

网络出版时间:2014-12-12 09:30

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.01.007

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20141212.0930.007.html

分蘖洋葱和普通洋葱营养品质的比较

赵 靖,宋述尧,韩玉珠,赵春波,张雪梅,张 越

(吉林农业大学 园艺学院,吉林 长春 130118)

【摘 要】 【目的】对分蘖洋葱和普通洋葱的营养品质进行对比分析,为分蘖洋葱营养价值的进一步研究提供科学依据。【方法】测定紫皮和黄皮普通洋葱及褐皮和黄皮分蘖洋葱不同部位的基本营养成分和特殊风味物质含量,比较种类和品种间各营养成分含量的差异。【结果】分蘖洋葱干物质质量分数为 9.37%~19.20%,可溶性糖含量为 89.34~132.99 mg/g,可溶性蛋白含量为 1.54~2.46 mg/g,游离氨基酸含量为 1.56~2.85 $\mu\text{g/g}$,丙酮酸浓度为 62.31~123.67 $\mu\text{mol/mL}$,黄酮类化合物含量为 2 193.4~2 648.2 mg/kg;基本营养成分和丙酮酸含量均为内层鳞茎高于外层鳞茎,黄酮类化合物含量为外层鳞茎高于内层鳞茎;褐皮分蘖洋葱除可溶性糖和黄酮类化合物外,其他营养物质含量均低于黄皮分蘖洋葱。【结论】分蘖洋葱基本营养成分和特殊风味物质含量均显著高于普通洋葱;相同类型不同皮色间在营养成分含量上存在差异,且不同成分间的差异性不同;从各种营养物质的分布看,除黄酮类化合物外均表现为内层鳞茎高于外层鳞茎。

【关键词】 分蘖洋葱;普通洋葱;营养成分;风味物质

【中图分类号】 S633.201

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)01-0106-05

Comparative analysis of nutritional quality between *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. and *Allium cepa* L.

ZHAO Jing, SONG Shu-yao, HAN Yu-zhu, ZHAO Chun-bo,
ZHANG Xue-mei, ZHANG Yue

(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China)

Abstract: 【Objective】 This study compared the nutritional quality between *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. and *Allium cepa* L. to improve the further study of *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. . 【Method】 Pink-peel and yellow-peel *Allium cepa* L. var. and brown-peel and yellow-peel skin *Allium cepa* L. *agrogatum* Don. were chosen in this study, and their nutritional compositions and flavor compounds of outer-bulb and inner-bulb were measured and analyzed. 【Result】 The mass fraction of dry matter and the contents of soluble sugar, soluble protein, free amino acids, pyruvate, and flavonoids in *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. were 9.37%—19.20%, 89.34—132.99 mg/g, 1.54—2.46 mg/g, 1.56—2.85 $\mu\text{g/g}$, 62.31—123.67 $\mu\text{mol/mL}$, and 2 193.4—2 648.2 mg/kg, respectively. Inner layer had higher contents of basic nutritional components and pyruvate but lower flavonoids than outer layer. The nutrients of brown-peel *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. were higher than yellow-peel skin *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. except soluble sugar and pyruvate. 【Conclusion】 The basic nutritional compositions and special flavor

【收稿日期】 2013-09-06

【基金项目】 吉林省科技厅项目(201214)

【作者简介】 赵 靖(1988—),女,山东菏泽人,在读硕士,主要从事设施园艺工程及蔬菜生态生理研究。

E-mail:zhaojing9951@126.com

【通信作者】 宋述尧(1957—),男,吉林长春人,教授,博士生导师,主要从事设施园艺工程及蔬菜生态生理研究。

E-mail:sysonjlau@126.com

materials of *Allium cepa* L. were significantly lower than those of *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. . Nutrient compositions contents were different between different peel color onions, and their contents in inner layer were higher than those of outer layer except flavonoids.

