

## 近 63 年荆州市四季变化特征分析

耿一风, 黄永平\* (湖北省荆州农业气象试验站, 湖北荆州 434025)

**摘要** 利用荆州站 1955—2017 年逐日气温资料, 在研究四季长度和起始时间变化特征的基础上, 利用 Mann-Kendall 检验等方法对季节的时间变化趋势进行研究。结果表明, 季长变化上, 荆州夏季季长有极显著的增加趋势 ( $P < 0.01$ ), 秋、冬两季季长有极显著的缩短趋势 ( $P < 0.01$ ), 即夏季以延长为主, 秋、冬季主要表现为缩短, 而春季季长无明显变化。季节起始日上, 冬、秋两季起始日期有极显著的推后趋势 ( $P < 0.01$ ), 春、夏季则表现为极显著的提前趋势 ( $P < 0.01$ )。

**关键词** 季节; Mann-Kendall 检验; 季长; 起始日; 变化特征

**中图分类号** S 162 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)22-0138-03

## Analysis on the Characteristics of Four Seasons Change in Jingzhou City in Recent 63 Years

GENG Yi-feng, HUANG Yong-ping (Jingzhou Agricultural Meteorological Experimental Station, Jingzhou, Hubei 434025)

**Abstract** Using the daily temperature data of Jingzhou Station from 1955 to 2017, based on the study of the characteristics of seasonal changes in length and starting time, Mann-Kendall test and other methods were used to study the seasonal trends of time. The results showed that the growth of Jingzhou summer season had a very significant increasing trend ( $P < 0.01$ ), and the growth of autumn and winter seasons had a very significant decreasing trend ( $P < 0.01$ ). That summer was given priority to with extend, autumn and winter main showed shorten, and the spring season long had no obvious change. Season starting on the day, winter and autumn start date had significantly delayed tendency ( $P < 0.01$ ), spring and summer was extremely significant trends in advance ( $P < 0.01$ ).

**Key words** Season; Mann-Kendall test; Season length; Start date; Change characteristics

IPCC 第四次评估报告指出, 近半个世纪全球地表气温的线性增暖速率几乎是近 1 000 年的 2 倍, 气候呈现出显著增暖的变化特点<sup>[1-2]</sup>。气候变化国家评估报告明确指出, 在全球气候变暖的背景下, 我国近 50 年极端天气气候事件的频率和强度出现了明显的变化, 同时也影响着季节的更替<sup>[3]</sup>。在全球增暖特点下, 我国大部分地区季节长度和起止时间也发生了显著变化<sup>[4-7]</sup>。许多学者对整个中国、华北、长三角地区、华南、西南的四季变化特征进行了相关研究<sup>[8-15]</sup>。陈正洪等<sup>[16]</sup>分析了全球气候变暖背景下湖北四季的时间变化趋势, 这是对华中地区以点代面的一个研究。江汉平原是华中地区核心地带, 作为全国重要的粮棉油等商品生产基地, 特别是作为江汉平原腹地的荆州市, 由于近些年四季变化导致当地农民对一些主产作物的播种期进行了盲目性的调整, 由此而导致的农业气象灾害时有发生, 农民感到无所适从。笔者利用荆州站 1955—2017 年逐日气温资料, 采用 Mann-Kendall 检验等方法对四季长度和起始时间变化特征进行了研究。

## 1 资料与方法

资料采用中国气象局荆州国家基本站 1955—2017 年逐日平均气温作为基础数据。季节划分采用 5 d 滑动平均法<sup>[17]</sup>确定稳定通过四季界限温度 (冬季和春季 10 °C, 夏季和秋季 22 °C)<sup>[18]</sup>的起止日期。具体方法: 以 5 d 为滑动步长, 选取该日与其前后 2 d 的日平均气温值计算滑动平均, 1 年中, 5 d 滑动平均值小于 10 °C 的最长一段时期内, 则以第一组滑动平均中的第一个小于 10 °C 日期作为冬季的初日 (入冬日), 依此法可找到大于 10 °C 的初日 (入春日)、大于 22 °C 的初日 (入夏日)、小于 22 °C 的初日 (入秋日), 再由四

