5793-2017.

Аромат пива формируется благодаря различным классам химических веществ, таким как высшие спирты, сложные эфиры, жирные кислоты, карбонильные соединения, соединения серы, фурановые соединения, монотерпенолы, C_{13} -ноизопреноиды и летучие фенолы [7]. Маркус Херманн, выявил, что при производстве пшеничного пива благодаря введению дополнительной β -амилазной паузы происходит сдвиг соотношения сахаров мальтоза:глюкоза в пивоваренном сусле в сторону глюкозы [9]. При этом параллельные исследования процесса брожения искусственных сред показали, что дефицит глюкозы в растворе приводит к экспрессии ацетилалкоголтрансфераз. [9]. Сложные эфиры в пиве должны содержаться в оптимальных концентрациях, тогда они способствуют сложению вкуса и аромата готового продукта [10].

На рисунке 1 представлен состав сложных эфиров в молодом светлом ячменном пиве, обусловленный выбором способа затираания и расы дрожжей.

Этилацетат и метилацетат, идентифицированные в исследуемых образцах, относятся к ацетатным эфирам пива. Концентрации ацетатных эфиров всегда выше в напитках в сравнении с другими летучими эфирами. Образование этих веществ происходит за счет действия ферментов дрожжей и во многом зависит от выбранной расы [8]. Пороговым значением по аромату для этилацетата в лагерном пиве является 25-30 мг/дм³ [11], в элевом – 50 мг/ дм³ [3]. В небольших концентрациях этот сложный эфир придает готовому продукту умеренные фруктовые ноты, легкий аромат леденцов [12]. При содержании этилацетата в пиве выше указанных значений может появиться неприятный запах растворителя, а при многократном превышении – резкий яблочный или уксусный вкус, что считается дефектом качества [13].

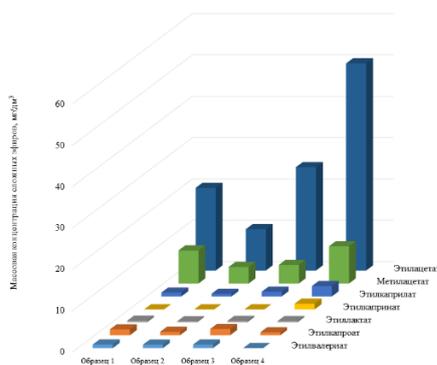


Рисунок 1 – Состав сложных эфиров в молодом светлом пиве из ячменного солода в зависимости от расы дрожжей и способов затираания

В образцах, молодого пива, сброженных лагерными дрожжами расы SafLager W-34/70, наблюдали, что в экспериментальном образце 1 содержание этилацетата составило 20 мг/дм³, что в 2 раза больше, чем в контрольном образце 2. В тоже время, при исследовании образцов молодого пива, полученного сбраживанием на элевых дрожжах SafAle T-58, в экспериментальном образце 4 содержание этилацетата составило 49,1 мг/дм³, что в 2 раза выше контрольного образца 3.

Метилацетат в зависимости от концентрации придает пиву фруктовый вкус и аромат. Его пороговая концентрация по аромату составляет 10 мг/дм³ [9].

В молодом пиве низового брожения при экспериментальном способе затиранья, в образце 1 содержание метилацетата составило 4 мг/ дм³, что в 2 раза больше, чем в контрольном образце 2. При исследовании образцов пива верхового брожения, в экспериментальном образце 4, концентрация метилацетата составила 9 мг/дм³, что в 2 раза выше, чем в контрольном образце 3.

Увеличение этилацетата и метилацетата в экспериментальных образцах, можно объяснить тем, что вероятнее всего дополнительная β -амилазная пауза, привела к увеличению содержания глюкозы в пивоваренном сусле, что повысило содержание ацетил-КоА и способствовало увеличению их синтеза.

В исследуемых образцах также были идентифицированы сложные эфиры этиловой группы – этилкаприлат, этилкапринат, этилвалериат, этилкапроат и этиллактат.

Образование сложных эфиров этиловой группы во многом зависит от генома дрожжей, их способности вырабатывать ферменты способствующие синтезу этих веществ. [12].

К снижению уровня этиловых эфиров в пиве приводит увеличение концентрации жирных кислот в ферментационной среде [12].

При концентрации ниже 5 мг/дм³ этилкаприлат может придать пиву аромат яблок. Так же это вещество способно оказывать влияние на стабильность и сохранность пива [9].

