

**Докторант Кырыкбаева Ш.Т.¹, д.т.н. Майоров А.А.²,
к.б.н. Молдабаева Ж.К.¹, PhD Тохтаров Ж.Х.¹**

¹НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Республика Казахстан

²ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», РФ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Основной задачей стоящей перед человечеством, является обеспечение населения необходимым количеством продуктов питания. Кроме того, продукты питания не только должны удовлетворять потребности в основных питательных веществах и энергии, но и быть доступными для питания разных слоев населения. В настоящее время основной задачей специалистов, работающих в пищевой промышленности, является создание полноценных, безопасных легкодоступных продуктов. Основными направлениями для решения данной задачи являются – создание обогащенных и комбинированных продуктов питания, также при производстве обогащенных продуктов является повышение их биологической ценности. Биологическая ценность повышается путем введения в состав продуктов массового потребления белковых обогатителей, аминокислот, витаминов, минеральных веществ [1].

Одним из интересных и легкодоступных видов растительных компонентов является хмель. В настоящее время известны использование хмеля в пивоварении и хлебопечении.

Хмель обыкновенный (лат. *Humulus lupulus*) – вид травянистых многолетних растений рода Хмель (*Humulus*) семейства Коноплевые (*Cannabaceae*) [2].

Хмель растет практически везде, но только определенные регионы могут похвастаться особым климатом, позволяющий выращивать хмель с наилучшими характеристиками, за которые он так ценится пивоварами во всем мире.

Климатические особенности этих регионов отвечают трем основным условиям:

- большое количество солнечных, но не сильно жарких дней;
- частое выпадение осадков;
- довольно прохладные вечера и ночи.

Говоря другими словами – хмель любит много солнца, воды и прохлады, а регионы в которых соблюdenы все эти условия способны давать более богатый и качественный урожай. По этим причинам, все хмелеводческие регионы расположены в определенном диапазоне широт – это 45-55° на северном полушарии, где располагается большая часть Европы и северная часть США; и на широте минус 35-45° в южном полушарии – это Ново-Зеландия, Австралийский остров Тасмания, самый юг Африки, и центральная часть Аргентины [3]. В Казахстане широко произрастает хмель в южных и восточных регионах. В этих широтах предостаточно солнечного света и нет изнуряющей жары [4].

Растение является неплохим медоносом, его соплодия применяются в хлебопекарной и пивоваренной промышленности. В старину из шишек хмеля делали красители для тканей, а из расщепленных на волокна стеблей изготавливали мешки и веревки. Побеги, появляющиеся ранней весной, можно употреблять в пищу в виде салатов или для приготовления зеленых щей.

Экстракты хмеля, обладающие целебными свойствами, используют в медицине для лечения заболеваний сердца, сосудов, почек и печени, а также в качестве болеутоляющего и успокаивающего средства. Масло хмеля входит в состав препаратов наружного действия, предназначенных для ухода за кожей и волосами, лечения псориаза, экземы, дерматитов и угревой сыпи. Горечи, содержащиеся в соцветиях и листьях, способствуют усилению аппетита и улучшают пищеварение [5].

Химический состав хмеля зависит от сорта, способа культивирования, почвенно-климатических условий выращивания и послеуборочной обработки. Химический состав хмеля представлен в таблице 1.

Таблица 1. Средний химический состав хмеля

№ п/п	Показатели	Значения, %
1	Влажность	10-14
2	Горькие вещества	10-22
3	Эфирные масла	0,2-1,7;
4	Полифенольные вещества	2-5;
5	Клетчатка	10- 16;
6	Азотистые вещества	15-24;
7	Безазотистые экстрактивные вещества	25-30;
8	Минеральные вещества	7-10;
9	Сахара	2-4.

Горькие вещества (называемые смолами) - основная и наиболее важная с технологической точки зрения составная часть хмеля. Хмелевые смолы классифицируются следующим образом (рисунок 1).



Рис. 1. Классификация горьких веществ хмеля

α -горькая кислота - гумулон, представленный гомологами: адгумулоном, когумулоном, прегумулоном и постгумулоном- важнейший компонент, который определяет товарную ценность хмеля. Это слабая одноосновная кислота. Растворяется в кипящей воде, при этом образуется коллоидный раствор. С увеличением pH растворимость увеличивается. Является хорошим пенообразователем и обладает сильным антисептическим действием. Когумулон превращается в изомер легче других компонентов α -кислоты,

поэтому сорта хмеля с большим содержанием когумулона имеют и большую горечь. Но этой фракции приписывают негативную роль в формировании горечи пива, поэтому считается, что оптимальное содержание когумулона должно быть менее 20-25 % от содержания α -кислот. При кипячении сусла с хмелем α -горькие кислоты изомеризуются, переходят в пиво и формируют его горечь.