季的起始时间计算四季长度, 然后将四季季长和各季起始日期以 10 年为步长做滑动平均, 最后用一元线性拟合方法, 检验四季季长和四季平均起始日期的变化趋势。并在此基础上运用 Mann-Kendall 检验对荆州地区季节的显著变化特征和突变点进行分析。

## 2 结果与分析

**2.1 季节的气候变化趋势分析** 以稳定通过四季界限温度的方法得出四季起始日期, 并由此计算四季季长, 每年的季节依次为冬、春、夏、秋季, 而年日数为四季季长之和。由表 1 可知, 荆州市四季长度变化幅度较大, 同一季节, 最长日数达到最短日数的 2~3 倍。最短季节日数仅为 34 d, 发生在 1997 年秋季; 而最长为 167 d, 发生在 1997 年夏季。从季节平均长度来看, 夏季持续时间最长, 冬季次之, 春季和秋季长度相接近。夏季的平均长度接近秋季的 2 倍, 夏冬两季占全年的 63.9%。

四季长度的气候倾向率中, 只有春季未通过 0.01 水平的显著性检验, 冬、秋两季通过 0.01 水平的显著性检验且为负值, 夏季亦通过 0.01 水平的显著性检验且为正值, 说明近 63 年来荆州市夏季季长有增加的趋势, 冬、秋两季有减少的趋势, 且冬季日数减少的趋势率大于秋季日数减少的趋势率, 而夏季日数增加的趋势率大于冬、秋两季日数减少的趋势率。

四季起始日的气候倾向率中, 冬季、春季、夏季、秋季均通过 0.01 水平的显著性检验, 春季、夏季为负值, 即春季、夏季起始日有提前的趋势; 冬季、秋季为正值, 即冬、秋两季起始日有推后的趋势。

**2.2 季节气候变化的突变分析** 冬、夏、秋三季长度、冬、春、夏、秋四季起始日期均通过显著性检验, 因此对其进行 Mann-Kendall 检验, 如图 1 所示。由图 1a 的 UF 曲线可以看出, 荆州市冬季时长变化趋势可分为 1955—1962、1963—1973 和 1974—2017 年 3 个阶段。1962 年前, 冬季日数以减少趋势为主 (仅

1961 年呈增加趋势, 但不显著); 1963—1973 年冬季日数呈增加趋势; 1974—2017 年冬季日数呈减少趋势, 且在 1975 年之后, UF 曲线超过  $U_{0.05} = \pm 1.96$  ( $P < 0.05$ ), 并在 1978 年突破

$U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著减少趋势。图 1a 中 UF 和 UB 曲线相交于 1972 年, 表明 1972 年冬季长度发生了突变, 由缓慢波动变化转为单一明显的缩短趋势, 表明冬暖加剧。

表 1 1955—2017 年荆州市四季气候变化统计

Table 1 The statistics of seasonal climate change from 1955 to 2017 in Jingzhou

季节 Season	季节长度 Season length				起始日 Starting date			
	最长 Maximum d	最短 Minimum d	平均 Average d	气候倾向率 Climate tendency rate//d/10 a	最早 Earliest	最晚 Latest	平均 Mean	气候倾向率 Climate tendency rate//d/10 a
冬季 Winter	147(1955)	63(1977)	111	-0.247 0**	11-15(1969)	12-30(1987)	12-02	0.100 0**
春季 Spring	108(2016)	37(1955)	68	0.027 2	02-24(1977)	04-21(1955)	03-22	-0.145 0**
夏季 Summer	167(1997)	87(1970)	123	0.372 5**	05-11(2008)	06-30(1975)	05-30	-0.116 8**
秋季 Autumn	90(1979)	34(1997)	64	-0.155 9**	09-09(1971)	10-24(1997)	09-30	0.257 9**

