

不同叶面肥和底肥对山药产量和质量的影响

李莹 孔维军 李先恩 贺超 周立东

(中国医学科学院药用植物研究所, 中草药物质基础与资源利用教育部重点实验室, 北京, 100193)

摘要 目的: 比较不同种类或配方的肥料对山药产量和质量的影响。方法: 通过设计田间实验获取不同叶面肥和底肥处理的山药样品。随机抽样获得山药单株重量、直径和长度的数据, 将所有山药称重得到产量数据。采用烘干法、蒽酮-硫酸法、凯氏定氮法分别测定样品中水分、多糖和蛋白质的含量, 通过自动氨基酸分析仪测定氨基酸的含量, 使用高效液相色谱法同时分析尿囊素、尿嘧啶和腺苷的含量。结果: 叶面肥处理的山药产量较高, 而底肥处理的山药的氨基酸、蛋白质和尿囊素含量较高。结论: 叶面肥 YY3、YY4 和 YY6 处理可显著提高山药的产量, 但在提高山药营养成分的含量方面效果不佳。底肥也可以提高山药的产量, 虽然增产作用弱于叶面肥, 但能同时显著提高氨基酸、蛋白质、尿囊素等营养成分的含量。

关键词 山药; 叶面肥; 底肥; 产量; 质量; 含量测定

Effects of Different Foliar Fertilizers and Base Fertilizers on the Yield and Quality of Chinese Yam

LI Ying, KONG Weijun, LI Xianen, HE Chao, ZHOU Lidong

(Key Laboratory of Bioactive Substances and Resources Utilization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education, Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100193, China)

Abstract Objective: This study aimed to evaluate and compare the effects of different treatments by various types or formulas of foliar fertilizers and base fertilizers on the yield and quality of Chinese yam. **Methods:** The Chinese yam samples treated with different foliar fertilizers and base fertilizers were obtained through the field experiments. Simple random sampling method was used to obtain average weight, diameter and length of yams, and all yams were weighed to get the yield data. The drying method, the anthrone-sulfuric acid method and the Kjeldahl method were used to determine the contents of moisture, polysaccharide and protein, respectively, and the contents of amino acids were determined by using an automatic amino acid analyzer. The contents of allantoin, uracil and adenosine were analyzed simultaneously using the high-performance liquid chromatography (HPLC) approach. **Results:** The yield of yam treated with foliar fertilizer was higher, while the content of amino acids, protein and allantoin was higher in the yam treated with base fertilizer. **Conclusion:** The treatments by foliar fertilizers YY3, YY4 and YY6 could significantly improve the yield of Chinese yam, but they could not increase the contents of nutritious components. And the treatments by base fertilizers could also increase the yield of Chinese yam. Although the enhancing effects of base fertilizers was weaker than that of foliar fertilizers, they could significantly increase the contents of amino acid, protein, allantoin and other nutrients.

Keywords Chinese yam; Foliar fertilizer; Base fertilizer; Yield; Quality; Content determination

中图分类号: R282.2 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1673-7202.2024.01.002

山药 (Chinese yam) 是薯蓣科植物薯蓣的干燥根茎^[1], 营养价值和药用价值均较高, 是极具开发潜力的药食同源中药材/经济食物^[2]。山药中富含氨基酸、多糖、蛋白质、尿嘧啶、腺苷、维生素、尿囊素以及微量元素等物质^[3-5], 具有降血糖、增强免疫力、抗氧化、抗炎和抗菌等功效^[6-10]。

山药主要分布于我国东北、华北、华中等地区^[11], 对生长环境的要求不高。据统计, 世界范围内共有 600 多个种植或野生山药品种, 其中小白嘴

山药因营养丰富、口感佳而深受人们喜爱。山药的需肥量大, 肥料的添加能够显著影响其根茎大小和营养成分的含量, 所以, 合适肥料的选择对山药的产量和质量至关重要^[12], 这也是山药培育研究的热点之一。常规的施加底肥方式的开发较早, 生产者拥有广泛的经验, 应用效果较明显。而叶面肥虽开发时间短, 却具有用量少、吸收快、污染小、作用显著等优势^[13], 已成为山药等中药材提高产量和质量重要途径。本研究通过田间试验, 比较了不同底肥和

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (81973474); 中国农业科学院科技创新工程协同创新项目 (CAAS-XTX20190025-6); 北京市自然科学基金面上项目 (7222285)

作者简介: 李莹 (1997.01—), 女, 硕士研究生在读, 研究方向: 中药及食品质量分析, E-mail: liying_LY15@163.com

通信作者: 周立东 (1966.02—), 男, 博士, 教授, 研究方向: 天然药物化学, E-mail: ldzhou@implad.ac.cn

表1 叶面肥配方(g/L)

