различной молекулярной массы важен с точки зрения прогнозирования качества готовой продукции.

1. Mitić S.S., Paunović D.Đ., Pavlović A.N., Tošić S.B., Stojković M.B., Mitić M.N. Phenolic Profiles and Total Antioxidant Capacity of Marketed Beers in Serbia // *Int. J. Food Prop.* – 2014. – V. 17. – pp. 908–922. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680223>.
2. Wannenmacher J., Gastl M., Becker T. Phenolic Substances in Beer: Structural Diversity, Reactive Potential and Relevance for Brewing Process and Beer Quality // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* – 2018. – V. 17. – pp. 953–988. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12352>.
3. Нарцисс Л. Пивоварение. Том II. Технология приготовления сусла. / Л. Нарцисс. – М.: НПО «Элевар», 1999. – 370с.
4. Biendl M. Polyphenols – plant components with marketing potential // *Hopfenrundschaу International.* – 2005. – V. 05/06. – pp. 22-27.
5. Fărcas A., Tofană M., Socaci S. (et all.). Preliminary Study on Antioxidant Activity and Polyphenols Content in Discharged Waste from Beer Production. // *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* – 2013. – V. 19. – № 3. – pp. 319-324.
6. Jelinek L., Karabin M., Kincel T. (et all.). Xanthohumol: Possible isolation and beer enrichment. // *Chem. Listy.* – 2013. – V. 107. – pp. 209–213.
7. Stevens J. F., Page J. E. Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: To your good health! // *Phytochemistry.* – 2004. – V. 65. – no. 10. – pp. 1317–1330.
8. Chiva-Blanch G., Urpi-Sarda M., Rotchés-Ribalta M. (et all.). Determination of resveratrol and piceid in beer matrices by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry // *Journal of Chromatography A.* – 2011. – V. 1218. – no5. – pp. 698–705.
9. Forster A., Beck B., Schmidt R. (et all.) Über die Zusammensetzung von niedermolekularen Polyphenolen in verschiedenen Hopfensorten und zwei Anbaugebieten. // *Monatsschrift für Brauwissenschaft.* – 2002. – V. 55. – no. 5/6. – pp. 98–108.
10. Форстер А., Гар Ф., Гар А. и пр. О влиянии охмеления на качество пива // *Мир пива.* – 2013. – № 1. – С. 14-18.
11. De Keukeleire, D. Fundamentals of beer and hop chemistry // *Quimpica Nova.* – 2000. – V. 23. – no.1. – pp. 108–113.
12. Steenackers B., De Cooman L., De Vos D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: A review // *Food Chemistry.* – 2015. – V. 172. – pp. 742–756. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.139>.
13. Gernet M., Gribkova I., Zakharov M., Kobelev K. Research of Hop Polyphenols Impact on Malt Hopped Wort Aroma Formation Model Experiments // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science.* – 2021. – V.15. – pp. 263-272. <https://doi.org/10.5219/1518>.
14. Bamforth C.W., Parsons R. New procedures to improve the flavor stability of beer // *Journal of the American Society of Brewing Chemists.* – 1985. – V. 43. – no.4. – pp. 197–202.
15. Andersen M.L., Skibsted L.H. Electron spin resonance spin trapping identification of radicals formed during aerobic forced aging of beer // *J. Agric. Food Chem.* – 1998. – V. 46. – no.4. – pp. 1272–1275.
16. Kaneda H., Kano Y., Koshino S., Ohyanishiguchi H. Behavior and role of iron ions in beer deterioration // *J. Agric. Food Chem.* – 1992. – V. 40. – no.11. – pp. 2102–2107.

Чернышева К.Ю.¹, Захаров М.А.², Склепович Т.С.²
Аспекты получения дистиллятов из зернового сырья

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

²ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ ФНЦ «Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-20

Аннотация

В материалах статьи приведены данные по составу летучих компонентов в отдельных фракциях дистиллята, составлен баланс по группам компонентов. Установлено, что дистилляция сброженного зернового сусла, сопровождается не только перераспределением отдельных летучих компонентов по фракциям, но и

новообразованием. Даны рекомендации по приготовлению дистиллятов с заданными органолептическими характеристиками.