注: \*, \*\* 分别表示通过 0.05 和 0.01 水平的显著性检验, 括号内为出现的年份

Note: \*, \*\* indicate the significance test at the 0.05 and 0.01 levels respectively. It is the year of extreme values in the brackets

从图 1b 的 UF 曲线可以看出, 荆州市夏季时长变化趋势可分为 1955—1997、1998—2017 年 2 个阶段。1998 年前, 夏季日数以减少趋势为主(仅 1961、1962 年呈增加趋势, 但不显著); 且从 1970 年始, UF 曲线突破  $U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著减少趋势, 这种趋势直至 1975 年结束。1998 年开始夏季季长呈增加趋势, 且这种趋势在 2005 年 UF 曲线突破  $U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著增加趋势。图 1b 中 UF 和 UB 曲线相交于 1994 年, 表明 1994 年夏季长度发生了突变, 由缓慢波动变化转为单一明显的增长趋势。

从图 1c 的 UF 曲线可以看出, 荆州市秋季时长变化趋势可分为 1955—1970、1971—1994 和 1995—2017 年 3 个阶段。1971 年前, 秋季日数变化趋势不明显; 1971—1994 年秋季日数呈增加趋势; 1995 年后秋季日数步入减少趋势, 且这种趋势在 2006 年 UF 曲线突破  $U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著减少趋势。图 1c 中 UF 和 UB 曲线相交于 1992 年, 表明 1992 年秋季长度发生了突变, 由缓慢波动变化转为单一明显的缩短趋势。

随时间变化趋势上, 图 1d 中, 冬季起始时间在 1977 年之前, 主要表现为提前趋势, 且在 1967—1972 年均通过 0.05 水平的显著性检验, 入冬提早显著。1977 年后入冬表现为延后趋势, 且在 1989—1996 年(1994 年除处)均通过 0.05 水平的显著性检验, 入冬延后显著; 2000—2006 年均通过 0.01 水平的显著性检验, 入冬延后极显著; 图 1d 中 UF 和 UB 曲线相交于 1972 年, 表明 1972 年冬季起始日发生了突变, 入冬日由提前趋势向延后趋势转变。

随时间变化趋势上, 图 1e 中, 春季起始时间自 1955 年始, 基本上是提前趋势, UF 和 UB 曲线相交于 1993 年, 表明 1993 年春季起始日发生了突变, 入春日由缓慢波动变化转为单一明显的提前趋势, 且在 2001 年突破  $U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著提前趋势。

从图 1f 可看出, 夏季起始日变化主要分为 3 个时期, 即 1955—1969 年的小幅提前期、1970—1999 年的波动延后期和 2000—2017 年的一致提前期, 只有在 2007 年之后通过 0.05 水平的显著性检验, 入夏时间呈显著提早趋势。

从图 1g 可看出, 秋季起始日变化主要分为 2 个时期, 以

1987 年为界, 1987 年之前入秋日呈提前趋势, 且在 1964—1975 年表现为显著提前趋势; 1987 年之后, 入秋日呈延后趋势, UF 和 UB 曲线相交于 1986 年, 表明 1986 年秋季起始日发生了突变, 入秋日由缓慢波动变化转为单一明显的延后趋势, 且在 1995 年 UF 曲线突破  $U_{0.01} = \pm 2.58$  ( $P < 0.01$ ), 呈极显著延后趋势。

### 3 结论与对策

#### 3.1 结论

(1) 近 63 年荆州市四季长度, 夏季最长, 冬季次之, 春、秋季相接近, 且秋季略短。在变化趋势上, 夏季日数表现为显著增加, 且在 1994 年发生突变, 由缓慢波动转为明显的增长趋势; 冬、秋两季日数表现为显著减少, 且冬季在 1972 年发生突变, 由缓慢波动转为明显的缩短趋势, 其主要原因表现为 20 世纪 70 年代始, 入冬延后, 而春季自 1955 年有资料记录以来, 入春日一直呈提前趋势, 这种入冬日延后而入春日提前的相向压缩使得冬季季长自然缩短; 而秋季在 1992 年发生突变, 也由缓慢波动转为明显的缩短趋势。