В молодом пиве низового брожения при экспериментальном способе затиранья, в образце 1 содержание этилкаприлата составило 1 мг/дм³, что почти в 2 раза выше, чем в контрольном образце 2. При исследовании образцов пива верхового брожения, в экспериментальном образце 4, концентрация этилкаприлата составила 2,49 мг/дм³, это в 2,5 раза выше, чем в контрольном образце 3.

Этилкапринат – эфир этилового спирта и капроновой кислоты, при содержании в пиве способен придавать ему аромат сливок и привкус сиропа, что является желательным для некоторых стилей пива. Пороговым значением по аромату для этого вещества является 0,5 мг/дм³ [14].

Этилкапринат был идентифицирован только в экспериментальном образце 4 в количестве – 1,4 мг/дм³. Так как концентрация этого вещества превышает пороговое значение по аромату почти в 3 раза, можно заключить, что это окажет значительное влияние на органолептику данного образца.

При содержании этилвалериата в пиве до 5 мг/дм³, данный эфир способствует появлению фруктовых, цветочных и сладких ароматов, добавляет сложности и глубины вкуса готовой продукции. [3].

В образцах молодого пива, сброженных низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70, наблюдали следующее: в образце 1 – концентрация этилвалериата составила 0,8 мг/дм³, что равняется концентрации в контрольном образце 2. В то же время, в молодом пиве сброженном верховыми дрожжами расы SafAle T-58, в образце 4 этилвалириат находился на уровне менее 0,1 мг/дм³, а в контроле 3 его концентрация составила 0,85 мг/дм³.

Этилкапроат – это эфир капроновой кислоты, образующийся в результате брожения, который имеет аромат анисовых семян, при повышении концентрации проявляются яблочные ноты во вкусе и аромате. Пороговое значение по аромату составляет 0,3 мг/дм³ [4, 15].

При исследовании образцов, полученных низовым способом с применением дрожжей расы SafLager W-34/70, концентрация этилкапроата в образце 1 составила 1,4 мг/дм³, что более чем наполовину выше по сравнению с контролем 2. В образцах молодого пива, полученных верховым брожением с применением дрожжей расы SafAle T-58, концентрация этилкапроата в образце 4 составила 1,54 мг/дм³, что так же более, чем на половину выше по сравнению с контрольным образцом 3.

Этиллактат – сложный эфир, который в небольших количествах, может вносить в аромат пива тона сливок и участвовать в сложении вкуса. Пороговое значение по аромату составляет 0,9 мг/дм³ [14].

В молодом пиве, полученным сбраживанием низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70, концентрация этиллактата составила 0,35 мг/ дм³, что на 50 % выше, чем в контроле 2. В молодом пиве верхового брожения, с применением дрожжей расы SafAle T-58, в образце 4 содержание этиллактата составило 0,26 мг/ дм³, что соответствует концентрации в контрольном образце 3.

Таким образом, при исследовании качественного и количественного состава этиловой группы сложных эфиров, можно заключить, что в элевых образцах данные компоненты накапливаются в более высоких концентрациях, это согласуется с литературными данными [14]. В тоже время при сравнении контрольных и опытных образцов, было выявлено, что на концентрации этиловых сложных эфиров способ затирания оказывал незначительное влияние, за исключением этилкапроата, этилкаприлата и этилкаприната.

Известно, что высшие спирты являются компонентами, оказывающими значительное влияние на аромат напитков брожения [15,11].

На рисунке 2 представлено изменение концентрации высших спиртов в молодом светлом ячменном пиве, обусловленное выбором способа затирания и расы дрожжей.

Изоамиловый спирт образуется в результате метаболизма дрожжевых клеток в процессе брожения. Поэтому его содержание в пиве во многом зависит от аминокислотного состава сусле, расы дрожжей, температуры брожения [15]. Он имеет специфический аромат, который может влиять на органолептические свойства пива. Пороговое значение по аромату для данного вещества составляет

50-60 мг/дм³. В тоже время в зависимости от стиля пива его содержание может колебаться в пределах от 25 мг/дм³ до 120 мг/дм³. При небольших концентрациях изоамиловый спирт придает готовому пиву фруктовые ноты, в частности аромат банана [16, 17, 12]. Однако в количествах значительно превышающих вышеуказанные значения, может придать пиву спиртовой и винный запах [15].