Key words: *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. ; *Allium cepa* L. ; nutrient composition; flavors

分蘖洋葱 (*Allium cepa* L. var *agrogatum* Don.) 为百合科 (Liliaceae) 葱属 (*Allium*) 多年生或 2 年生植物, 是 1 年生草本葱蒜类蔬菜, 属洋葱的一个变种, 又名分蘖葱头、毛葱、珠葱、鬼子葱等, 原产于中亚细亚和西亚, 20 世纪初在我国东北地区开始大面积栽培。前人研究发现, 分蘖洋葱乳汁管细胞中的白色油脂性液体硫化丙烯具有很强的刺激性, 味道浓厚, 可以抗寒, 抵御流感病毒^[1], 还能杀菌, 并具有一定的防癌抗癌作用^[2]。

分蘖洋葱的食疗价值已经引起了人们的广泛重视, 市场需求量也在逐年递增。近年来, 分蘖洋葱已发展成为新兴的特色蔬菜, 产量逐年上升, 成为许多地区新的经济增长点。目前, 有关分蘖洋葱的研究报道大多集中在脱毒苗培养^[3-5]、高产栽培^[6-7] 及其硫化物和黄酮化合物的提取制备等方面^[8-11], 有关普通洋葱的营养成分分析也已有报道^[12-14], 但对分蘖洋葱营养成分却鲜有研究, 对不同皮色间分蘖洋葱营养成分及其与普通洋葱不同部位营养成分的对比分析尚无报道。本试验以吉林省特有的分蘖洋葱农家品种为研究对象, 与普通洋葱进行基本营养品质和特殊风味物质含量的比较分析, 以期分为蘖洋葱营养价值的进一步研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

选取吉林省主栽的黄皮和褐皮 2 种分蘖洋葱及“卡木依”(黄皮)、“北京紫皮洋葱”2 种普通洋葱为试验材料。

1.2 仪器与设备

RE-52AA 旋转蒸发器, 上海亚荣生化仪器厂; 电子天平 FA1104, 上海精科天平; HH-2 恒温数显水浴锅, 常州国华电器有限公司; 98-1-C 型数字控温电热套, 天津市泰斯特仪器有限公司; 754 型紫外可见分光光度计, 山东高密彩虹分析仪器有限公司。

1.3 方 法

1.3.1 试验设计 试验在吉林农业大学园艺学院蔬菜基地进行, 分蘖洋葱于 2012-04-05 种植, 普通洋葱于 2012-03-01 播种育苗, 05-01 定植于露地。每小区 100 株, 株行距 15 cm×15 cm, 随机区组设

计, 3 次重复。田间常规管理, 待鳞茎充分成熟后收获、晾干, 每小区选取 3 个具有代表性的鳞茎, 纵剖, 将鳞茎分层(外层: 肉质鳞片由外至内第 1 和第 2 层; 内层: 肉质鳞片由外到内第 5 和第 6 层) 打孔、取样、混合, 测定相关指标, 3 次重复。

1.3.2 测定项目及方法 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定, 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 法测定, 游离氨基酸含量采用水合茚三酮比色法测定, 干物质质量分数用烘干称质量法^[15] 测定, $C/N = \text{可溶性糖含量} / \text{可溶性蛋白含量}$ ^[16]。丙酮酸参考 Yoo 等^[17] 的方法测定, 黄酮类化合物采用紫外分光光度法^[18] 测定。鳞茎中的营养物质含量为外层与内层的平均值。

1.4 数据处理

数据统计在 Excel 2003 中完成, 数据分析采用 DPS 7.05 分析软件。

2 结果与分析

2.1 分蘖洋葱和普通洋葱基本营养成分的比较

由表 1 可知, 分蘖洋葱的基本营养成分含量均高于普通洋葱。分蘖洋葱的可溶性蛋白含量、干物质质量分数均显著高于普通洋葱, 差异分别为 0.40~0.88 mg/g 和 2.51%~4.69%; 分蘖洋葱的游离氨基酸含量比普通洋葱高 0.15~0.87 $\mu\text{g/g}$, 但褐皮分蘖洋葱间差异不显著; C/N 值以普通洋葱显著高于分蘖洋葱, 差异为 14.54~52.06。

由表 1 还可以看出, 在 4 种试验材料中, 褐皮分蘖洋葱的可溶性糖含量最高, 为 115.78 mg/g, 黄皮分蘖洋葱的可溶性蛋白含量、干物质质量分数、游离氨基酸含量最高, 分别为 2.08 mg/g、14.54% 和 2.27 $\mu\text{g/g}$, 黄皮普通洋葱的 C/N 比值最高, 为 89.54。

