

不同采摘时期合苞橐吾的降血糖作用

赵玉娟, 李倩竹, 刘乔, 张梦莹, 沈明浩*
(吉林农业大学 食品科学与工程学院, 长春 130118)

[摘要] 目的:以不同采摘时期的长白山野生合苞橐吾为研究对象,通过测定小鼠的空腹血糖值、血清胰岛素含量、肝糖原含量、肌糖原含量及糖耐量来研究其对小鼠的降血糖作用。方法:昆明种小鼠随机分为正常组、模型组、盐酸二甲双胍组(125 mg·kg⁻¹)、不同采摘时期合苞橐吾 1.25 g·kg⁻¹组(包括5月15日组,5月30日组,6月15日组,6月30日组,7月15日组,7月30日组,8月15日组),每组10只,除正常组外,其余各组选用200 mg·kg⁻¹剂量对小鼠*ip*灭菌生理盐水配制的1%四氧嘧啶溶液进行造模,造模72 h,造模后以0.01 mL·g⁻¹给药体积*ig*,采用试剂盒测定小鼠空腹血糖、血清胰岛素、肝糖原、肌糖原含量及糖耐量。结果:与正常组比较,模型组不同时间的小鼠空腹血糖值明显升高,胰岛素、肝糖原、肌糖原含量明显降低,均具有明显统计学差异($P < 0.05$);与模型组比较,不同采摘时期的合苞橐吾能不同程度降低糖尿病小鼠的空腹血糖值,增加肝糖原及肌糖原含量,并可在一定程度上缓解四氧嘧啶对小鼠胰岛 β 细胞的损害作用($P < 0.05$)。另外,与正常组比较,不同采摘时期的合苞橐吾可在一定程度上改善正常小鼠的糖耐量,其中以6月份采摘的合苞橐吾降血糖效果最为显著($P < 0.05$),给予6月30日合苞橐吾水煮沸的小鼠血糖降低幅度高达35.66%。结论:说明不同采摘时期合苞橐吾对糖尿病小鼠及正常小鼠均具有降血糖作用。

[关键词] 合苞橐吾; 空腹血糖; 胰岛素; 肝糖原; 肌糖原; 糖耐量

[中图分类号] R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)16-0157-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2015160157

Hypoglycemic Effect of *Ligularia schmidtii* Picked at Different Times ZHAO Yu-juan, LI Qian-zhu, LIU Qiao, ZHANG Meng-ying, SHEN Ming-hao* (College of Food Science and Engineering, Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China)

[Abstract] **Objective:** To study the hypoglycemic effect of wild *Ligularia schmidtii* (LS) picked in Changbai Mountain at different times by detecting the fasting blood glucose, insulin, liver glycogen, muscle glycogen and glucose tolerance in mice. **Method:** Totally 100 Kunming mice were randomly divided into the normal group, the model group, the metformin hydrochloride group (125 mg·kg⁻¹) and LSMM groups (1.25 g·kg⁻¹) picked at different times (including plants picked on May 15, May 30, June 15, June 30, July 15, July 30, August 15), with 10 mice in each group. Except for the normal group, all of the rest groups were intraperitoneally injected with 200 mg·kg⁻¹ sterilized saline water and 1% alloxan solution for 72 h to establish the model. After the modeling, they were orally administered with drugs (0.01 mL·g⁻¹). The fasting blood glucose value, serum insulin content, liver glycogen content, muscle glycogen content and glucose tolerance of mice were measured with appropriate kits. **Result:** Compared with the normal group, the model group showed significant increase in the fasting blood glucose and decreases in insulin, liver glycogen and muscle glycogen content in mice at different time points, all with significant statistical differences ($P < 0.05$). Compared with the normal group, LS picked at different times could decrease the fasting blood glucose and increase liver glycogen and muscle glycogen content in diabetic mice to varying degrees and alleviate the damaging effect of alloxan on pancreatic islet β cells in mice to some extent. Besides, compared with the normal group, it could also enhance glucose tolerance in normal mice to varying degrees, with the most significant hypoglycemic effect in LS picked in June ($P < 0.05$) as evidenced by its blood glucose decrease by 35.66% in LS picked on June 30. **Conclusion:** LS picked at different times have the

