

• 研究报告 •

## 根及根茎类中药饮片吸水量的初步探索

张忠全<sup>1</sup>, 王玉文<sup>1</sup>, 乔培浩<sup>1</sup>, 黄玉<sup>1</sup>, 杨杰辉<sup>1</sup>, 姚静雯<sup>2</sup> (1. 上海同济堂药业有限公司, 上海 201707; 2. 上海市浦东新区中医医院, 上海 201200)

**[摘要]** **目的** 测定单味根及根茎类中药饮片在常温下的吸水系数, 对煎药机在中药煎煮过程中的加水量提供依据。**方法** 通过对222味根及根茎类中药饮片的吸水系数进行研究, 将模拟药方分别按煎药机厂家推荐公式和吸水系数计算加水量煎煮, 两者得到的出液量分别与需液量比较。**结果** 不同质地的根及根茎类中药饮片吸水系数差异较大, 按煎药机厂家推荐公式加水所得的出液量与需液量相差较大且无规律可循, 而按吸水系数加水所得的出液量与需液量误差较小且有规律可循。**结论** 实验测定中药饮片的吸水系数可指导煎药工在煎药时的加水量。

**[关键词]** 根及根茎; 中药饮片; 吸水系数; 吸水量

**[中图分类号]** R283 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1006-0111(2019)01-0059-06

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1006-0111.2019.01.014

## Preliminary study on water absorption of roots and rhizomes of traditional Chinese medicine decoction pieces

ZHANG Zhongquan<sup>1</sup>, WANG Yuwen<sup>1</sup>, QIAO Peihao<sup>1</sup>, HUANG Yu<sup>1</sup>, YANG Jiehui<sup>1</sup>, YAO Jingwen<sup>2</sup> (1. Shanghai Tongjitang Pharmaceutical Co. Ltd., Shanghai 201707, China; 2. Shanghai Pudong New Area Chinese Medicine Hospital, Shanghai 201200, China)

**[Abstract]** **Objective** To determine the water absorption coefficient of single-flavor root and rhizome Chinese herbal medicine pieces at room temperature, and guide the water addition in the decoction process of decocting machine of Chinese herbal. **Methods** The water absorption coefficient of 222-flavor root and rhizome Chinese herbal medicine pieces were studied, the simulated prescriptions were decocted according to the recommended formula of the decocting machine manufacturer and the water absorption coefficient, and the amount of liquid were obtained by the two methods which were compared with the amount of liquid required. **Results** The water absorption coefficients of roots and rhizomes with different textures were quite different. The amount of liquid obtained according to the manufacturer's recommended formula was quite different from the amount of liquid required and there was no rule to follow. The error of the amount of liquid obtained according to the water absorption coefficient and the amount of liquid required was small and regular. **Conclusion** The experimental determination of the water absorption coefficient of traditional Chinese medicine decoction pieces could guide the amount of water added to the decoction machine.

**[Key words]** roots and rhizomes; traditional Chinese medicine decoction pieces; water absorption coefficient; water absorption

中药汤剂是指将药材饮片加水煎煮后, 去渣取汁所得的液体制剂, 是目前中医临床应用较为广泛的剂型。汤剂的质量受多种因素影响, 其中, 煎煮时的加水量是重要因素之一。但目前煎煮加水量多以

经验为主, 尚无统一量化标准, 仅凭传统经验(浸过药面 2~5 cm)或者煎药机厂家推荐的加水公式加水, 难免造成加水量过多或过少。加水量过少, 饮片煎不透, 造成有效成分煎出率低, 而饮片的有效成分也有可能因为局部温度过高而被破坏<sup>[1]</sup>; 加水量过多, 煎药时间延长, 会使某些药的有效成分被破坏或者消失<sup>[2]</sup>, 同时也因为药液过多导致患者服药困难。因此, 煎药加水量值得进行深入的量化研究。现代研究中对于煎药加水量的研究较少, 在已有的研究中大部分单味取药量少、研究饮片品种也只有几十个, 具有局限性, 研究结果在实际工作中的量化应用

