

**ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ  
СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ**

УДК 663.874

*А. В. АКУЛИЧ, Е. М. МОРГУНОВА, Н. А. ШЕЛЕГОВА, О. М. БАРАНОВ*

**ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ АРОМАТОБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ  
В ПРОЦЕССЕ БРОЖЕНИЯ КАЛИНОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ –  
ОСНОВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ ПРЕМИУМ-КЛАССА**

*Могилевский государственный университет продовольствия*

*(Поступила в редакцию 19.10.2011)*

**Введение.** На рынках многих стран мира, в том числе и Республики Беларусь, представлен широкий ассортимент напитков, в составе которых присутствуют синтетические компоненты: ароматизаторы, красители, стабилизаторы, консерванты. До настоящего времени глубоко не изучено, как именно ведут себя эти синтетические компоненты в организме человека, при этом многие ведущие ученые однозначно отмечают, что употребление подобной продукции противопоказано и несет вред здоровью потребителя [1–3].

В Могилевском государственном университете продовольствия с 2008 г. проводятся исследования по разработке сброженных напитков на основе местного натурального плодово-ягодного сырья и экстрактов лекарственных трав [4].

Основная идея, которая реализуется при разработке напитков этой группы, – формирование их состава таким образом, чтобы обеспечить высокие потребительские свойства. Поэтому разработка новых технологий натуральных сброженных напитков премиум-класса на основе местного лекарственного сырья является важным и актуальным научным направлением [4].

Основными потребительскими свойствами слабоалкогольных напитков брожения является их вкус и аромат, которые зависят от содержания в них различных, в большей степени летучих соединений, образующихся в процессе жизнедеятельности дрожжей. Спиртовое брожение, осуществляемое винными дрожжами, сопровождается образованием как главных продуктов (этанол и углекислота), так и ряда побочных соединений, которые представлены спиртами, кислотами, сложными эфирами и карбонильными соединениями и являются одними из основных факторов, влияющих на формирование вкуса и аромата сброженных плодово-ягодных напитков.

Этиловый спирт, являющийся главным продуктом брожения, в слабых водных растворах не обладает каким-либо специфическим вкусом. Значительная же часть побочных продуктов брожения даже при большом разведении отличается сильным вкусом и ароматом. В состав этих продуктов входят высшие алифатические и ароматические спирты, эфиры карбоновых кислот, карбонильные соединения, сернистые соединения, карбоновые кислоты и др., именно их содержание во многом определяет вкус, аромат и качество напитка [4].

Цель работы – изучение качественного и количественного состава летучих веществ, образующихся в процессе брожения при производстве слабоалкогольных напитков брожения на натуральной основе.

**Объекты и методы исследований.** Изучение качественного и количественного состава летучих веществ, образующихся в процессе брожения при производстве напитков брожения, проводили в Могилевском государственном университете продовольствия в 2011 г. Объектами

исследований являлись соковые экстракты эхинацеи пурпурной, душицы обыкновенной и мяты перечной, полученные лабораторным путем и подвергаемые сбраживанию при оптимальных технологических условиях [4].

Сложность состава и микроконцентрации летучих компонентов обуславливают необходимость использования наиболее объективного в настоящее время метода физико-химического анализа – высокоэффективную газовую хроматографию для разделения и определения компонентов летучих веществ. Исследование состава смесей летучих компонентов проводили методом газожидкостной хроматографии с использованием газового хроматографа «Хромос ГХ-1000». Использовали пламенно-ионизационный детектор на капиллярной кварцевой колонке Supel. Co длиной 60 м и диаметром 0,35 мм с НЖФ Carbowax-40M и программированием температуры 50–200 °С.

Процесс определения летучих продуктов напитков брожения методом газовой хроматографии состоит из следующих операций: подготовка проб, хроматографирование полученных проб и идентификация летучих компонентов.