编号	海藻尿素	有机硅磷酸二氢钾	硫酸钾	螯合镁	螯合铁	螯合锰	螯合锌	二水合钼酸钠	硼酸
YY1	0.539	0.200	0.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
YY2	0.539	0.200	0.353	0.401	0.000	2.478	0.150	0.000	1.000
YY3	0.000	0.000	0.000	0.401	0.000	2.478	0.150	0.000	1.000
YY4	1.078	0.399	0.707	0.401	0.000	2.478	0.150	0.000	1.000
YY5	0.320	0.360	0.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
YY6	0.320	0.360	0.290	0.000	1.55	2.480	3.000	0.000	1.290
YY7	0.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CK	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

多个配方的叶面肥对小白嘴山药产量及质量(有效成分含量)的影响,从而筛选出适宜的施肥方式与配方,为山药的生产种植、增产增收和保质保量提供参考。

1 仪器与试剂

1.1 仪器 单通道移液器(Thermo Scientific,美国,型号:FINNPIPETTE F3);超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司,型号:KQ300E);无油隔膜泵(天津市津腾实验设备有限公司,型号:GM-0.20);紫外-可见分光光度计(安捷伦公司,美国,型号:Cary 100);高效液相色谱仪(岛津公司,日本,型号:LC-2030);分析天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司,型号:BS2202S);分析天平(Mettler-Toledo公司,瑞士,型号:MS105DU);旋转蒸发器(型号:N-1100)、油浴锅(型号:OSB-2100)购自上海爱朗仪器有限公司;电热恒温水浴锅(林茂科技有限公司,型号:DZKW-4);低温冷却循环仪(郑州长城科工贸有限公司,型号:DLSB-5/20);电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司,型号:DHG-9053A);全自动凯氏定氮仪(VELP公司,意大利,型号:UDK159);蛋白水解液氨基酸分析系统(日立公司,日本,型号:L-8900)。

1.2 试剂 D-无水葡萄糖(国药集团化学试剂有限公司,批号:20210605);氢氧化钠(北京化学工业集团有限公司,批号:20210920);无水乙醇(北京市通广精细化工公司,批号:20210610);石油醚(北京市通广精细化工公司,批号:20200904);硫酸(北京市通广精细化工公司,批号:20211007);硫酸铜(上海麦克林生化股份有限公司,批号:C12984639);蒽酮(上海源叶生物科技有限公司,批号:M25GS142258);乙腈(Thermo Fisher公司,美国,批号:F22M75201);尿嘧啶(北京中科质检生物技术有限公司,批号:QUGH-6F5M);腺苷(北京沃凯生物科技有限公司,批号:OK201919U);尿囊素(北京沃凯生物科技有限公司,批号:OK201919V)。

2 方法与结果

2.1 实验设计 本研究共设计了2组田间实验进行考察。

第1组田间实验:在课题组前期研究基础上,采取“保留佳方+重组新方”的原则,于2021年在河北安国中药材种植园布置了山药专用叶面肥喷施实验^[14]。该实验设计了7个叶面肥配方(YY1-YY7,YY7为当地生产用肥)喷施处理和清水对照处理(CK),共8个处理,每个处理设3次重复,共24个实验小区。叶面肥处理喷施3次,第1次在植物地上生长旺盛期(6月下旬至7月上旬),第2次在植物地上部分第2次生长高峰前期(7月下旬至8月上旬),第3次在秋季地上部分停止生长期(8月下旬至9月初)。叶面肥配方见表1,不同配方中营养元素含量不同,田间布置见表2。记录产量相关数据后,选取产量排前三的叶面肥、生产用肥(即YY7)及清水对照处理的山药进行多成分含量测定。

表2 叶面肥处理组田间布置

组别	田间布置							
重复1	YY2	CK	YY1	YY3	YY5	YY7	YY1	YY4
重复2	YY4	YY5	YY2	CK	YY6	YY6	YY3	YY7
重复3	YY6	YY3	YY7	YY1	YY4	YY2	CK	YY5

第2组田间实验:于2021年在河北安国中药材种植园布置了山药不同底肥处理实验。该实验共设3底肥处理(YD1,微生物菌肥,中化农业生态科技(湖北)有限公司生产;YD2,有机肥,山东佐田氏生物科技有限公司生产;YD3,化肥,深圳市芭田生态工程股份有限公司生产)和1个不施肥对照处理(CK)组,共4个处理,每个处理组设3次重复,共12个实验小区。施肥时间与叶面肥组相同。田间布置见表3。记录产量相关数据后进行多成分含量测定。

表3 底肥处理组田间布置

组别	田间布置			
重复1	YD1	YD3	CK	YD2
重复2	CK	YD2	YD1	YD3
重复3	YD2	YD1	YD3	CK

2.2 产量测定 收获期按小区测量产量,每个处理组随机挑选 20 株健康山药植株,去掉地上部分后,检测其单株根重、根长和根直径,取 3 个平行处理组内所有山药的称重的平均值即为产量。

2.3 水分含量测定 参照《GB 5009.3-2016 食品安全国家标准·食品中水分的测定》方法测定收集的山药样品中水分的含量^[15]。

2.4 多糖含量测定 采用硫酸-蒽酮法测定收集的山药样品中多糖的含量^[16]。样品处理步骤与本课题组前期建立的方法相同^[17]。

2.5 蛋白质和氨基酸含量测定 参照《GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》第一法,采用凯氏定氮法测定山药中的蛋白质含量^[18];参照《GB 5009.124-2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》方法,采用蛋白水解液氨基酸分析系统测定收集的山药样品中氨基酸的含量^[19]。

