

# 水肥耦合对西和半夏生长指标和产量及品质的影响

李爱堂<sup>1</sup>, 张金霞<sup>1</sup>, 罗小明<sup>2</sup>

(1. 临夏州农业科学院, 甘肃 临夏 731100; 2. 临夏州人民医院, 甘肃 临夏 731100)

**摘要:** 为了提升临夏地区西和半夏的产量和品质, 进一步明确水肥耦合对西和半夏生长发育的影响, 采用裂区试验设计, 以灌水量为主处理, 肥料配比为副处理, 研究了不同水肥耦合处理对半夏生长发育、产量、品质的影响。结果表明, 当灌水量为 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (苗期和块茎膨大期各灌水 250 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>), 施肥水平为施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 342 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 275 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 110 kg/hm<sup>2</sup> 时, 半夏折合产量最高, 为 25 114.42 kg/hm<sup>2</sup>; 品质最好, 水分含量最低, 为 43.3 g/kg; 总灰分含量较低, 为 31.6 g/kg; 浸出物含量最高, 达 153.3 g/kg。由此可见, 该水肥配比适宜在临夏西和半夏生产中加以推广应用。

**关键词:** 半夏; 水肥耦合; 生长指标; 产量; 品质; 西和

中图分类号: S567; S147.2 文献标志码: A 文章编号: 2097-2172(2024)08-0759-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.08.011

## Effects of Water and Fertilizer Coupling on Growth Parameters, Yield and Quality of *Pinellia ternate* in Xihe

LI Aitang<sup>1</sup>, ZHANG Jinxia<sup>1</sup>, LUO Xiaoming<sup>2</sup>

(1. Linxia Academy of Agricultural Sciences, Linxia Gansu 731100, China; 2. Linxia People's Hospital, Linxia Gansu 731100, China)

**Abstract:** In order to improve the yield and quality of *Pinellia ternate* in Xihe County, Linxia and to further clarify the impact of water fertilizer coupling on its growth and development, a split-block experimental design was adopted, with irrigation as the main plot and fertilizer ratio as the sub-plot. Effects of different water fertilizer coupling treatments on the growth, development, yield, and quality of *Pinellia ternate* were studied. The results showed that when the irrigation amount was 500 m<sup>3</sup>/ha (250 m<sup>3</sup>/ha each during the seedling stage and tuber expansion stage), and the fertilization ration of 15 000 kg/ha decomposed cow manure, 342 kg/ha of N, 275 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 110 kg/ha of K<sub>2</sub>O, the yield of *Pinellia ternate* was the highest, at 25 114.42 kg/ha. The quality was also the best, with the lowest moisture content at 43.3 g/kg, lower total ash content at 31.6 g/kg, and the highest extract content at 153.3 g/kg. Therefore, this water and fertilizer ratio is suitable for promotion and application in the production of *Pinellia ternate* in Linxia.

**Key words:** *Pinellia ternate*; Water and fertilizer coupling; Growth parameter; Yield; Quality; Xihe

半夏 [*Pinellia ternata* (Thunb.) Breit] 为天南星科植物的干燥块茎, 别名半月莲、三步跳、水玉、羊眼, 夏、秋二季采挖, 洗净, 除去外皮和须根, 晒干<sup>[1-3]</sup>。半夏是一种重要的药用植物, 具有燥湿化痰, 降逆止呕, 消痞散结的功效。据统计在 500 多种中药处方中, 半夏使用频率居第 22 位<sup>[4]</sup>。半夏块茎中含有 β-谷甾醇、D-葡萄糖甙、半夏蛋白、

鞣质、生物碱等多种微量元素, 其中主要成分有核苷类、生物碱、有机酸、氨基酸、多糖、挥发油等<sup>[5-6]</sup>。目前报道的与半夏药效、质量相关的成分主要是核苷类、生物碱类和有机酸类<sup>[7-8]</sup>。据研究, 半夏中含有的总生物碱和 β-谷甾醇, 具有祛痰、镇咳作用。