在分蘖洋葱中, 褐皮洋葱可溶性糖含量高于黄皮, 且差异显著; 黄皮洋葱的可溶性蛋白含量、干物质质量分数分别较褐皮高 0.09 mg/g 和 1.66%, 二者差异均不显著; 黄皮洋葱的游离氨基酸含量较褐皮高 0.56 $\mu\text{g/g}$, 差异显著; 褐皮的 C/N 值较黄皮高 21.55, 但差异性不显著。在普通洋葱中, 黄皮洋葱可溶性糖含量较紫皮高 0.88 mg/g, 但差异不显著;

紫皮洋葱可溶性蛋白含量显著高于黄皮;紫皮洋葱的干物质质量分数较黄皮高 0.52%,差异不显著;游离氨基酸含量以紫皮洋葱高于黄皮,二者差异不显著;C/N 值以黄皮洋葱显著高于紫皮。

由表 2 可以看出,除褐皮分蘖洋葱和紫皮普通洋葱的 C/N 值外,4 种试验材料其他营养成分在不同部位的含量均为内层鳞茎高于外层鳞茎。4 种试

验材料中,黄皮普通洋葱内、外层鳞茎可溶性糖含量差距最大,内层是外层的 2.35 倍;紫皮普通洋葱内、外层鳞茎可溶性蛋白含量相差最大,内层是外层的 1.89 倍;黄皮分蘖洋葱内、外层鳞茎干物质质量分数和游离氨基酸含量均相差最大,内层含量分别是外层的 1.94 和 1.69 倍。

表 1 不同皮色分蘖洋葱和普通洋葱基本营养成分的比较

Table 1 Comparison of nutritional components of *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. and *Allium cepa* L. with different peel colors

材料 Material	可溶性糖含量/ (mg · g ⁻¹) Soluble sugar	可溶性蛋白含量/ (mg · g ⁻¹) Soluble protein	干物质质量分数/% Dry matter mass fraction	游离氨基酸/ (μg · g ⁻¹) Free amino acids	C/N
褐皮分蘖洋葱 Brown var. <i>agrogatum</i> Don.	115.78 b	1.99 a	12.88 a	1.71 b	59.03 c
黄皮分蘖洋葱 Yellow var. <i>agrogatum</i> Don.	10.71 a	2.08 a	14.54 a	2.27 a	37.48 c
紫皮普通洋葱 Purple <i>Allium cepa</i> L.	110.63 a	1.59 b	10.37 b	1.56 b	73.57 b
黄皮普通洋葱 Yellow <i>Allium cepa</i> L.	111.51 a	1.20 c	9.85 b	1.40 b	89.54 a

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异达显著水平($P<0.05$)。表 3 同。
Note:Lowercase letters with each column indicate significantly different at $P<0.05$. The same for table 3.

表 2 不同皮色分蘖洋葱和普通洋葱不同部位基本营养成分的比较

Table 2 Comparison of nutritional components in different parts of *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. and *Allium cepa* L. with different peel colors

材料 Material	部位 Part	可溶性糖含量/ (mg · g ⁻¹) Soluble sugar	可溶性蛋白含量/ (mg · g ⁻¹) Soluble protein	干物质 质量分数/% Dry matter mass fraction	游离氨基酸/ (μg · g ⁻¹) Free amino acids	C/N
褐皮分蘖洋葱 Brown var. <i>agrogatum</i> Don.	外层 Exterior scales	98.57±4.81	1.54±0.23	9.37±0.66	1.56±0.25	64.01±4.73
	内层 Interior scales	132.99±4.14	2.46±0.18	16.39±0.86	1.84±0.31	54.06±6.25
黄皮分蘖洋葱 Yellow var. <i>agrogatum</i> Don.	外层 Exterior scales	89.34±4.43	1.74±0.22	9.88±0.57	1.69±0.22	51.34±5.32
	内层 Interior scales	132.08±4.92	2.41±0.29	19.20±0.70	2.85±0.28	54.80±6.20
紫皮普通洋葱 Purple <i>Allium cepa</i> L.	外层 Exterior scales	95.17±5.35	1.10±0.27	8.60±0.70	1.38±0.19	86.52±7.48
	内层 Interior scales	126.10±3.87	2.08±0.33	12.14±0.59	1.72±0.35	60.63±5.86
黄皮普通洋葱 Yellow <i>Allium cepa</i> L.	外层 Exterior scales	66.67±4.52	1.04±0.15	8.76±0.34	1.35±0.18	64.11±6.39
	内层 Interior scales	156.36±4.95	1.36±0.20	10.94±0.67	1.45±0.22	114.97±9.43