**[基金项目]** 上海市卫生和计划生育委员会中医药科技创新项目 (ZYKC201603007)

**[作者简介]** 张忠全, 本科, 执业药师, 研究方向: 中药学, Email: 15900690011@139.com

**[通讯作者]** 姚静雯, 本科, 主管药师, 研究方向: 中药学, Email: yjw1143@126.com

意义不显著。然而,煎煮中药时所用的加水量直接关系到中药有效成分的溶出情况<sup>[3]</sup>,近年来,随着互联网及物流行业的快速发展,社会化煎药模式给医院及患者带来了极大的便利,在企业化大规模煎药生产过程中,必须对影响煎药质量的关键工序制订严谨可控的执行标准,加水量是其中一个重要环节。笔者统计了上海同济堂药业有限公司 2012—2017 年间,接受委托的煎药处方中,曾经出现的各类中药饮片共计约 760 味,通过测定这些饮片的吸水系数,建立煎药加水量数学模型,为科学指导煎药加水量提供重要依据。根及根茎类是上述 760 味中药饮片的重要组成部分,共计 222 味,临床使用频率较高,本研究通过测定 222 味根及根茎类中药饮片的吸水系数,计算处方中各味饮片的总吸水量,从而指导整张处方的加水量。

## 1 仪器和试剂

### 1.1 仪器

量筒(500 ml, 1 000 ml)、布氏漏斗、塑料量杯(5 000 ml)、电子秤、玻璃棒、称量纸、计时器、温度计、小切刀、30 ℃左右的自来水、滤纸、北京东华原 YJX(YJ)电煎微压循环煎药机。

### 1.2 试剂

实验饮片均购自上海同济堂药业有限公司。实验饮片均符合《中华人民共和国药典》(2015 年版)或《上海市中药饮片炮制规范》(2008 年版)或企业内控标准。

## 2 方法与结果

### 2.1 实验方法

用电子秤准确称取同批号、100 g 的实验饮片 3 份,置入 5 000 ml 塑料量杯中,加入 30 ℃左右的自来水(加水量一般为 500~2 000 ml,为药材质量的 5~20 倍,确保饮片充分吸水)。浸泡 30 min 后,每间隔 5 min,查验饮片是否完全浸透(以体积相对较大的片、段、块等沿中线切开后中间无白心、无硬心为浸透标准,对超过 2 h 仍然无法浸透的,认为该饮片吸水饱和),并记录浸透所需时间,浸泡结束后,滤除多余液体,以无液体流出为标准,称量过滤后的湿饮片质量。记录相关实验数据,依次实验并记录每味根及根茎类中药饮片的相关实验数据。

### 2.2 计算吸水系数

根据计算公式:吸水系数  $K = \text{饮片吸水量} / \text{饮片质量} = (\text{湿饮片质量} - \text{饮片质量}) / \text{饮片质量}$ <sup>[2]</sup>,计算吸水系数结果,根据处方中使用频率由高至低排序,见表 1。

表 1 222 味根及根茎类中药饮片吸水系数测定结果( $n=3$ )