自 20 世纪 70 年代半夏引种成功之后, 人工

收稿日期: 2023-09-27; 修订日期: 2024-02-25

基金项目: 甘肃省中医药科研课题(GZKP-2023-66)。

作者简介: 李爱堂 (1992—), 男, 甘肃会宁人, 助理研究员, 主要从事中药材栽培等研究工作。Email: 1556372336@qq.com。

通信作者: 罗小明 (1979—), 男, 甘肃会宁人, 副主任中医师, 研究方向为药事管理及中药学。Email: lxzyyjk@sina.com。

栽培仍存在许多问题,如种源缺乏、繁殖系数低、水肥配比不合理、连作障碍<sup>[9]</sup>,随着半夏市场需求量的持续增加、野生资源不断减少和半夏栽培技术滞后三者之间矛盾的日益突出,西和半夏资源蕴藏量和产量在不断下降,对半夏资源的保护和栽培技术研究迫在眉睫,半夏市场仍然处于供不应求的状态。目前国内对半夏水肥耦合试验的试验研究较少,在施肥方面,当前半夏生产中施肥主要依赖传统经验,缺乏系统性研究,化学肥料的大量使用,不仅提高了生产成本,污染了环境<sup>[10]</sup>,同时降低了药材品质,为了提高半夏人工栽培技术,提升半夏的产量和品质,我们试验研究了水肥耦合对半夏的生长指标和产量及品质的影响,以期为临夏地区西和半夏产业持续高质量发展提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

选用无伤痕、无病、无腐烂、表皮光滑、直径为 0.5~1.5 cm 的湖北天门半夏作种茎,半夏种茎由甘肃中医药大学提供。供试肥料分别为尿素(含 N 46.4%,由安阳中盈化肥有限公司提供)、磷酸二铵(含 N 18%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 64%,由云南三环中化肥有限公司提供)、三安复合肥(含 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 18-18-18,山东肥业有限公司提供)和有机肥腐熟牛粪(由当地某养牛场提供)。

### 1.2 供试仪器与设备

供试仪器与设备有 AL104 型电子分析天平(由梅特勒—托利多仪器有限公司生产),GZX-GF101-4BS-II 型电热恒温鼓风干燥箱、XMTD 型数显恒温水浴锅(由上海必尔得仪器实业有限公司提供)。

### 1.3 试验地概况

试验于 2021 年 3—9 月在甘肃省西和县卢河乡王堡村进行。当地海拔为 1 692 m,年平均气温为 8.4 ℃,无霜期 149~241 d,年日照时数 1 500~1 800 h,年降水量 451~784 mm,昼夜温差大,气候偏旱。试验地地势平坦,肥力中等,土质为砂壤土。耕作层土壤含有机质 26.12 g/kg、全氮 1.36 g/kg、有效磷 14.68 mg/kg、速效钾 152.15 mg/kg,pH 为 7.5。前茬为小麦,且 5 a 内未种植过半夏。

### 1.4 试验方法

采用裂区试验设计,主区处理为灌水量,设 2 个水平,分别为 W1 处理,灌水总额 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,在苗期和块茎膨大期各灌水 1 次,每次灌水为 250 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;W2 处理,灌水总额 1 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,在苗期和块茎膨大期各灌水 1 次,每次灌水为 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。副区处理为肥料配比,设 5 种水平,分别为 B0 处理,施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>,不施 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O;B1 处理,施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 242 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 175 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 10 kg/hm<sup>2</sup>;B2 处理,施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 292 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 225 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>;B3 处理,施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 342 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 275 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 110 kg/hm<sup>2</sup>;B4 处理,施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 392 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 325 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 160 kg/hm<sup>2</sup>。试验各处理随机排列,重复 3 次,小区面积 12 m<sup>2</sup>(4 m×3 m),小区间距 50 cm。于 3 月下旬采用条播方式按行距 15 cm、株距 5 cm 播种。灌水时以试验设计灌水量进行大田漫灌,肥料在播种前按试验设计用量一次性施入。生长期及时除草,待秋季茎叶枯萎后及时采挖。

