

大麦麦芽总黄酮类化合物含量的测定分析

赵春艳¹, 普晓英², 曾亚文², 杜娟², 杨树明², 陈红明³

(¹云南农业大学农学与生物技术学院, 昆明 650201;

²云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室, 昆明 650223;

³玉溪市红塔区北城镇农业技术农机工作站, 玉溪 653101)

摘要:采用比色法和标准曲线法测定了国内外 63 份大麦品种子粒总黄酮和发芽后总黄酮的含量变化, 结果表明: 不同品种大麦中总黄酮含量 (mg/100g) 有差异, 发芽子粒 (59.7 ± 1.10) 高于未发芽子粒 (51.4 ± 0.87); 未发芽品种中: 裸大麦 (56.3 ± 0.97) 高于皮大麦 (50.0 ± 0.79), 多穗大麦 (54.4 ± 0.91) 高于二穗大麦 (51.1 ± 0.81); 发芽品种中: 裸大麦 (63.2 ± 1.64) 高于皮大麦 (58.7 ± 0.89), 二穗大麦 (60.0 ± 1.00) 高于多穗大麦 (57.9 ± 1.60), 其中发芽大麦青海黄 (79.7 ± 0.98)、澳选 2 号 (83.5 ± 0.36)、甘啤 3 号总黄酮平均含量高, 变异系数分别 12.98%、11.98%、4.76%。本试验结果为进一步选育富含黄酮类化合物的大麦品种提供了资源和方法。

关键词:大麦麦芽; 总黄酮类化合物; 比色法

Determination of the Content of General Flavone in Barley Malts

ZHAO Chun-yan¹, PU Xiao-ying², ZENG Ya-wen², DU Juan², YANG Shu-ming², CHEN Hong-ming³

(¹ Faculty of Agronomy and Biotechnology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201; ² Biotechnology and Genetic Resources Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Agricultural Biotechnology of Yunnan Province, Kunming 650223; ³ Hongta Northern Town of Yuxi City Agricultural Technology Agricultural Station, Yuxi 653101)

Abstract: The general flavone contents of the 63 barley cultivars from internal and external were determined by the colorimetry and standard curve method in the experiment. The results indicated that the content of general flavone (mg/100g) varied among the different barley cultivars; the general flavone contents (59.7 ± 1.10) in malt were higher than barley grains (51.4 ± 0.87); the hullless barley grains (56.3 ± 0.97) were higher than the husky ones (50.0 ± 0.79); the general flavones contents of the poly-rowed barley grains (54.4 ± 0.91) were higher than the two-rowed ones (51.1 ± 0.81); the hullless malt grains (63.2 ± 1.64) were higher than the husky ones (58.7 ± 0.89); the general flavones contents of the two-rowed malt grains (60.0 ± 1.00) were higher than the poly-rowed ones (57.9 ± 1.60); the highest general flavones contents among all the cultivars are Qinghaihuang (79.7 ± 0.98), Aoxuan 2 (83.5 ± 0.36) and Ganpi 3 (84.0 ± 0.40). Their coefficient variation (CV) are 12.98%, 11.98%, 4.76%, respectively. The experiment provided several useful barley cultivars for the further breeding of the general flavone rich barley cultivars and provided ways and means for the development of barley resources.

Key words: Barley malt; General flavone; Colorimetry

大麦 (*Hordeum vulgare* L.) 作为我国四大粮食作物之一, 其营养和药用价值一直是研究的焦点内

收稿日期: 2009-02-09

修回日期: 2010-05-10

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金; 公益性农业科研专项 (nyhyzx07-001-大麦); 农业部“引进国际先进农业科学技术”项目 (2006-G9-6); 国家科技支撑计划课题 (2006BAD02B04-11)