序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)	序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)	序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)
1	黄芪	100	0.954	24	莪术	100	0.609	47	白芷	100	1.810
2	当归	100	1.618	25	玄参	100	0.882	48	蜜麸山药	100	0.397
3	生丹参	100	1.205	26	葛根	100	1.000	49	百合	100	0.545
4	甘草	100	0.536	27	泽泻	100	0.505	50	熟附片	100	0.994
5	蜜麸炒白术	100	0.539	28	牛膝	100	0.779	51	虎杖	100	0.665
6	地黄	100	0.795	29	制黄精	100	0.392	52	三棱	100	0.810
7	党参	100	0.983	30	桔梗	100	1.952	53	蜜炙黄芪	100	0.415
8	蜜麸炒白芍	100	0.818	31	北沙参	100	1.204	54	酒制大黄	100	0.779
9	川芎	100	0.860	32	生白芍	100	0.672	55	升麻	100	1.363
10	柴胡	100	1.316	33	石菖蒲	100	1.593	56	制何首乌	100	0.471
11	黄芩	100	1.056	34	太子参	100	0.634	57	苦参	100	0.553
12	蜜炙甘草	100	0.289	35	续断	100	2.029	58	细辛	100	1.304
13	制半夏	100	0.741	36	浙贝母	100	0.616	59	玉竹	100	1.838
14	赤芍	100	0.598	37	木香	100	0.730	60	金荞麦	100	0.660
15	熟地黄	100	0.450	38	制远志	100	0.896	61	干芦根	100	0.707
16	麦冬	100	1.038	39	醋延胡索	100	0.736	62	天花粉	100	0.395
17	生白术	100	0.673	40	天麻	100	0.533	63	徐长卿	100	1.427
18	黄连	100	0.698	41	川牛膝	100	1.307	64	威灵仙	100	1.792
19	广郁金	100	0.556	42	蜜麸炒苍术	100	0.828	65	前胡	100	0.965
20	生山药	100	0.751	43	南沙参	100	1.563	66	仙茅	100	1.044
21	知母	100	1.026	44	巴戟天	100	0.735	67	制狗脊	100	0.754
22	制香附	100	0.927	45	干姜	100	1.566	68	独活	100	1.871
23	防风	100	1.012	46	土茯苓	100	1.028	69	乌药	100	0.489

(续表 1)

序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)	序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)	序号	饮片名称	取药量 (m/g)	吸水系数 (ml/g)
70	蜜紫菀	100	0.974	121	生地榆	100	0.960	172	墓头回	100	0.893
71	羌活	100	1.191	122	地榆炭	100	0.371	173	竹节参	100	1.527
72	白茅根	100	1.255	123	白头翁	100	1.940	174	枸杞根	100	1.099
73	炒当归	100	1.658	124	炒黄芩	100	0.907	175	生苍术	100	0.856
74	制苍术	100	0.856	125	大火草	100	1.654	176	炒丹参	100	1.277
75	龙胆	100	1.264	126	土牛膝	100	1.409	177	白芍炭	100	0.448
76	新疆紫草	100	0.816	127	千年健	100	1.097	178	制甘遂	100	1.052
77	天冬	100	1.574	128	明党参	100	0.892	179	金果榄	100	1.013
78	炮姜炭	100	0.594	129	藕节炭	100	0.534	180	牛膝炭	100	0.822
79	片姜黄	100	0.685	130	毛冬青	100	0.487	181	野葡萄根	100	0.920
80	菝葜	100	0.594	131	天葵子	100	0.418	182	红大戟	100	1.292
81	蛇六谷	100	1.718	132	山豆根	100	1.059	183	炒赤芍	100	0.663