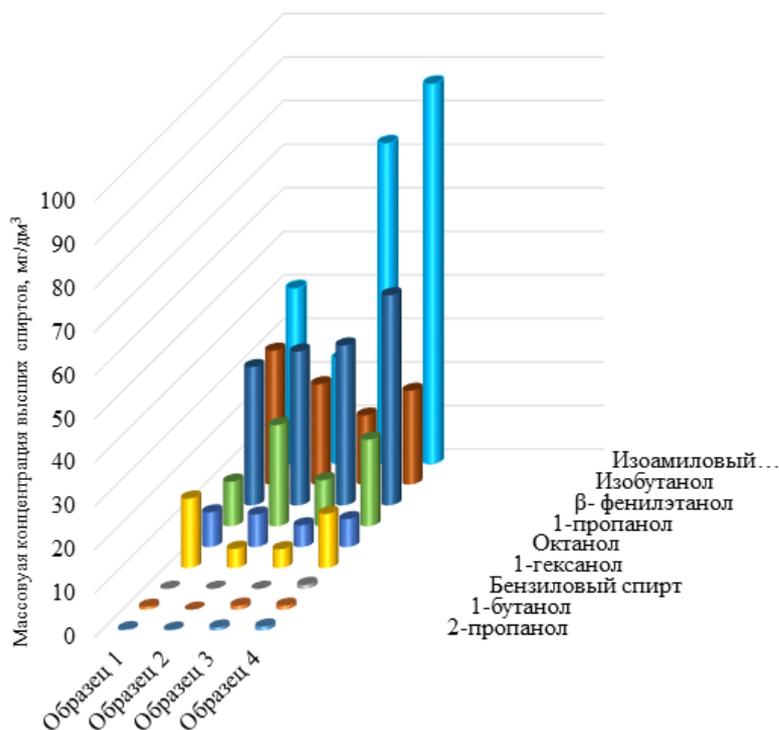


Рисунок 2 – Состав высших спиртов в молодом светлом пиве из ячменного солода в зависимости от расы дрожжей и способов затирания

В образцах молодого пива, полученного низовым способом брожения с применением дрожжей расы SafLager W-34/70, концентрация изоамилового спирта в образце 1 составила 40,2 мг/дм³, существенно выше контрольного образца 2. В образцах, полученных верховым способом брожения с применением дрожжей расы SafAle T-58, концентрация изоамилового спирта составила 87 мг/дм³, что несколько превышает уровень концентрации образца 3.

Изобутанол производится дрожжами первоначально в цитоплазме по пути Эрлиха или путем анаболического синтеза внутри митохондрий. Этот высший спирт способен придавать пиву запах растворителя. Пороговое значение по аромату изобутанола составляет 100 мг/дм³ [16]. Согласно проведенным исследованиям при низовом брожении концентрация изобутанола в образце 1 составила 30,7 мг/дм³, что на 30 % выше, контроля.

При использовании расы дрожжей SafAle T-58 в образце 4 изобутанол содержался в количестве 21,5 мг/дм³, что на 36 % больше, чем в образце 3.

Исходя из полученных данных можно заключить, что содержание изоамилового и изобутилового спиртов в экспериментальных образцах повысилось, что вероятнее всего может быть связано с изменением

аминокислотного состава суслу при введении дополнительной β -амилазной паузы, в результате которой увеличилось количество аминокислот – прекурсоров. Известно, что β -фенилэтанол – это ароматический спирт, в небольших количествах, придающий пиву медовый аромат или лёгкий аромат розы. Однако слишком высокие концентрации данного компонента могут вызывать появление аромата гвоздики, что является нетипичным для лагерного пива, однако может иметь место при производстве верхового пива. Предельно допустимая концентрация, не оказывающая негативного действия на аромат, для лагерей составляет порядка 25 мг/дм³ [4].

В образцах, полученных низовым брожением, с применением дрожжей расы SafLager W-34/70, содержание β -фенилэтанола (в образце 1) составило 31,7 мг/дм³, что несколько превышает уровень концентрации в контрольном образце 2. В образцах пива, полученного верховым способом брожения (в образце 4) концентрация β -фенилэтанола составила 48,2 мг/дм³, что уже существенно выше, чем в контрольном образце 3.

Опираясь на полученные экспериментальные данные, можно предположить, что опытные образцы 1 и 4 имеют потенциал формирования выраженных медовых оттенков в готовом продукте, что приветствуется для элевого пива, но нежелательно для лагерных стилей. Известно, что 1-пропанол является одним из многочисленных соединений, которые также могут быть образованы в процессе брожения, он является побочным продуктом метаболизма дрожжей. Содержание 1-пропанола в пиве может придать ему слегка сладковатые тона в аромате. Предельно допустимая концентрация, не влияющая отрицательно на вкусовые характеристики пива, составляет до 100 мг/дм³ [16].

