

· 中药农业 ·

湿度对党参药材化学质量稳定性的影响[△]

高石曼, 刘久石, 王敏, 曹婷婷, 齐耀东, 张本刚, 刘海涛*, 孙晓波*, 肖培根

中国医学科学院 北京协和医学院 药用植物研究所, 北京 100193

[摘要] **目的:** 研究党参药材中化学成分在不同湿度下随时间的变化规律, 为党参药材的化学质量稳定性提供数据支持。**方法:** 以甘肃省岷县党参药材规范化种植基地种植的党参药材为研究对象, 设置常湿、20%、5% 3种不同的湿度, 同时测定其中党参炔苷、多糖、葡萄糖、果糖和蔗糖的含量在6个月内的变化情况。**结果:** 在6个月内, 不同湿度下党参炔苷的含量呈现不同程度的下降趋势。多糖、蔗糖、葡萄糖和果糖的含量均呈现出不同程度先升高再降低的趋势。不同湿度对党参药材化学质量稳定性的影响程度不同, 依次为5% > 20% > 常湿, 即5%湿度下党参药材的化学质量稳定性最佳。**结论:** 该研究提示湿度对党参药材中化学成分的含量有较大的影响, 进而影响到党参药材化学质量的稳定性。在实际生产实践过程中, 应严格控制党参药材的储藏湿度, 以期保证党参药材质量的稳定可靠, 为临床用药的有效性奠定基础。

[关键词] 党参; 化学质量; 稳定性; 湿度

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2020)04-0596-07

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20190806002

Influence of Humidity on Quality Stability of Codonopsis Radix

GAO Shi-man, LIU Jiu-shi, WANG Min, CAO Ting-ting, QI Yao-dong,

ZHANG Ben-gang, LIU Hai-tao*, SUN Xiao-bo*, XIAO Pei-gen

*Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and
Peking Union Medical College, Beijing 100193, China*

[Abstract] **Objective:** The aim of this study was to analyze the changes in chemical constituents at different humidities and provide references for the quality stability of Codonopsis Radix. **Methods:** The content of lobetyolin, polysaccharide, sucrose, glucose and fructose of Codonopsis Radix samples stored at 3 kinds of different humidities including normal humidity, 20%, 5% was detected for 6 months simultaneously. **Results:** The results indicated that the content of lobetyolin decreased in different degree while that of polysaccharide, sucrose, glucose and fructose showed a tendency of first rise then fall during 6 months. Different humidities had influences on the quality stability of Codonopsis Radix at various degree, that was 5% > 20% > normal humidity in turn. It was optimum to adopt humidity of 5% to ensure a good quality of Codonopsis Radix. **Conclusion:** Our findings demonstrated that humidity had an obvious impact on chemical constituents of Codonopsis Radix, which should be strictly controlled to ensure the quality stability of Codonopsis Radix and guarantee its validity of clinical treatment.

[Keywords] Codonopsis Radix; Quality; Stability; Humidity

党参为桔梗科植物党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.)
Nannf.、素花党参 *Codonopsis pilosula* Nannf. var.
modesta (Nannf.) L. T. Shen 或川党参 *Codonopsis*
tangshen Oliv. 的干燥根, 性味甘平, 具有健脾益肺、

养血生津的功效^[1]。党参的化学成分主要有多种萜类、糖类、黄酮类、木脂素类、生物碱类、蒽类、甾类等多种成分, 具有调节免疫, 促进造血, 保护心血管, 保护神经中枢, 调节肠胃及调节内分泌等

[△] **[基金项目]** 首都市民健康项目培育(Z161100000116101); 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2016-12M-1-010)

* **[通信作者]** 刘海涛, 研究员, 研究方向: 药用植物资源化学及中药质量分析; Tel: (010)57833196, E-mail: htliu0718@126.com

孙晓波, 研究员, 研究方向: 药理与中药复杂体系; Tel: (010)-57833018, E-mail: xbsun@implad.ac.cn

功能^[2]。其中,党参炔苷是保护胃黏膜的活性成分之一^[3]。多糖具有增强免疫力及增强造血功能等作用^[4]。此外,蔗糖、葡萄糖和果糖等游离态糖类成分与多糖的结构和功能有密切联系^[5-7],并具有一定的药理活性^[8-10]。