82	茜草	100	1.628	133	防风炭	100	0.849	184	炒川芎	100	0.527
83	藤梨根	100	0.860	134	茜草炭	100	1.642	185	竹沥半夏	100	0.598
84	山慈菇	100	1.674	135	白薇	100	0.900	186	穿破石	100	0.619
85	射干	100	1.131	136	苎麻根	100	1.817	187	香茶菜	100	0.706
86	干骨碎补	100	2.205	137	禹州漏芦	100	1.274	188	制玉竹	100	0.752
87	百部	100	1.381	138	岗稔根	100	0.485	189	炒甘草	100	0.735
88	防己	100	0.516	139	黄芩炭	100	0.555	190	赤芍炭	100	0.362
89	茶树根	100	0.747	140	九节菖蒲	100	0.921	191	粉葛	100	0.368
90	拳参	100	0.875	141	生贯众	100	1.401	192	蜜白前	100	1.094
91	生大黄	100	0.978	142	炒续断	100	1.542	193	蜜麸炒葛根	100	0.953
92	糯稻根	100	1.820	143	冰球子	100	2.108	194	木防己	100	0.516
93	麻黄根	100	1.204	144	贯众炭	100	0.688	195	盐炒牛膝	100	1.208
94	秦艽	100	1.162	145	银柴胡	100	0.509	196	白药子	100	0.717
95	制胆星	100	0.232(最小)	146	川贝母	100	0.616	197	炒柴胡	100	1.232
96	薤白	100	0.959	147	当归炭	100	0.774	198	炒常山	100	1.867
97	板蓝根	100	1.068	148	地黄炭	100	0.641	199	炒党参	100	0.856
98	蜜百部	100	0.703	149	白蔹	100	1.148	200	炒地黄	100	0.690
99	薏苡根	100	1.932	150	制关白附	100	1.254	201	臭梧桐根	100	0.482
100	制南星	100	0.499	151	藕节	100	0.690	202	川芎炭	100	0.415
101	白及	100	0.763	152	黄药子	100	0.717	203	丹参炭	100	0.863
102	猫人参	100	1.122	153	胡黄连	100	1.513	204	党参炭	100	0.675
103	白前	100	1.094	154	白河车	100	1.355	205	金樱子根	100	0.854
104	粉萆薢	100	1.072	155	生紫菀	100	1.417	206	了哥王	100	0.958
105	制草乌	100	1.896	156	朱远志	100	0.854	207	马兰根	100	1.122
106	绵萆薢	100	1.378	157	白术炭	100	0.474	208	蜜炙细辛	100	1.304
107	羊乳根	100	1.872	158	珠子参	100	1.138	209	木香炭	100	0.535
108	猫爪草	100	0.615	159	地枯萎	100	2.420(最大)	210	软柴胡	100	1.315
109	甘松	100	1.258	160	大黄炭	100	0.824	211	升麻炭	100	1.154
110	生何首乌	100	0.803	161	商陆	100	1.820	212	生半夏	100	0.750
111	制川乌	100	1.155	162	炒防风	100	0.916	213	生草乌	100	1.896
112	蜜麸炒党参	100	0.798	163	茅莓根	100	0.569	214	生川乌	100	1.155
113	高良姜	100	1.361	164	山柰	100	1.932	215	熟地黄炭	100	0.450
114	金雀根	100	0.908	165	两面针	100	0.736	216	水飞蓟	100	0.310
115	藁本	100	0.936	166	野蔷薇根	100	0.824	217	铁扁担	100	1.044
116	三七	100	0.987	167	生香附	100	0.691	218	香附炭	100	0.576
117	蜜麸炒木香	100	0.580	168	炒知母	100	1.024	219	续断炭	100	0.365
118	红景天	100	2.069	169	枸骨根	100	0.817	220	萱草根	100	1.218
119	羊蹄根	100	1.050	170	大蓟根	100	1.362	221	制禹白附	100	1.254
120	七叶一枝花	100	0.860	171	穿山龙	100	1.121	222	朱砂拌麦冬	100	1.034