В образцах молодого пива, сброженных низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70 наблюдали следующее: в образце 1 концентрация 1-пропанола составила – 10,2 мг/дм³, что в 2 раза выше контрольного образца 2. При этом пороговое значение по аромату для низового пива составляет 50 мг/дм³. В то же время, в молодом пиве сброженном верховыми дрожжами расы SafAle T-58, концентрация 1-пропанола в образце 4 составила 19,8 мг/дм³, что в 2 раза выше контрольного образца 3. Согласно приведенным данным, можно констатировать, что применение при затирании дополнительной β -амилазной паузы приводит к увеличению концентраций 1-пропанола, что, возможно, связано с трансформацией аминокислотного состава пивоваренного суслу экспериментальных образцов.

Октанол – органическое вещество, относящееся к классу жирных спиртов. В зависимости от концентрации, он может придавать пиву свежий фруктовый аромат, сладковатый, слегка ореховый вкус [3].

При исследовании образцов, полученных низовым способом с применением дрожжей расы SafLager W-34/70, концентрация октанола в образце 1 составила 8 мг/дм³, что несколько выше по сравнению с контролем 2. В то же время, в образцах молодого пива, полученных верховым брожением с применением дрожжей расы SafAle T-58, концентрация октанола в образце 4 составила 6,4 мг/дм³, что более чем на 20 % выше по сравнению с контрольным образцом 3.

Содержание 1-гексанола в пиве в большей степени зависит от качества сырья, в том числе сорта хмеля. Могут оказывать влияния и режимы кипячения сусла с хмелем. При концентрации более 75 мг/дм^3 гексанол может оказывать негативное влияние на качественные свойства пива: придавать запах и привкус муки, горечь во вкусе, снижать стабильность пены и сроки хранения продукта [4.16]. При более низких концентрациях 1-гексанол может придавать напитку легкие фруктовые ноты, аромат свежескошенной травы [16].

При исследовании образцов пива, полученного низовым брожением с применением дрожжей расы SafLager W-34/70, концентрация 1-гексанола в образце 1 составила $15,9 \text{ мг/дм}^3$, что в 3,5 раза выше, чем в контрольном образце 2. В образцах, полученных с помощью верхового брожения и с применением дрожжей расы SafAle T-58, концентрация в образце 4 составила $12,4 \text{ мг/дм}^3$, что в 3 раза выше, чем в контрольном образце 3.

Количество 1-гексанола в исследуемых образцах значительно увеличилось, однако не превысило порогового значения (75 мг/дм^3), что может свидетельствовать о его положительном влиянии на ароматический профиль молодого пива.

Бензиловый спирт – простейший ароматический спирт, в пиве имеет сладковатый цветочный аромат, похожий на жасмин. Предельно допустимая концентрация составляет 10 мг/дм^3 [17].

Бензиловый спирт был идентифицирован на уровне выше $0,1 \text{ мг/дм}^3$ только в экспериментальном образце 4, и его концентрация составила $0,9 \text{ мг/дм}^3$.

1-бутанол – высший спирт, в малых количествах придает глубину и сложность аромату пива, но в больших концентрациях, может давать готовому продукту неприятные запахи, напоминающие резину или растворитель [17].

В образцах молодого пива, сброженном низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70, в экспериментальном образце 1 концентрация 1-бутанола составила $0,7 \text{ мг/дм}^3$, в контрольном образце 1-бутанол не был идентифицирован. При брожении верховыми дрожжами расы SafAle T-58, концентрация 1-бутанола в образцах 3 и 4 была одинаковой и составила $0,9 \text{ мг/дм}^3$.

2-Пропанол (изопропиловый спирт) – побочный продукт ферментации дрожжей, может оказывать влияние на вкус пива, придавая аромат алкоголя, вызывая чувство жжения на языке. Пороговое значение по аромату изопропилового спирта составляет $0,5 \text{ мг/дм}^3$ для низовых дрожжей и 1 мг/дм^3 для верхового брожения [17].

В молодом пиве, полученном сбраживанием низовыми дрожжами расы SafLager W-34/70, концентрация 2-пропанола составило $0,3 \text{ мг/дм}^3$, что немного выше, чем в контроле 2. В молодом пиве верхового брожения, с применением дрожжей расы SafAle T-58, в образце 4 содержание 2-пропанола составило $0,9 \text{ мг/дм}^3$, что несколько превышает его концентрацию в контрольном образце 3.