作者简介: 赵春艳, 在读硕士, 主要从事大麦遗传育种等方面的研究, E-mail: yan997714@sohu.com; 普晓英贡献同第一作者

通讯作者: 曾亚文, 研究员, 主要从事大麦和水稻遗传育种等方面的研究。E-mail: zengyw1967@126.com

容,其麦叶的药用价值很早就被开发出来,《本草纲目》中就有“麦苗,解蛊毒,煮汁滤服;除烦闷,解时疾狂热,退胸膈热,利小肠,作斋食,甚益颜色”的记载^[1]。而大麦麦芽为中医临床上常用的一味消食药,是由成熟大麦果实经发芽干燥而得。用水浸泡麦粒,保持适宜温、湿度,待3~6d幼芽长至约0.5cm时,进行干燥即得生麦芽。《中国药典》载:麦芽甘平行气消食、健脾、开胃、退乳消胀,用于食积不消、脾虚食步、乳汁郁积、乳房胀痛、妇女断乳,生麦芽健脾和胃通乳^[2]。麦类麦芽中含有黄酮类化合物(flavonoids)、麦芽酚、麦角类化合物、 β -葡聚糖、尿囊素、淀粉酶(amylase)、 α -生育三烯酚、转化糖酶、催化酶、过氧化异构酶等。另含 α -科醌、大麦芽碱、大麦芽胍碱、腺嘌呤、胆碱、蛋白质、氨基酸、维生素B、D、E、细胞色素等^[3-6]。其中大麦芽中含量丰富的黄酮类化合物是中药领域的研究热点,黄酮类化合物中某些黄酮如芦丁、橙皮苷、儿茶素等,能降低血管的脆性及异常的通透性作用,可用作防治高血压及动脉硬化的辅助治疗剂,其中儿茶素还具有抗肝脏毒作用,黄酮类化合物二氢槲皮素具有抗炎作用等^[7],另外黄酮类化合物具有改善记忆、治疗老年痴呆症、修复DNA、抗癌防癌、清除自由基、抗衰老等方面的作用^[8-9],快速测定方法有超声波提取分光光度测定法^[10],大麦总黄酮的含量可达到30mg/g。大麦中的黄酮类化合物泛指两个具酚羟基的苯环通过中央三碳原子相互连接而成的一系列化合物(模式为: $C_6-C_3-C_6$)。试验原理为黄酮类化合物中的3-羟基、4-羟基、5-羟基、4-羰基或邻二位酚羟基,与 Al^{3+} 进行络合反应,在一定的碱性条件下生成红色络合物,在一定浓度范围内,其浓度与吸光度高度正相关,因此在一定波长下用比色法和标准曲线法测定发芽大麦中的总黄酮含量。

本文对63份大麦子粒中黄酮类化合物含量进行测定,通过对试剂浓度和条件选择、发芽势选择和各种类型大麦子粒的试验,希望为大麦麦芽在药用研究和开发方面的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料及仪器

供试验的63份大麦材料来自云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所,其中国内大麦共31份,其来源于云南、甘肃、浙江、江苏、湖北、上海、北京、河南、西藏等省(区);国外共有32份,其

中美国22份、墨西哥3份、澳大利亚3份、法国3份、加拿大1份。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理 将63份不同品种(系)的大麦子粒分别称取15~25g置于培养瓶中,在常温下保持适宜的湿度,待3~6d后幼芽长至约0.5cm时进行干燥,再将麦芽磨成粉末,准确称取 500 ± 5 mg样品于离心试管(带盖)中,使样品位于试管底部,每管加5ml的50%乙醇,将扎好的试管放入HY-2往复振荡器上振荡(300次/min),设置2、3、4、5、6h的5个不同的振荡时间进行处理,使用Centrifuge5415D小型台式高速离心机10000rpm离心3min,离心后取1ml上清液于25ml的容量瓶中,待测定总黄酮类化合物。

1.2.2 标准曲线制作 精确量取浓度0.1mg/ml芦丁(纯度为95.0%,购于鼎国生物公司)标准溶液0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5ml分别置于10ml容量瓶中,加蒸馏水6ml,然后加5%亚硝酸钠1ml,摇匀,放置6min,加10%硝酸铝1ml,摇匀,放置6min,加10%氢氧化钠4ml,摇匀,放置10~20min加水至刻度。以第1管溶液作空白使用DU7400分光光度计分别在波长为500nm处测定吸光度,以吸光度为纵坐标,芦丁标准浓度值为横坐标,绘制标准曲线。

1.2.3 测定总黄酮3种溶液浓度的选择 将 $NaNO_2$ 、 $Al(NO_3)_3$ 、NaOH溶液分别配制成不同浓度后进行比色稳定性的选择, $NaNO_2$ 溶液的选择:准确吸取标准样品溶液1.0ml,分别置于5个试管中,分别加入2%、4%、6%、8%、10% $NaNO_2$ 溶液1ml,其余同1.2.2; $Al(NO_3)_3$ 溶液的选择:准确吸取标准样品溶液1.0ml,分别置于5个试管中,再分别加入3%、6%、9%、12%、15% $NaNO_2$ 1ml,其余同1.2.2;NaOH溶液的选择:准确吸取标准样品溶液1.0ml,分别置于5个试管中,再分别加入2%、4%、6%、8%、10% NaOH溶液4ml,其余同1.2.2。

