

Obsah prenylflavonoidů v českých chmelech a pivech

Prenylflavonoidy jsou přírodní látky, nalézající se zejména ve chmelu. Díky porozuhodným bioaktivním účinkům se staly v posledních letech předmětem lékařského a farmaceutického výzkumu. Nejdůležitějším prenylflavonoidem chmele je xanthohumol (X). Z dalších zástupců se ve chmelu nachází desmethylxanthohumol (DMX), isoxanthohumol (IX) a 8-prenylnaringenin (8-PN). U těchto látek byly mj. prokázány protirakovinné, protizánětlivé, estrogenní a antimikrobiální účinky. Taxonomicky patří prenylflavonoidy mezi polyfenoly chalkonové řady. Prakticky tvoří přechod mezi chmelovými pryskyřicemi a polyfenoly. Společně s pryskyřicemi a silicemi se tvoří v lupulinových žlázách. Tato skutečnost se využívá při jejich analytickém stanovení. Xanthohumol a humulon inhibují proces resorpce vápníku z kostí, působí tak proti vzniku osteoporózy. Prenylflavonoidy vstupují do biochemických reakcí odbourávání řady xenobiotik a napomáhají k jejich odstraňování z organismu. 8-Prenyl-naringenin je v současné době považován za jeden z neúčinnějších fytoestrogenů. Obsah a složení chmelových prenylflavonoidů závisí na odrůdě, zralosti chmele, skladovacích podmínkách a způsobu zpracování po sklizni. Xanthohumol tvoří až 90 % celkových prenylflavonoidů obsažených ve chmelu. V průběhu výroby piva se xanthohumol izomeruje na isoxanthohumol, který je tak nejdůležitějším prenylflavonoidem v pivu. Podobně se desmethylxanthohumol izomeruje na 8-prenylnaringenin a 6-prenylnaringenin (6-PN).

Analytické stanovení chmelových prenylflavonoidů se provádí kapalinovou chromatografií, zpravidla simultánně s analýzou alfa a beta hořkých kyselin ve spojení s UV nebo hmotnostním detektorem. Ke stanovení xanthohumolu a DMX ve chmelu a isoxanthohumolu v pivu postačuje UV detektor. Ke stanovení minoritních prenylflavonoidů je nezbytné použití hmotnostního detektoru (LC/MS). Obsah xanthohumolu a desmethylxanthohumolu v českých odrůdách chmele je několik let rutinně stanován ve Chmelařském institutu v Žatci. Typické obsahy jmenovaných prenylflavonoidů v českých chmelech jsou uvedeny v tabulce 1. Hodnoty uvedené v tabulce 1 jsou výsledkem měření několika desítek vzorků chmele každé odrůdy ze všech chmelařských oblastí v uplynulých čtyřech letech. Obsah xanthohumolu v českých chmelech se pohybuje v rozmezí 0,25 až 1,1 % hm. Nejvyšší obsah xanthohumolu je v odrůdě Agnus. Odrůda Sládek je pozoruhodná velmi vysokým poměrem obsahu xanthohumolu a alfa kyselin. V tomto ohledu předčí i všechny běžně pěstované zahraniční chmele. Tento parametr je z pivovarského hlediska důležitější než absolutní obsah xanthohumolu neboť vypovídá o množství prenylflavonoidu vnášeného do varního procesu při chmelení. Nejnižší obsahy xanthohumolu byly naměřeny v Žateckém červeňáku, ale vzhledem k poměrně malému obsahu alfa kyselin je poměr X/alfa srovnatelný s odrůdou Sládek. Desmethylxanthohumol se v českých chmelech vyskytuje v množství 0,05 až 0,25 % hm. Nejvíce je ho v odrůdě Sládek, nejméně v odrůdách Bor a Premiant. Mezi obsahem alfa kyselin a prenylflavonoidů byla prokázána pozitivní korelace.