### 1.5 测定指标及方法

1.5.1 半夏块茎重量及产量测定 在半夏生育期(4—8 月)内每 25 d 每小区随机取 10 株半夏块茎测量 1 次鲜重与干重。待半夏采挖后清除干净半夏块茎表面的粗皮,按小区单收并测定产量。

1.5.2 品质测定 半夏块茎的水分、灰分、浸出物含量均按照《中华人民共和国药典》(2020 年版)规定的方法测定<sup>[1]</sup>。

### 1.6 数据处理

试验数据采用 Excel 软件处理,采用 SPSS 17.0 软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水肥耦合处理对半夏生长指标的影响

2.1.1 块茎鲜重 从表 1 可以看出,不同水肥耦合处理对半夏块茎鲜干重的影响比较明显。相同灌水条件下,半夏块茎鲜重随施肥量的增加呈先增加后下降的趋势,且均以 B3 处理处理下半夏块茎鲜重最重。在 W1 灌水水平(500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)下,4 月 26 日测定时 B3 处理下半夏块茎鲜重为 0.91g/株,均显著高于 B0、B1、B4 处理,其中较 B4 处

理增幅最大, 为 106.82%; 5 月 21 日测定时以 B3 处理半夏块茎鲜重为 1.20 g/株, 显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 93.55%; 6 月 15 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 1.84 g/株, 均显著高于其他处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 145.33%; 7 月 10 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 2.25 g/株, 均显著高于 B0、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 152.81%; 8 月 4 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重最高, 为 2.93 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 161.61%。在 W2 灌水水平(1 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)下, 4 月 26 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 0.92 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 135.90%; 5 月 21 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 1.10 g/株, 均显著高于其他处理, 较 B4 处理增幅最大, 为 107.55%; 6 月 15 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 1.82 g/

株, 均显著高于其他处理, 较 B4 处理增幅最大, 为 160.00%; 7 月 10 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 1.91 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 119.54%; 8 月 4 日测定时 B3 处理半夏块茎鲜重为 2.24 g/株, 均显著高于其他处理, 较 B4 处理增幅最大, 为 126.26%。综上所述, 认为低水中肥的 W1B3 水肥耦合处理对半夏块茎鲜重的影响效果最佳。

2.1.2 块茎干重 从表 2 可以看出, 不同水肥耦合处理对半夏块茎干重有比较明显的影响。在相同灌水条件下, 随施肥量的增加半夏块茎干重呈先增后降趋势, 且均以 B3 处理下半夏块茎干重达到最大。在 W1 灌水水平(500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)下, 4 月 26 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 0.40 g/株, 均显著高于 B0、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 66.67%; 5 月 21 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 0.65 g/株, 显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中

表 1 不同水肥耦合处理对半夏块茎鲜重的影响<sup>①</sup>

处理	测定日期/(日/月)				
	26/4	21/5	15/6	10/7	4/8
W1B0	0.46±0.11 c	0.72±0.04 efg	1.13±0.03 d	1.66±0.02 cd	2.06±0.04 d
W1B1	0.60±0.14 bc	0.96±0.08 bcd	1.41±0.03 bc	1.95±0.10 abc	2.54±0.06 bc
W1B2	0.71±0.05 ab	1.05±0.06 abc	1.49±0.03 bc	2.07±0.30 ab	2.66±0.31 ab
W1B3	0.91±0.05 a	1.20±0.04 a	1.84±0.12 a	2.25±0.03 a	2.93±0.07 a
W1B4	0.44±0.02 c	0.62±0.03 fg	0.75±0.04 e	0.89±0.04 e	1.12±0.02 g
W2B0	0.44±0.01 c	0.69±0.02 efg	1.11±0.02 d	1.18±0.04 e	1.51±0.04 e
W2B1	0.56±0.10 bc	0.81±0.12 ef	1.39±0.04 c	1.56±0.01 d	1.91±0.03 d
W2B2	0.71±0.10 ab	0.87±0.13 cde	1.57±0.08 b	1.68±0.02 cd	2.06±0.08 d
W2B3	0.92±0.02 a	1.10±0.03 ab	1.82±0.05 a	1.91±0.02 bc	2.24±0.04 cd
W2B4	0.39±0.05 c	0.53±0.05 g	0.70±0.02 e	0.87±0.01 e	0.99±0.05 f