### 2.3 拟定加水量计算公式

在实际煎药机煎药生产过程中,笔者参考了前

人对加液量数学模型的研究结果:加液量=每味中药  
饮片的吸水率×饮片质量+蒸发量+所需出液量-

煎药机挤压功能参数×处方中饮片总质量<sup>[4]</sup>,以及处方加水量=吸水量+得液量+损耗量<sup>[5-7]</sup>,结合不同客户对服药剂量规定不统一的特殊需求,拟定处方加水量计算公式如下: $V = (k_1 \times w_1 + k_2 \times w_2 + \dots + k_n \times w_n) \times P + N \times L \times M + T$ ,其中, $V$ 表示处方加水总量,单位为 ml, $k_1 \dots k_n$ 表示各中药饮片吸水系数,单位为 ml/g, $w_n$ 表示各味饮片质量,单位为 g, $P$ 表示调节系数, $N$ 表示处方剂数, $L$ 表示每日服药频次, $M$ 表示每次服药剂量,单位为 ml, $T$ 表示损耗量,单位为 ml。在实际大规模煎药生产过程中,损耗量由煎药设备损耗量、包装过程蒸发量、包装设备损耗量、连接管路损耗量 4 个部分组成。

### 2.4 损耗量的测定

依据公式计算加水量,需要先行测定煎药过程的损耗量  $T$ ,根据质量守恒定律,加水量  $V_0 \times$  水密度  $d_{水}$  + 处方药材总质量  $W_0 =$  损耗量  $T \times$  药液密度  $d_{药}$  + 药渣总质量  $W_1 +$  得液量  $V_1 \times$  药液密度  $d_{药}$ ,在测定损耗量  $T$  的同时,需要先测定药液密度  $d_{药}$  平均值,在煎药过程中,蒸发损耗部分药液的密度  $d_{药}$  可以近似等于自来水的比重,得液量药液密度  $d_{药} =$  得液量质量/得液量体积。笔者随机抽取不同生产单号的产品 20 例,通过实验测定药液密度  $d_{药}$  平均值为 1.018 7,见表 2。

表 2 得液量药液密度测定(n=20)

序号	客户代码	生产单号	剂数	药液质量 (m/g)	药液体积 (V/ml)	药液密度 (g/ml)	RSD
1	A	3330	7	164.8	161.0	1.023 6	0.53
2	A	3416	7	149.1	146.5	1.017 7	0.52
3	A	3537	7	158.8	156.0	1.017 9	0.53
4	A	3263	14	148.3	145.0	1.022 8	0.55
5	A	3670	14	162.1	159.0	1.019 5	0.55
6	A	3630	14	160.1	158.0	1.013 3	0.57
7	A	3304	14	157.1	155.0	1.013 5	0.58
8	A	3552	7	161.7	160.0	1.010 6	0.59
9	A	3325	14	162.0	160.0	1.012 5	0.56
10	A	3705	7	160.5	158.0	1.015 8	0.55
11	A	3424	14	164.5	162.0	1.015 4	0.56
12	A	2707	10	171.0	168.0	1.017 9	0.57
13	A	3373	14	153.9	152.0	1.012 5	0.60
14	A	3584	7	163.5	161.0	1.015 5	0.55
15	A	3820	14	154.2	152.0	1.014 5	0.53
16	B	4891	14	183.1	179.0	1.022 9	0.43
17	B	7927	14	182.6	178.0	1.025 8	0.48
18	B	9601	14	198.1	192.0	1.031 8	0.54
19	B	6396	14	191.1	187.0	1.021 9	0.24
20	B	6397	14	183.2	179.0	1.023 5	0.33
合计				3 329.7	3 268.5	1.018 7	

固定煎药工艺参数条件下,每家煎药生产企业选择的设备类型不同,不同厂家、不同型号的煎药机、包装机生产过程损耗量也不相同,不同型号的生产设备在工业化煎药生产前应进行损耗量等相关参数的验证,笔者通过实验测定得出本单位煎药机、包装机组合的每次煎药加工平均损耗量为 791 ml,与加水量比较,平均损耗率为加水量的 6.38%,实验结果见表 3。

表 3 煎药机平均损耗量(n=20)

序号	机型	加水量 (V <sub>0</sub> /ml)	饮片质量 (W <sub>0</sub> /g)	湿饮片质量 (W <sub>1</sub> /g)	得液量 (V <sub>1</sub> /ml)	损耗量 (T/ml)
1	40型	16 700	7 730	16 740	6 900	662.35
2	40型	16 700	6 200	14 960	6 800	1 014.20
3	40型	11 500	3 340	7 420	6 200	1 105.30
4	40型	8 500	4 130	8 980	3 200	390.80
5	40型	12 500	4 340	9 767	6 500	452.75
6	40型	11 500	4 560	9 678	6 000	271.00
7	40型	12 200	5 290	11 810	5 000	587.50
8	40型	18 000	8 212	18 113	6 400	1 580.60
9	40型	11 600	3 460	8 120	6 500	319.75
10	40型	14 550	6 120	13 057	6 200	1 298.30
11	20型	6 200	2 128	4 498	3 200	570.80
12	20型	6 200	1 730	3 642	4 000	214.00
13	20型	6 300	1 800	3 503	4 000	523.00
14	20型	6 500	1 700	4 014	3 500	621.25
15	20型	6 500	2 430	4 957	3 600	306.40
16	20型	6 500	1 580	4 016	3 500	499.25
17	20型	6 500	2 102	4 525	3 800	206.70
18	20型	6 800	1 860	4 196	4 000	390.00
19	20型	7 300	2 460	4 504	4 500	672.75
20	20型	7 500	2 600	5 522	3 800	707.70