2.2 分蘖洋葱和普通洋葱特殊风味物质含量的比较

2.2.1 丙酮酸含量 由表 3 可知,分蘖洋葱鳞茎中的丙酮酸浓度高于普通洋葱,差异范围在 9.54~56.97 μmol/mL。分蘖洋葱鳞茎中,黄皮洋葱的丙酮酸浓度为 112.68 μmol/mL,褐皮洋葱的丙酮酸浓度为 90.68 μmol/mL,黄皮较褐皮高 24.26%,差异不显著;普通洋葱鳞茎中,紫皮洋葱的丙酮酸浓度为 81.14 μmol/mL,黄皮洋葱的丙酮酸浓度为 55.71 μmol/mL,紫皮比黄皮高 45.65%,差异也不

显著。

4 种试验材料鳞茎内层的丙酮酸浓度均高于外层,其中褐皮分蘖洋葱、黄皮分蘖洋葱、紫皮普通洋葱、黄皮分蘖洋葱内层丙酮酸浓度分别是外层的 1.91,1.22,1.84 和 1.67 倍。

2.2.2 黄酮类化合物含量 由表 3 可以看出,分蘖洋葱和普通洋葱黄酮类化合物含量之间存在显著差异($P<0.05$)。4 种洋葱黄酮类化合物含量平均值由高到低依次为:褐皮分蘖洋葱>黄皮分蘖洋葱>紫皮普通洋葱>黄皮普通洋葱,其中褐皮分蘖洋葱、

黄皮分蘖洋葱、紫皮普通洋葱中的黄酮类化合物含量分别是黄皮普通洋葱的 4.4、4.0 和 1.5 倍。褐皮分蘖洋葱黄酮类化合物含量在鳞茎外层、内层及全鳞茎中均最多,黄皮分蘖洋葱、紫皮普通洋葱次之,

黄皮普通洋葱最少。
4 种洋葱材料中黄酮类化合物含量分布规律均以外层鳞茎高于内层鳞茎,外层鳞茎黄酮类化合物含量是内层鳞茎的 1.1 倍以上。

表 3 不同皮色分蘖洋葱和普通洋葱不同部位特殊风味物质的比较

材料 Material	鳞茎 Bulb		外层 Exterior scales		内层 Interior scales	
	丙酮酸浓度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{mL}^{-1}$) Pyruvic content	黄酮类化 合物含量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Flavonoids content	丙酮酸浓度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{mL}^{-1}$) Pyruvic content	黄酮类化 合物含量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Flavonoids content	丙酮酸浓度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{mL}^{-1}$) Pyruvic content	黄酮类化 合物含量/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) Flavonoids content
褐皮分蘖洋葱 Brown var. <i>agrogatum</i> Don.	90.68±9.34 ab	2 514.3±255.60 a	62.31±3.9	2 648.2±104.3	119.05±4.8	2 380.4±89.3
黄皮分蘖洋葱 Yellow var. <i>agrogatum</i> Don.	112.68±8.85 a	2 284.7±197.85 a	101.69±4.9	2 376.0±88.9	123.67±5.7	2 193.4±88.4
紫皮普通洋葱 Purple <i>Allium cepa</i> L.	81.14±8.44 ab	843.7±32.10 b	57.10±2.6	1 072.1±69.1	105.18±5.6	615.3±66.4
黄皮普通洋葱 Yellow <i>Allium cepa</i> L.	55.71±6.57 b	571.4±40.16 b	41.79±4.1	773.9±58.9	69.62±6.7	368.9±42.7

3 讨论与结论

本试验结果表明,分蘖洋葱的基本营养成分和特殊风味物质含量均高于普通洋葱,说明与普通洋葱相比,分蘖洋葱在营养方面有其自身的特点。具体表现为:(1)分蘖洋葱的干物质质量分数较高。由于 4 种洋葱的采收成熟度与晾晒程度一致,说明这是由分蘖洋葱的类型特性决定的;(2)分蘖洋葱中可溶性糖、可溶性蛋白、游离氨基酸含量高于普通洋葱,可能也与其干物质质量分数高有一定关系。前人研究发现,丙酮酸浓度与辛辣的味觉感受有显著相关性,因此认为丙酮酸浓度是衡量辛辣味的一种指标,丙酮酸浓度的增加可使洋葱的辛辣味加重^[17]。分蘖洋葱的丙酮酸浓度高于普通洋葱,说明在相同的损伤程度下,分蘖洋葱的辛辣味比普通洋葱重,催泪作用强。黄酮类化合物具有清除自由基、延缓衰老、预防心脑血管疾病、降血压、降血脂、降血糖等广泛的生理活性^[19]。分蘖洋葱黄酮类化合物含量较普通洋葱高,说明分蘖洋葱的药食同源性强,有望成为提取黄酮类化合物的原料,因此推广和发展分蘖洋葱具有明显的经济效益和社会效益。