Для изучения состава летучих продуктов, образующихся в процессе брожения, были приготовлены опытные образцы соковых (на основе сока калины) экстрактов лекарственных трав, входящих в основу натуральных слабоалкогольных напитков. Для этого измельченные лекарственные травы (мяту перечную, душицу обыкновенную и эхинацею пурпурную) смешивали с калиновым соком в соотношении 1:10; экстракцию проводили при непрерывном перемешивании, соблюдая соответствующие условия для каждого вида экстракта: температура – 60–80 °С, продолжительность – 45–90 мин [5]. Полученные соковые экстракты фильтровали и сбраживали при температуре 23–25 °С в течение 10 сут. В качестве сбраживающего компонента использовали препарат активных сухих дрожжей Lalvin-1116 [4]. По истечении каждых суток брожения отбирали соответствующую пробу для проведения хроматографии.

Поскольку летучие компоненты, влияющие на вкус и аромат напитков брожения, содержатся в них в незначительных количествах, хотя пламенно-ионизационный детектор хроматографа почти не чувствителен к воде, все же большие ее количества могут существенно исказить полученные результаты. Поэтому для проведения анализа исследуемых образцов необходимо концентрирование летучих веществ. Простым, быстрым и надежным методом концентрирования является дистилляция [6]. В связи с этим при подготовке проб для хроматографирования стремились сосредоточить летучие компоненты в небольшом объеме дистиллята, уменьшив в нем процент воды, при этом с целью исключения уноса летучих компонентов с выделяющейся при кипении углекислотой перед дистилляцией на дно сборной колбы-приемника наливали 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и кончик трубки алонжа холодильника опускали в эту воду, барботируя через нее отгоняемые продукты.

Микрошприцем МШ-10 проводили отбор и введение пробы в испаритель хроматографа.

**Результаты и их обсуждение.** Качественным показателем наличия в смеси того или иного компонента является время его выхода, постоянное при прочих равных условиях разделения. Используя данные времени выхода летучих компонентов исследуемых образцов и анализируя их хроматограммы, удалось идентифицировать ряд основных летучих компонентов: спирты, карбоновые кислоты, альдегиды, сложные эфиры.

*Спирты* представлены пропанолом-1, изобутанолом, изопентанолом и найдены в таких количествах, которые формируют аромат напитка, а не ухудшают его. Динамика накопления спиртов в ходе брожения калиновых экстрактов мяты перечной, эхинацеи пурпурной и душицы обыкновенной и представлена на рис. 1.

Поскольку спирты преобладают в исследуемых продуктах, им отводится достаточно важная роль в формировании букета слабоалкогольных напитков брожения. Пропанол, изобутанол и изопентанол являются метаболитами дрожжевых клеток, их образование связано с биосинтезом дрожжами таких аминокислот, как изолейцин, валин и лейцин.

Анализ полученных результатов показывает, что динамика накопления спиртов в период сбраживания весьма неоднородна, что, вероятно, обусловлено особенностями метаболизма развивающихся в сбраживаемой среде дрожжевых клеток. Так, в течение первых суток содержание пропанола-1 практически не изменяется, активное накопление начинается уже на 3–4-е сутки