[收稿日期] 20140925(004)

[第一作者] 赵玉娟,在读硕士,主要从事长白山野生植物资源开发与利用研究,Tel:15043079980,E-mail:yujuan9988@126.com

[通讯作者] *沈明浩,博士,教授,主要从事食品毒理与安全、胚胎毒理研究,Tel:13844168593,E-mail:shenmh2003@163.com

hypoglycemic effect on both diabetic mice and normal mice.

[Key words] *Ligularia schmidtii*; fasting blood glucose; insulin; liver glycogen; muscle glycogen; glucose tolerance

随着社会的发展和人们生活方式的改变,高血脂、高血糖、高血压的人群比例越来越大,心血管疾病和糖尿病成为威胁人类健康、引起死亡的两大杀手。据报道,中国血脂异常人群达到1.6亿,而与此同时,高血糖、高血压患者比例也达到人口总数的1/4之高^[1]。常规的药物及技术治疗虽然能在一定程度上控制患者病情的发展,但是这些化学药物及技术所带来的副作用也无可避免,考虑到这种情况,像橐吾这种药食同用的野生绿色蔬菜无疑受到人们青睐。

橐吾属植物为菊科多年生草本植物,全世界约129种,中国约有112种,集中分布于秦岭—大巴山—横断山—喜马拉雅山区域,长白山区是橐吾属植物的次生分布中心之一^[2]。部分橐吾属植物还是延边地区著名的出口野菜和饲料植物,具有典型的民族地域特色,同时也是朝鲜族及吉林省民间草药,其根及根茎可入药,具有止咳化痰、祛风除湿等功效^[3]。合苞橐吾为橐吾属的一种,生于山坡草地,稀疏的榕林下,灌丛间的湿地。近年来国内外对橐吾属的分布、化学成分及药理作用等方面有不少的研究报道,但就合苞橐吾而言,只有董然等^[4,5]对合苞橐吾光合生理变化及其光响应特征有所研究,关于合苞橐吾的功效成分及功能性作用尚未见报道。近期李诗语等^[6]、孟庆海等^[7]分别对不同采摘时期蒲公英和不同种类的桑叶进行了降血糖作用的研究,发现蒲公英跟桑叶都有不同效果的降血糖作用,但均存在考察指标单一问题,本文以此为思路,通过测定小鼠的空腹血糖值、血清胰岛素含量、肝糖原含量、肌糖原含量及糖耐量来研究不同采摘时期合苞橐吾对小鼠的降血糖作用,旨在为众多的高血糖患者提供一种可食之材,为很好地预防和治疗糖尿病提供依据。

1 材料

1.1 动物 健康昆明种小鼠,体重18~22 g,雌雄各半,吉林大学实验动物中心提供,动物合格证号SCXK(吉)2003-0001。

1.2 药物及试剂 不同采摘时期(2013年5月15日,2013年5月30日,2013年6月15日,2013年6月30日,2013年7月15日,2013年7月30日,2013年8月15日)的长白山野生合苞橐吾。

吉林农业大学园艺学院董然教授鉴定为合苞橐吾 *Ligularia schmidtii* 的全草。四氧嘧啶(北京拜尔迪生物公司,批号Sigma7413),氯化钠(北京化工厂,分析纯,批号20130107),盐酸二甲双胍(中美上海施贵宝制药有限公司,批号14830732),葡萄糖试剂盒(批号20131207147),小鼠胰岛素(INS)试剂盒(批号20140601A),肝/肌糖原试剂盒(批号20140113),以上试剂盒均为南京建成生物工程有限公司产品。

