

Зародюк А.В.¹, Чигиринец О.Е.¹, Компанец Н.А.¹
Проценко Л. В.², Ляшенко М. И.²

(¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,

²Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКТА ХМЕЛЯ (*HUMULUS*) СЖИЖЕННЫМ ИЗОБУТАНОМ

На сегодняшний день тема получения экстрактов является очень важной как для косметических и парфюмерных производств, так и для фармацевтического производства и пищевой промышленности. Существующие методы экстракции не позволяют получить экстракты определенного качественного состава, поэтому для извлечения необходимых веществ из субстрата разрабатываются все новые и новые методы.

Способность растворять вещества тех или иных сверхкритических газовых растворителей сильной степени зависит от их плотности, температуры и давления. Большое значение имеет также и вязкость, поскольку она характеризует транспортные возможности сжиженных газов. Поэтому физические и термодинамические свойства сверхкритических флюидов заслуживают особого внимания [1].

Главным преимуществом экстракции сжиженными газами является низкая токсичность используемых газов, возможность с легкостью удалить газ-экстрагент и низкая температура экстракции, что предотвращает термическое разрушение компонентов экстрактов. Авторами в статье [2] было показано, что, в частности, сжиженный н-пропан проявляет удовлетворительную экстракцию по сравнению с классическими методами, такими как экстракция гексаном методом Сокслета. Также было отмечено, что экстракция может быть проведена под мягкими условиями температуры и давления и получить высокий выход токоферолов и фитостеролов.

Главным недостатком экстракции сверхкритическими жидкостями является конструктивная сложность экстракторов, поскольку сжижения газов-экстрагентов требует высокого давления, поэтому стоимость получения таких экстрактов растет по сравнению с экстрактами, полученными традиционными методами.

В статье [3] авторы используют CO₂-экстракт хмеля в пивоварении в сочетании с сортами хмеля с низким содержанием α-кислот.

Целью данного исследования является изучение состава экстракта хмеля, полученного с помощью субкритического изобутана и оценка актуальности использования данного экстракта в пивоварении.

Было определено, что на 100 г сухого хмеля приходится 4,0 г эфирного масла, из которых мирцен составляет 20,4%, кариофилен 7,2%, гумулен 14,7%, фарнезен 14,1%.

В ходе проведения анализ в изобутанового экстракта хмеля с помощью ВЭЖХ, получены результаты, приведенные в таблице 1.

Анализ измельченного хмеля после экстракции показал, что в хмеле после экстракции определено 0,9% α -кислота, что составляет 20,45% от их первоначального содержания. Полная экстракция α -кислота (гумулон, когумулона) является важной для пивоварения, поскольку именно они придают пиву характерный горький вкус за счет трансформации в изо- α -кислота (изогумулоны) при нагревании. Кроме того, α -кислота обладают тензоактивными свойствами - влияют на пенообразование и устойчивость пены, а также противодействуют развитию бактерий.

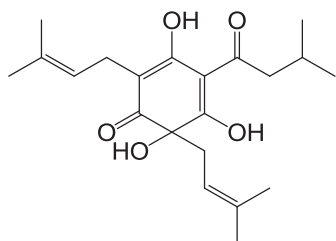


Рис. 1. Гумулон

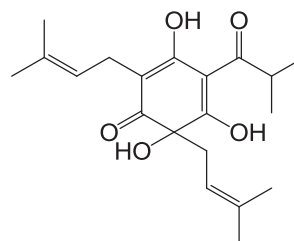


Рис. 2. Когумулона

Считается, что важнее для формирования горечи пива является именно гумулон, в то время как когумулон оказывает негативное влияние на вкус пива, поскольку формирует резкую горечь. Желаемый содержание когумулона составляет 20-25% от всех α -кислота.

Экстракция β -кислот прошла полностью, о чем свидетельствует их отсутствие в хмеле при определении. Наличие β -кислота является важным показателем при оценке качества сортов хмеля. Они не изомеризуются при нагревании в отличие от α -кислота, однако могут довольно быстро окисляться, что также оказывает горечи пиву. Так же, как и α -кислоты, они обладают антибактериальными свойствами.

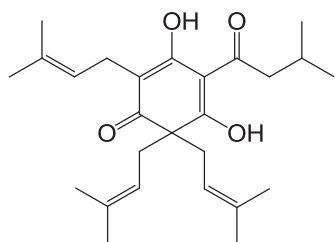


Рис. 3. лупулон

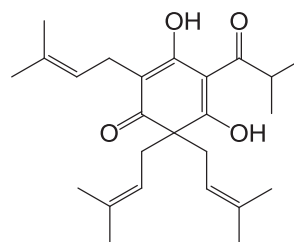


Рис. 4. Колупулон

Экстракция эфирного масла прошла полностью, о чем свидетельствует высокий его содержание в экстракте и отсутствие в хмеле после экстракции.

В хмеле после экстракции обнаружено высокое содержание ксантогумола.

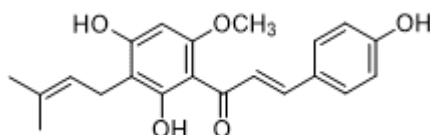


Рис. 5 . ксантогумол

Значительное внимания ученые из разных стран мира уделяют изучению пренилированных флаваноидов хмеля через их широкий спектр биологической активности: антиоксидантные, антимикробные, противовирусные, антиканцерогенные и фитоэстрогенные [4]. Наибольшее содержание всех пренилфлаваноидов приходится именно на ксантогумол (рис. 5). Он также, как и α - и β -кислоты, относится к веществам, которые влияют на горечь и вкус хмеля. Однако в процессе пивоварения он вместе с другими пренилированными флаваноидов превращается в соответствующие флавоны [5].

Таблица 1. Результаты испытания образца изобутанового экстракта хмеля

№	Показатель качества определяется	Фактические значения показателя
1	Массовая доля α -кислот, %	25,0
2	Массовая доля β -кислот, %	24,6
3	Соотношение β / α -кислот	0,98
4	Когумулону в составе α -кислот, %	23,0
5	Колупулону в составе β -кислот, %	43,1
6	Ксантогумол, %	0,17

Образец экстракта хмеля с высоким содержанием β -кислот и эфирного масла фарнезенового типа, что дает основания для дальнейшей его апробации в пивоварении.

Целью дальнейших исследований является совершенствование процесса экстракции, а именно улучшение экстракции горьких α -кислот, которые являются основным компонентом при производстве пи-

ва и ценообразующим фактором при оценке хмелепродуктов, в частности экстрактов хмеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жузе Т.П. Роль сжатых газов как растворителей. –М., Недра, 1981, 165 с.

2. С.М. da Silvia et al., Compressed n-propane extraction of lipids and bioactive compounds from *Perilla* (*Perilla frutescens*) / J. of Supercritical Fluids 102 (2015) 1-8.

3. Protsenko L., Litvynchuk S. Featuring of using hops and CO₂-extract in brewing / Ukrainian Food Journal. 2017. Vol 6, #1 p. 77-84.

4. Stevens J. F., Miranda C. L., Buhler D. R., Deinzer M. L. (1998). Chemistry and biology of hop flavonoids. Journal American Society Brewing Chemists, 56,4, 136–145.

5. Stevens, Jan F.; Taylor, Alan W.; Clawson, Jeff E.; Deinzer, Max L. (1999-06-01). "Fate of Xanthohumol and Related Prenylflavonoids from Hops to Beer". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **47** (6): 2421–2428.