

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ КСАНТОГУМОЛУ В ШИШКАХ ХМЕЛЮ СОРТІВ ВІТЧИЗНЯНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ВИРОЩЕНИХ В УМОВАХ ПОЛІССЯ

О.О. Венгер, кандидат сільськогосподарських наук

Представлено результати досліджень вмісту пренільованого флавоноїду – ксантогумолу – у шишках хмелю сортів вітчизняної селекції вирощених в умовах Полісся.

Хміль, ксантогумол, ізо-ксантогумол, якість.

Хміль – традиційна культура Полісся України. Хоча за останні роки площі зайняті цією технічною культурою зменшуються й склали в 2011 році 645,6 га, з яких зібрано 681,4 т хмелю. Шишки хмелю містять близько 100 гірких речовин, яких ще не виявлено в інших рослинах, 325 компонентів ефірної олії та понад 70 поліфенольних сполук. Більшість сполук присутніх у шишках хмелю біологічно активні й мають лікувальні властивості. У народній медицині шишки хмелю використовують вже більш як 2500 років. Нині фармацевтична промисловість світу виготовляє понад 100 лікарських препаратів на основі хмелю. Відомо, що гіркі речовини хмелю затримують ріст мікроорганізмів (бактерій, грибів), підсилюють секрецію шлункового соку та поліпшують апетит. Серед поліфенолів рутин та катехіни мають високу Р-вітамінну активність, позитивно впливають на кровоносні судини, запобігають атеросклерозу. Шишки хмелю містять значну кількість катехінів й антоціанідинів, які майже повністю знешкоджують вплив на організм людини стронцію-90. Терпеноїди заспокійливо діють на центральну нервову систему, а також мають високі антисептичні властивості [1].

У 1993 році вперше з'явилось повідомлення, що речовини, які містяться в шишках хмелю, пригнічують розвиток раку, особливо колупулон (складова сполука бета-кислот). Ксантогумол – один з представників хмельових поліфенолів ряду халконів. Він займає центральне місце в групі речовин, що називаються пренілфлавоноїдами. Про антиканцерогенну дію ксантогумолу вперше було повідомлено в березні 1998 року на конференції Американського товариства токсикології в Сіетлі дослідниками Орегонського університету. Було досліджено, що ксантогумол може знешкоджувати канцерогенні сполуки шляхом блокування окремих негативних ферментних систем (Цитохром Р450) [4].

Компоненти альфа- та бета-кислот мають великий антиокислювальний потенціал і перехоплюють вільні радикали в клітині, які порушують структуру ДНК. Встановлено, що гумулон ефективний під час терапії лейкемії. Японськими вченими доведено, що лупулон затримує ріст бактерій (*Helicobacter pylori*), які спричиняють виникнення виразки дванадцятипалої кишки та раку шлунку, він виявляє сильну антибактеріальну активність проти трьох штамів *Helicobacter pylori*.

© О.О. Венгер, 2012

Поліфенольні сполуки – це активні метаболіти клітинного обміну, які відіграють важливу роль у різних фізіологічних функціях цієї рослини і є однією з груп біологічно-активних речовин. Вони є природними антиоксидантами. Дослідження останніх років свідчать, що поліфеноли проявляють фізіологічно корисну дію: зміцнення імунної системи, захист від інфекцій і запалення, профілактика від серцево-судинних захворювань і діабету та зниження імовірності захворювання на рак, заспокійливо діють на нервову систему, проявляють протиалергійні, антимікробні, болетамувальні властивостями.

Під час біосинтезу ксантогумол синтезується разом з хмельовими смолами й ефірною олією в лупулінових залозках, ксантогумол є перехідною сполукою між хмельовими смолами й поліфенолами. Зі смолами в цієї сполуки є й інші загальні властивості, наприклад, ізомеризація в процесі кип'ятіння сусла з хмелем або екстракція органічними розчинниками. Відомо, що до пренілфлавоноїдів хмелю належить понад 20 сполук, але в найбільшій кількості міститься ксантогумолу (від 80 до 90 %), до менш суттєвих складових відноситься десметілксантогумол (від 2 до 3 %), дегідроциклоксантогумол (від 2 до 4 %) і дегідроциклоксантогумол-гідрат (від 3 до 6 %), 6-пренілнарінгенін, 8-пренілнарінгенін. Решта пренілфлавоноїдів зустрічаються в хмелі в незначних кількостях.