1.3 仪器 WD-2102A型自动酶标仪(北京市六一仪器厂),722E型分光光度计(上海色谱仪器有限公司),EYELA A-1000S型抽滤机(JAPAN),ZNHW型智能恒温电热套(巩义市矛华仪器有限责任公司),RE52-98型旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂)。

2 方法

2.1 不同采摘时期合苞橐吾水煮液的制备^[8] 将不同采摘时期合苞橐吾阴干,超微粉碎,准确称取10 g,加入蒸馏水70 mL浸泡0.5 h,大火煮沸,转为文火煮0.5 h,放冷过滤,残渣继续加蒸馏水70 mL浸泡,循环3次,合并滤液,旋转蒸发浓缩至80 mL,得到含生药12.5%的水煮液。

2.2 不同采摘时期合苞橐吾水煮液对糖尿病小鼠的降血糖作用

2.2.1 小鼠的分组及处理方法 取小鼠100只,放入动物室内喂饲基础饲料观察7 d,然后将其随机分为正常组、模型组、盐酸二甲双胍组(125 mg·kg⁻¹)、实验组[包括5月15日采摘(5.15)组,5月30日采摘(5.30)组,6月15日采摘(6.15)组,6月30日采摘(6.30)组,7月15日采摘(7.15)组,7月30日采摘(7.30)组,8月15日采摘(8.15)组]。从建模成功开始连续ig 20 d,ig 剂量为1.25 g·kg⁻¹,ig 体积为0.01 mL·g⁻¹^[9],正常组和模型组ig 同等剂量的蒸馏水,盐酸二甲双胍组ig 同等剂量的盐酸二甲双胍,实验组ig 对应采摘时期的样品。

2.2.2 糖尿病小鼠模型的建立^[6-12] 除空白组外,其他组均根据预实验要求,选用200 mg·kg⁻¹剂量对小鼠ip 灭菌生理盐水配制的1%四氧嘧啶溶液。72 h后,尾静脉采血,测定禁食12 h后小鼠的空腹血糖值,取血糖值>6.11 mmol·L⁻¹的小鼠为模型

小鼠。

2.2.3 指标的测定 从 *ig* 开始,每 5 d 测定一次血糖值,*ig* 第 20 天眼球取血后颈椎脱臼处死小鼠,摘取肝脏和少量肌肉供肝糖原和肌糖原测定用。所取血样 $3\ 000\ \text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 15 min,取上清测定胰岛素。肝糖原、肌糖原及胰岛素的测定均采用试剂盒方法。

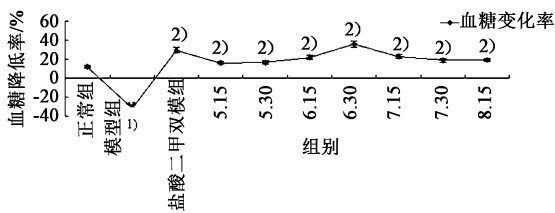
2.3 不同采摘时期合苞囊吾水煮液对正常小鼠糖耐量的影响 另取 80 只小鼠,随机分为正常组和实验组(包括 5.15 组,5.30 组,6.15 组,6.30 组,7.15 组,7.30 组,8.15 组),雌雄各半。在测定各组小鼠的空腹血糖值后,实验组分别 *ig* 对应采摘时期的水煮液,*ig* 剂量 $0.01\ \text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$,正常组 *ig* 同等剂量的蒸馏水。15 min 后经口给予葡萄糖溶液 $2.0\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,给予葡萄糖后 0,0.5,1,2 h 分别测定各组小鼠的血糖值,观察模型组与实验组在给予葡萄糖后各时间点血糖曲线下面积的变化^[13]。

表 1 不同采摘时期合苞囊吾水煮液对糖尿病模型小鼠空腹血糖值的影响($\bar{x}\pm s, n=10$)

Table 1 Effects of decoction of *Ligularia schmidtii* in different picking periods on fasting blood sugar of diabetic mice ($\bar{x}\pm s, n=10$)