湿度与中药材的质量密切相关^[11],储藏过程中空气的相对湿度过高时,中药材会吸收大量水分而受潮,出现霉变、虫蛀等现象,其中,含淀粉类、糖类、黏液质的中药材更容易吸潮变质^[12]。此外,随着储藏时间的推移,药材的各项指标均会发生不同程度的变化。前期的研究表明,党参中各个化学成分随储藏时间的延长,会发生不同程度的变化。然而,有关党参中药效物质基础在不同条件下随时间的变化规律的相关研究几乎没有。因此,明确湿度对党参药材化学质量稳定性的影响,对确保党参临床用药安全可靠具有重要意义。

本研究以甘肃省岷县党参药材规范化种植基地种植的党参药材为材料,设置常湿、20%、5% 3种不同的湿度,以党参炔苷、多糖、葡萄糖、果糖和蔗糖为指标,自采收加工完毕起,每隔1个月检测1次各成分的含量,持续跟踪6个月。分析在此时间内党参药材中各化学成分的变化规律,比较不同湿度对党参药材化学质量稳定性的影响。

1 材料

1.1 仪器

Waters 2695-2996 高效液相色谱系统、Empower 2 工作站(美国 waters 公司),Agilent 1260 高效液相色谱仪、Agilent Technologies 380-ELSD 蒸发光散射检测器、ChemStation 工作站(美国安捷伦科技有限公司),AL204 电子分析天平(METTLER TOLEDO),KQ-300DE 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),UV2550 紫外分光光度计(SHIMADZU, JAPAN),XMTD-6000 水浴锅(北京市长风仪器仪表公司),低湿储存柜(明日百傲北京科技有限公司)。

1.2 试药

乙腈为色谱纯(Honeywell, 美国),超纯水(Milli-Q System, 美国),甲醇、乙醇、硫酸为分析纯(北京化工厂),苯酚为分析纯(天津市光复精细化工研究所)。党参炔苷(天津马克生物技术有限公司,纯度>98%,批号:20151202),蔗糖(中国食品药品检定研究院,纯度>99%,批号:111507-201303),

D-无水葡萄糖(中国食品药品检定研究院,纯度>99%,批号:110833-201506),果糖(中国食品药品检定研究院,纯度>99%,批号:100231-201606)。

党参药材样品于2017年12月收集于甘肃省定西市岷县十里镇十里村党参药材规范化种植基地(34°29'N, 103°57'E, 2340 m),经中国医学科学院药用植物研究所张本刚研究员鉴定为桔梗科植物党参 *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf. 的干燥根,凭证标本保存于中国医学科学院药用植物研究所药用植物资源研究中心。党参药材样品共计9份(S1~S9),S1~S3 放置在常湿条件下(35%~55%),S4~S6 放置在20%湿度下,S7~S9 放置在5%湿度下。其中,湿度采用低湿储存柜控制,各党参药材样品在放置前后的水分均符合《中华人民共和国药典》(2015年版)的要求。温度均为室温,各党参药材样品之间的放置温度无差异。

2 材料

2.1 党参炔苷的测定

党参炔苷的测定方法基于前期发表的论文^[13]。取党参样品细粉约1 g,精密称定,加70%甲醇30 mL,称质量,超声2次,每次30 min,取出,放冷,称质量,并用70%甲醇补足失去质量,滤过,取续滤液过0.22 μm 滤膜即得。色谱柱为 Waters XBridge C₁₈ (250 mm × 4.6 mm, 5 μm),进样量10 μL,检测波长267 nm,流动相洗脱为水(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~8 min, 5% B; 8~10 min, 5%~8% B; 10~25 min, 8%~15% B; 25~26 min, 15%~20% B; 26~36 min, 20% B; 36~48 min, 20%~37% B; 48~55 min, 37%~60% B; 55~70 min, 60% B; 70~80 min, 60%~90% B; 80~90 min, 90% B),柱温30℃,流速0.8 mL·min⁻¹,进样量10 μL。

2.2 多糖的测定

多糖的测定方法基于前期发表的论文^[13]。取党参药材样品细粉约0.25 g,精密称定,置圆底烧瓶中,加80%乙醇150 mL,置水浴中加热回流1 h,趁热滤过,残渣用80%热乙醇洗涤3次,每次10 mL,将残渣及滤纸置烧瓶中,加水150 mL,置沸水浴中加热回流1 h,趁热滤过,残渣及烧瓶用热水洗涤4次,每次10 mL,合并滤液与洗液,放冷,转移至250 mL 量瓶中,加水至刻度,摇匀,精密量取2 mL,定容至10 mL 容量瓶中,精密量取1 mL,