V tabulce 2 jsou uvedeny obsahy prenylflavonoidů ve vybraných českých pivech. Do hodnocení, které bylo provedeno v průběhu roku 2004, byla zařazena světlá výčepní i ležácká

piva a po jednom vzorku dia a černého piva. Výsledky ukazují, že v pivech je nejvíce obsažen isoxanthohumul. Rozsah koncentrací je velmi široký, od stopových množství až do 2 mg/l. Obsahy minoritních prenylflavonoidů nepřesahují hranici 0,1 mg/l. Nejvyšší obsah prenylflavonoidů ve zkoumaném souboru českých piv byl nalezen v 12 % ležáku Prazdroj Plzeň. Rozhodujícím faktorem určujícím hladinu prenylflavonoidů v pivu je chmelení, tj. časové rozvržení přídavků chmele, výběr odrůd a chmelových výrobků. Pokud se ke chmelení použijí chmelové extrakty na bázi oxidu uhličitého nebo tzv. "down-stream" produkty, pak obsah prenylflavonoidů v pivu je zanedbatelný. Tuto skutečnost potvrzují i některé hodnoty z tabulky 2. Ležácká piva, chmelená zpravidla menším podílem extraktů, obsahují více isoxanthohumolu než piva výčepní. Je známo, že v průběhu výroby piva dochází ke značným ztrátám prenylflavonoidů. Sledování obsahu isoxanthohumolu v meziproduktech a konečném pivu ve dvou českých pivovarech prokázalo, že k největším ztrátám dochází při chlazení mladiny, kvašení a filtraci piva. Celková ztráta isoxanthohumolu (horká mladina => konečné pivo) činila 50 až 60 %.

Tabulka 1: Obsah xanthohumolu, desmethylxanthohumolu a alfa kyselin v českých chmelech

Odrůda	X	(%)	Alfa	(%)	X/Alfa	. 10
ŽPČ	0,25	- 0,45	3,0	- 4,0	9	- 13
Bor	0,40	- 0,60	7,0	- 10,0	4	- 7
Sládek	0,45	- 0,80	4,0	- 8,0	9	- 15
Premiant	0,30	- 0,50	7,0	- 11,0	3,5	- 5
Agnus	0,70	- 1,10	10,0	- 15,0	6	- 8

I přes vysoké ztráty během výrobního procesu zůstává pivo nejdůležitějším zdrojem prenylflavonoidů v lidské výživě. Chmel udílí pivu nejen hořkost, ale současně zvyšuje i jeho nutriční hodnotu. Pivo je velmi zdravý nápoj pokud je konzumováno pravidelně a v přiměřeném množství. Obsahuje široké spektrum látek od sacharidů, aminokyselin a polyfenolů po minerály a vitaminy. Proto není od věci, když je někdy přirovnáváno k "tekutému chlebu".

Tabulka 2: Obsah prenylflavonoidů ve vybraném souboru českých piv

X	Pivovar	Typ piva	Prenylflavonoid		(microgram/L)		
			6-PN	8-PN			
A		výčepní	9	206	5	<	2,0
B		výčepní	34	450	21	9	
B		výčepní	<	<	<	<	0,2
B		12% ležák	-	625	-	-	
C		11 % ležák	28	1180	30	12	
D		dia pivo	2	250	7	5	
E		12 % ležák	28	1350	31	15	
F		12 % ležák	26	1910	29	12	
G		10 % výčep	-	320	-	-	
G		12 % ležák	16	860	27	25	
I		12 % ležák	-	338	-	-	
J		výčepní	-	74	-	-	
J		12 % ležák	-	275	-	-	
K		11 % ležák	-	650	-	-	
L		12 % ležák	-	170	-	-	
M		výčepní	-	360	-	-	
M		12 % ležák	-	720	-	-	
M		černé	-	970	-	-	
N		výčepní	-	570	-	-	
N		12 % ležák	-	720	-	-	