2.6 小分子有效成分的含量测定 采用高效液相色谱法测定收集的山药样品中尿囊素、尿嘧啶和腺苷的含量。乙腈:水=90%:10%,等度洗脱,色谱条件和供试品溶液的制备与课题组前期建立的方法相同^[17]。

2.7 结果

2.7.1 产量 从图 1 看出,与清水对照(CK)处理比较,叶面肥处理(Y Y1、Y Y2、Y Y4、Y Y5、Y Y6 和

Y Y7)的山药的产量有显著提升,表现为产量、单株根重、根长和根直径均增加。从配方的元素种类分析可得,微量元素配方(Y Y3)的增产效果最好,优于全元素配方(Y Y2、Y Y4、Y Y6)和大量元素配方(Y Y1、Y Y5)。

由图 2 可知,3 种施肥(Y D1、Y D2 和 Y D3)情况下的山药产量、根长和根直径均显著高于空白对照(CK)处理。其中 Y D1(微生物菌肥)对于山药产量的提升作用显著高于 Y D2(有机肥)和 Y D3(化肥)。叶面肥 Y Y3、Y Y4 和 Y Y6 的产量高于 3 个施加底肥处理的产量。

2.7.2 水分含量 由图 3A 可知,Y Y7 叶面肥喷洒处理后山药的含水量最高(77.60%),其次是 Y Y6(75.20%)和 Y Y4(74.50%)叶面肥处理。Y Y3 叶面肥处理(68.50%)的山药的含水量低于不施肥对照(71.80%)的样品。而由图 3B 的底肥处理后山药含水量结果可知,含水量由高到低为:Y D3 > Y D2 > Y D1 > CK。

2.7.3 多糖含量 以葡萄糖标准品的吸光度值为纵坐标,质量浓度为横坐标,绘制标准曲线得到回归方程 $Y = 26.123X + 0.003$ ($R^2 = 0.998$),在 0.002 5 ~ 0.015 0 mg/mL 范围内与吸光度呈良好的线性关系。不同叶面肥和不同底肥处理的山药中多糖含量分别见图 3D 和图 3E。与各自对照处理比较,底肥和叶面肥处理后山药中多糖含量均降低。

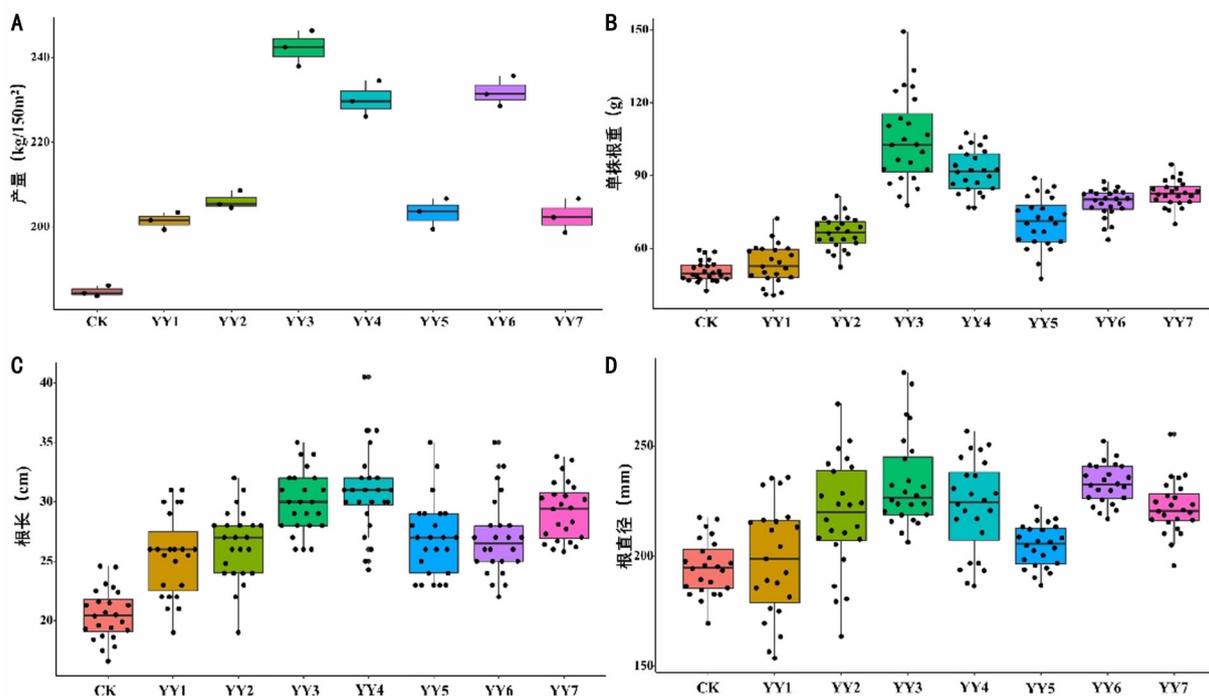


图 1 不同叶面肥处理对山药产量和生长指标的影响

注:A. 产量;B. 单株根重;C. 根长;D. 根直径。CK 为清水对照处理;Y Y1-Y Y7 为叶面肥处理。小黑点为 20 个样本的具体数值

2.7.4 蛋白质和氨基酸含量 由表4可以看出,与无底肥处理相比,3种底肥处理(YD1、YD2和YD3)后的山药中蛋白质和氨基酸含量均有提高,其中微生物菌肥和氮磷钾复合肥的提升作用更显著。而与无叶面肥相比,有叶面肥处理(Y Y3、Y Y4、Y Y6和