Таким образом, на основании результатов проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Показано, что дополнительная β -амилазная пауза приводит к увеличению концентрации сложных эфиров и высших спиртов в молодом

светлом ячменном пиве, полученном путем сбраживания как верховыми, так и низовыми дрожжами.

2) Экспериментально доказано, что оптимальное соотношение концентраций сложных эфиров и высших спиртов формируется при реализации в исследуемых условиях варианта верхового брожения.

3) Установлено, что применение отварочного затирания с дополнительной β -амилазной паузой при производстве светлого ячменного пива оказывает существенное влияние на состав ароматических компонентов, что в свою очередь позволяет регулировать и корректировать при необходимости ароматический профиль пива.

Библиографический список

1. Кобелев К.В., Гернет М.В., Грибкова И.Н., Лазарева И.В. Исследование влияния состава сырья на качество и безопасность готового пива. Часть III. Влияние состава зернового и сахаросодержащего сырья на содержание органических кислот и углеводов в пиве // Пиво и напитки. – №4. – 2015. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-sostava-ishodnogo-syrya-na-kachestvo-i-bezopasnost-gotovogo-piva-chast-iii-vliyanie-sostava-zernovogo-i/viewer>

2. Koller H., V. Perkins L. Brewing and the Chemical Composition of Amine-Containing Compounds in Beer // Foods 11 (3). – 2022. – URL: <https://doi.org/10.3390/foods11030257> – 15.11.2023.

3. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т., Афонин Д.В. Качество пива. Стабильность вкуса и аромата. Коллоидная стойкость. Дегустация. – СПб.: ИД «Профессия», 2011. – 220 с.

4. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения / Нарцисс Л., Бак В; пер. с нем. А.А. Куреленкова – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.

5. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива / Кунце В., Мит Г. – СПб.: Издательство Профессия, 2001. – 912 с.

6. Rodrigues, F., Caldeira, M., and Camara, J. S. (2008) Development of a dynamic headspace solid-phase microextraction procedure coupled to GC-qMSD for evaluation the chemical profile in alcoholic beverages, Anal. Chim. Acta 609, 82–104.

7. O. Olaniran A., Hiralal L., Mduduzi P. Flavour-active volatile compounds in beer: production, regulation and control //Journal of The Institute of Brewing. Volume 123. – 2017. – P. 13-23. URL: <https://doi.org/10.1002/jib.389>

8. Herrmann M. Entstehung und Beeinflussung qualitätsbestimmender Aromastoffe bei der Herstellung von Weißbier / Dr. rer. nat. / Herrmann M. – Ernährung, 2005. – 354 p.

10. Saerens, S. M. G., Delvaux, F., Verstrepen, K. J., van Dijck, P., Thevelein, J.M., and Delvaux, F. R. (2008) Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation, Appl. Environ. Microbiol. 74, 454–461.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF AROMATIC SUBSTANCES OF YOUNG LIGHT BEER FROM BARLEY MALT, OBTAINED BY FERMENTATION WITH GROWTH AND HIGH YEASTS USING DIFFERENT METHODS OF BOILING MASH

Palagin Konstantin Alekseevich, graduate student, Kuban State Technological University, e-mail: delfin_09super@mail.ru
Oseledtseva Inna Vladimirovna, Doctor of Engineering. Sciences, Associate Professor, "Kuban State Technological University", e-mail: ivovino@mail.ru
Nazarenko Maria Alekseevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Kuban State Technological University, e-mail: mariyababenkova@mail.ru
Khanin Daniil Kirillovich, master's student, Kuban State Technological University, e-mail: danihanin768@gmail.com

Kuban State Technological University,
Russia, Krasnodar, e-mail: adm@kgtu.kuban.ru

Abstract: *a comparative analysis of the composition of aromatic substances of young light beer from barley malt, obtained by fermentation with bottom and top yeast using various methods of decoction mashing, was carried out. In this study, barley malt was mashed using the classic single-decoction method and the single-decoction method with an additional β -amylase rest.*

Key words: *mashing, raw materials, yeast, beer, race, esters, higher alcohols.*

УДК 664.681.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕЧЕНЬЯ САХАРНОГО

Полуэктова Виктория Николаевна, студент Технологического института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: poluektova_2002@bk.ru
Научный руководитель – Толмачева Татьяна Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодовоощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: tolmacheva-tat@mail.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: в рационе питания человека одной из составляющих являются мучные кондитерские изделия. В данной статье описан метод изготовления