①不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ), 下同。

表 2 不同水肥耦合处理对半夏块茎干重的影响

处理	测定日期/(日/月)				
	26/4	21/5	15/6	10/7	4/8
W1B0	0.28±0.02 cde	0.36±0.02 e	0.59±0.02 d	0.79±0.02 e	1.16±0.03 bc
W1B1	0.32±0.01 abcd	0.48±0.02 cd	0.76±0.01 c	0.97±0.02 cd	1.41±0.12 a
W1B2	0.36±0.01 ab	0.54±0.02 bc	0.79±0.02 c	1.08±0.02 b	1.45±0.08 a
W1B3	0.40±0.02 a	0.65±0.02 ab	0.92±0.02 b	1.19±0.06 a	1.57±0.01 a
W1B4	0.24±0.02 de	0.33±0.06 e	0.46±0.01 e	0.56±0.08 f	0.75±0.01 e
W2B0	0.22±0.02 e	0.40±0.01 de	0.64±0.01 d	0.70±0.01 e	0.88±0.02 e
W2B1	0.29±0.05 bcde	0.50±0.05 cd	0.75±0.02 c	0.78±0.02 e	1.02±0.04 cd
W2B2	0.34±0.04 abc	0.56±0.07 abc	0.87±0.02 b	0.90±0.01 d	1.09±0.04 bc
W2B3	0.39±0.03 a	0.66±0.03 a	1.00±0.04 a	1.03±0.02 bc	1.20±0.01 b
W2B4	0.23±0.01e	0.30±0.01 e	0.36±0.03 f	0.44±0.01 g	0.49±0.02 f

较 B4 处理增幅最大, 为 96.97%; 6 月 15 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 0.92 g/株, 均显著高于其他处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 100.00%; 7 月 10 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 1.19 g/株, 均显著高于其他处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 112.50%; 8 月 4 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 1.57 g/株, 均显著高于 B0、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 109.33%。在 W2 灌水水平 (1 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>) 下, 4 月 26 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 0.39 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 69.56%; 5 月 21 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 0.66 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 其中较 B4 处理增加 120.00%; 6 月 15 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 1.00 g/株, 均显著高于其他处理, 较 B4 处理增幅最大, 为 177.78%; 7 月 10 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 1.03 g/株, 均显著高于其他处理, 其中较 B4 处理增幅最大, 为 134.09%; 8 月 4 日测定时 B3 处理半夏块茎干重为 1.20 g/株, 均显著高于 B0、B1、B4 处理, 较 B4 处理增幅最大, 为 144.90%。由此可认为低水中肥的 W1B3 水肥耦合处理对半夏块茎干重的影响效果最佳。

综上所述, 在相同灌水条件下, 随施肥量的增加半夏块茎鲜重、干重均呈先增后降趋势, 且在均以 B3 施肥条件下半夏块茎鲜重、干重最高。而在相同施肥条件下, W1 灌水水平下半夏块茎的鲜重总体趋势高于 W2 灌水水平; W1 灌水水平下半夏块茎的干重则是在生长前期和后期高于 W2 灌水水平。进一步说明试验区半夏栽培适宜的水肥配比为低水中肥。