Y Y7)时,仅当地生产用肥 Y Y7 处理后的山药中蛋白质和氨基酸含量高于无叶面肥处理。但 Y Y4 和 Y Y6 与无叶面肥处理的蛋白质和氨基酸含量相差不大。所以,结合产量与生产效益来分析,叶面肥 Y Y4 和 Y Y6 可以满足需求。

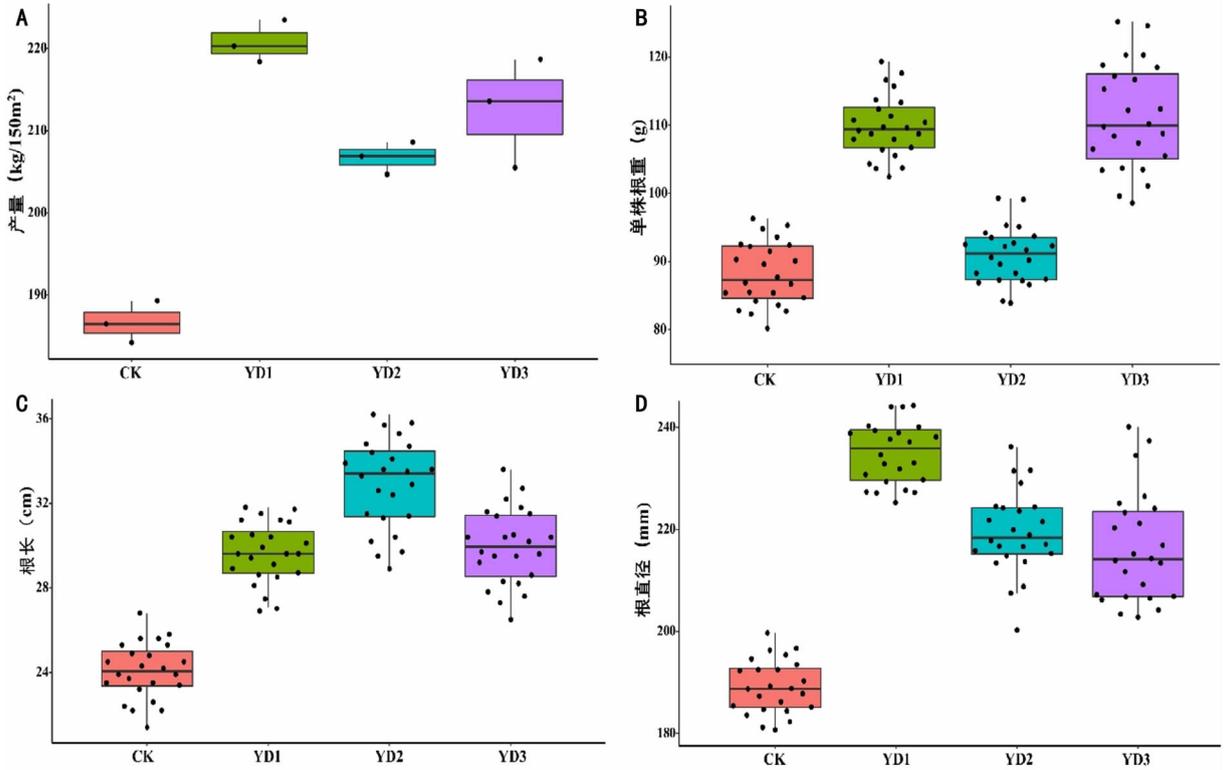


图2 不同底肥处理对山药产量和生长指标的影响

注:A. 产量;B. 单株根重;C. 根长;D. 根直径。CK为空白对照处理;YD1-YD3为底肥处理。小黑点为20个样本的具体数值

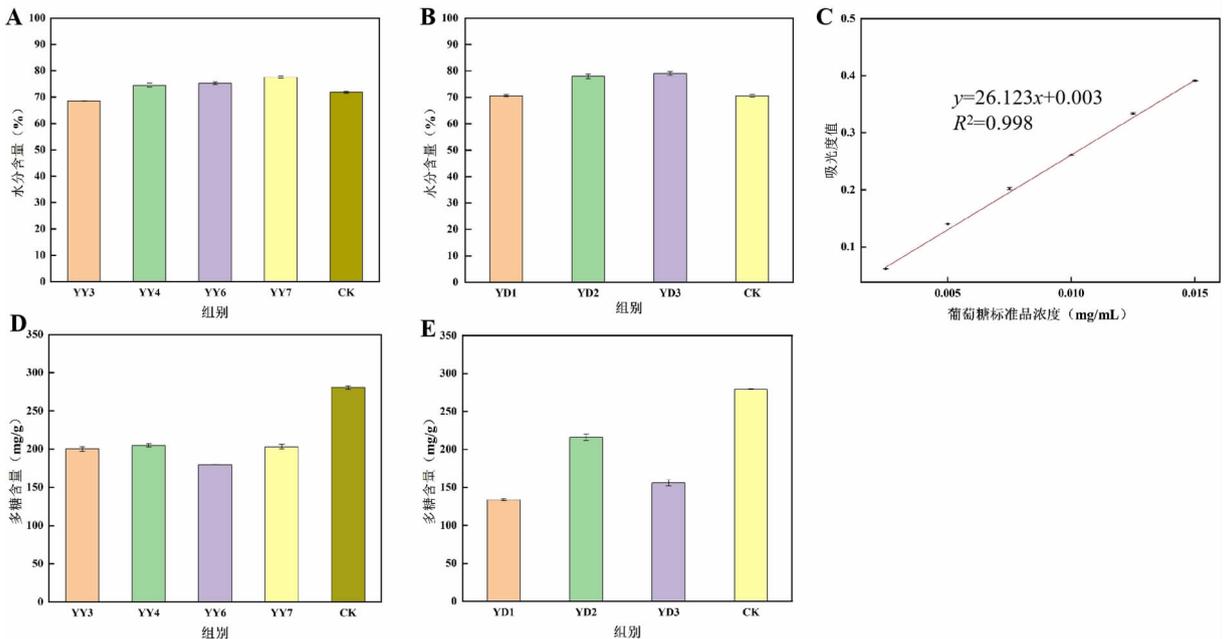


图3 不同叶面肥和底肥处理对山药含水量和多糖含量的影响

注:A. 叶面肥处理组的山药水分含量;B. 底肥处理组的山药水分含量;C. 葡萄糖标准品的标准方程;D. 叶面肥处理组的多糖含量;E. 底肥处理组的多糖含量

表 4 不同叶面肥和底肥处理方式对氨基酸和蛋白质百分含量的影响(%)

氨基酸和蛋白质	YD1	YD2	YD3	无底肥处理	YY3	YY4	YY6	YY7	无叶面肥处理
胱氨酸	0.026	0.028	0.028	0.023	0.022	0.031	0.026	0.029	0.028
天门冬氨酸	0.900	0.820	0.980	0.790	0.830	0.960	0.920	1.130	0.990
苏氨酸	0.300	0.290	0.350	0.260	0.290	0.310	0.330	0.390	0.360
丝氨酸	0.640	0.630	0.810	0.540	0.640	0.700	0.750	0.950	0.830
谷氨酸	1.470	1.310	1.360	1.070	1.340	1.470	1.380	1.880	1.580