(2) 荆州市四季起始时间变化, 春、夏季起始时间有显著的提前趋势, 春季突变发生在 1993 年, 而夏季的突变发生在 1996 年, 春、夏两季起始时间发生突变的时间相接近, 说明在 20 世纪 90 年代中后期, 荆州市表现为春季来得早, 夏季也来得早; 而秋、冬起始时间有显著的推后趋势。

#### 3.2 对策

(1) 勿因气候变暖过早播种早稻。由于入春日提前, 近些年来江汉平原与洞庭湖平原部分地方农户在 3 月上中旬气温回暖时段即行早稻播种, 这虽在有的年份有所“成效”, 但不少农户在效法中都适得其反, 损失惨重。究其原因, 气候变暖背景下, 时段性的低温冷害并非减少, 早稻播种过早, 生育期提前, 在孕穗期间遭遇了日平均气温连续 3 d 或以上低于 20 °C 的严重“五月寒”频次增多, 使其空壳率明显增高, 结实率降低。为此建议, 广大农民群众要正确认识与应对气候变暖, 不要以为春季出现时段性的急剧增温现象, 就盲目地提前播种, 甚至还采用特早熟品种, 使生殖生长期提前, 这对早稻来说, 不仅抗御低温能力明显减弱, 而且遭受低温冷害的风险较高。对于在气候变暖中, 如何充分地利用热量资