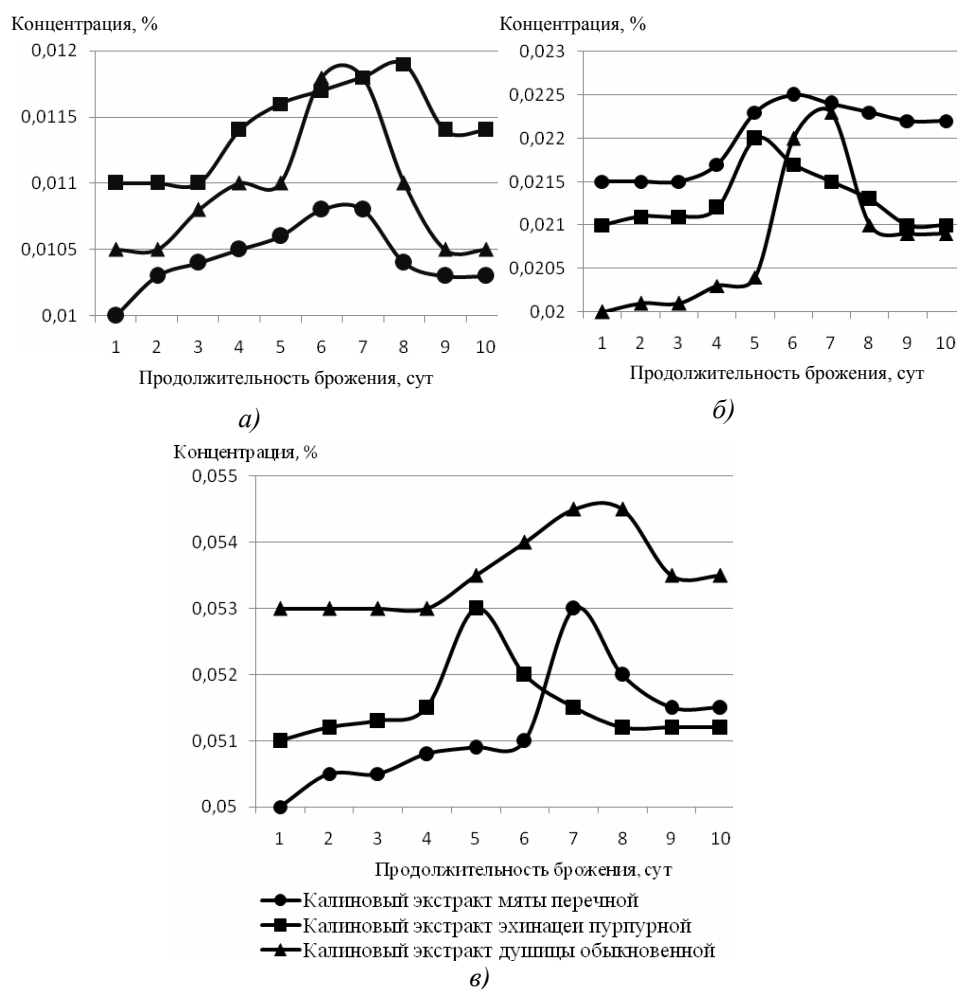


Рис. 1. Динамика накопления спиртов в процессе брожения калиновых экстрактов лекарственных трав: а – пропанола-1; б – изобутанола; в – изопентанола

брожения (0,0103–0,0114%), в течение 6–7 сут сбраживания достигает максимальных значений (0,0108–0,0118%), затем происходит снижение концентрации пропанола до 0,103–0,0113%, изобутиловый спирт появляется в исследуемых пробах в течение первых суток брожения (0,02–0,0215%) и достигает своего максимума на 5–7-е сутки (0,022–0,0225%), после чего происходит снижение его концентрации к 9-м суткам брожения (0,0208–0,0223%), аналогична динамика накопления изопентанола в ходе брожения калиновых экстрактов лекарственных трав.

Учитывая то что спирты являются продуктом жизнедеятельности дрожжей и образуются в основном при их размножении, установленное увеличение их содержания (на 6–14%) при использовании сухих дрожжей вполне может быть объяснено их способностью к усиленному размножению в начале процесса брожения. Между тем необходимо отметить, что хотя увеличение содержания пропанола-1, изобутанола и изопентанола и является нежелательным фактором, тем не менее ухудшение качества сброженных напитков происходит только при существенном увеличении их содержания – на 20–30% и более [7, 8], а динамика накопления спиртов, установленная при сбраживании калиновых экстрактов лекарственных трав, не ухудшает органолептические свойства и не сказывается отрицательно на качестве готовых напитков, так как их прирост составляет менее 15%.

В сбраживаемых экстрактах хроматографическим методом по временам удерживания идентифицированы летучие *карбоновые кислоты*: уксусная, масляная и изовалериановая.

Процесс образования летучих карбоновых кислот играет немаловажную роль в формировании качества сброженных напитков, поскольку из них в ходе брожения образуются одни из

наиболее пахнущих веществ – эфиры. Сами же карбоновые кислоты являются в ароматическом отношении веществами менее активными, хотя они тоже придают напиткам определенный вкус и запах. Содержание летучих карбоновых кислот зависит от ряда факторов: температуры и концентрации сахаров в среде, длительности контакта с дрожжами, расы дрожжей, значения pH среды и ее аэрации. Кроме того, что карбоновые кислоты являются продуктами метаболизма дрожжевых клеток, они образуются непрерывно в ходе брожения при окислении альдегидов [9].