Ключевые слова: рожь, солод, сусло, дистиллят, летучие компоненты, спиртной напиток.

В последнее время, на рынках РФ и стран ЕС наблюдается устойчивый спрос на крепкие спиртные напитки, изготовленные на основе дистиллятов из различного сырья и обладающие уникальными органолептическими характеристиками.

При производстве различных дистиллятов используется оборудование, которое по принципу действия условно можно разделить на дистилляционные установки непрерывного и периодического действия.

Перегонные установки непрерывного действия для получения дистиллятов наиболее распространены в США. По сравнению с установками периодического действия они имеют значительно более высокую производительность, соответственно дистилляты, полученные на непрерывно действующих установках, обеднены ценными летучими компонентами, так как в процессе дистилляции удаляется основная часть продуктов брожения, ароматические соединения и сложные эфиры жирных кислот [1, 2, 3].

Для перегонки на периодически действующих аппаратах применяют разнообразные способы дистилляции. Технологические схемы перегонки должны быть подчинены основной цели: накоплению и сохранению в дистилляте высокоценных составных частей, участвующих в формировании готового продукта. При перегонке на аппаратах однократной сгонки дистиллят получают непосредственно из сброженного виноматериала, минуя получение спирта-сырца [1].

Изучение физико-химических и органолептических показателей висковых дистиллятов показало, что они зависят от исходных свойств сырья [4].

Другим фактором, влияющим на выход и качественные характеристики дистиллятов из растительного сырья, являются способы и режимные параметры получения сусла.

В технологии производства виски предлагаются два способа получения сусла высокотемпературный, основанный на разваривании помола из зерна на установках, работающих под давлением, с последующим осахариванием разваренной массы ферментами солода, либо ферментами ферментных препаратов и низкотемпературный, для производства сусла из солода [3].

При исследовании процесса получения сусла на основе переработки ржи, авторами работы [5] рекомендован «настоящий» способ, классически применяемый в технологии пивоварения, с измененными временными режимами на отдельных стадиях производства и с дополнительным введением стадии осахаривания.

С целью повышения эффективности технологического процесса производства дистиллятов из растительного сырья предложен способ, в котором проводят отдельную от дрожжевых осадков перегонку спирта из спиртосодержащей жидкости с фракционированием на головную, среднюю и хвостовую фракции [6].

Анализ литературных материалов по вопросу влияния отдельных факторов на процесс получения дистиллятов из растительного сырья показал, что исследования, посвященные производству зерновых дистиллятов очень малочисленны. В связи с чем, данная работа весьма актуальна, учитывая перспективность изучения и совершенствования технологии производства спиртных напитков на основе дистиллятов, полученных из зерновых культур.

Научный интерес работы представляет процесс изучения распределения и новообразования основных летучих компонентов сброженного сусла по фракциям на стадии дистилляции, а также выявление возможности получения зернового дистиллята с конкретными органолептическими показателями.

В качестве объектов исследования рассматривались рожь 1,3 и 4 классов и ячменный солод высокого качества и 2 класса.

Для получения дистиллятов использовалась перегонная установку периодического действия с укрепляющей колонной компании «Kothe Distillationstechnik» (Германия).

В работе применялись ферментные препараты амилалитического, гемицеллюлазного и протеолитического спектра действий, производства фирм Русфермент и Novozymes.

Было изучено распределение и новообразование основных летучих компонентов сброженного сусла при дистилляции по фракциям, позволившее обосновать возможность корректировки органолептических показателей получаемых дистиллятов. Процесс осуществляли путем однократной дистилляции с разделением на фракции с учетом их крепости и органолептических характеристик. Средняя фракция отбиралась дробно. Дистилляции подвергали образцы сброженного сусла из ржи разного биохимического состава и ячменных солодов двух классов. Для сбраживания использовали сухие спиртовые дрожжи Fermiol, а также пивоваренные дрожжи Sabrew WB-06, метаболизм последних, как установлено ранее, характеризуется повышенным образованием летучих компонентов.