源的问题,应听取当地农业与气象部门的意见,以利于科学性决策。

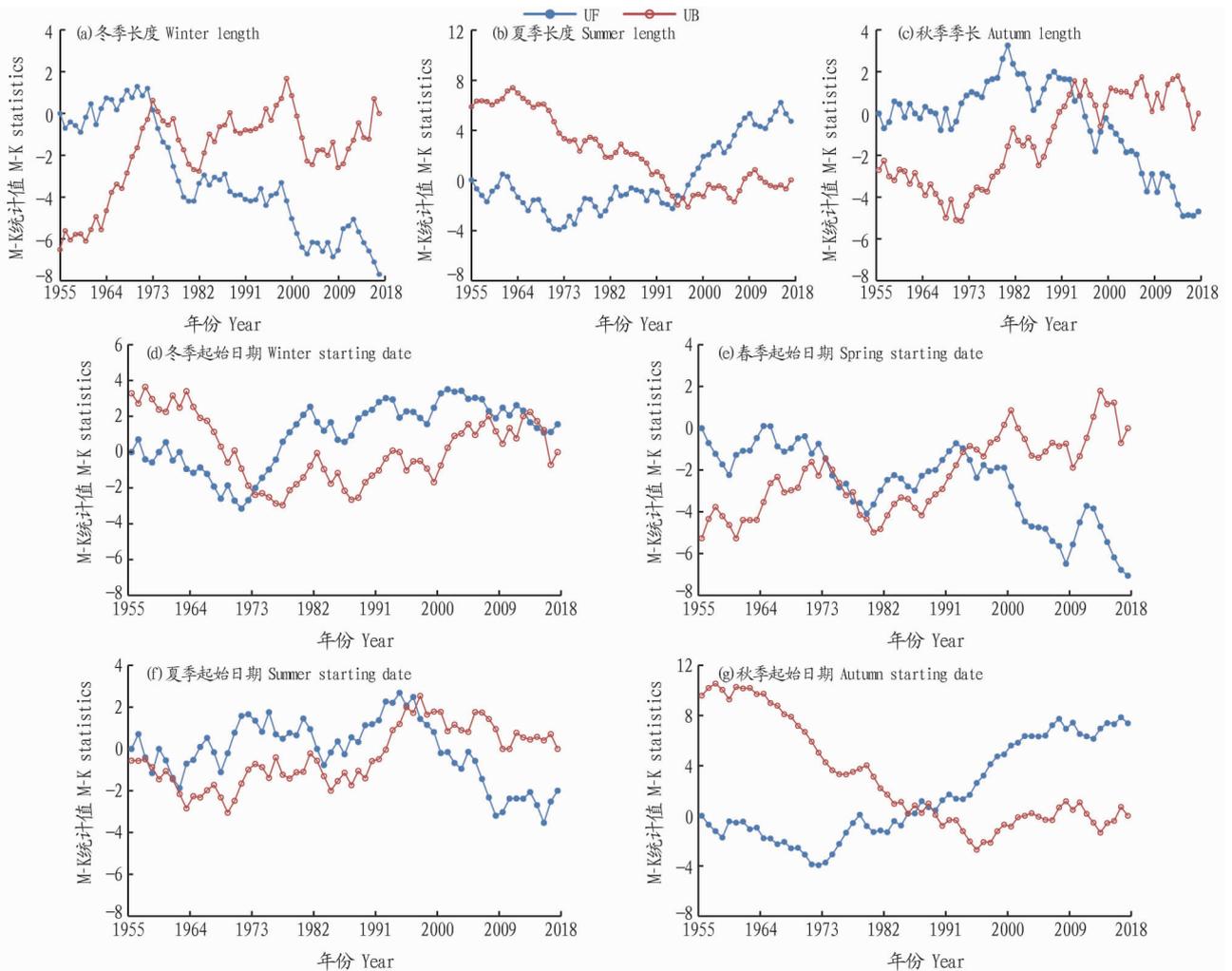


图1 1955—2017年荆州市季节变化的Mann-Kendall检验

Fig.1 Mann-Kendall test of seasonal changes from 1955 to 2017 in Jingzhou City

(2) 利用夏季延长、入秋推迟的气候趋变特点,适当推迟中稻播种期,进而在保证产量的前提下,提高稻米品质。据西北农业大学孟亚利等<sup>[19]</sup>研究,稻米品质受灌浆结实期平均气温、平均太阳辐射、平均相对湿度等因子影响,且温度对米质的作用最大。具体来说,籼稻灌浆结实期最优平均气温为22.0~24.0℃,统计分析表明,江汉平原22.0~24.0℃(80%保证率)的时段在8月22日—9月8日,如果能将籼型杂交稻抽穗扬花期控制在8月中旬后期,那么现行中稻迟熟品种的播种期由4月20日—5月初相应推迟到5月15—25日。

(3) 冬季时间推后,暖冬频现,导致小麦抽穗期提前,由此造成小麦生长“多害并发”。过早拔节,对低温冻害的抗御能力明显减弱,使以后穗粒数减少;尤其是若过早孕穗遇低温天气,将使其花粉不育率明显增高,出现“胎里坏”,导致结实率明显降低。基于江汉平原乃至长江中下游地区,冬小麦品种由传统的半冬性向偏春性、春性转化,其播期应适当延后,像郑麦9023播种期应安排在10月25日以后。