## 2.2 不同水肥耦合处理对半夏产量的影响

从表 3 可以看出, 试验各处理的半夏折合产量以 W1B3 处理最高, 为 25 114.42 kg/hm<sup>2</sup>, 均显著高于其他处理 ( $P < 0.05$ ), 较相同施肥水平的 W2B3 处理增产 18.03%, 较相同灌水水平的 W1B0、W1B1、W1B2、W1B4 处理增产 19.40% ~ 49.69%; W2B4 处理最低, 为 13 622.81 kg/hm<sup>2</sup>, 均显著低于其他处理 ( $P < 0.05$ ), 较相同施肥水平的 W2B4 处理减产 18.80%, W2B3 处理半夏折合产量为 21 277.9 kg/hm<sup>2</sup>, 较相同灌水水平的

W2B0、W2B1、W2B2、W2B4 处理增产 23.00% ~ 56.19%。从不同灌水水平看, 低灌水量 (500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>) 各施肥处理的半夏折合产量均显著高于高灌水量 (1 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>) 下的同等施肥水平处理。从不同施肥水平来看, 在相同灌水水平下, 随着施肥量的增加半夏折合产量呈先增后降的趋势, 且均以 B3 施肥水平下半夏的折合产量最高, 分别为 25 114.42、21 277.97 kg/hm<sup>2</sup>。

## 2.3 不同水肥耦合处理对半夏品质的影响

半夏的水分含量、灰总分含量和浸出物含量是衡量半夏品质的主要指标<sup>[1]</sup>。从表 3 可以看出, 试验各水肥耦合处理的半夏水分含量、灰总分含量和浸出物含量均符合《中华人民共和国药典》规定 (2020 年版)<sup>[1]</sup>。半夏水分含量以 W1B3 处理最低, 为 43.3 g/kg。总灰分含量以 W2B0、W2B2 处理最少, 均为 31.5 g/kg; W1B0、W1B3 处理次之, 均为 31.6 g/kg; 浸出物含量以 W1B3 处理最高, 为 153.3 g/kg。综上所述, 水肥配比为 W1B3 时半夏浸出物含量达到最高, 总灰分含量较低, 水分含量最低, 品质表现最优。

表 3 不同水肥耦合处理对半夏产量与品质的影响

处理	水分含量 /(g/kg)	总灰分含量 /(g/kg)	浸出物含量 /(g/kg)	折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )
W1B0	56.7 ab	31.6	146.7 abc	17 029.71 c
W1B1	56.7 ab	33.7	143.3 bc	20 406.60 b
W1B2	63.3 a	33.9	146.7 abc	21 033.18 b
W1B3	43.3 b	31.6	153.3 a	25 114.42 a
W1B4	53.3 ab	31.9	150.0 ab	16 777.59 c
W2B0	53.3 ab	31.5	146.7 abc	14 720.96 d
W2B1	60.0 ab	35.3	140.0 c	16 748.77 c
W2B2	53.3 ab	31.5	150.0 ab	17 299.05 c
W2B3	63.3 a	38.6	146.7 abc	21 277.97 b
W2B4	53.3 ab	35.6	146.7 abc	13 622.81 e

## 3 讨论与结论

合理的水肥比对半夏的产量和品质影响差异显著。试验表明, 在相同灌水条件下, 随着施肥量的增加半夏块茎鲜、干重呈先增长后下降的趋势, 在施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 342 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 275 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 110 kg/hm<sup>2</sup> 的条件下半夏块茎折合产量最高; 在相同施肥条件下, 随着灌水量的增加半夏块茎鲜重、干重降低, 其在低灌水量水平 (500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>) 时半夏块茎折合产量高于高灌水量水平 (1 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)。有研究表明, 与半夏相似