组别	剂量/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	血糖/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$				
		0 d	5 d	10 d	15 d	20 d
正常	-	5.63 ± 0.29	5.93 ± 0.44	5.76 ± 0.43	6.80 ± 0.16	4.95 ± 0.42
模型	-	$12.34\pm 0.42^{1)}$	$15.79\pm 0.83^{1)}$	$17.42\pm 0.59^{1)}$	$18.08\pm 0.56^{1)}$	$16.25\pm 0.17^{1)}$
盐酸二甲双胍	0.125	$12.36\pm 0.10^{2)}$	$11.86\pm 0.38^{2)}$	$11.65\pm 0.44^{2)}$	$10.86\pm 0.53^{2)}$	$8.75\pm 1.02^{2)}$
5.15 组	1.25	$8.96\pm 0.68^{2)}$	$8.90\pm 0.65^{2)}$	$9.24\pm 0.36^{2)}$	$9.07\pm 0.29^{2)}$	$7.51\pm 0.35^{2)}$
5.30 组	1.25	$22.26\pm 0.38^{2)}$	$22.16\pm 0.38^{2)}$	$21.43\pm 0.46^{2)}$	$21.35\pm 0.41^{2)}$	$18.62\pm 0.52^{2)}$
6.15 组	1.25	$11.70\pm 0.45^{2)}$	$11.48\pm 0.40^{2)}$	$10.00\pm 0.44^{2)}$	$10.67\pm 0.69^{2)}$	$9.15\pm 0.95^{2)}$
6.30 组	1.25	$12.62\pm 0.25^{2)}$	$13.15\pm 1.22^{2)}$	$10.16\pm 0.26^{2)}$	$7.34\pm 0.67^{2)}$	$8.12\pm 0.81^{2)}$
7.15 组	1.25	$9.52\pm 0.28^{2)}$	$9.40\pm 0.28^{2)}$	$7.86\pm 0.62^{2)}$	$7.90\pm 0.41^{2)}$	$7.35\pm 0.42^{2)}$
7.30 组	1.25	$8.45\pm 0.36^{2)}$	$8.33\pm 0.41^{2)}$	$7.41\pm 0.22^{2)}$	$6.83\pm 0.77^{2)}$	$6.87\pm 0.98^{2)}$
8.15 组	1.25	$11.89\pm 0.24^{2)}$	$11.70\pm 0.23^{2)}$	$11.62\pm 0.68^{2)}$	$11.30\pm 1.26^{2)}$	$9.62\pm 0.42^{2)}$

注:与同时时间正常组比较¹⁾ $P<0.05$;与同时时间模型组比较²⁾ $P<0.05$ (表 2~3 同)。



与正常组比较¹⁾ $P<0.05$;与模型组比较²⁾ $P<0.05$

图 1 不同采摘时期合苞囊吾水煮液对小鼠血糖变化率的影响($\bar{x}\pm s, n=10$)

Fig. 1 Effects of decoction of *Ligularia schmidtii* in different picking periods on change rate of blood sugar in mice ($\bar{x}\pm s, n=10$)

血糖曲线下面积 = $0.25 \times (0\ \text{h}\ \text{血糖值} + 4 \times 0.5\ \text{h}\ \text{血糖值} + 3 \times 2\ \text{h}\ \text{血糖值})$

2.4 统计学分析 采用 SPSS 18.0 统计软件进行方差分析,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间差异采用 *t* 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 对糖尿病模型小鼠空腹血糖值的影响 在灌胃给药阶段,正常组小鼠的空腹血糖值基本处于平稳状态;模型组小鼠空腹血糖值在 0~15 d 呈现平缓递增趋势,到 20 d 时有所降低;与同时时间正常组比较,模型组空腹血糖值明显升高($P<0.05$);与同时时间模型组比较,不同采摘时期合苞囊吾水煮液组及盐酸二甲双胍组明显降低小鼠空腹血糖值($P<0.05$);不同采摘时期合苞囊吾水煮液组降低血糖程度明显大于盐酸二甲双胍组。见表 1。血糖降低率见图 1。