置 10 mL 具塞干燥试管中,精密加入 5% 苯酚溶液 1 mL,摇匀,再精密加硫酸 5 mL,摇匀,置沸水浴中加热 20 min,取出,置冰浴中冷却 5 min,以相应试剂为空白,照紫外-可见分光光度法(通则 0401),在 490 nm 的波长处测定吸光度。

2.3 蔗糖、葡萄糖和果糖的测定

蔗糖、葡萄糖和果糖的测定方法基于前期发表的论文^[14]。取党参药材样品粉末约 1 g,精密称定,置于 100 mL 具塞三角瓶中,精密加入水 50 mL,称定质量,加热回流提取 1 h,放冷,再称定质量,用水补足减失的质量,放冷,摇匀后,经 0.22 μm 微孔滤膜滤过即得。色谱柱为 Agilent Hi-Plex Ca(300 mm × 7.7 mm),流动相为超纯水,流速 0.5 mL·min⁻¹,柱温 80 ℃。ELSD 漂移管温度 30 ℃,蒸发管温度 60 ℃,载气流速 1.4 L·min⁻¹,增益 1。

2.4 统计分析

采用 SPSS 软件(21.0 版)对各化学成分的含量数据进行处理。组与组之间的比较采用单因素方差分析法(ANOVA),并用纽曼-科伊尔斯检验法(S-N-K)进行两两比较。所有的数据均为 3 个重复实验的平均结果。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3 结果

3.1 党参炔苷的变化规律

9 批党参药材样品中党参炔苷的含量变化情况见表 1 和图 1。在不同湿度下,党参炔苷的含量随时间的延长均表现出下降的趋势。其中,在常湿条件下,党参炔苷的含量下降较快,6 个月内由 0.225% 下降至 0.101%。1 个月时,党参炔苷的含量与最初

相比差异有统计学意义($P < 0.05$)。在 20% 湿度下,党参炔苷的含量在 6 个月内整体下降幅度为 0.097%,2 个月时,其含量与最初相比差异有统计学意义($P < 0.05$)。在 5% 湿度下,党参炔苷的含量在 6 个月内整体下降幅度为 0.098%,3 个月时,其含量与最初相比差异有统计学意义($P < 0.05$)。

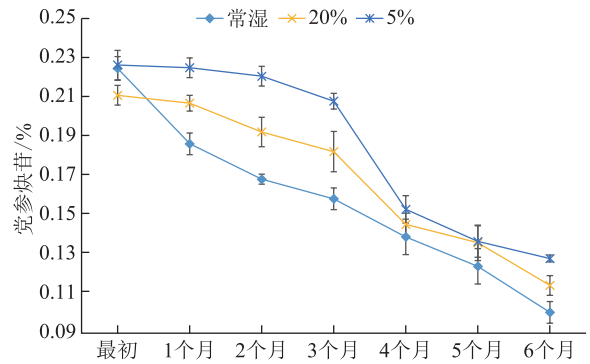


图1 不同湿度下党参炔苷随时间的变化规律
($\bar{x} \pm s, n=3$)

不同湿度下党参炔苷的起始含量差异不具统计学意义,1 个月后,党参炔苷的含量差异有统计学意义($P < 0.05$)。由整体趋势可知,6 个月内,党参炔苷的含量在 5% 湿度下整体较高,其次为 20% 湿度、常湿下党参炔苷的含量整体较低。

3.2 多糖的变化规律

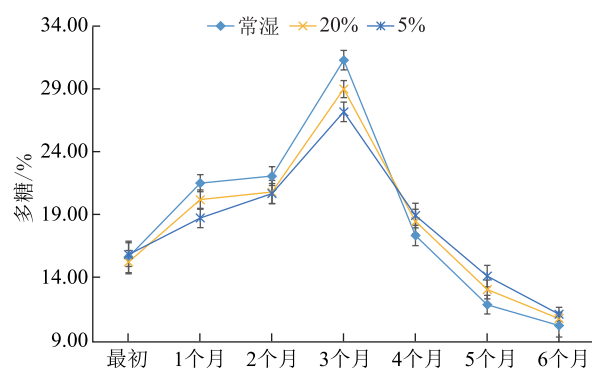
9 批党参药材样品中多糖的含量变化情况见表 2 和图 2。在不同湿度下,多糖的含量随时间的延长均表现出先上升后下降的趋势,且均在 3 个月时达到最高。其中,在常湿条件下,多糖含量的变化幅度较大。在 3 个月时,其质量分数由 15.74% 上升至 31.34%,高于其他温度下的多糖含量。3 个月后,多糖含量迅速下降,至 6 个月时,其质量分数下降