1.2.4 测定样品的总黄酮类化合物的含量 称取未发芽麦粉及相应麦芽粉各 500 ± 5 mg置于试管中,加50%的乙醇进行5h振荡后,静置片刻,取上清液于离心管中,1000rpm离心3min后,取上清液置于大试管,按1.2.2的方法略改进,在室温下摇匀,直到生成红色络合物,放置10~15min,在波长500nm处测定溶液的吸光度,将所得吸光度代入标准曲线确定样品的总黄酮含量。

2 结果与分析

2.1 绘制标准曲线

通过处理的芦丁标样,用 DU7400 分光光度计在 500nm 处测定溶液的吸光度,结果见图 1。芦丁标样含量与 500nm 可见光下的吸光值有良好的线性关系: $y = 0.1845x + 0.0009$, 决定系数为 $R^2 = 0.9996$, 相伴概率值 $P < 0.001$ 水平, 线性范围 0.0028 ~ 0.4695, 相对标准偏差 (RSD) = 3.05%, 重复性符合试验要求。因此,本试验采用此标准曲线比色法测定大麦总黄酮含量具有可行性。

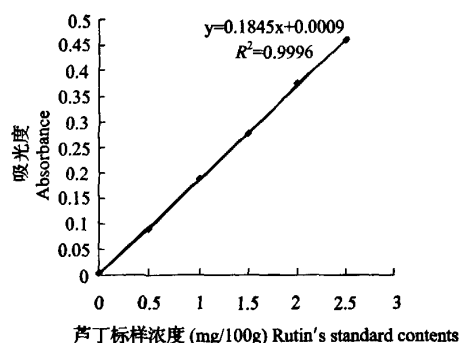


图 1 黄酮标准曲线

Fig. 1 The standard curve of flavonoids content determination

2.2 测定总黄酮的各种溶液浓度的选择

不同浓度的溶液对测定大麦芽中的总黄酮有影响^[11-13], 本研究不同试剂浓度对未发芽大麦子粒及相应麦芽中总黄酮测定的试验稳定性的确定 (图 2): NaNO_2 溶液浓度选择结果, 当浓度在 4% ~

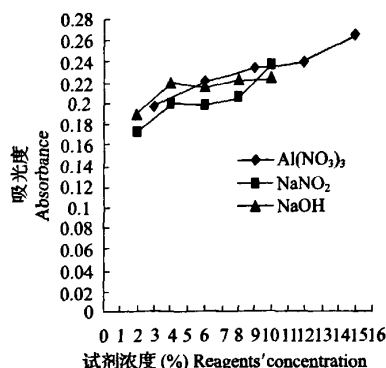


图 2 试剂浓度的选择

Fig. 2 Choice of the reagents concentration

6% 范围内吸光度相对稳定, 当浓度大于 8% 时, 吸光度有明显上升趋势, 因此选择 5% 的 NaNO_2 溶液测定样品总黄酮含量; $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液浓度选择结果, 吸光度呈不断上升的趋势, 当浓度在 3% ~ 12% 范围内吸光值上升相对稳定, 而浓度大于 12% 时, 吸光度明显上升, 结合试验综合效果, 选择 12% 的 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液测定样品总黄酮含量; NaOH 浓度选择试验结果, 当 NaOH 浓度大于 4% 时, 吸光值相对稳定, 将 NaOH 浓度定为 5% 测定总黄酮含量。

2.3 不同振荡时间对样品溶液总黄酮类化合物含量的影响

在室温下对 63 份大麦子粒的两种不同的处理后, 在不同振荡时间下, 通过 3 次重复测定的黄酮类化合物平均含量 22.1 ~ 87.2 mg/100g, 其差值达到 65.1 mg/100g, 其中含量最高的 3 个品种为甘啤 3 号 (中国, 二棱皮大麦)、青海黄 (中国, 多棱裸大麦)、澳选 2 号 (澳大利亚, 二棱皮大麦), 而且发芽甘啤 3 号在不同振荡时间下总黄酮平均值最高为 84.0 mg/100g, 变异系数为 4.76%, 含量最低的 3 个品种为 BAR143 (美国, 二棱皮大麦)、8640-1 (中国, 二棱皮大麦)、紫青稞 (中国, 多棱裸大麦), 结果详见表 1。从表 1 中可得出采用不同的振荡时间, 样品溶液中总黄酮类化合物含量也不同, 振荡时间加长, 样品溶液中总黄酮类化合物含量增加, 但一般振荡时间为 5h 后再延长, 其样品液的总黄酮类化合物含量值变化不显著, 故样品振荡最佳振荡时间为 5h, 在此过程中紫色青稞在发芽后, 其黄酮类化合物含量反而下降。紫青稞大麦子粒颜色为紫色, 在未发芽磨成粉, 后用乙醇溶解, 上清液中带颜色, 这可能对用可见光进行比色测定有影响, 而发芽后的测定颜色在水中浸泡会褪色, 因此在测定时, 含量要低。但对于黄色和浅颜色大麦子粒, 发芽大麦比未经过发芽大麦子粒在同一条件下测定时要高, 利用其总黄酮类化合物功能成分时, 发芽大麦的药用功能和生物学活性要比生大麦高。