### 2.5 调节系数 P 的测定

吸水系数的测定是在常温条件下得出的,在实际生产条件下,药材吸水量的理论计算值与实际吸水量有一定差异,通过实验测定调节系数=实际吸水量/计算吸水量,经过计算平均调节系数为 1.199 9,见表 4。

### 2.6 实验对比验证

#### 2.6.1 模拟处方设定

通过对上海市医疗机构近 6 个月内发生的 324 853 张煎药处方进行统计,处方平均药味数 19.46 味,平均处方剂数 9.77 剂,故选择模拟处方为 20 味药,剂数为 10 剂。根据根及根茎类药材药味使用频率由高至低每 20 味为一组,共分为 10 组,分别记为 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J 组,每个组方药味单剂量定为 10 g,共 10 剂。每组药材质量为 2 000 g。

表4 调节系数P的测定(n=20)

序号	计算吸水量(m/g)	饮片质量(m/g)	湿饮片质量(m/g)	实际吸水量(m/g)	差异量(m/g)	调节系数P
1	11 349	10 555	24 122	13 321	1 972	1.173 7
2	9 204	8 212	18 113	9 721	517	1.056 1
3	9 204	8 200	19 095	10 697	1 493	1.162 2
4	9 946	8 110	18 298	10 003	57	1.005 7
5	6 131	7 990	15 961	7 826	1 695	1.276 5
6	7 265	6 642	15 341	8 541	1 276	1.175 7
7	6 479	6 490	14 129	7 500	1 022	1.157 7
8	4 853	6 440	11 948	5 408	555	1.114 3
9	6 642	6 430	15 858	9 257	2 615	1.393 7
10	5 343	6 427	12 736	6 194	851	1.159 3
11	6 439	5 620	12 318	6 576	138	1.021 4
12	6 039	5 550	12 611	6 933	894	1.148 0
13	4 688	5 550	11 383	5 727	1 039	1.221 6
14	5 129	5 530	11 835	6 190	1 061	1.206 9
15	5 895	5 445	13 535	7 943	2 048	1.347 5
16	3 959	4 560	9 678	5 025	1 067	1.269 4
17	2 921	4 480	8 677	4 121	1 200	1.410 8
18	4 400	4 360	10 378	5 909	1 509	1.343 0
19	3 249	4 350	8 449	4 025	775	1.238 6
20	4 712	4 340	10 215	5 768	1 056	1.224 1

2.6.2 验证实验方法

根据确定的10组模拟处方,每组同时准确调配2份,分别记为A1、A2;B1、B2;C1、C2;D1、D2;E1、E2;F1、F2;G1、G2;H1、H2;I1、I2;J1、J2。每组第1份根据设备厂家推荐公式计算加水量,  $W = 200 + 1.08 W_y + N \times 1.8 \times K$  (W代表加水量 ml,  $W_y$ 代表饮片总质量 g, N代表一次煎药的剂数, K代表一次服药剂量 200 ml, 200、1.08、1.8为经验常数)进行实验,第2份按吸水系数计算加水量进行实验,每组处方加水量  $V = (k_1 \times w_1 + k_2 \times w_2 + \dots + k_n \times w_n) \times P + N \times L \times M + T$ , 调节系数  $P = 1.1999$ , 剂数  $N = 10$ , 每剂服药2次,  $L = 2$ , 每次200 ml,  $M = 200$ , 损耗量  $T = 800$ , 10剂药需液量  $V_0 = N \times L \times M = 4000$  ml, 分别加入30℃左右的自来水, 浸泡60 min后, 按企业的标准操作规程操作煎药工序, 并分别记录得液量体积  $V_1$ 、 $V_2$ , 依次实验并记录 B