Изучение динамики накопления летучих карбоновых кислот в процессе сбраживания калиновых экстрактов лекарственных трав, которая представлена на рис. 2, показало, что накопление летучих карбоновых кислот происходит преимущественно на 3–4-е сутки брожения (0,06–0,22%), что, вероятно, связано с активной жизнедеятельностью молодых дрожжевых клеток, которые более интенсивно образуют карбоновые кислоты, чем старые.

Анализ полученных данных показывает, что в процессе сбраживания идет максимальное накопление изовалериановой кислоты (0,2–0,22%), которая оказывает положительное влияние на букет напитков брожения и придает им оригинальные тона. Такой нежелательный для напитков компонент, как уксусная кислота, накапливается в сбраживаемых экстрактах в количестве 0,08–0,22%, увеличение ее содержания на 3–4-е сутки брожения составляет около 50%. Тем не менее общее содержание уксусной кислоты не превышает уровень, который отрицательно сказывается на органолептических характеристиках напитков.

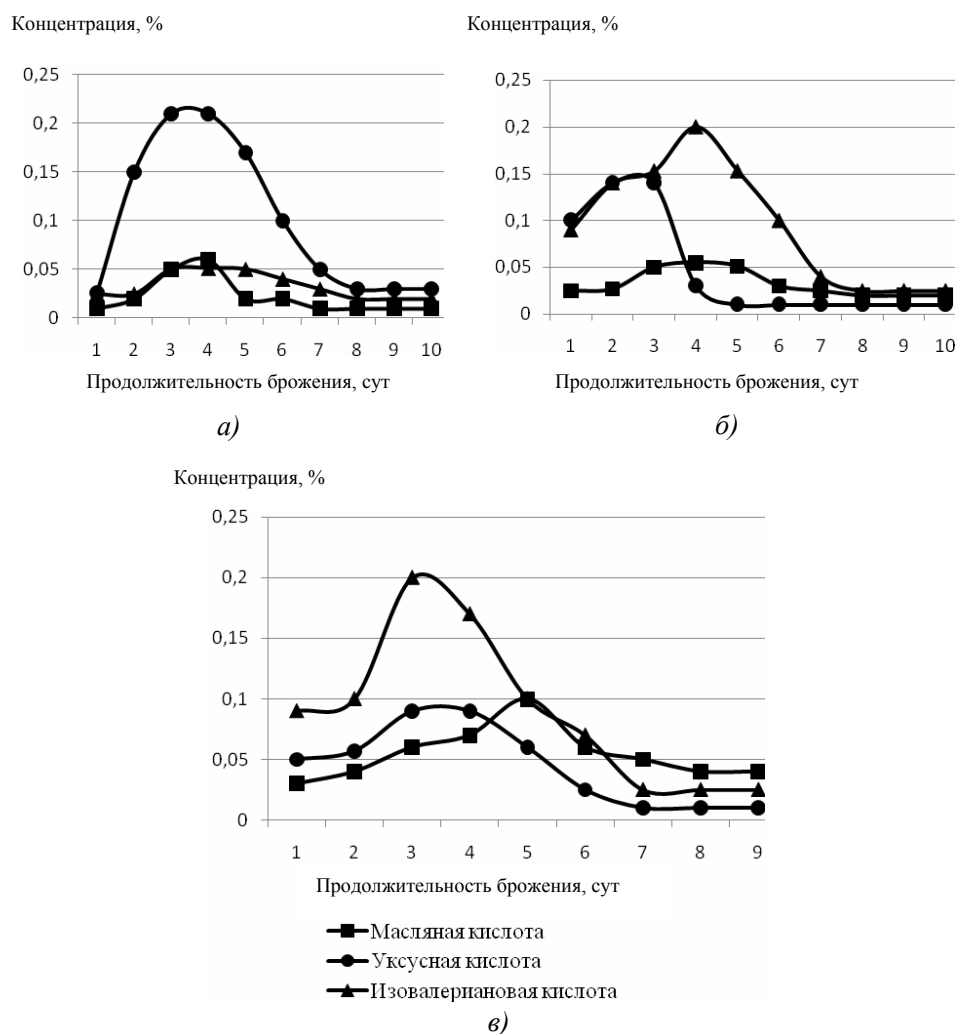


Рис. 2. Динамика накопления летучих карбоновых кислот в процессе брожения калиновых экстрактов лекарственных трав: а – мяты перечной; б – душицы обыкновенной; в – эхинацеи пурпурной