Пренілфлавоноїди, а найбільше ксантогумол хмелю, сьогодні є центром уваги медичинських досліджень вчених Чехії, Японії, США та інших країн Європи. За даними їх досліджень, у пренілфлавоноїдів були виявлені значні антиоксидантні, антивірусні, антимікробні, протизапальні та антиканцерогенні властивості. Наприклад, ксантогумол та дегідроциклоксантогумол активує дію хинонредуктази. Цей ензим захищає клітини від токсичної дії ксенобіотиків тим, що змінює хінони на гідрохінони, які в організмах ссавців швидше розкладаються. У ізо-ксантогумолу та 8-пренілнарінгеніну були виявлені інгібіруючі властивості на ензими цитохрома P450, що активують дію різних канцерогенів [8].

Антиоксидантні властивості пренілфлавоноїдів запобігають окисленню ліпопротеїнів «low density», у результаті чого знижується ризик виникнення серцево-судинних захворювань [6]. Цитотоксична дія ксантогумолу, дегідроксантогумолу та ізо-ксантогумолу на ракові клітини різних органів людини була відмічена за концентраціях від 0,1 до 100 мкМ. Вченими встановлено, що кісткова ресорбція подавлюється деякими речовинами хмелю, насамперед ксантогумолом та гумулоном [5]. Ці сполуки одночасно вважаються перспективними терапевтичними засобами від остеопорозу [7].

Нині у світі проводяться інтенсивні наукові дослідження із вивчення лікувальних властивостей цієї сполуки. Одержані експериментальні дані відносно лікувальної дії ксантогумолу свідчать про те, що він досить ефективний під час лікування грибів, стафілококів, стрептококів, вірусів герпесу й гепатиту, має протиракові властивості, причому не впливає на здорові клітини, активує ферменти, що перешкоджають росту пухлин, знешкоджує дію ферментів, які сприяють їх росту, стримує ріст метастаз. Антиканцерогенна дія ксантогумолу пов'язана з його високою антиоксидантною властивістю. Така оцінка дії ксантогумолу підтверджена в Німецькому протираковому Центрі [2].

Мета дослідження – аналіз публікацій світових та вітчизняних вчених щодо антиканцерогенних властивостей ксантогумолу та вивчення його вмісту в сортах хмелю вітчизняної селекції вирощених в умовах Полісся.

Методи дослідження. Дослідження проведено в атестованій лабораторії відділу біохімії хмелю та пива Інституту сільського господарства Полісся. Кількісний вміст ксантогумолу в селекційних сортах хмелю визначали методом тонкошарової хроматографії й спектрофотометрії.

Результати дослідження. Поліфеноли хмелю – речовини, які не мають специфічної гіркоти в порівнянні з гіркими речовинами. У своїх дослідженнях ми особливу увагу приділили вивченню пренільованих флавоноїдів антиканцерогенної дії, а саме – ксантогумолу.

Селекціонерами Інституту сільського господарства Полісся виведені та зареєстровані в Реєстрі сортів рослин України сорти хмелю з підвищеним вмістом ксантогумолу (Руслан, Ксанта). Вміст ксантогумолу в шишках хмелю залежить від селекційного сорту й коливається від 0,2 до 1,25 % (табл.), у той час як у закордонних сортах максимальний вміст до 1,0 % виявлено в німецькому сорті Таурус.

1. Вміст ксантогумолу в шишках хмелю, %

| Сорт хмелю | Рік | | | Середнє значення |
|------------------|------|------|------|------------------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | |
| Ароматичні сорти | | | | |
| Клон–18 (к.)* | 0,20 | 0,38 | 0,27 | 0,30 |
| Слов'янка | 0,35 | 0,75 | 0,46 | 0,52 |
| Заграва | 0,42 | 0,84 | 0,49 | 0,58 |
| Злато Полісся | 0,56 | 0,89 | 0,31 | 0,59 |
| Гайдамацький | 0,30 | 0,40 | 0,34 | 0,35 |
| НІР05 | 0,11 | 0,21 | 0,12 | – |
| Гіркі сорти | | | | |
| Поліський (к.)* | 0,36 | 0,38 | 0,35 | 0,36 |
| Граніт | 0,43 | 0,39 | 0,34 | 0,39 |
| Потіївський | 0,28 | 0,57 | 0,59 | 0,48 |
| Оболонський | 0,43 | 0,53 | 0,54 | 0,50 |
| Руслан | 0,94 | 0,99 | 0,97 | 0,97 |
| Промінь | 0,63 | 0,63 | 0,46 | 0,57 |
| Ксанта | 0,97 | 1,25 | 1,01 | 1,08 |
| Зміна | 0,47 | 0,51 | 0,45 | 0,48 |
| Кумир | 0,35 | 0,34 | 0,35 | 0,35 |
| НІР05 | 0,03 | 0,28 | 0,08 | – |

*Клон–18 (к.) – контроль до ароматичної групи сортів.

Поліський (к.) – контроль до гіркої групи сортів.

