

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ХМЕЛЯ ОТ СОСТАВА ГОРЬКИХ ВЕЩЕСТВ

**Регилевич А. А.¹, Милоста Г. М.¹, Шляхтун А. Г.², Skomra U.³,
Проценко Л. В.⁴**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь

² – РНИУП «Институт биохимии биологически активных соединений
НАН Беларуси»
г. Гродно, Республика Беларусь

³ – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy
Instytut Badawczy,
Pulawy, Poland

⁴ – Институт сельского хозяйства Полесья Национальной академии
аграрных наук Украины
г. Житомир, Украина

Применение шишек хмеля в пивоварении обусловлено наличием в них многочисленных соединений, относящихся к горьким веществам, полифенолам и эфирным маслам, которые придают пиву пенистость, биологическую стойкость, создают неповторимый вкусовой и ароматический букет. Горькие вещества – наиболее полезные и характерные составные части хмеля, которые в подобной форме не встречаются у других растений.

Хмель находит широкое применение и в народной медицине в качестве средства, успокаивающего нервную систему, при воспалении почек, желчного и мочевого пузырей, при заболеваниях селезенки, гастрите, бессоннице и в качестве мочегонного средства. Настойку хмеля рекомендуют для улучшения аппетита и деятельности кишечника. Эфирные масла применяют при изготовлении сердечных препаратов – валокардина и милокардина. Кроме этого, шишки хмеля используют в парфюмерии, косметике, хлебопекарной и других отраслях промышленности.

Пять соединений, содержащихся в хмеле, относятся к альфа-кислотам: гумулон, когумулон, адгумулон, прегумулон и постгумулон, которые отличаются ацилбоксовыми группами у второго углеродного атома гексадиенового цикла. Количественное содержание когумулона во фракции альфа-кислот является одним из характерных признаков селекционного сорта. Если в ароматических сортах хмеля его количество составляет в альфа-кислотах 20-22%, то в горьких сортах может достигать

50%. Благодаря наличию у гексадиенового кольца альфа-кислот энольных групп, они ведут себя как слабые кислоты. С катионами свинца образуют нерастворимую в спирте соль желтого цвета. На этом свойстве и основано кондуктометрическое определение альфа-кислот в шишках хмеля и продуктах его переработки. Эти кислоты плохо растворимы в воде и хорошо растворяются в органических растворителях (эфире, этаноле, метаноле, гексане, хлористом метиле и др.).

При охмелении сусле во время кипячения, альфа-кислоты превращаются в изо-альфа-кислоты. При этом шестичленное кольцо в результате интрамолекулярной перегруппировки превращается в пятичленное. Изо-альфа-кислоты намного лучше растворимы в воде, сусле и пиве и являются основными носителями горечи в пиве. В небольшом количестве они накапливаются и в шишках хмеля при созревании. Причем, чем выше содержание альфа-кислот, тем больше накапливается изо-альфа-кислот.

При изомеризации около 4% альфа-кислот превращаются в аллю-изо-альфа-кислоты, которые в 1,5 раза более горькие, чем изо-альфа-кислоты. Кроме того, около 25-30% альфа-кислот превращается в абео-изо-альфа-кислоты. Последние хорошо растворяются в воде, сусле и пиве, негорькие на вкус, но обладают хорошей пенообразующей способностью.

При охмелении сусле только 40-50% альфа-кислот превращается в изо-альфа-кислоты, а использование их при приготовлении пива не превышает 25-30%. Следовательно, с целью улучшения использования альфа-кислот при пивоварении необходимо изыскать новые технологические приемы охмеления сусле.

Следует отметить, что альфа-кислоты играют важную роль и в повышении биологической стойкости пива. Так, для задержки активности грамположительных бактерий требуется их в 2300 раз меньшее количество, чем фенола.

Бета-кислоты обладают небольшой горечью и выделяются в образующихся лупулиновых железах, но при созревании часть этих бета-кислот превращается в значительно более горькие альфа-кислоты. Превращение части бета-кислот во многом зависит от погодных условий. Надо сказать, что жаркая и сухая погода при созревании препятствует подобным превращениям больше, чем холодная и влажная.

Бета-кислоты не обладают горечью, они менее устойчивы к окислению кислородом воздуха, чем альфа-кислоты. Растворимость бета-кислот в воде и сусле зависит от величины pH и температуры. При окислении около 80% бета-кислот превращается в гулупоны, которые представляют собой светло-желтое масло горького вкуса. Горечь гулу-

понов резкая, но приятная, неостающаяся и составляет от 1/3 до 2/3 горечи от альфа-кислот. В связи с этим, лучшего качества считается хмель в котором бета-фракции содержится в 1,5 раза больше, чем альфа-кислот.