甘氨酸	0.360	0.370	0.390	0.300	0.350	0.370	0.370	0.440	0.420
丙氨酸	0.520	0.610	0.570	0.450	0.530	0.670	0.630	0.670	0.790
缬氨酸	0.310	0.300	0.310	0.240	0.250	0.400	0.290	0.340	0.460
蛋氨酸	0.110	0.075	0.088	0.066	0.110	0.110	0.096	0.120	0.110
酪氨酸	0.200	0.170	0.210	0.160	0.130	0.260	0.200	0.290	0.240
异亮氨酸	0.280	0.270	0.300	0.250	0.270	0.300	0.290	0.360	0.350
亮氨酸	0.460	0.460	0.510	0.420	0.450	0.510	0.500	0.600	0.550
苯丙氨酸	0.400	0.390	0.430	0.400	0.390	0.420	0.410	0.480	0.470
赖氨酸	0.210	0.190	0.230	0.140	0.150	0.260	0.230	0.240	0.280
组氨酸	0.061	0.054	0.067	0.036	0.043	0.055	0.061	0.064	0.025
精氨酸	1.300	1.010	1.230	0.850	1.070	1.290	1.360	1.480	1.400
脯氨酸	0.560	0.300	0.300	0.280	0.300	0.320	0.320	0.370	0.320
总氨基酸	8.107	7.277	8.163	6.275	7.165	8.436	8.163	9.833	9.203
蛋白质	9.750	8.940	9.880	7.440	8.630	9.750	9.750	11.380	10.250