3.2 对糖尿病模型小鼠肝糖原、肌糖原和胰岛素含量的影响 灌胃给药 20 d 后,与正常组比较,模型组肝糖原含量、肌糖原含量、胰岛素含量明显降低($P<0.05$);与模型组比较,各给药组小鼠的肝糖原含量均无显著性差异,6.15 组,6.30 组,7.15 组的小鼠肝糖原含量都有所增加,6.30 组肝糖原含量的增高程度普遍高于其他给药组,5.30 组,8.15 组的小鼠肝糖原含量略有增加,但程度不明显。综上,6~7 月份的合苞囊吾水煮液对肝糖原的增加效果尤其明显,但与盐酸二甲双胍组相比还有一定差距。与模型组比较,各给药组的肌糖原含量均有微量变

化,其中 6 月份采摘的合苞囊吾水煮液总体上对小鼠肌糖原的增加效果比较明显 ($P < 0.05$)。与模型组比较,5 月 30 日,6 月 30 日采摘的合苞囊吾水煮液明显增高糖尿病小鼠胰岛素含量 ($P < 0.05$)。但升高小鼠的肝糖原、肌糖原及胰岛素含量不同采摘时期合苞囊吾水煮液与盐酸二甲双胍组相比还有一定差距。见表 2。

表 2 不同采摘时期合苞囊吾水煮液对糖尿病模型小鼠肝糖原、肌糖原和胰岛素含量的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

Table 2 Effects of decoction of *Ligularia schmidtii* in different picking periods on content of liver glycogen, muscle glycogen and serum insulin of diabetic mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量/g·kg ⁻¹	肝糖原/mg·g ⁻¹	肌糖原/mg·g ⁻¹	胰岛素/mU·L ⁻¹
正常	-	16.27 ± 0.52	6.51 ± 1.50	23.80 ± 0.44
模型	-	7.74 ± 1.50 ¹⁾	3.48 ± 0.61 ¹⁾	17.58 ± 0.72 ¹⁾
盐酸二甲双胍	0.125	16.28 ± 2.24 ²⁾	6.27 ± 1.01 ²⁾	23.10 ± 1.01 ²⁾
5.15 组	1.25	7.44 ± 0.30	3.47 ± 0.04	19.57 ± 0.42 ²⁾
5.30 组	1.25	7.78 ± 0.55	4.17 ± 0.43 ²⁾	23.42 ± 0.32 ²⁾
6.15 组	1.25	8.11 ± 0.69	4.65 ± 0.61 ²⁾	21.86 ± 0.31 ²⁾
6.30 组	1.25	9.00 ± 0.46	4.76 ± 0.46 ²⁾	23.11 ± 0.36 ²⁾
7.15 组	1.25	8.01 ± 1.09	4.04 ± 0.00 ²⁾	21.14 ± 0.59
7.30 组	1.25	7.56 ± 0.29	3.22 ± 0.22	21.55 ± 0.98 ²⁾
8.15 组	1.25	7.87 ± 0.59	3.73 ± 0.29	18.95 ± 0.98 ²⁾