(4) 油菜的播期也应相应推迟,既考虑利用秋季气候资源争“秋发”,又考虑年前有13片绿叶而不抽薹,一旦发现可能生长过旺,就及早叶面喷施多效唑抑旺促壮,以免遭遇

冻害。

## 参考文献

- [1] 国家气候中心.全球气候变化的最新科学事实和研究进展——IPCC第一工作组第四次评估报告初步解读[J].环境保护,2007(11):27-28.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change.IPCC: Climate Change 2007: Synthesis Report[R].Cambridge: Cambridge University Press,2007.
- [3] 丁一汇,任国玉,石广玉,等.气候变化国家评估报告(1):中国气候变化的历史和未来趋势[J].气候变化研究进展,2006,2(1):3-9.
- [4] 林学椿,于淑秋,唐国利.中国近百年温度序列[J].大气科学,1995,19(5):525-534.
- [5] 任国玉,初子莹,周雅清,等.中国气温变化研究最新进展[J].气候与环境研究,2005,10(4):701-716.
- [6] 施能,陈家其,屠其璞.中国近100年来4个年代际的气候变化特征[J].气象学报,1995,53(4):431-439.
- [7] 王绍武,蔡静宁,朱锦红,等.中国气候变化的研究[J].气候与环境研究,2002,7(2):137-145.
- [8] 张世轩,张璐,孙树鹏,等.全球变暖情况下中国季节的变化[J].高原气象,2011,30(3):659-667.
- [9] 郁珍艳,范广洲,华维,等.近47年我国四季长度的变化研究[J].高原气象,2011,30(1):182-190.
- [10] 郁珍艳,范广洲,华维,等.气温突变对我国四季开始日期的影响[J].气象,2010,36(11):32-37.
- [11] 郁珍艳,范广洲,华维,等.气候变暖背景下我国四季开始时间的变化特征[J].气象与环境研究,2010,15(1):73-82.

(下转第161页)

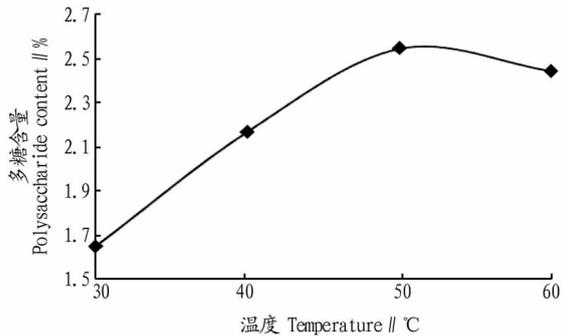


图4 提取温度对山药多糖提取率的影响

Fig.4 Effect of extraction temperature on extraction rate of *Dioscorea oppositifolia* polysaccharide

**2.3 正交试验结果** 采用正交试验优化山药多糖的提取工艺。以料液比、提取时间、提取温度进行  $L_9(3^3)$  正交试验, 结果见表 2。

由表 2 可知, 超声法提取山药多糖的最佳条件为  $A_3B_3C_3$ , 即料液比 1:30, 提取时间 60 min, 提取温度 60 °C。极差分析表明, 在超声法提取山药多糖的 3 个因素中, 影响山药多糖得率的主因子依次为提取温度、料液比和提取时间。

表 2 山药多糖提取正交试验结果分析

Table 2 The result of orthogonal test of polysaccharides extracted from *Dioscorea oppositifolia*

试验号 No.	A(料液比) Solid-liquid ratio	B(提取时间) Extraction time//min	C(提取温度) Extraction temperature//°C	多糖含量 Polysaccharide content//%
1	1:10	30	40	1.05
2	1:10	45	50	1.13
3	1:10	60	60	1.64
4	1:20	30	40	1.45
5	1:20	45	50	2.13
6	1:20	60	60	1.51
7	1:30	30	40	2.59
8	1:30	45	50	1.25
9	1:30	60	60	2.05
$k_1$	1.273	1.697	1.270	
$k_2$	1.697	1.503	1.543	
$k_3$	1.963	1.733	2.120	
R	0.690	0.230	0.850	

**2.4 建昌帮和中国药典法炮制的山药多糖含量测定** 称取山药干燥粉末约 1 g, 置具塞锥形瓶中, 精密加入 80% 乙醇 10 mL 超声 0.5 h, 弃去乙醇提取液, 加蒸馏水 30 mL, 60 °C 超声 1 h 提取多糖, 离心, 取上清液 1 mL, 加蒸馏水稀释 10 倍, 即得供试品溶液。精密量取供试品溶液 0.5 mL 于 10 mL 具塞刻度试管中后, 按“1.3.3.1”方法测定吸光度, 按标准曲线法测定供试品中多糖含量, 并计算山药多糖的含量。结果表