表1 不同湿度下党参药材中党参炔苷的含量变化情况($n=3$)

样品	%													
	最初		1 个月		2 个月		3 个月		4 个月		5 个月		6 个月	
	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD	党参炔苷	RSD
S1	0.231	0.21	0.181	0.15	0.166	1.26	0.153	0.88	0.148	1.39	0.133	0.78	0.097	1.07
S2	0.219	0.56	0.192	0.42	0.171	0.13	0.164	0.12	0.139	0.15	0.115	0.45	0.107	0.36
S3	0.224	0.43	0.186	0.32	0.168	1.02	0.158	0.47	0.130	1.08	0.124	0.10	0.098	1.31
S4	0.216	0.99	0.203	0.18	0.200	0.38	0.191	1.15	0.150	0.82	0.136	0.08	0.115	0.05
S5	0.206	1.11	0.211	0.76	0.192	0.28	0.171	0.06	0.139	1.17	0.127	0.12	0.109	0.20
S6	0.211	1.23	0.207	0.45	0.185	0.44	0.185	1.00	0.147	0.98	0.145	0.36	0.119	0.40
S7	0.234	0.15	0.220	0.10	0.226	0.47	0.204	1.39	0.153	1.28	0.136	0.09	0.127	1.27
S8	0.219	0.23	0.230	0.62	0.216	0.04	0.212	0.59	0.146	0.50	0.129	0.72	0.127	0.92
S9	0.226	0.16	0.225	0.44	0.220	0.22	0.208	0.99	0.160	1.11	0.145	1.02	0.130	0.24

表2 不同湿度下党参药材中多糖的含量变化情况($n=3$)

样品	最初		1个月		2个月		3个月		4个月		5个月		6个月	
	多糖	RSD	多糖	RSD	多糖	RSD	多糖	RSD	多糖	RSD	多糖	RSD	多糖	RSD
S1	14.38	1.50	22.27	1.00	21.48	0.32	32.08	0.81	18.26	0.77	12.81	0.25	9.39	1.27
S2	16.85	0.67	20.92	0.66	22.95	1.14	30.53	1.11	16.64	0.19	11.47	0.25	10.32	0.65
S3	16.00	1.10	21.60	1.29	22.03	0.80	31.41	0.56	17.44	0.45	11.60	0.45	11.21	0.55
S4	14.41	0.99	19.55	0.90	21.81	0.57	28.40	1.40	19.53	1.14	13.30	0.76	11.24	0.65
S5	16.26	0.91	21.07	0.77	19.96	0.76	29.75	1.13	17.60	0.16	13.85	0.75	10.27	0.89
S6	15.35	1.00	20.24	1.10	20.90	0.61	29.01	0.29	18.56	0.77	12.36	0.01	11.04	0.33
S7	16.88	1.02	19.61	1.40	19.99	1.20	28.02	1.16	18.06	0.42	14.19	0.54	10.87	1.04
S8	15.01	0.92	18.08	0.18	20.76	1.04	26.47	0.96	20.01	0.20	13.39	0.56	10.89	0.63
S9	15.90	1.23	18.81	1.23	21.57	1.21	27.23	1.24	19.01	0.33	15.10	0.64	11.84	1.60

图2 不同湿度下多糖随时间的变化规律($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

至10.31%，高于其他湿度下的多糖含量。在20%湿度下，多糖质量分数在3个月时由最初的15.34%上升至29.05%，至6个月，其质量分数下降至10.85%。在5%湿度下，多糖质量分数在3个月时由最初的15.93%上升至27.24%，至6个月，其质量分数下降至11.20%。不同湿度下的多糖含量在1个月时与最初相比均具有统计学意义($P<0.05$)。