Большую группу побочных продуктов, образующихся при брожении, представляют *альдегиды* – группа высокореакционных и сильно пахучих веществ, их количество в ходе брожения обычно возрастает, а в последующем снижается в результате окислительно-восстановительных превращений, поэтому содержание альдегидов в напитках брожения считают объективным показателем степени сбраживания. Альдегиды представлены главным образом ацетальдегидом (уксусным альдегидом) – типичным продуктом жизнедеятельности дрожжевых клеток, содержание которого зависит в первую очередь от расы дрожжей. Производные именно этого альдегида (диацетил и ацетоин) оказывают наибольшее влияние на органолептические показатели напитков брожения.

Динамика накопления ацетальдегида в ходе сбраживания калиновых экстрактов лекарственных трав представлена на рис. 3.

В излишних количествах ацетальдегид может стать причиной излишне резкого или окисленного аромата напитков. Динамика накопления ацетальдегида в сбраживаемых экстрактах лекарственных трав характеризовалась увеличением его концентрации в течение первых 2 сут брожения (до 0,00532–0,00547%) и последующим постепенным снижением к концу 9 сут брожения (0,00505–0,0052%). Это, вероятно, объясняется большой реакционной способностью ацетальдегида, который вступает в различные химические реакции, например, реакции окисления. Обнаруженные количества ацетальдегида в сбраживаемых калиновых экстрактах лекарственных трав не оказывают отрицательного воздействия на аромат напитков.

Значительное влияние на вкус и аромат напитков брожения оказывают *сложные эфиры*, которые могут придавать им фруктовые тона. Сложные эфиры образуются из летучих и нелетучих кислот и спиртов под действием эстераз дрожжей. Образование эфиров может происходить как за счет реакции этерификации (при взаимодействии спирта и кислоты), так и за счет реакции между двумя альдегидами [10]. Среди этиловых эфиров преобладают эфиры карбоновых кислот с четным числом атомов углерода. Главным компонентом этой группы эфиров является этилацетат, играющий важную роль в формировании аромата и букета напитка. Общеизвестно, что именно сложные эфиры, в частности этилацетат, положительно влияет на качество сброженных напитков, при этом большое количество этого компонента уже нежелательно сказывается на аромате напитков [9, 10].



Рис. 3. Динамика накопления ацетальдегида в процессе брожения калиновых экстрактов лекарственных трав

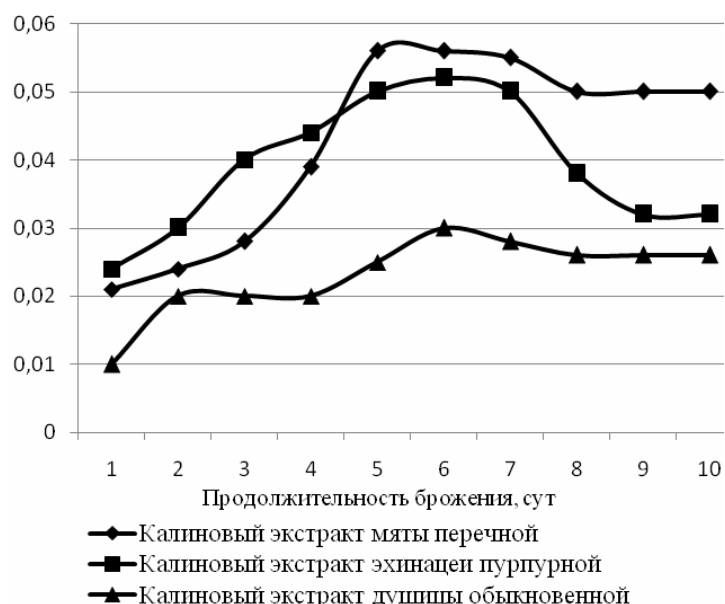


Рис. 4. Динамика накопления этилацетата в процессе брожения калиновых экстрактов лекарственных трав

Присутствие в сбразживаемых экстрактах лекарственных трав сложного эфира этилацетата является вполне закономерным явлением. Изучение динамики его накопления в процессе брожения (рис. 4) показало, что содержание этилацетата достигало своего максимума к 5–6-м суткам брожения (0,03–0,055%), при таких концентрациях этилацетат в сбразживаемых экстрактах гармонирует с букетом напитков и придает им полный, гармоничный вкус с фруктовыми нотками.