表 3 不同采摘时期合苞囊吾水煮液对正常小鼠糖耐量的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

Table 3 Effects of decoction of *Ligularia schmidtii* in different picking periods on concentration of serum insulin of normal mice ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量/g·kg ⁻¹	血糖/mmol·L ⁻¹					血糖曲线下面积/mm ²
		空腹	0 h	0.5 h	1 h	2 h	
正常	-	4.74 ± 0.08	6.83 ± 0.58	11.38 ± 0.52	8.72 ± 0.21	6.01 ± 0.36	17.60 ± 1.12
5.15 组	1.25	4.45 ± 0.28	8.36 ± 1.59	8.25 ± 0.17 ¹⁾	7.34 ± 0.44 ¹⁾	6.10 ± 0.94	14.94 ± 1.70 ¹⁾
5.30 组	1.25	4.22 ± 0.70	5.32 ± 0.82	7.65 ± 0.33 ¹⁾	6.82 ± 0.39 ¹⁾	5.93 ± 0.25	13.40 ± 0.74 ¹⁾
6.15 组	1.25	3.77 ± 0.16	5.96 ± 0.41	9.16 ± 0.48 ¹⁾	7.19 ± 0.15 ¹⁾	5.52 ± 0.48	14.60 ± 0.43 ¹⁾
6.30 组	1.25	3.39 ± 0.24 ¹⁾	5.73 ± 0.59	7.77 ± 0.33 ¹⁾	6.10 ± 0.32 ¹⁾	5.14 ± 0.21	12.99 ± 0.10 ¹⁾
7.15 组	1.25	3.82 ± 0.31	5.91 ± 0.15	7.15 ± 0.48 ¹⁾	6.45 ± 0.34 ¹⁾	4.83 ± 0.33	12.42 ± 1.01 ¹⁾
7.30 组	1.25	3.89 ± 0.68	6.29 ± 0.82	9.95 ± 0.36 ¹⁾	6.80 ± 0.44 ¹⁾	5.13 ± 0.41	14.92 ± 1.41 ¹⁾
8.15 组	1.25	3.83 ± 0.11	6.12 ± 0.23	9.65 ± 0.14 ¹⁾	7.62 ± 0.07 ¹⁾	6.27 ± 0.19	15.88 ± 0.43 ¹⁾

4 讨论

依据实验结果,不同采摘时期合苞囊吾水煮液能不同程度降低糖尿病小鼠的空腹血糖值,增加其肝糖原及肌糖原含量,并在一定程度上缓解四氧嘧啶对小鼠胰岛β细胞的损害作用;还可改善正常小鼠的糖耐量。其中 6 月 30 日采摘的合苞囊吾的降血糖水平达到了 35.66%,比盐酸二甲双胍组盐酸二甲双胍片的降糖作用还要明显;而在对肝糖原、肌糖原及胰岛素含量的影响上,6 月 30 日采摘的合苞囊吾水煮液对肝糖原、肌糖原及胰岛素含量的影响

3.3 对正常小鼠糖耐量的影响 给予不同采摘时期合苞囊吾水煮液各组小鼠的血糖曲线下面积均明显低于模型组,这表明不同采摘时期的合苞囊吾水煮液具有不同程度的降血糖作用,并在不同程度上起到改善小鼠糖耐量的作用,其中以 6 月 30 日,7 月 15 日采摘的合苞囊吾水煮液对小鼠糖耐量的改善最为明显。见表 3。

均高与其他实验组,该组的肝糖原增高了 16.27%,肌糖原增高了 36.78%,胰岛素增高了 31.46%。由图 1 血糖降低率曲线可以看出,在 5 月 15 日采摘的合苞囊吾到 6 月 30 日采摘的合苞囊吾降血糖水平呈递增趋势,到 6 月 30 日采摘的合苞囊吾降血糖水平达到最大值 35.66%,而后采摘的合苞囊吾降血糖水平开始缓慢下降。出现这种结果,与前期研究不同采摘时期合苞囊吾功效成分含量变化规律研究相对应,前期研究发现,6 月份的合苞囊吾中黄酮类物质含量、皂苷含量及多糖含量都相对其他月份的