组至J组数据, 实验测得的得液量  $V_1$ 、 $V_2$ 与需液量V进行比较, 误差=得液量-需液量, 结果见表5、表6。

表5 根及根茎类中药饮片按推荐公式计算加水量实验结果

处方	剂数	饮片质量(m/g)	加水量(V/ml)	需液量V(V/ml)	得液量V <sub>1</sub> (V/ml)	误差1(V/ml)
A1	10	2 000	6 160	4 000	4 059	59
B1	10	2 000	6 160	4 000	3 770	-230
C1	10	2 000	6 160	4 000	3 354	-646
D1	10	2 000	6 160	4 000	2 690	-1 310
E1	10	2 000	6 160	4 000	2 884	-1 116
F1	10	2 000	6 160	4 000	3 276	-724
G1	10	2 000	6 160	4 000	3 585	-415
H1	10	2 000	6 160	4 000	3 339	-661
I1	10	2 000	6 160	4 000	3 504	-496
J1	10	2 000	6 160	4 000	4 033	33

表6 根及根茎类中药饮片按吸水系数计算加水量验证实验结果

处方	剂数	饮片质量(m/g)	加水量(V/ml)	需液量V(V/ml)	得液量V <sub>2</sub> (V/ml)	误差2(V/ml)
A2	10	2 000	6 777	4 000	4 197	197
B2	10	2 000	7 047	4 000	4 277	277
C2	10	2 000	7 156	4 000	4 410	410
D2	10	2 000	7 308	4 000	4 156	156
E2	10	2 000	7 595	4 000	4 572	572
F2	10	2 000	7 509	4 000	4 527	527
G2	10	2 000	7 220	4 000	3 995	-5
H2	10	2 000	7 450	4 000	4 593	593
I2	10	2 000	7 296	4 000	4 229	229
J2	10	2 000	6 801	4 000	4 600	600

对表5、表6的实验误差结果进行方差分析, 结果见表7, F值>F临界值(a=0.05), 且P<0.01, 发现两种加水方法具有显著性差异。

2.7 与前人研究吸水系数结果的比较

与文献记载的同品种研究结果比较<sup>[2]</sup>, 结果见表8。

表7 根及根茎类中药饮片不同加水方法实验结果误差分析

组别	观测数	求和	平均	方差	差异源	偏差平方和	自由度	均方	F值	P值	F临界值(0.05)
误差1	10	-5 506	-550.6	198 230.70	组间	4 105 992	1	4 105 992.00	33.65	0.000 017	4.41
误差2	10	3 556	355.6	45 832.04	组内	2 196 565	18	122 031.40			
总计	20	-1 950	-195.0	244 062.74		6 302 557	19				

表8 根及根茎类中药饮片吸水系数测定结果与文献记载结果比较(ml/g)

序号	饮片名称	文献记载吸水系数值	实测吸水系数值	差异值
1	黄连	1.06	0.698	0.362(最小)
2	独活	2.28	1.870	0.409
3	川芎	1.35	0.860	0.490
4	板蓝根	1.58	1.068	0.512
5	当归	2.15	1.618	0.532
6	太子参	1.28	0.634	0.646
7	麦冬	1.7	1.038	0.662
8	生苍术	1.55	0.856	0.694
9	生丹参	1.98	1.205	0.775
10	柴胡	2.16	1.316	0.844
11	苦参	1.46	0.553	0.907
12	黄芩	2.04	1.056	0.984
13	甘草	1.55	0.536	1.014
14	葛根	2.03	1.000	1.030
15	赤芍	1.72	0.598	1.122
16	生大黄	2.18	0.978	1.202
17	细辛	2.52	1.304	1.216
18	地黄	2.17	0.795	1.375
19	党参	2.38	0.983	1.397
20	玄参	2.38	0.882	1.498
21	桔梗	3.55	1.952	1.598
22	山慈菇	3.37	1.674	1.696
23	防风	2.78	1.012	1.768(最大)