β -горькая кислота - лупулон, представленный гомологами: адлупулоном, колупулоном, прелупулоном и постлупулоном. Растворимость лупулона меньше, горечь и пенообразующая способность ниже, чем гумулонов. Антисептические свойства намного выше. При созревании хмеля часть этих кислот превращается в более мягкие α -кислоты. При кипячении сусла с хмелем лупулоны практически не преобразуются и полностью остаются в дробине.

γ - и δ -мягкие смолы образуются на первой стадии окисления горьких кислот. Обладают большей растворимостью в сусле и пиве, чем соответствующие кислоты. Представляют собой вязкую массу красно-коричневого цвета с сильным горьким вкусом.

Неспецифические мягкие смолы (резутоны)- это продукты разложения α - и β -горькой кислот.

Твердые смолы- продукты окисления мягких смол, γ -смола горечью не обладает, β -смола имеет грубую горечь (в 8 раз меньше, чем α -кислоты), хорошо растворима в сусле и пиве. Ценности для пивоварения они не имеют.

Полифенольные вещества представлены танинами, флавонолгликозидами, катехинами и антоцианогенами (составляют около 80 % полифенолов хмеля). Обладают вяжущим вкусом, являются антиоксидантами, т.к., окисляясь, предохраняют от окисления горькие вещества хмеля. При кипячении осаждают белки сусла и способствуют его осветлению. Участвуют в формировании вкуса пива. Но при высоком содержании появляется грубый вкус. Могут связываться с солями железа, при этом пена приобретает коричневый оттенок. При хранении окисляются и превращаются в красно-коричневые соединения с неприятной горечью - флобафены. Поэтому при

использовании старого хмеля у пива появляется посторонняя неприятная горечь.

Хмелевое масло относится к типу эфирных масел, придает хмелю характерный аромат. Это прозрачная жидкость светло-желтого цвета с сильным ароматом, масло растворимо в эфире, спирте, в воде - очень плохо. Клейкость свежего хмеля обусловлена выделением хмелевого масла. Хмелевое масло задерживает окисление горьких и полифенольных веществ хмеля. При хранении полимеризуется, осмоляется или расщепляется с образованием кислот, и хмель теряет аромат и клейкость.

По химическому составу хмелевое масло - смесь углеводородной (40-80 %) и кислородсодержащей (60-20 %) фракций.

Основную часть углеводородной фракции (60-80 %) составляют: мирцен, кариофиллен, гумулен и фарнезен. Мирцен придает хмелю свойственный аромат, а пиву жесткий вкус и резкий запах, легко окисляется и превращается в соединение с неприятным запахом старого хмеля. Гумулен, кариофиллен и фарнезен способствуют получению пива с тонким ароматом, поэтому в хмелевом масле должно быть меньше мирцена и больше гумулена, кариофиллена и фарнезена. Соотношение гумулена и кариофиллена должно быть не менее 3.

Кислородсодержащая фракция представлена спиртами (бутанол, изобутанол, гексанол и др.), сложными эфирами, альдегидами.

Азотистые вещества на 50 % представлены растворимой фракцией (альбумозы, пептоны, полипептиды, аминокислоты). Эти соединения ассимилируются дрожжами.

Пектиновые вещества участвуют в создании полноты вкуса, пенообразовании и пеностойкости.

Сахара: по 0,5 % содержится фруктозы, сахарозы и глюкозы, а также немного раффинозы.

Липиды - воск мирицин (до 1,5 %). Покрывает шишки, придает им блеск, предохраняет от увлажнения, высыхания и поражения микроорганизмами. В

небольших количествах содержатся жирные кислоты: олеиновая, линолевая, стеариновая и пальмитиновая.

Кислоты: органические - яблочная, лимонная, щавелевая; неорганические - серная, фосфорная, кремневая. Они обуславливают кислый характер и буферность вытяжек из хмеля.

Из витаминов в хмеле содержатся: тиамин, пиридоксин, никотиновая кислота, биотин, рутин, пантотеновая кислота.

Из минеральных веществ содержатся: фосфор, калий, магний, кальций, железо, натрий, кремний, сера.

Цвет шишек обусловлен наличием красящих веществ: хлорофилла, антоцианов и танинов. Эти соединения окрашивают лепестки в разные цвета.