在不同湿度下，多糖最初含量差异无统计学意义，1个月时，多糖的含量即差异有统计学意义

($P<0.05$)。由整体趋势可知，6个月内，多糖的含量在5%湿度下较为稳定，其次为20%湿度，常湿下多糖的含量变化幅度较大，稳定性较差。

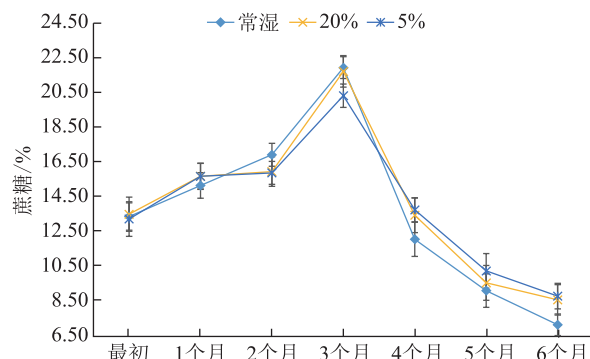
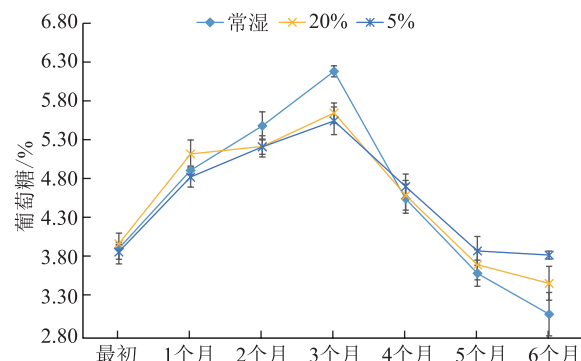
3.3 蔗糖的变化规律

9批党参药材样品中蔗糖的含量变化情况见表3和图3。在不同湿度下，蔗糖的含量随时间的延长均表现出先上升后下降的趋势，且均在3个月时达到最高。其中，常湿下蔗糖含量的变化相对较大，3个月时，蔗糖质量分数由13.39%上升至21.95%，至6个月，其质量分数下降至7.18%。在5%和20%湿度下，蔗糖含量的变化趋势较为相似，3个月时，蔗糖质量分数由13.25%上升至20.33%，或由13.53%上升至21.73%，至6个月，其质量分数分别下降至8.82%和8.61%。不同湿度下蔗糖含量在1个月与最初相比差异均具有统计学意义($P<0.05$)。

在不同湿度下，蔗糖的初始含量差异无统计学意义，至3个月时，其含量差异具有统计意义($P<0.05$)。由整体趋势可知，在6个月内，蔗糖的含量在5%和20%下较为稳定，而常湿下蔗糖含量变化幅度较大，稳定性较差。

表3 不同湿度下党参药材中蔗糖的含量变化情况($n=3$)

样品	最初		1个月		2个月		3个月		4个月		5个月		6个月	
	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD	蔗糖	RSD
S1	12.59	0.27	14.44	0.26	16.27	0.57	22.60	0.05	13.05	0.10	8.17	0.31	7.86	0.02
S2	14.16	0.59	15.90	0.47	17.59	0.14	21.35	0.93	11.10	0.01	9.16	0.50	7.02	0.10
S3	13.42	0.45	15.20	0.31	16.98	0.32	21.90	0.23	12.10	0.55	10.09	0.54	6.65	0.18
S4	14.51	0.01	16.45	1.18	16.86	0.25	20.81	0.74	12.47	0.08	9.56	0.19	9.52	1.01
S5	13.53	0.01	14.98	0.65	15.16	0.22	22.62	0.60	13.47	0.01	10.59	0.14	8.52	0.80
S6	12.54	0.02	15.70	1.02	15.91	0.35	21.77	0.66	14.47	0.36	8.60	0.37	7.79	0.20
S7	14.24	1.02	16.47	0.09	15.24	0.09	19.66	0.21	13.15	0.27	10.27	0.13	9.45	0.53
S8	13.26	1.13	14.96	0.25	16.56	0.17	21.01	0.05	14.50	0.03	9.28	0.17	9.01	0.86
S9	12.26	1.06	15.69	0.11	15.90	0.34	20.32	1.06	13.68	0.57	11.26	0.55	8.02	1.10

图3 不同湿度下蔗糖随时间的变化规律($\bar{x} \pm s$, $n=3$)图4 不同湿度下葡萄糖随时间的变化规律($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

3.4 葡萄糖的变化规律

9批党参药材样品中葡萄糖的含量变化情况见图4和表4。在不同湿度下,葡萄糖的含量随时间的延长均呈现出先上升后下降的趋势,且均在3个月时达到最高。其中,常湿下葡萄糖含量的变化趋势较快,3个月时,葡萄糖质量分数由3.94%上升至6.19%,其含量高于其他温度下的含量。而3个月后,葡萄糖含量迅速下降,至6个月,其质量分数下降至3.10%,低于其他温度下的含量。在5%湿度下,葡萄糖质量分数在3个月时由3.89%上升至5.56%,至6个月,其质量分数下降至3.85%。在20%湿度下,葡萄糖含量在3个月时由4.00%上升至5.66%,至6个月,其含量下降至3.495%。不同湿度下葡萄糖的含量在1个月时与最初相比差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。