相同类型不同皮色洋葱间在营养成分上也有差异,但不同成分间的差异性不同。向艳娥等^[20]研究表明,紫皮洋葱中的蛋白质含量高于黄皮洋葱;李进伟等^[14]研究表明,洋葱鳞茎中黄酮含量的分布规律为紫皮洋葱>黄皮洋葱>白皮洋葱。本研究中紫皮普通洋葱可溶性蛋白和黄酮类化合物含量均高于黄

皮普通洋葱,进一步证实了这一结论。4 种洋葱的内、外层鳞茎中,基本营养物质和丙酮酸浓度以内层高于外层,黄酮类化合物的含量为外层高于内层,这与黎乃维^[21]、陈沁滨等^[22]、初文娇等^[23]在洋葱或分蘖洋葱上的研究结论相符。

分蘖洋葱和普通洋葱的品质受多重因素影响,本试验所选材料为北方普通洋葱类型,分蘖洋葱品种地域性较强,在不同地域其营养成分可能存在差异,对其差异性及内在原因均有待于进一步研究。

[参考文献]

[1] 古月卿,刘银燕,杨晓虹. 分蘖葱头和薤白对花生四烯酸代谢系列的干扰作用 [J]. 药学报,1988,23(1):8-11.
Gu Y Q, Liu Y Y, Yang X H. Effect of *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. and *Allium macrostemon* bunge on arachidonic acid metabolism [J]. Aet Pharmaceutica Sinica, 1988, 23(1): 8-11. (in Chinese)

[2] Kang T B, Liang N C. Studies on the inhibitory effects of quercetin on the growth of HL-60 leukemia cells [J]. Biochem Pharmacol, 1997, 54(9): 1013.

[3] 陈 典,徐启江. 分蘖洋葱茎尖愈伤组织诱导及植株再生 [J]. 园艺学报, 2001, 28(4): 359-360.
Chen D, Xu Q J. Callus induction and plantlets regeneration of tillered-onion from the shoot tip [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2001, 28(4): 359-360. (in Chinese)

[4] 徐启江,杨守志,池春玉,等. 分蘖洋葱试管鳞茎微繁殖技术研究 [J]. 植物学通报, 2003, 20(1): 80-84.
Xu Q J, Yang S Z, Chi C Y, et al. Study on micropropagation through bulblet formation in tillered-onion [J]. Chinese Bulletin of Botany, 2003, 20(1): 80-84. (in Chinese)