2.7.5 尿囊素、尿嘧啶和腺苷的含量分析 结果表明,9 个山药样品中均可检测出尿嘧啶、腺苷和尿囊素这 3 种小分子成分。见图 4。

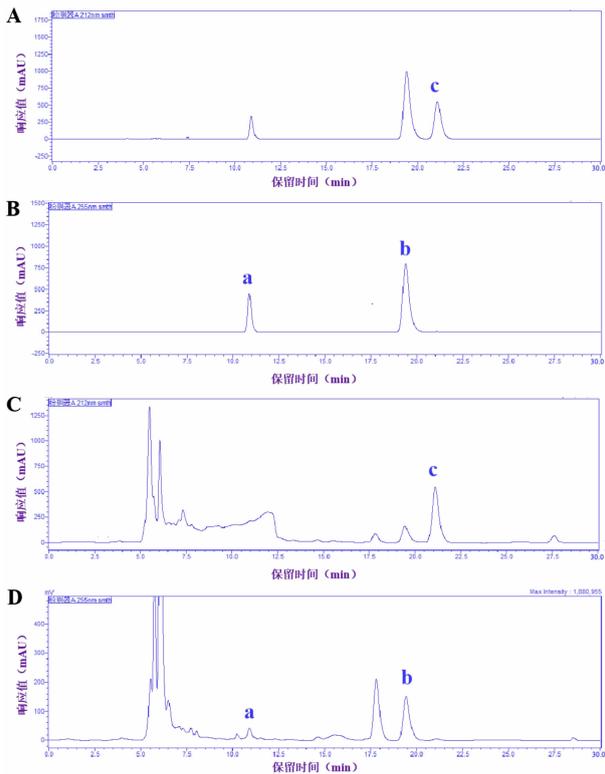


图 4 对照品和山药样品的高压液相色谱法测定结果

注: A. 对照品(212 nm); B. 对照品(255 nm); C. 山药样品(212 nm); D. 山药样品(255 nm)。a. 尿嘧啶;b. 腺苷;c. 尿囊素

由图 5A 可知,除叶面肥 YY3 处理外,其余叶面肥处理的山药中尿嘧啶含量高于无叶面肥处理,其

中 YY7(2.88 mg/g)的含量最高。由图 5B 和 5C 可知,除当地生产用肥(YY7)处理外,其余叶面肥处理后山药中尿囊素、腺苷含量均低于无叶面肥处理。结果表明,叶面肥 YY4 和 YY6 仅能满足高尿嘧啶含量的需求,几种叶面肥未能提升山药样品中腺苷和尿囊素的含量。由图 5D、5E 和 5F 可知,3 种底肥处理(YD1、YD2 和 YD3)可显著提高山药样品中尿嘧啶、腺苷和尿囊素的含量。微生物菌肥(YD1)的效果最为显著。

2.7.6 叶面肥与底肥对比分析 由图 1~2 对比分析可知,叶面肥处理 YY3、YY4 和 YY6 的产量高于 3 种施加底肥处理。由表 4 可知,在提高山药氨基酸和蛋白质含量方面,施加底肥的效果优于叶面肥。由图 5 的对比分析可知,底肥处理山药中尿嘧啶、腺苷和尿囊素含量均显著增加,叶面肥处理 YY3、YY4、YY6 都不能够提高腺苷和尿囊素含量。

3 讨论

叶面肥促进山药植株的生长发育。叶面肥 YY3 和 YY4 对于山药产量、单株根重、根长的作用效果显著。这说明,2020 年的佳方(YY3 和 YY4)连续两年对于安国山药的促产效果很稳定,2021 年新配的叶面肥 YY6 对于山药的产量的作用显著,与 YY4 相当,但低于 YY3。而就根直径而言,虽然不同处理之间差异不显著,但 YY3、YY4 和 YY6 的效果都属于效果较好的配方。而且,微量元素在提高山药产量方面具有重要作用。在根长的指标上,施