这些功效成分含量较高,这种情况与长白山气候及合苞橐吾本身的生长规律密切相关,长白山地区属于温带大陆性山地气候,冬季漫长,大概从5月份植物开始冒尖发芽生长直至8月份逐渐开始凋谢,每年的6,7月份日照相对较强,5,8月日照强度较低,而合苞橐吾适宜栽培于50%遮阴环境下^[5],故6月份其因长势最旺,各种功效成分的蓄积性达到最高;5月中旬合苞橐吾还处于幼叶期,而7,8月份以后其开始渐渐变老,叶片组织开始纤维化,幼叶和老叶中的功效成分含量都比较低。由此笔者可以得出,6月份的合苞橐吾功效成分含量高,适宜采摘。而又有文献证明黄酮类物质、皂苷、多糖等物质都有降血糖功效^[6,14-19],推测合苞橐吾水煮液之所以具有降血糖作用是因为这三类物质在发挥作用,具体成分的单降血糖作用及联合降血糖作用有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 杨晓光,翟凤英,朴建华,等. 中国居民营养状况调查[J]. 中国预防医学杂志,2010(1):5-7.
[2] 柏广新. 中国长白山野生花卉[M]. 北京:中国林业出版社,2003:181-182.
[3] 孙明学. 大兴安岭森林植物[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2006:928-929.
[4] 董然,王莹,赵国禹,等. 长白山5种橐吾光合生理日变化及光响应特征研究[J]. 中南林业科技大学学报:自然科学版,2011,31(9):49-54.
[5] 王守海,董然,赵国禹,等. 长白山4种橐吾的耐热性研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(34):19431-19432.
[6] 李诗语,姜斌,赵玉娟,等. 不同采摘时期长白山蒲公英功效成分的含量变化规律及降糖作用研究[J]. 食品科学,2014,35(7):238-242.
[7] 孟庆海,殷秋忆,郭静,等. 4种不同桑叶提取物降血

糖作用的筛选[J]. 中成药,2014,36(6):1288-1291.
[8] 王月娇,沈明浩. 蒲公英对小鼠抗疲劳和降血脂及胃粘膜损伤恢复作用的实验[J]. 毒理学杂志,2009,23(2):143-145.
[9] 姜斌,沈明浩. 功能性肌醇类物质提取与降血糖功能研究[D]. 吉林:吉林农业大学,2011
[10] Kim M J, Yoo K H, Kim J H, et al. Effect of pinitol on glucose metabolism and adipocytokines in uncontrolled type 2 diabetes [J]. Diabetes Res Clin Pract,2007,77(3):247-251.
[11] 邓航,贺敏,李江,等. 柿叶多糖对糖尿病小鼠降血糖作用及其机制研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(4):114-117.
[12] Xia T, Wang Q. D-chiro-inositol found in cucurbita ficifolia (Cucurbitaceae) fruit extracts plays the hypoglycaemic role instreptozocin-diabetic rats [J]. J Pharm Pharmacol,2006,58(11):1527-1532.
[13] 郑铁生,王亚娜,宗爱萍. 龙虾壳聚糖干预后糖尿病小鼠血糖和糖耐量的变化[J]. 中国临床康复,2006,10(31):67-69.
[14] 钟正贤,周桂芬,陈学芬,等. 藤茶总黄酮对链脲霉素所致糖尿病大鼠的降糖作用[J]. 中药药理与临床,2003,19(5):19-20.
[15] 苗明三,孙艳红. 玉米须总皂苷降糖作用研究[J]. 中国中药杂志,2004,29(7):711-712.
[16] 宋少江,徐绥绪,曹颖林. 辽东槲木总皂苷降血糖作用研究[J]. 中药研究与信息,2005,7(5):7-9.
[17] 张晟,陈祥贵. 降血糖植物皂苷研究进展[J]. 中药材,2007,30(5):616-620.
[18] 胡忠泽,王立克,杨久峰,等. 柿叶水提取物对糖尿病小鼠降血糖作用的实验研究[J]. 中国中医药科技,2006,13(5):333-334.
[19] 于淑池,苏涛,杨建民,等. 安吉白茶多糖对实验性糖尿病小鼠的降血糖作用研究[J]. 茶叶科学,2010,30(3):223-228.

[责任编辑 周冰冰]