2.4 不同类型麦芽样品对黄酮类化合物遗传性影响

麦芽作为中药材来用, 其不同类型大麦子粒会影响麦芽品质性状。此外, 药用麦芽的品质性状容易受到不同生长时间段的影响出现较大的变化, 但还是具有一定遗传的特性, 一般子粒饱满、出芽率高、蛋白质含量高的多棱大麦麦芽用品质较好^[14],

表 1 室温和不同振荡时间下大麦子粒和麦芽总黄酮最高和最低含量的 3 个品种

Table 1 The highest and lowest content of general flavone of separated 3 barley grains under the room temperature and different oscillation time

品种	处理	不同振荡时间下黄酮类含量 (mg/100g)					平均值 ± 标准差	变异系数 (%)
		The contents of general flavone at different oscillation time						
Variety	Treat ment	2h	3h	4h	5h	6h	(mg/100g) $\bar{x} \pm s$	CV
青海黄	子粒	56.4	67.4	70.6	71.8	71.6	67.6 ± 0.65	9.61
	麦芽	63.4	78.7	82.1	87.1	87.2	79.7 ± 0.98	12.29
澳选 2 号	子粒	62.3	64.3	72.0	73.3	73.0	69.0 ± 0.52	7.45
	麦芽	79.0	80.6	84.0	86.9	87.0	83.5 ± 0.36	11.98
甘啤 3 号	子粒	60.1	63.0	67.1	69.2	69.0	65.7 ± 0.40	6.09
	麦芽	77.5	83.0	85.6	86.8	87.0	84.0 ± 0.40	4.76
BAR143	子粒	30.0	35.1	34.9	41.1	41.1	36.4 ± 0.47	12.91
	麦芽	33.2	43.0	47.8	54.6	51.0	45.9 ± 0.83	18.08
8640 - 1	子粒	37.8	40.6	41.9	48.1	47.9	43.3 ± 0.46	10.62
	麦芽	33.5	37.7	41.5	42.5	42.4	39.5 ± 0.39	9.87
紫青稞	子粒	49.0	50.9	52.1	52.5	52.0	51.3 ± 0.14	2.73
	麦芽	22.1	22.6	26.4	26.6	26.8	24.9 ± 0.23	9.24
总平均值	麦芽	50.4	56.2	58.8	62.0	61.4	57.7 ± 5.70	8.22

因此选用不同的大麦类型对药用成分类黄酮化合物品质性状也有一定的影响。在一定的试验条件(3~6d、室温、同一湿度)下,裸大麦子粒出芽数高于皮大麦子粒,多棱大麦子粒高于二棱大麦子粒;3~6d后,多棱大麦子粒和裸大麦当发芽长到0.5cm左右时,发芽率可达到85%~92%。从63份不同处理的大麦子粒的测定结果来看(表2),发芽大麦总黄酮平均含量高出大麦子粒0.83倍,而黄酮类化合物的含量和大麦的类型有关,未发芽大麦中,多棱大麦>二棱大麦,裸大麦>皮大麦;发芽大麦中,裸大麦>皮大麦,二棱大麦>多棱大麦,其中含量最高的为发芽裸大麦,平均达到63.2mg/100g,变异系数为25.95%,含量最低的为未发芽皮大麦50.0mg/100g。差异显著性(表3)结果表明,发芽大麦和未发芽相关系数为0.804,达到极显著,不同类型之间显著性差异大。

3 讨论

通过对大麦的不同处理和总黄酮的含量差异比较结果看出,用比色法测定大麦芽总黄酮以NaNO₂、Al(NO₃)₃、NaOH溶液浓度分别5%、12%、5%和振

表 2 在室温和振荡 5h 下不同类型大麦发芽子粒总黄酮类化合物含量

Table 2 The general flavone contents of different types of malts at the room temperature and oscillation under five hours