的地黄在全生育期内, 苗期需氮量较高, 块茎形成期和块茎膨大期对磷、钾的需求增加, 块茎生长期对水分需求旺盛<sup>[11]</sup>。水肥耦合在其他作物上的应用也比较广泛, 如水肥耦合作用对娃娃菜的生长指标、产量和品质影响显著, 且水肥耦合作用的影响高于灌水量和施肥量的单独影响<sup>[12]</sup>。由于水肥耦合能够有效节约水资源、节省肥料、减少劳力, 对临夏地区西和半夏产业的发展有促进作用<sup>[13]</sup>。有研究表明, 在半夏栽培过程中, 采用水肥耦合处理可以促进半夏健壮生长, 且合理的水肥配比能够增大半夏叶面积, 提高产量<sup>[14]</sup>。王鹏等<sup>[15]</sup>研究发现只有合理的肥料配比, 才可以实现半夏的最大产量, 当施肥配比为 N 413.79 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 224.79 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 164.01 kg/hm<sup>2</sup> 时, 半夏可实现最大纯收益, 达 475 809.21 元/hm<sup>2</sup>。这与本研究的结论基本一致。

综合考虑认为, 当灌水量为 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>(苗期和块茎膨大期各灌水 250 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>), 施肥水平为施腐熟牛粪 15 000 kg/hm<sup>2</sup>、N 342 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 275 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 110 kg/hm<sup>2</sup> 时, 半夏不同时期块茎鲜重、干重均达到最大值, 折合产量最高, 为 25 114.42 kg/hm<sup>2</sup>; 品质最优, 水分含量最低, 为 43.3 g/kg; 总灰分含量较少, 为 31.6 g/kg; 浸出物含量最高, 为 153.3 g/kg。由此可见, 该低水中肥配比适宜在临夏地区西和半夏生产中加以推广应用。

#### 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, 2020.
- [2] 贾袭伟, 负小杰, 久西加, 等. 半夏根尖染色体压片技术研究[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(1): 94-98.
- [3] 胡文斌, 刘 琼, 张少飞, 等. 半夏叶柄组织培养一步成苗研究[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(2): 194-196.
- [4] 张晓伟, 王小峰, 张兴翠. 半夏研究概况[J]. 现代中药研究与践, 2006, 20(6): 57-61.
- [5] 葛秀允, 吴 皓. 半夏的化学成分及质量评价方法[J]. 中国药业, 2009, 18(9): 3-5.
- [6] 冯瑞娟, 陈文铎, 董 淼, 等. 半夏总蛋白提取及其动态变化研究[J]. 中草药, 2012, 43(6): 1174-1177.
- [7] 周 倩, 吴 皓, 许风清. 半夏中生物碱的研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2006, 1(13): 102-103.
- [8] 张科卫, 吴 皓, 沈绣红. 半夏中总游离有机酸的作用研究[J]. 南京中医药大学学报, 2001, 17(3): 159-161.
- [9] 张袖丽, 谢中稳, 陶汉之. 半夏属植物同工酶的电泳分析[J]. 安徽农业大学学报, 1997, 24(3): 291-295.
- [10] 申 浩, 吴 卫, 侯 凯, 等. 不同施肥水平对川半夏产量和有效成分的影响研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(8): 963-967.
- [11] 姚 锋. 水肥耦合对地黄生物量及品质的调控效应[D]. 郑州: 河南中医学院, 2014.
- [12] 马彦霞, 陈静茹, 王晓巍, 等. 水肥耦合对娃娃菜产量和品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(9): 40-45.
- [13] 栾 玲, 肖诗雨, 张 梅, 等. 水肥一体化设施在泰半夏种植中的应用探析[J]. 现代农业科技, 2020(17): 73; 75.
- [14] 马超男, 蔡传涛, 刘贵周, 等. 有机肥对半夏生长及产量的影响[J]. 西北农业学报, 2016, 25(9): 1399-1405.
- [15] 王 鹏, 裴建文, 孙万仓, 等. 半夏高产高效栽培最佳施肥数学模型研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(6): 669-673.