Оценку качества хмеля проводят по органолептическим и физико-химическим показателям.

По внешнему виду шишки хмеля должны быть целыми, закрытыми, не поврежденными.

Аромат хмеля должен быть чистый, специфический, очень тонкий, но не острый, без постороннего запаха, например, запаха серы.

Хмель хорошего качества почти не содержит семян и имеет высокое содержание лупулина. Хмель среднего качества имеет большое содержание семян и острый хмелевой аромат, иногда с посторонним запахом (например, фруктовым). Более грубый хмель - оплодотворенный, семенной. Аромат у него резкий, часто не хмелевой, с чесночным или другим посторонним запахом.

Посторонними запахами для хмеля являются: дымный, горелый, луковый, чесночный, соломенный, травяной, серный.

Травяной запах свидетельствует о том, что хмель убран в незрелом состоянии. Сырный, затхлый запахи являются признаком нежелательных химических и биохимических процессов.

Качество хмеля-сырца регламентируется ГОСТ 21946 (хмель-сырец в виде шишек, высушенных и прошедших отлежку), прессованного хмеля - ГОСТ 21947 (хмель прессованный, сульфитированный).

Цвет шишек должен быть от светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого. Недозрелый хмель имеет зеленый и серо-зеленый цвет, перезрелый - коричневый и красный. Коричневые и красноватые пятна указывают на поражение болезнями или вредителями, белый налет - на поражение мучнистой росой, черный налет - плесени. Плохо хранившийся хмель имеет матовую окраску и темно-коричневый цвет (это указывает на самосогревание). Цвет зерен лупулина должен быть от лимонно-желтого до золотисто-желтого, с блеском, поверхность зерен - клейкая. Красно-желтая, красно-коричневая окраска зерен, сухость свидетельствуют о сушке хмеля при высокой температуре или о старости хмеля.

Физико-химические показатели качества хмеля приведены в таблице 2.

Не допускается использовать в пивоварении хмель с прелым, затхлым, сырным, дымным запахом, пораженный плесенью, болезнями, вредителями, с содержанием посторонних (не хмелевых) примесей [6].

Таблица 2. Физико-химические показатели качества хмеля в соответствии с требованиями ГОСТ 21946 и 21947

Наименование показателей	Значения	
	Хмель-сырец	Хмель прессованный
Содержание α-кислоты на а.с.в., %	3,5 (не менее 2,5)	3,5 (не менее 2,5)
Влажность, %	11,0-13,0	11,0-13,0
Содержание хмелевых примесей, % не более: для хмеля машинного сбора	10,0 5,0	10,0 5,0
для хмеля ручного сбора		
Содержание семян, %, не более	4,0	4,0
Содержание золы на а.с.в., %, не более	14,0	14,0
Содержание общего количества SO ₂ , % не более	-	0,5
Содержание осыпавшихся лепестков, %, не более	25,0	-

Таким образом, учитывая химический состав хмеля, который содержит горькие вещества, эфирные масла, полифенольные вещества, клетчатку, азотистые вещества, минеральные вещества, сахара и др. перспективным является использование хмеля в производстве пищевых продуктов.

Литература:

1. Обогащенные, комбинированные и искусственные продукты питания

<https://studizba.com/lectures/115-selskoe-hozjajstvo-i-pischevaja-promyshlennost/1572-lekcii-po-pischevoj-himii/29595-7-obogaschennye-kombinirovannyе-i-iskusstvennyе-produkty-pitanija.html> (дата обращения: 15.02.2021 ж.)

2. Хмель обыкновенный

https://ru.wikipedia.org/wiki/Хмель_обыкновенный (дата обращения: 16.02.2021 ж.)

3. Милоста, Г.М. Агробиологические основы выращивания хмеля в Республике Беларусь: монография / Г.М. Милоста, В.В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2010.

4. Разновидности хмеля и регионы произрастания

<https://zen.yandex.ru/media/id/5a64cbf8f03173600396691e/raznovidnosti-hmelia-i-regiony-proizrastaniia-5e454a07b7ee290469fac5f1> (дата обращения: 24.02.2021 ж.)

5. Хмель полезные свойства, применение и рецепты

<https://oilsessential.ru/hmel-poleznye-svojstva-primenenie-i-retsepty> (дата обращения: 25.02.2021 ж.)

6. Оценка химическим исследованием <https://poisk-ru.ru/s23734t7.html>

(дата обращения: 25.02.2021 ж.)