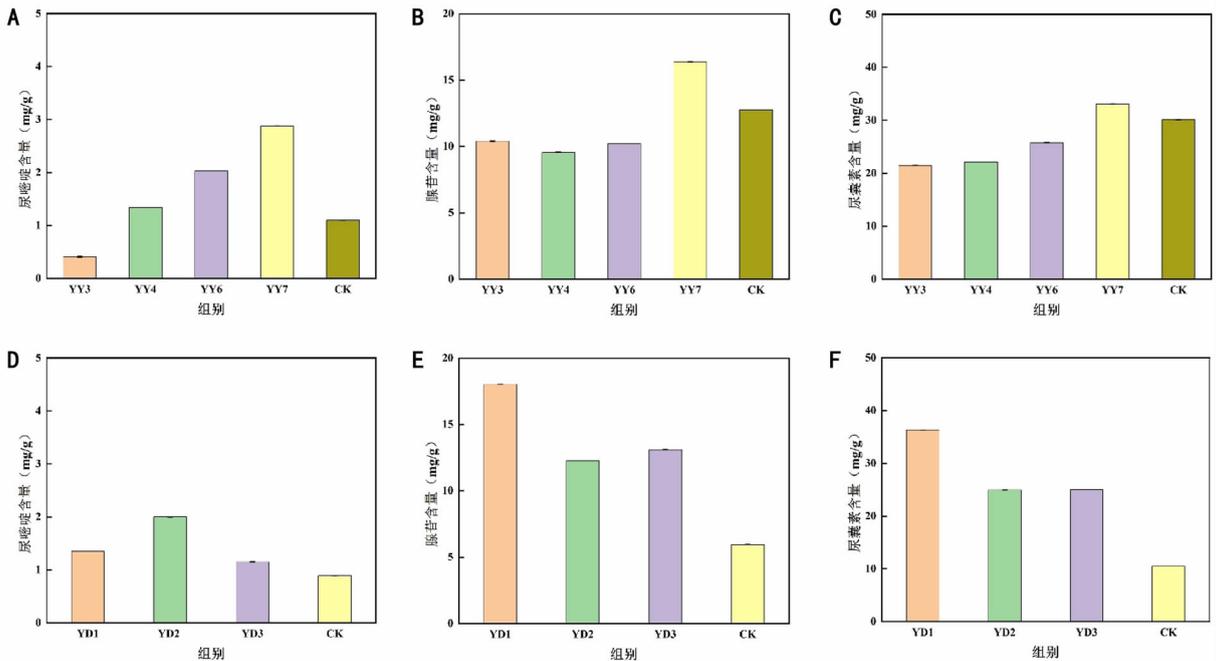


图5 不同叶面肥和底肥处理后山药中尿嘧啶、腺苷和尿囊素的含量

注:A、D分别为叶面肥处理组、底肥处理组的尿嘧啶含量;B、E分别为叶面肥处理组、底肥处理组的腺苷含量;C、F分别为叶面肥处理组、底肥处理组的尿囊素含量

用有机肥(YD2)的效果最好,这可能是由于有机肥能增加土壤的有机质含量和调节土壤透气性,利用根茎往下生长。而对根直径而言,施用微生物菌肥(YD1)效果显著高于其他2种施肥处理。总体而言,叶面肥的施肥方式更有利于提高山药的产量。

水分是影响山药储存时长的关键因素之一,也是影响山药产品脆度和口感的重要因素之一。3种底肥均有提高山药含水量的作用。在储存得当的前提下,含水量高的山药的脆度更佳,含水量低的山药的口感更软糯,实际种植生产中可依据不同产品需求,选用相应的叶面肥和底肥的肥料配方。叶面肥和底肥处理后,山药中多糖含量均降低,推测其原因可能是施肥浓度或用量不适宜,所以,在保证产量的前提下,如何提高多糖含量有待进一步研究。

综合来说,在山药的种植中,以提高产量为主,建议施加叶面肥;以提高质量为主,建议施加底肥。

我国自古以来就有“药食同源”的理论和应用,历代医学家将中药的“四性”和“五味”理论运用到食物之中,创造了“中国食疗学”^[20-21]。近年来随着人们愈发注重健康与养生,兼具营养功能与药用价值的“药食同源”食品或中药如山药的需求量日益增大。的庞大的市场需求下,山药培育问题显然至关重要。而山药作为一种高需肥作物,探究促进山药生长、提高产量和品质的施肥方式是山药栽培研究的重点^[22]。

本研究重点关注山药的施肥方式。与本课题组前期研究相比^[14],本研究中关于叶面肥的研究采取“保留佳方+重组新方”的原则,并且加入了底肥研究,将2种施肥处理方式进行比较分析。结果表明,叶面肥配方YY3、YY4和YY6均为显著提高山药产量的优质肥料,可以实现较高的经济效益;但在提高山药营养成分的含量方面效果不佳,这可能与其浓度或用量有关。要注意调整叶面肥用量,以发挥其最佳效果。此外,底肥在提高产量方面的效果亦佳。虽然增产作用不及叶面肥,却可促进氨基酸、蛋白质、尿囊素等营养成分含量的提高,其中微生物菌肥的作用最显著,可为山药培育中的首选底肥。基于本研究结果,一方面,我们可以根据不同生产需求选择不同施肥方式与种类;另一方面,为同时实现产量高、品质好的生产目标,应进一步研究叶面肥和底肥的具体联合施肥方案。

利益冲突声明:无。

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: 30.
- [2] 董俊美, 李锦超, 孟义江, 等. 山药种质资源鉴评与品种选育研究进展[J]. 河南农业科学, 2021, 50(11): 6-14.
- [3] 蒋方程, 李傲然, 何静仁, 等. 不同品种山药的营养成分分析及其水提物的体外抗氧化能力研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(4): 6-11.
- [4] 廖维, 张定堃, 郭治平, 等. 基于粉体改性的山药配方颗粒溶化性