在不同湿度下,葡萄糖的初始含量差异不具有统计学意义,至2个月时,不同湿度下葡萄糖的含量差异具有统计学意义($P < 0.05$)。由整体趋势可知,在5%湿度下,葡萄糖的含量在6个月内最为稳定,其次为20%湿度,而常湿下葡萄糖的含量最不稳定。

3.5 果糖的变化规律

9批党参药材样品中果糖的含量变化情况见表5和图5。在不同湿度下,果糖的质量分数随时间的延长均表现出先上升后下降的趋势,且均在3个月时达到最高。其中,在常湿条件下,果糖的含量变化幅度相对较大。3个月时,果糖含量由14.64%上升至23.63%,3个月后,其含量迅速下降,至6个月时,果糖质量分数下降至5.85%。在5%和20%湿度下,果糖含量的变化趋势较为相似。3个月时,果糖质量分数由14.22%上升至24.08%,或由14.61%上升至24.26%,至6个月,其质量分数分别下降至6.63%和6.47%。不同湿度下的果糖含量在1个月与最初相比差异具有统计学意义($P < 0.05$)。

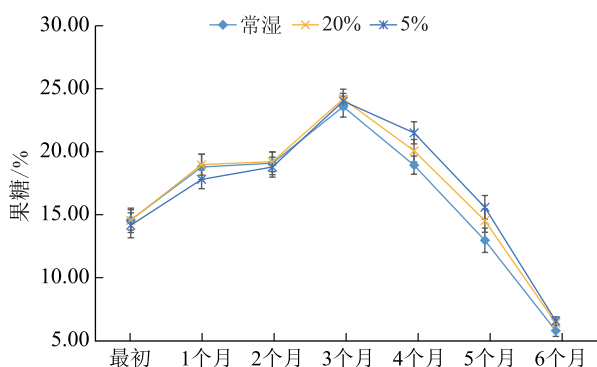
不同湿度下,果糖的起始含量差异不具有统计学意义,1个月后,各湿度下果糖的含量差异具有统计学意义($P < 0.05$),随后,其含量又趋于一致,差异不具有统计学意义,至4个月时,各湿度下蔗糖的含量差异具有统计学意义($P < 0.05$)。由整体趋势可知,在5%和20%湿度下,果糖的含量在6个月内较为稳定,而常湿下果糖的含量最不稳定。

表4 不同湿度下党参药材中葡萄糖的含量变化情况($n=3$)

样品	最初		1个月		2个月		3个月		4个月		5个月		6个月	
	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD	葡萄糖	RSD
S1	3.74	0.81	4.93	0.64	5.32	0.85	6.11	0.52	4.39	0.40	3.60	0.01	3.11	0.52
S2	4.13	1.22	4.99	0.55	5.67	0.34	6.25	0.49	4.76	0.04	3.47	0.12	2.83	0.35
S3	3.94	0.98	4.88	0.60	5.50	0.66	6.21	1.01	4.57	0.22	3.80	0.44	3.38	1.05
S4	4.01	0.99	5.29	0.76	5.37	1.01	5.54	0.01	4.43	0.88	3.73	0.05	3.58	0.53
S5	4.00	0.37	5.18	0.61	5.10	0.77	5.79	0.18	4.81	0.12	3.54	0.06	3.66	0.06
S6	3.98	0.65	4.94	0.66	5.23	0.99	5.65	0.99	4.61	1.02	3.92	0.11	3.25	0.57
S7	3.90	0.01	4.70	0.31	5.13	0.18	5.39	0.59	4.90	0.38	4.09	0.69	3.90	0.47
S8	3.80	0.91	4.94	1.14	5.33	0.31	5.74	0.11	4.59	0.01	3.91	0.14	3.86	0.56
S9	3.99	0.44	4.90	0.99	5.23	0.25	5.56	1.20	4.70	0.55	3.73	0.32	3.80	0.34

表5 不同湿度下党参药材中果糖的含量变化情况($n=3$)