- [5] 徐启江. 分蘖洋葱病毒病原鉴定及脱毒苗培养增殖技术的研究 [D]. 哈尔滨:东北农业大学,2001.
Xu Q J. Identification of tiered-onion virus disease and virus-free seedling culture and multiplication [D]. Harbin:Northeast Agricultural University,2001. (in Chinese)
- [6] 曹桂香,吴魁斌. 毛葱套种大豆栽培技术 [J]. 现代化农业,2004(3):24.
Cao G X, Wu K B. Tillered-onion intercropping soybean cultivation techniques [J]. Modernizing Agriculture, 2004(3):24. (in Chinese)
- [7] 相元萍. 分蘖洋葱的特性及高效栽培技术研究 [J]. 长江蔬菜,2003(4):37-38.
Xiang Y P. Characteristice and effective cultivation technique of tillered-onion(*Allium cepa* var. *agrogatum* Don.) [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2003(4):37-38. (in Chinese)
- [8] Yang X H. Flavonoids isolated from *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. [J]. Natural Medicines, 1999, 53(3):149.
- [9] 刘银燕,刘丽娟,杨晓虹. 分蘖葱头化学成分的研究 [J]. 中草药,2000,31(5):333-334.
Liu Y Y, Liu L J, Yang X H. Studies of the chemical composition of tillered-onion [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2000, 31(5):333-334. (in Chinese)
- [10] 杨晓虹,刘银燕,刘丽娟,等. 分蘖葱头中新黄酮苷的结构鉴定 [J]. 药学报,2000,35(10):752-755.
Yang X H, Liu Y Y, Liu L J, et al. A new flavonoid glycoside from *Allium cepa* L. var *agrogatum* Don. [J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 2000, 35(10):752-755. (in Chinese)
- [11] 张新茹. 分蘖葱头总黄酮制备工艺及质量标准的研究 [D]. 长春:吉林大学药学院,2006.
Zhang X R. Studies on the preparation technology and quality standard of total flavonoids in *Allium cepa* L. var. *agrogatum* Don. [D]. Changchun: School of Pharmaceutical Sciences, Jilin University, 2006. (in Chinese)
- [12] 庄勇,严继勇. 洋葱主要品质性状比较及其相关性分析 [J]. 中国蔬菜,2004(3):3-5.
Zhuang Y, Yan J Y. Comparison of different bulb color varieties and correlation analysis on main onion quality characters [J]. China Vegetables, 2004(3):3-5. (in Chinese)
- [13] 孙小媛. 黄皮洋葱和紫皮洋葱挥发油化学成分分析 [J]. 食品科学,2008,29(10):474-476.
Sun X Y. Analysis of chemical constituents of essential oils from yellow skin onion and purple skin onion [J]. Food Science, 2008, 29(10):474-476. (in Chinese)
- [14] 李进伟,王亮,范柳萍. 三种洋葱营养成分分析 [J]. 食品工业科技,2010,31(5):345-347.
Li J W, Wang L, Fan L P. Study on nutritional composition of three cultivars of onion [J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 31(5):345-347. (in Chinese)
- [15] 崔喜燕. 基础生物化学实验方法和技术 [M]. 北京:中国林业出版社,2007.
Cui X Y. Basic methods and experiment technology in biochemistry [M]. Beijing: China Forestry Press, 2007. (in Chinese)
- [16] 刘玮,宁淑香,崔成日,等. 赤霉素对分蘖洋葱生长发育影响研究 [J]. 东北农业大学学报,2011,42(7):83-86.
Liu W, Ning S X, Cui C R, et al. Effect of gibberellin treatment on growth and development of tillered-onion [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2011, 42(7):83-86. (in Chinese)
- [17] Yoo K S, Pike L M, Hamilton B K, et al. A simplified pyruvic acid analysis suitable for onion breeding programs [J]. Hort Sci, 1995, 30:6.
- [18] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:附录 VA [M]. 北京:中国医药科技出版社,2005.
Chinese Pharmacopoeia Commission. Chinese pharmacopoeia: Appendix VA [M]. Beijing: Chinese Medical Science and Technology Press, 2005. (in Chinese)
- [19] 郭詹菁. 洋葱类黄酮的提取及生物活性研究 [D]. 福州:福建农林大学,2010.
Guo Z J. Study on extractiong and bioactivity function of onion flavonoids [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2010. (in Chinese)
- [20] 向艳娥,回瑞华,侯冬岩. 紫皮洋葱与黄皮洋葱中蛋白质含量比较分析 [J]. 鞍山师范学院学报,2011,13(6):38-40.
Xiang Y E, Hui R H, Hou D Y. Analysis of protein content of purple onion and yellow onion [J]. Journal of Anshan Normal University, 2011, 13(6):38-40. (in Chinese)
- [21] 黎乃维. 洋葱黄酮类化合物及其功能食品的研究 [D]. 山东青岛:中国海洋大学,2010.
Li N W. The flavonolds of onion and its in the produetion of functional foods in the study [D]. Qingdao, Shandong: Ocean University of China, 2010. (in Chinese)
- [22] 陈沁滨,侯喜林,王建军,等. 不同熟性洋葱休眠生理生化的变化 [J]. 园艺学报,2001,34(1):221-224.
Chen Q B, Hou X L, Wang J J, et al. Physiological and biochemical changes of onion with different maturities during the dormancy stage [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2001, 34(1):221-224. (in Chinese)
- [23] 初文娇,王勇,董晓慧,等. 不同品系分蘖洋葱农艺性状比较研究 [J]. 北方园艺,2010(17):9-13.
Chu W J, Wang Y, Dong X H, et al. Comparison studies of agronomic traits on different kind of tillered-onion [J]. Northern Horticulture, 2010(17):9-13. (in Chinese)