**Заключение.** Получены новые данные об ароматобразующей способности активных сухих дрожжей при получении натуральных слабоалкогольных напитков премиум-класса на основе калиновых экстрактов лекарственных трав.

Изучение динамики накопления спиртов (пропанол-1, изобутанол, изопентанол), которая способствует формированию требуемых органолептических показателей и оказывает положительное влияние на качество готовых напитков, показало, что максимальное накопление изовалериановой кислоты (0,2–0,21%) придает напиткам оригинальные тона, положительно влияет на букет. Общее содержание уксусной кислоты установлено в допустимых пределах (0,08–0,22%). Образованный при брожении калиновых экстрактов ацетальдегид в концентрации 0,00532–0,00545% положительно влияет на аромат напитков. Исследования показали, что этилацетат в концентрации 0,03–0,055% в сбразживаемых экстрактах способствует гармонизации вкуса и формированию букета напитков, придавая полному вкусу фруктовые нотки.

Результаты проведенных исследований подтверждают, что спиртовое брожение является одним из главных этапов, приводящих к получению качественно нового пищевого продукта за счет важности биосинтетических процессов образования ароматобразующих веществ сброженного напитка.

## Литература

1. Исаева, В. С. Каждому времени – свои напитки / В. С. Исаева, Т. В. Иванова, С. Л. Свергуненко // Пиво и напитки. – 2003. – № 3. – С. 38–41.
2. Проблемы и перспективы здорового питания: сб. науч. тр. / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности; редкол.: А. Ю. Просеков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2000. – 153 с.
3. Современные теории позитивного питания и функциональные продукты / А. А. Кочетова [и др.] // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.
4. Акулич, А. В. Создание новых натуральных сброженных слабоалкогольных напитков премиум-класса – одно из перспективных направлений пищевой промышленности / А. В. Акулич, Е. М. Моргунова, Н. А. Шелегова // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 1. – С. 106–111.

5. Экстракты для слабоалкогольных напитков на основе плодово-ягодного сырья и лекарственных трав / Е. М. Моргунова [и др.] // Вестн. Могил. гос. ун-та прод. – 2008. – № 2(5). – С. 82–89.
6. Летучие ароматические соединения винограда и вина и методы их определения: науч.-техн. сб. / Б. А. Виноградов [и др.]. – М.: АгроНИИТЭИПП. – 1997. – Вып. 2: Винодельческая промышленность. – 13 с.
7. Родопуло, А. К. Образование высших спиртов винными дрожжами / А. К. Родопуло, И. А. Егоров, Н. Г. Саишвили // Микробиология. – 1993. – № 6. – С. 166–172.
8. Мартыненко, Н. Н. Ароматические особенности сухих шампанских дрожжей / Н. Н. Мартыненко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 3. – С. 39–42.
9. Жирова, В. В. Образование летучих кислот и других метаболитов дрожжами в условиях пивоварения: дис. ... канд. техн. наук.: 05.18.01 / В. В. Жирова; МТИПП. – М., 1997. – 126 л.
10. Динамика накопления летучих компонентов в процессе алкогольного брожения / М. Хоситашвили [и др.] // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2007. – № 3. – С. 22–24.

*A. V. AKULICH, E. M. MORGUNOVA, N. A. SHELEGOVA, O. M. BARANOV*

**DYNAMICS OF ACCUMULATION OF AROMATIC SUBSTANCES  
IN THE PROCESS OF FERMENTATION OF GUILDER-ROSE EXTRACTS OF HERBS  
IS THE BASIS WHEN PRODUCING PREMIUM CLASS DRINKS**

**Summary**

When producing natural low alcoholic drinks of premium class on the basis of guildler-rose extracts of herbs, new data on aroma forming ability of active yeast powder are received.