样品	最初		1个月		2个月		3个月		4个月		5个月		6个月	
	果糖	RSD	果糖	RSD	果糖	RSD	果糖	RSD	果糖	RSD	果糖	RSD	果糖	RSD
S1	15.43	1.39	18.53	0.09	18.24	0.15	22.83	0.21	19.69	0.08	12.06	0.42	5.85	0.55
S2	13.82	0.58	18.04	1.52	20.06	0.52	24.49	0.43	18.26	0.01	13.03	0.37	6.32	0.45
S3	14.68	0.99	19.99	1.00	19.12	0.34	23.57	1.08	19.02	0.12	13.99	0.33	5.40	0.33
S4	13.66	1.23	19.84	0.27	20.04	0.70	25.03	0.32	19.25	0.82	13.67	0.90	6.32	0.19
S5	15.58	0.84	18.19	0.50	18.48	0.26	23.49	1.27	21.03	0.01	15.52	0.01	6.38	0.53
S6	14.60	0.91	19.08	0.44	19.25	0.55	24.24	0.57	20.11	1.00	14.58	1.08	6.72	1.03
S7	13.23	0.12	18.59	0.70	18.04	0.15	24.70	0.65	20.67	0.56	14.71	0.39	6.64	0.47
S8	14.21	0.45	17.10	0.61	19.63	0.06	23.47	0.17	21.57	0.09	15.62	0.70	6.30	0.09
S9	15.21	0.32	17.90	0.66	18.85	0.23	24.06	0.89	22.43	0.77	16.60	0.44	6.95	0.72

图5 不同湿度下果糖随时间的变化规律($\bar{x} \pm s, n=3$)

4 讨论

党参炔苷为一个苷类成分^[15], 随着时间的延长, 党参炔苷不断破坏并分解, 导致其含量不断下降, 这与枸杞子中芦丁的变化趋势相似^[16]。另外, 党参药材中的糖类成分在不断发生变化。一方面, 非糖物质不断转化为糖类物质; 另一方面, 多糖随着时间的延长, 可以部分转化为低聚糖, 进一步水解为二糖和单糖^[17]。其中, 蔗糖是二糖, 可进一步水解生成葡萄糖和果糖。而单糖的含量也会随时间的延长而消耗。多糖含量的变化规律可能是由于前期非糖物质转化为多糖的速度快于多糖的水解速度, 因而多糖含量不断上升, 而在后期, 非糖物质的转化逐渐减少, 多糖的分解占据主导, 导致多糖含量下降。蔗糖含量的变化可能是由于前期多糖的水解及其他途径合成蔗糖的速度快于蔗糖自身的水解速度, 因而其含量不断上升。在后期, 蔗糖自身水解的速度加快, 导致其含量下降。葡萄糖和果糖含量的变化可能是由于前期蔗糖的水解及其他途径合成葡萄糖和果糖的速度快于其消耗速度, 导致葡萄糖

和果糖的含量上升。在后期, 葡萄糖和果糖以消耗为主, 导致其含量下降。本研究蔗糖、葡萄糖和果糖的变化趋势与文献[18]中洋葱的报道一致。实际上, 党参药材中各化学成分的变化及糖类成分之间的转化存在着复杂的过程, 其机制需要进一步探讨。

不同湿度下党参药材中各化学成分的变化规律不同, 这可能是由于常湿下各化学成分的代谢速度较快, 因而呈现快速上升或下降的现象, 而降低湿度可以有效地控制各化学成分的代谢处于较低的水平, 因此, 其变化趋势比较缓慢。因此, 低湿条件下, 党参药材中各化学成分的含量较为稳定。该结论与文献[19]中灰毡毛忍冬的研究结果一致。

5 结论

本研究以党参炔苷、多糖、葡萄糖、果糖和蔗糖为指标, 研究了党参药材在常湿、20%、5% 3种不同的湿度下6个月内各化学成分的变化规律。结果显示, 湿度对党参药材中的化学成分有较大的影响, 进而影响到党参药材的化学质量稳定性。基于本研究的结果, 在6个月内, 党参药材中党参炔苷的含量在不同湿度下呈现出不同程度的下降趋势, 而多糖、蔗糖、葡萄糖和果糖的含量在不同湿度下均呈现出不同程度的先升高再降低的趋势。其中, 常湿下党参炔苷的下降幅度最快, 5%湿度下党参炔苷的稳定性最好。另一方面, 多糖、蔗糖、葡萄糖和果糖的变化规律相似, 各糖类的含量在3个月时达到峰值, 之后不同程度地下降。常湿下各糖类成分的上升和下降幅度均最大, 5%湿度下各糖类的稳定性最好。因此, 低湿条件较利于党参药材的化学质量稳定性。