明(表 3), 建昌帮和中国药典法炮制的山药中多糖含量从大到小依次为建昌帮法、中国药典法、生品。

表 3 建昌帮和中国药典法炮制的山药中多糖含量测定结果(n=3)

Table 3 Results of polysaccharide content by Jianchang group and Chinese pharmacopoeia %

样品 Sample	多糖含量 Polysaccharide content	平均含量 Average content	RSD
生品 1 Raw material 1	2.76		
生品 2 Raw material 2	2.88	2.82±0.06	2.17
生品 3 Raw material 3	2.81		
中国药典法 1 Chinese pharmacopoeia method 1	3.40		
中国药典法 2 Chinese pharmacopoeia method 2	3.48	3.44±0.04	0.83
中国药典法 3 Chinese pharmacopoeia method 3	3.43		
建昌帮法 1 Jianchang group 1	4.72		
建昌帮法 2 Jianchang group 2	4.80	4.76±0.04	1.19
建昌帮法 3 Jianchang group 3	4.76		

### 3 结论

(1) 超声提取法提取山药多糖的最佳工艺为料液比 1:30, 提取时间 60 min, 提取温度 60 °C。

(2) 山药经建昌帮和中国药典法炮制后多糖含量较生品均有所升高。可能是辅料麦麸和谷糠能使山药均匀受热, 质地变得较生品疏松, 从而有助于山药多糖的溶出。且建昌帮法炮制的山药多糖含量高于中国药典法, 可能与建昌帮所用的辅料蜜谷糠有关, 具体有待进一步研究, 该研究为建昌帮法炮制山药提供了试验依据。

### 参考文献

- [1] 孟振豪, 钟凌云. 建昌帮中药炮制概况[J]. 江西中医药大学学报, 2016, 28(1): 110-112.
- [2] 吴蜀瑶, 李洋, 吴志瑰, 等. 建昌药帮的传统炮制特色[J]. 江西中医药, 2016, 47(11): 11-14.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 16 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 54.
- [4] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986: 166-167.
- [5] 景娟, 江海, 杜欢欢, 等. 我国山药研究进展[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(15): 114-117.
- [6] 李静静, 缪娟, 张磊, 等. 怀山药多糖分析方法及生物活性的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(35): 20008-20009, 20039.
- [7] 袁书林. 山药的化学成分和生物活性作用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(3): 176-179.
- [8] 林鹏, 李银保. 山药的化学成分及其生物活性研究进展[J]. 广东化工, 2015, 42(23): 118-119.
- [9] 赵宏, 谢晓玲, 万金志, 等. 山药的化学成分及药理研究进展[J]. 今日药学, 2009, 19(3): 49-52.
- [10] 李志强, 曹文富. 山药及其主要活性成分药理作用研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(8): 1975-1976.

(上接第 140 页)

- [12] 孙继松, 李晓艳, 丁德平. 华北地区的季节变化特征与季风[J]. 大气科学, 1999, 23(4): 487-496.
- [13] 简茂球. 华南地区气候季节的划分[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1994, 33(2): 131-133.
- [14] 徐晓, 肖天贵, 麻素红. 西南地区气候季节划分及特征分析[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(1): 31-40.
- [15] 吴昊旻, 黄安宁, 黄旋旋. 近 50 年长三角地区季节的气候变化特征

[J]. 中国农业气象, 2012, 33(3): 317-324.

- [16] 陈正洪, 史瑞琴, 陈波. 季节变化对全球气候变化的响应: 以湖北省为例[J]. 地理科学, 2009, 29(6): 911-916.
- [17] 王树廷. 关于日平均气温稳定通过各级界限温度初终日期的统计方法[J]. 气象, 1982, 8(6): 29-30.
- [18] 张冀堃. 中国四季之分配[J]. 地理学报, 1934(1): 33-35.
- [19] 孟亚利, 高如嵩, 张嵩午. 影响稻米品质的主要气候生态因子研究[J]. 西北农业大学学报, 1994, 22(1): 40-43.