Глубокое окисление альфа- и бета-кислот приводит к образованию гумулиновых и гулупиновых кислот. Поскольку они лишены горечи, эти кислоты не представляют ценности для приготовления пива. При окислении компонентов мягких смол образуются твердые смолы. Раньше считали, что они не участвуют в процессе пивоварения. Однако в последнее время было доказано, что фракция твердых смол – дельта-смолы обладают горечью в 8 раз меньшей, чем горечь, создаваемая альфа-кислотами. Поэтому предложено определять общую горечь хмеля с учетом этой фракции.

Горькие вещества хмеля в процессе охмеления суслу взаимодействуют с белками и выпадают в осадок. По этой причине, если в сусле будет недостаточное количество полифенолов, способных легко экстрагировать горячей водой и первыми вступать в реакцию с белками, то потери горьких веществ в данном случае при приготовлении пива окажутся существенными [1, 2].

Нашими исследованиями впервые в условиях Республики Беларусь для определения качественных показателей хмеля использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. При использовании данного метода определены не только альфа-кислоты, но и бета-кислоты, кроме того, альфа-кислоты будут разделены на фракции (когумулон и адгумулон), а также бета-кислоты (колупулон и адлупулон).

Опытный участок, на котором произрастал отечественный хмель, находится в хмелеводческом хозяйстве ООО «Белхмельагро» Малоритского района Брестской области. Малоритский район расположен на юго-западе Беларуси, входит в состав Белорусского Полесья и находится в его южной части, в так называемом Брестском Полесье.

Почва характеризуется как дерново-подзолистая рыхло-супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком (агродерново-подзолистая языковатая, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком, супесчаная). Агрохимическая характеристика почвы: рН в КС1 – 5,9-6,1, содержание гумуса – 1,95; P₂O₅ – 175 и K₂O – 180 мг/кг почвы.

В год проведения исследований (2015 г.) температура превышала средние многолетние показатели и достигала до 38°C. Наряду с этим, в течение двух месяцев не отмечалось выпадения осадков. Повышенные

температуры воздуха и дефицит влаги в почве привели к резкому снижению урожая и качества шишек.

Научно-обоснованный подбор сортов является важным фактором повышения урожайности хмельников и качества продукции. По данным исследователей многих стран, где интенсивные технологии возделывания применяются продолжительное время, урожайность хмеля возрастает благодаря использованию новых высокопродуктивных сортов на 34-50%, удобрений – 30-35%, пестицидов – 25-30%. Мировой опыт показывает, что потенциальная урожайность сорта в условиях производства обычно реализуется на 60-70%. Неиспользованный 30-40% запас продуктивности гарантирует стабильную работу его биологической системы и делает возможным прирост урожая при улучшении условий возделывания [2].

Нами проведены лабораторные анализы по определению качественных показателей на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (США) ароматического сорта Перле Бел и горького сорта Норден Бревер Бел.

Содержание альфа-кислот ароматического сорта Перле Бел составило 3,9% (когумулон – 1,0%; адгумулон – 2,9%), бета-кислот – 2,0% (колупулон – 1,1%; адлупулон – 0,9%). Содержание альфа-кислот горького сорта Норден Бревер составило 6,1% (когумулон – 1,0%; адгумулон – 5,1%), бета-кислот – 2,8% (колупулон – 1,4%; адлупулон – 1,4%). Нами рассчитан коэффициент соотношения β/α кислот. В наших исследованиях у ароматического сорта Перле Бел коэффициент составил 0,51, а у горького сорта Норден Бревер – 0,46.

Хмель и соответственно пиво хорошего качества получается за счет увеличения содержания бета-кислот (из-за их мягкой горечи). Поэтому в дальнейшем наша работа будет направлена на установление зависимости влияния агроприемов на содержание альфа- и бета-кислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляшенко, Н. И. Основные результаты исследований по физиологии и биохимии хмеля / Н. И. Ляшенко, Г. Д. Солодюк // Сб. науч. тр. / Н.-и. и проект.-технолог. ин-т хмелеводства. – Киев, 1988. – Вып. 10: Хмелеводство. – С. 14-19.
2. Ляшенко, Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полися, 2004. – 408 с.