Состав летучих компонентов в фракциях представлен в таблице 1.

Таблица 1

Распределение основных летучих компонентов при дистилляции по фракциям

Наименование летучих компонентов во фракции, мг/дм ³	Головная фракция	Средняя фракция					Хвостовая фракция
	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	
Ацетальдегид	12300	620	30	20	60	50	
Этилацетат	2470	245	5	2	6	3	
Метанол	100	70	60	50	80	50	
Диацетил	25	8	3	2	15	10	
1-пропанол	220	260	400	600	400	25	
Изобутанол	440	510	850	1150	350	10	
Изоамилол	380	500	1070	3030	3100	90	
Фенилэтиловый спирт	40	2	3	7	60	470	
Фурфурол	-	-	-	-	-	45	
Сумма примесей	16190	2280	2500	5000	4200	790	

Анализ полученных данных позволил выявить общие закономерности распределения основных летучих компонентов при дистилляции сброженного зернового сусла по фракциям, не зависящие от исходного состава сброженного сусла:

- концентрирование ацетальдегида и этилацетата во фракции Ф1 и их повышенное количество во фракции Ф2;
- содержание метанола во всех фракциях, кроме Ф6, в сопоставимых значениях;
- перераспределение высших спиртов с их максимальным содержанием во фракциях Ф2 – Ф5;
- полный переход фурфурола во фракцию Ф6 и концентрирование в ней фенилэтилового спирта.

На основании данных по составу летучих компонентов в отдельных фракциях и их объема составлен баланс по группам компонентов. Установлено, что дистилляция сброженного зернового сусла, сопровождается не только перераспределением отдельных летучих компонентов по фракциям, но и новообразованием. Так содержание этилацетата и метанола возрастает по сравнению с исходным в сброженном сусле на 20-90 % и 80-140 %, соответственно (Рис. 1 и 2). В целом, средняя фракция (дистиллят)

содержит 10-20 % от исходного в сброженном сусле ацетальдегида; 50-80 % – этилацетата; 80-120 % – метанола; 90-100 % – высших спиртов.

Рисунок 1 – Баланс распределения этилацетата при дистилляции по фракциям

Рисунок 2 – Баланс распределения метанола при дистилляции по фракциям

Изучено влияние способа дистилляции и его режимных параметров на выход и качественные характеристики дистиллятов. Установлены закономерности пофракционного распределения летучих компонентов, а также их новообразование при дистилляции образцов зернового сусла. В связи с полученными результатами для практического моделирования готового спиртного напитка, предложена перегонка с использованием периодической пофракционной перегонки с соответствующим

купажированием для получения дистиллята с заданными органолептическими характеристиками.

1. Мартыненко, Э.Я. Технология коньяка / Э.Я. Мартыненко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 320 с.
2. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пиготт (ред); перевод с англ. Под общ. ред А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
3. Макаров, С.Ю. Основы технологии виски / С.Ю. Макаров. – М.: ПРОБЕЛ, 2011. – 196 с.
4. Коростелев, А.В. Физико-химические и органолептические показатели спиртов-виски из различного сырья / А.В. Коростелев, С.В. Востриков, И.В. Новикова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2010. – № 1. – С. 30 – 31.
5. Оганесянц, Л.А. Сравнительная характеристика способов получения суслу для производства зерновых дистиллятов / Л.А. Оганесянц и др. // Пиво и напитки. – 2014. – №3. – С. 44 – 47.
6. Способ производства дистиллята: пат. 2421509 Россия, МПК С 12 G 3/12 / Аванесьянц Р.В., Агеева Н.М., Аванесьянц Р.А., Кокорина К.В., Шаззо А.Ю. – № 2010105627/10; заявл. 16.02.2010; опубл. 20.06.2011. Бюл. № 17.