- 改善工艺与原理研究[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(8): 2138-2145.
- [5] LI C, LU Y, CHEN X, et al. Analysis of the N-Glycoforms and Immunoreactivity of Chinese Yam (*Dioscorea opposita* Thunb.) Glycoprotein 30CYGP[J]. *J Proteome Res*, 2020, 19(1): 28-35.
- [6] 安莉, 秦冬梅, 马婧玮, 等. 基于生物信息数据库探讨山药的营养功能及作用机制[J]. 中国食品学报, 2021, 21(11): 174-182.
- [7] 孔晨先, 肖波, 柳全文, 等. 山药多糖对动物机体免疫调节作用的 Meta 分析[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(19): 206-213.
- [8] FENG X, ZHANG Q, LI J, et al. The impact of a novel Chinese yam-derived polysaccharide on blood glucose control in HFD and STZ-induced diabetic C57BL/6 mice[J]. *Food Funct*, 2022, 13(5): 2681-2692.
- [9] 黄少杰, 黎攀, 杜冰. 山药多糖的纯化、结构及生物活性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(16): 209-215.
- [10] 崔艺钊, 张璐佳, 丰宇, 等. 山药活性成分及营养功能研究进展[J]. 中国食品学报, 2022, 22(7): 372-383.
- [11] 王彦博. 我国山药的分布及其鉴别[J]. 吉林中医药, 2009, 29(12): 1072-1073.
- [12] 巴特. 施肥对山药品质及产量的影响[J]. 农业科技与装备, 2018, 40(5): 3-4.
- [13] 王明波. 叶面肥的科学使用方法[J]. 现代农业科技, 2014, 43(14): 209-210, 214.
- [14] 张鑫, 杨雅蛟, 孔维军, 等. 不同叶面肥对小白嘴山药产量和质量的影响研究[J]. 时珍国医国药, 2021, 32(8): 1984-1988.
- [15] 国家食品药品监督管理总局, 国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.3-2016 食品安全国家标准·食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [16] 王宏军, 邓旭明, 蒋红, 等. 蔗糖-硫酸比色法检测多糖条件的优化[J]. 中国饲料, 2011, 22(4): 39-41.
- [17] 杨雅蛟, 孔维军, 李先恩, 等. 不同品种山药中多糖及小分子有效成分的含量比较[J]. 食品科技, 2020, 45(9): 181-187.
- [18] 国家食品药品监督管理总局, 国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [19] 国家食品药品监督管理总局, 国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.124-2016 食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [20] 杨溢, 阎志勇, 朱晓光, 等. 药食同源理论的综述[J]. 中国保健营养, 2019, 29(7): 50-51.
- [21] 李慧敏, 贺凯, 郑慧, 等. 中医药健脾的保健作用机制及药食资源[J]. 中草药, 2020, 51(3): 780-787.
- [22] 朱建军, 蒋加勇, 王令俐等. 密度、定向栽培对糯米山药产量和品质的影响[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(22): 5472-5476.

(2022-07-01 收稿 本文编辑: 杨觉雄)

(上接第 6 页)

验通过提高乌梅肉的水分、浸出物标准要求及增加含量测定限度, 对乌梅肉质量标准进行完善, 以期对市场上乌梅肉的质量进行控制, 更好地保证临床疗效。乌梅肉较乌梅药效物质含量明显升高, 更利于临床疗效的发挥, 但市场上乌梅肉饮片并不广泛流通, 建议引起饮片生产企业和中医临床的重视, 保证乌梅肉饮片的临床供应, 提高中医临床疗效。

利益冲突声明: 无。

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: 81.
- [2] 陈蕾, 张倩, 朱育凤, 等. 不同产地乌梅理化指标和枸橼酸含量的分析和比较[J]. 药学与临床研究, 2022, 30(4): 327-330.
- [3] 杨亚楠, 王瑞, 钱程程, 等. 乌梅化学成分、药理作用研究进展及质量标志物预测[J]. 中成药, 2023, 45(5): 1583-1588.
- [4] 朱月, 袁静, 孙文波, 等. 乌梅药理作用及临床应用研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2022, 24(7): 155-159.
- [5] 张机. 伤寒论[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2005: 93-94.
- [6] 孙全, 吴文辉, 徐冲, 等. RP-HPLC 法测定乌梅不同炮制品及不同部位中枸橼酸含量[J]. 亚太传统医药, 2019, 15(6): 71-73.
- [7] 王贵林, 张昊. 乌梅不同药用部位对豚鼠离体胆囊平滑肌的作用[J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2008, 5(4): 6-8.
- [8] 郑月平. 基于古今文献的乌梅丸方证研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2021.
- [9] 薛雪, 王浩, 贾颖, 等. 不同生长方式及年限防风饮片质量的比较研究及对《中国药典》防风饮片标准的思考[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(18): 4034-4042.
- [10] 山东省食品药品监督管理局. 山东省中药饮片炮制规范·2012 版[S]. 济南: 山东科学技术出版社, 2012: 115.
- [11] 李江含. 乌梅质量评价及加工温度研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2019.
- [12] 魏稚力. 乌梅与五味子在方剂配伍中的比较研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2021.
- [13] 王小婷, 蒋国政, 王海滨, 等. 乌梅肉提取物抗腹泻作用研究[J]. 中国现代应用药学, 2016, 33(4): 407-410.
- [14] 刘治华, 彭颖, 孙崇智, 等. 基于体外人源胃肠道代谢评价乌梅粉和水煎剂对克罗恩大鼠的治疗作用[J]. 中草药, 2022, 53(19): 6054-6067.
- [15] 李逸飞, 周颀, 曹园, 等. 基于网络药理学探讨乌梅“敛肺涩肠”功效的作用机制[J]. 药学与临床研究, 2022, 30(4): 294-299.

(2022-06-18 收稿 本文编辑: 杨觉雄)