该研究提示湿度对党参药材的化学质量稳定性具有较大影响,在实际生产实践过程中,应严格控制党参药材的储藏湿度,以期保证党参药材质量的稳定可靠,为临床用药的有效性奠定基础。在进一步研究中,可应用组织化学的方法对有效成分进行定位,探讨结构与功能的关系,应用分子生物学手段,研究有关酶的作用方式和调控通路,及有关基因的直接调控作用,将生理、生化及分子生物技术有机结合在一起,阐明变化机理。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:281.
- [2] 武冰峰. 党参多糖的分离纯化、理化性质与生物活性研究[D]. 贵阳:贵州大学,2007.
- [3] 宋丹,王峰涛,李隆云,等. 党参炔苄对胃溃疡模型大鼠胃黏膜损伤保护作用的研究[J]. 中国中医急症,2008,17(7):963-964.
- [4] 陈克克,王喆之. 党参多糖的研究进展[J]. 现代生物医学进展,2007,7(4):635-637.
- [5] FAN Y J, HE X J, ZHOU S D, et al. Composition analysis and antioxidant activity of polysaccharide from *Dendrobium denneanum*[J]. Int J Biol Macromol, 2009, 45(2):169-173.
- [6] XIA Y G, WANG Q H, LIANG J, et al. Development and application of a rapid and efficient CZE method coupled with correction factors for determination of monosaccharide composition of acidic hetero-polysaccharides from *Ephedra sinica*[J]. Phytochem Anal. 2011, 22(2):103-111.
- [7] XU D J, XIA Q, WANG J J, et al. Molecular weight and monosaccharide composition of *Astragalus* polysaccharides[J]. Molecules, 2008, 13(10):2408-2415.
- [8] ANAND B K, CHHINA G S, SHARMA K N, et al. Activity of single neurons in the hypothalamic feeding centers: effect of glucose[J]. Am J Physiol-Renal, 1964, 207:1146-1154.
- [9] RANI S, GUPTA M C. Evaluation and comparison of antinociceptive activity of aspartame with sucrose [J]. Pharmacol Rep, 2012, 64(2):293-298.
- [10] ROGLANS N, VILA L, FARR M, et al. Impairment of hepatic STAT-3 activation and reduction of PPAR α activity in fructose-fed rats[J]. Hepatology, 2007, 45(3):778.
- [11] 曹夏. 不同贮藏条件对黄精药材品质的影响[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2015.
- [12] 庄志宏. 调温调湿仓库是中药材储存的理想途径[J]. 首都医药, 2012, 21:45.
- [13] 高石曼, 刘久石, 孙恬, 等. 不同栽培措施对党参药材化学质量的影响[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(20):3753-3760.
- [14] 曹婷婷, 刘久石, 高石曼, 等. 不同栽培措施对党参药材中游离子态糖类成分的影响[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(20):3963-3968.
- [15] GAO S M, LIU J S, WANG M, et al. Traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of *Codonopsis*: A review[J]. J Ethnopharmacol, 2018, 219:50-70.
- [16] 王晓宇. 枸杞子“走油变色”化学物质基础及饮片贮藏养护研究[D]. 成都:成都中医药大学,2012.
- [17] 刘和平, 周光雄, 许彦, 等. HPLC-ELSD 测定不同储存时间党参药材中果糖、葡萄糖和蔗糖的含量[J]. 中国医药导报, 2017, 14(12):138-141.
- [18] BENKEBLIA N, ONODERA S, YOSHIHIRA T, et al. Effect of temperature on soluble invertase activity, and glucose, fructose and sucrose status of onion bulbs (*Allium cepa*) in store[J]. Int J Food Sci Nutr, 2004, 55(4):325-331.
- [19] 马鹏, 李隆云, 张应. 贮藏条件和时间对灰毡毛忍冬药材质量的影响[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(6):981-991.

(收稿日期: 2019-08-06 编辑: 谢睿)

(上接第 590 页)

- [7] 季天娇, 王中元, 朱云峰, 等. 黄芪甲苷调节 PI3K/Akt/FoxO1 通路抑制糖尿病大鼠肝糖异生[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(1):78-86.
- [8] 于玲, 王知斌, 王秋红, 等. 黄芪中黄酮类化合物药理作用研究进展[J]. 中医药信息, 2018, 35(2):104-108.
- [9] 辛博. 产地气候、土壤因子及生长年限对黄芪药材质量的影响研究[D]. 北京:北京中医药大学,2015.
- [10] 刘凤波. 黄芪药材质量的差异及影响因素研究[D]. 北京:北京中医药大学,2013.
- [11] 刘靖, 陈虎彪, 白焱晶, 等. 不同种植方式下恒山黄芪的质量比较研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(5):570-573.
- [12] 周鹏, 胡明勋, 李浩飞, 等. 不同品种、产地和种植方式黄芪药材中黄酮类成分的质量分析[J]. 中国药房, 2016, 27(18):2575-2578.

(收稿日期: 2019-09-21 编辑: 戴玮)