编号	类型	份数	平均值 ± 标准差	变异系数 (%)
Code	Type	Samples	(mg/100g) $\bar{x} \pm s$	CV
A	未发芽大麦	63	51.4 ± 0.87	16.92
B	发芽大麦	63	59.7 ± 1.10	18.42
C	未发芽多棱大麦	12	54.4 ± 0.91	16.69
D	未发芽二棱大麦	52	51.1 ± 0.81	15.85
E	未发芽裸大麦	14	56.3 ± 0.97	17.22
F	未发芽皮大麦	49	50.0 ± 0.79	15.80
G	发芽多棱大麦	10	57.9 ± 1.60	27.63
H	发芽二棱大麦	53	60.0 ± 1.00	16.67
I	发芽裸大麦	14	63.2 ± 1.64	25.95
J	发芽皮大麦	49	58.7 ± 0.89	15.16

表 3 不同类型大麦品种种子粒总黄酮含量的差异显著性
Table 3 Significance of general flavone contents of different types of barley grains

编号 Code	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.000									
B	0.804 **	1.000								
C	-0.635 *	-0.730 *	1.000							
D	0.564 **	0.499 **	-0.635 *	1.000						
E	-0.238	-0.448	-0.128	-0.238	1.000					
F	0.615 **	0.526 **	-0.635 *	0.637 **	-0.238	1.000				
G	-0.171	-0.166	-0.264	-0.171	0.384	-0.171	1.000			
H	0.584 **	0.688 **	-0.730 *	0.527 **	-0.448	0.438 **	-0.166	1.000		
I	-0.244	-0.286	-0.025	-0.244	0.751 **	-0.244	0.545	-0.286	1.000	
J	0.566 **	0.673 **	-0.730 *	0.701 **	-0.448	0.857 **	-0.166	0.674 **	-0.286	1.000

* 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 水平上差异显著 * and ** refer to the differences significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively

荡 5h 为宜。试验结果表明,不同类型大麦总黄酮含量:发芽 > 未发芽;发芽的大麦中,二棱大麦 > 多棱大麦,裸大麦 > 皮大麦。而未发芽子粒中紫色的和黄色大麦要高于其他浅色的大麦,因此可将发芽率高、子粒饱满的裸大麦作为富含黄酮的功能大麦开发及利用,同时可将此类型的大麦作为亲本,通过常规育种及生物技术等途径选育富含高黄酮的大麦新品种。此外,发芽后的总黄酮平均含量最高的 3 个品种分别为青海黄 ($79.7 \pm 0.98\text{mg}/100\text{g}$)、澳选 2 号 ($83.5 \pm 0.36\text{mg}/100\text{g}$)、甘啤 3 号 ($84.0 \pm 0.40\text{mg}/100\text{g}$),可结合啤酒业和其他药用功能成分,如 γ -氨基丁酸^[15]、多酚^[4]、 β -葡聚糖^[5]、膳食纤维素、B 族维生素等功能组分的研究成果,用于开发药用功能大麦保健品,为“药食同源”开发提供便利。

参考文献

[1] 廖惠珍,许榕仙,谢炳林. 麦草粉生物学效应观察[J]. 营养学报,1995,3(17):317-320
[2] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中国药典[M]. 广州:广东科技出版社,1995
[3] 杨涛,曾亚文,萧凤回,等. 药用大麦及其活性物质研究进展[J]. 麦类作物学报,2007,4(17):366-371

[4] 刘三才,李为喜,刘方,等. 苦荞麦种质资源总黄酮和蛋白质含量的测定与评价[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(3):317-320
[5] 凌俊红,王金辉,王楠,等. 大麦芽的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报,2005,22(4):267-270
[6] 李为喜,朱志华,李国营,等. AlCl_3 分光光度法测定荞麦种质资源中黄酮的研究[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(4):502-505
[7] 吴立军. 天然药物化学[M]. 北京:人民卫生出版社,2003:177-179
[8] Makris D P, Rossiter J T. Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus (*Asparagus officinalis*): effect on flavonol content and antioxidant status[J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(7):3216-3222
[9] 吴冬青,安红钢,齐亚娥,等. 九种药用植物花黄酮类物质提取及对羟自由基清除能力的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2008(3):514-517,548
[10] 许钢,田迪英,袁玲霞. 大麦麦叶中生物活性物质含量的动态研究[J]. 食品工业科技,2002,23(11):11-13
[11] 李菊花,赵孟辉,陈波,等. 不同乙醇浓度提取对总黄酮测定的影响[J]. 浙江预防医学,1999(10):63-64
[12] 于村,俞莎,沈向红,等. 保健食品中总黄酮的测定方法[J]. 中国卫生检验杂志,2002,12(4):401-402
[13] 单宇,王鸣,冯煦,等. 小麦麸皮中总黄酮的最佳提取工艺研究[J]. 中药材,2005,28(3):223-225
[14] 霍德兰,赵英华,许欣荣,等. 中药麦芽用的大麦品种选择及其质量标准的研究[J]. 广东药学院学报,1998,14(1):10-12
[15] 赵大伟,曾晓英,曾亚文,等. 大麦籽粒 γ -氨基丁酸含量的测定分析[J]. 麦类作物学报,2009,29(1):69-72