З даних таблиці видно, що кількість ксантогумолу в сортах різна й коливається в межах від 0,20 до 0,97 % у сортах хмелю урожаю 2008 року та в межах 0,38 до 1,25 % у хмелі урожаю 2009 року. Порівнюючи отримані результати з даними досліджень М. Bienda [8], очевидно, що в зарубіжних сортах хмелю вміст ксантогумолу коливається в межах 0,2–1,0 %, що на

одному рівні з вітчизняними сортами, але в сорті Ксанта цей показник перевищує вищезазначені.

Мінімальне накопичення ксантогумолу за термін досліджень спостерігали в сортах Клон–18, Кумир та Гайдамацький, максимально ксантогумол накопичився в сортах Ксанта й Руслан. Найвищий вміст ксантогумолу й загальних смол спостерігали в сорті Ксанта, хоча вміст альфа-кислот у цьому сорті не максимальний. Вміст альфа-кислот і ксантогумолу мінімальний у сорті Клон–18, проміжними сортами є Зміна, Оболонський, Слов'янка, Заграва.

Порівнюючи з сортом-контролем ароматичного типу (Клон–18), усі сорти цієї групи мають вищий вміст ксантогумолу. Максимальний вміст ксантогумолу в сорті Злато Полісся, у якому вміст перевищує на 96,6 % контроль. Порівнюючи з сортом-контролем гіркового типу (Поліський), усі сорти цієї групи також мають вищий вміст ксантогумолу. Максимальний його вміст у сорті Руслан, у якому він перевищує на 169,4 % контроль.

На підставі даних таблиці методом дисперсійного аналізу перевірена статистична гіпотеза та була встановлена достовірна різниця між сортами хмелю за вмістом ксантогумолу на 5 %-му рівні значимості.

Кореляційне відношення η_{xy} для сортів хмелю ароматичного та гіркового типу для фактора сорту ($\eta_{xy} = 0,82 \pm 0,01$), що вказує на сильну залежність зміни вмісту ксантогумолу від особливостей сортів хмелю. Погодні умови майже не впливають на формування ксантогумолу в сортах хмелю ($\eta_{xy} = 0,06 \pm 0,02$).

Висновки. Вітчизняні сорти хмелю Руслан та Ксанта мають підвищений вміст досліджуваної речовини, ці сорти не мають аналогів у світі, тому є необхідність продовжувати дослідження лікувальної дії ксантогумолу та можливості одержання харчових продуктів лікувально-профілактичного спрямування.

На формування вмісту ксантогумолу в шишках хмелю максимально впливають сортові особливості, що доведено кореляційним відношенням ($\eta_{xy} = 0,82 \pm 0,01$).

Список літератури

1. Лікувальні властивості хмелю / М. Ляшенко, М. Михайлов, Г. Галак та ін. // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 12. – С. 19–20.
2. Ляшенко М.І. Пивоварна якість сортів хмелю української селекції / М.І.Ляшенко, Л.В.Проценко // Агропромислове виробництво Полісся. – 2011. – № 4. – С. 81–85.
3. Biendl M. Einsatz eines xanthohumolreichen hopfenproduktes bei der bierherstellung / M. Biendl, W. Mitter // Brauwelt. – 2000. – № 46. – P. 2006.
4. Stevens J. F. Chemistry and biology of hop flavonoids / J. F. Stevens, C. L. Miranda, D. R. Buhler // Journal American Society Brewing Chemists. – 1998. – 56. – P. 136–145.
5. Bone resorption inhibitors from hop extract / [Tobe H., Murochi Y., Kitamura K. et. al.] // Biosci Biotech Biochem. – 1997. – № 61. – P. 158.

6. Antioxidant and prooxidant action of prenylated and nonprenylated chalcones and flavanones in vitro / C.L. Miranda, A.N.Tyuoli, S.G.Klott et. al. // J Agric Food Chem. – 2000. – № 48. – P. 3876.
7. Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hop (*Humulus Lupulus*) in human cancer Hints / [Miranda C.L., Stevens J.F., Helmrich A., et. al.] // Food Chem Toxicol. – 1999. – № 37. – P. 271.
8. In vitro inhibition of human P 450 Enzymes by Prenylated flavonoids from hop, *Humulus Lupulus* / [Henderson M.C., Miranda C.L., Stevens J.F. et.al.] // Xenobiotica. – 2000. – № 30. – P. 235.

Представлены результаты исследований содержания пренилированного флавоноида – ксантогумола – в шишках хмеля сортов отечественной селекции выращенных в условиях Полесья.

Хмель, ксантогумол, изо-ксантогумол, качество.

The results of researches of content of prenylated flavonoid – to the xanthohumol – in the cones of hop of sorts of domestic selection of grown in the conditions of Polissya.

Hop, xanthohumol, iso-xanthohumol, quality.