### 3 结论

从表1可以看出,根及根茎类中药饮片虽为同一药用部位,吸水系数差别较大,最大与最小吸水系数相差2.188 ml/g。通过计算,得出根及根茎类平均吸水系数为0.995 7。饮片吸水系数主要受药材质地、药材所含成分、饮片片型大小和饮片炮制工艺的影响。质地疏松的饮片如地枯萎、干骨碎补的吸水系数高达2.0以上,质地坚硬的饮片如制胆星、蜜炙甘草的吸水系数较小(0.3以下),同一饮片不同的炮制方法其吸水系数不同,如蜜麸炒、炒炭后吸水系数比生品偏小。

对两种不同加水方法实验结果进行统计分析,吸水系数法与厂家推荐公式法之间有显著差异,吸水系数法得到的出液量更接近实际需液量,且误差值相对集中,在实际生产中更容易控制,产生误差的原因可理解为饮片在煎煮条件下继续增加的吸水量。由文献记载部分质地坚实的根茎类、种子类等含淀粉、黏液质多的药材,在浸泡时吸水量小但在煎煮时吸水量大<sup>[3]</sup>。从表8的对比结果可以看出,饮片传统煎煮条件的饮片吸水量与常温实验条件比较,吸水量增加明显,各品种增加吸水量数值存在较

大差异,最小差异值为0.362(黄连),最大差异值达1.768(防风),在工艺条件相对固定的情况下,通过增加加水量公式修正参数,如调节系数 $P$ 、损耗量 $T$ 等来修正加水量公式的适用性,中药饮片大批量、社会化、机器煎煮可以通过饮片加水量公式实现软件计算加水量。

### 4 讨论

中药汤剂在现代中医临床中应用普遍,汤剂的质量直接影响临床疗效。汤剂在煎煮时以水为溶媒,加水量是影响饮片有效成分溶出率的关键因素。本研究通过对222味根及根茎类中药饮片吸水系数的测定以及对调节系数、损耗量的验证实验,初步摸索了利用计算机软件,通过吸水系数计算加水量指导煎药机生产加水量的可行性。由于本研究只测定了常用根及根茎类中药饮片在室温条件下的吸水系数,虽然能够利用计算公式指导实际生产加水量化,但仍具有一定局限性及差异性。需要进一步深入研究,推进中药汤剂标准化、规模化、自动化生产加工,仍需对全部其他类常用中药饮片在常温下、煎药机煎煮条件下的吸水系数进行测定,并对两种实验条件下的结果进行深入分析,并与实际生产工艺条件比较,探索企业个性化加水量数学模型,将单味中药饮片两种不同工艺条件下的吸水系数作为饮片的属性之一输入计算机信息系统,根据建立的加水量数学模型,通过大量的生产实践验证,不断优化各关键工艺参数及软件算法,利用计算机信息软件程序,计算处方总的加水量,提高煎出率、降低生产成本、提高汤剂质量、推进中药汤剂的生产标准化。

### 【参考文献】

- [1] 石婷. 中药汤剂制备与服用的科学化[J]. 实用医技杂志, 2008, 15(25): 3357-3358.
- [2] 穆兰澄, 仝小林, 刘峰, 等. 中药饮片煎煮过程中吸水量的实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(4): 7-8.
- [3] 王抒, 黄翠. 关于中药汤剂煎煮时对水量的要求[J]. 中国中医药信息杂志, 2009, 16(1): 108.
- [4] 戴丽莉, 葛朝伦, 等. 中药汤剂煎药机加液量数学模型的初步研究[J]. 中国药房, 2016, 27(1): 18-22.
- [5] 蒋炬辉. 应用煎药机煎药时药量与加水量关系的初步研究[J]. 海峡药学, 2014, 26(9): 98-99.
- [6] 陈平亚. 中药煎煮方法与煎取量间关系的探讨[J]. 中国民康医学, 2007, 19(12): 496-497.
- [7] 李彬. 应用新型煎药机煎药时对加水量的实验研究[J]. 天津医科大学学报, 2004, 10(1): 68-70.

【收稿日期】 2018-08-01 【修回日期】 2018-10-11

【本文编辑】 李睿旻