大麦麦芽总黄酮类化合物含量的测定分析

作者: 赵春艳, 普晓英, 曾亚文, 杜娟, 杨树明, 陈红明, ZHAO Chun-yan, PU Xiao-ying, ZENG Ya-wen, DU Juan, YANG Shu-ming, CHEN Hong-ming

作者单位: 赵春艳, ZHAO Chun-yan(云南农业大学农学与生物技术学院, 昆明, 650201), 普晓英, 曾亚文, 杜娟, 杨树明, PU Xiao-ying, ZENG Ya-wen, DU Juan, YANG Shu-ming(云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所/云南省农业生物技术重点实验室, 昆明, 650223), 陈红明, CHEN Hong-ming(玉溪市红塔区北城镇农业技术农机工作站, 玉溪, 653101)

刊名: 植物遗传资源学报 ISTIC PKU

英文刊名: JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES

年, 卷(期): 2010, 11(4)

被引用次数: 1次

参考文献(15条)

1. 廖惠珍; 许榕仙; 谢炳林 麦草粉生物学效应观察 1995(17)
2. 吴冬青; 安红钢; 齐亚娥 九种药用植物花黄酮类物质提取及对羟自由基清除能力的研究[期刊论文]-天然产物研究与开发 2008(03)
3. Makria D P; Rossiter J T Domestic processing of onion bulbs(*Allium cepa*) and asparagus(*Asparagus officinalis*): effect on flavonol content and antioxidant status[外文期刊] 2001(07)
4. 吴立军 天然药物化学 2003
5. 李为喜; 朱志华; 李国营 AlCl₃分光光度法测定荞麦种质资源中黄酮的研究[期刊论文]-植物遗传资源学报 2008(04)
6. 凌俊红; 王会辉; 王楠 大麦芽的化学成分[期刊论文]-沈阳药科大学学报 2005(04)
7. 刘三才; 李为喜; 刘方 苦荞麦种质资源总黄酮和蛋白质含量的测定与评价[期刊论文]-植物遗传资源学报 2007(03)
8. 杨涛; 曾亚文; 萧凤回 药用大麦及其活性物质研究进展[期刊论文]-麦类作物学报 2007(17)
9. 中华人民共和国卫生部药典委员会 中国药典 1995
10. 赵大伟; 普晓英; 曾亚文 大麦籽粒 γ-氨基丁酸含量的测定分析[期刊论文]-麦类作物学报 2009(01)
11. 霍德兰; 赵英华; 许欣荣 中药麦芽用的大麦品种选择及其质量标准的研究 1998(01)
12. 单宇; 王鸣; 冯煦 小麦麸皮中总黄酮的最佳提取工艺研究[期刊论文]-中药材 2005(03)
13. 于村; 俞莎; 沈向红 保健食品中总黄酮的测定方法[期刊论文]-中国卫生检验杂志 2002(04)
14. 李菊花; 赵孟辉; 陈波 不同乙醇浓度提取对总黄酮测定的影响[期刊论文]-浙江预防医学 1999(10)
15. 许钢; 田迪英; 袁玲霞 大麦麦叶中生物活性物质含量的动态研究[期刊论文]-食品工业科技 2002(11)

引证文献(2条)

1. 杨树明, 普晓英, 张京, 曾亚文, 杨涛, 杜娟 不同地区啤酒大麦品种农艺性状鉴定与分类研究[期刊论文]-植物遗传资源学报 2011(1)
2. 杨树明, 普晓英, 张京, 曾亚文, 杨涛, 杜娟 不同地区啤酒大麦品种农艺性状鉴定与分类研究[期刊论文]-植物遗传资源学报 2011(1)