

DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2024.01.015

· 资源 · 环境 ·

不同叶面肥对甘薯普薯 32 生长及产量的影响

张晓申¹, 左红娟¹, 曹 辉¹, 黄松波², 张利鹏², 王 伟²

(1. 郑州市农林科学研究所, 河南 郑州 450005; 2. 河南亿丰年生物科技有限公司, 河南 郑州 450001)

摘 要:以甘薯普薯 32 为试验材料, 研究不同叶面肥对甘薯普薯 32 农艺性状、光合性状、产量和品质性状的影响, 并对数据进行相关性分析和主成分综合评价。结果表明: 不同叶面肥对普薯 32 的生长性状和光合性状影响不同, 相关性分析表明产量与各性状呈正相关, 其中产量与商品率和干物质率呈显著正相关; 对不同叶面肥对普薯 32 的各性状进行主成分综合评价, 希沃丰大量元素水溶肥和薯墩儿氨基酸水溶肥分别排名第 1 和第 2, 这两种叶面肥有利于甘薯普薯 32 生长, 产量的提高和品质的提升, 是适合普薯 32 的叶面肥。

关键词:甘薯; 普薯 32; 叶面肥; 生长性状; 产量; 主成分分析

中图分类号: S531 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2024)01-0067-04

Effects of Different Foliar Fertilizers on Growth and Yield of Sweet Potato Cultivar ‘Pushu 32’

ZHANG Xiaoshen¹, ZUO Hongjuan¹, CAO Hui¹, HUANG Songbo², ZHANG Lipeng², WANG Wei²

(1 Zhengzhou Institute of Agricultural and Forestry Sciences, Zhengzhou, Henan 450005, China;

2 Henan Yifengnian Biotechnology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450001, China)

Abstract: In order to investigate the effects of different foliar fertilizers on the growth of sweet potatoes, sweet potato ‘Pushu 32’ was used as the experimental material to explore the effects of different foliar fertilizers on the agronomic, photosynthetic, yield, and quality traits. The data underwent correlation analysis and principal component comprehensive evaluation. The results showed that different foliar fertilizers had different effects on the growth and photosynthetic traits of ‘Pushu 32’. Correlation analysis showed a positive correlation between yield and various traits, with a significant positive correlation between yield and commodity rate and dry matter rate; A principal component comprehensive evaluation was conducted on the effects of different foliar fertilizers on the various traits of sweet potato ‘Pushu 32’. Large element water-soluble fertilizer of ‘Xiwofeng’ and Shuduner amino acid water-soluble fertilizer ranked first and second, respectively. These two types of foliar fertilizers are beneficial for the growth, yield, and quality of sweet potato ‘Pushu 32’, making them suitable foliar fertilizers for sweet potato ‘Pushu 32’.

Key words: Sweet Potato ; Pushu 32; Foliar fertilizer; Growth traits; Yield; Principal component analysis

甘薯是世界卫生组织推荐的最佳食物, 兼具粮食、经济作物的功能, 用途广泛, 可用作鲜食、淀粉加工、食品加工、叶菜和观赏等, 河南省甘薯种植面积常年维持在 40 hm², 并且有逐年增加的趋势。

随着人们生活水平的提升和对甘薯营养价值的再认识, 食用型甘薯作为一种营养、保健和安全食品深受人们的喜爱^[1]。在甘薯的种植过程中氮磷钾的合适配比对鲜食甘薯的产量和品质影响较大, 但

收稿日期: 2023-04-17 修回日期: 2023-05-18

基金项目: 河南省现代农业产业技术体系建设专项资金资助(HARS-22-04-G1)。

第一作者简介: 张晓申(1976-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事甘薯新品种选育及高产栽培技术研究。

是叶面肥作为一种补充施肥在甘薯的生长的中后期也有重要的作用。国内已有专家研究了甘薯专用肥、有机肥、水溶肥及氮磷钾配比对甘薯产量和品质的影响^[2~13]。普薯 32 是目前市场最畅销的食用型甘薯,该品种早熟、丰产稳产性好、胡萝卜素含量高、薯行美观等优点^[14]。叶面肥在甘薯上的研究相对较少^[15~18]。目前,市场上甘薯叶面肥种类很多,不同叶面肥对甘薯的生长性状和产量及品质影响较大,为了筛选出适合普薯 32 的最佳叶面肥,本研究选用市场上的 6 种叶面肥对普薯 32 的生长及品质进行研究,筛选出适合普薯 32 的最佳叶面肥,为今后生产出高产优质的甘薯具有重要的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点在郑州市农林科学研究所科研基地,供试叶面肥为,F₁ 河南省双惠农业科技有限公司(十二元素,含氨基酸水溶肥料,液体),F₂ 河南亿丰年生物科技有限公司(薯博士 1 号水溶肥,液体),F₃ 山东多芬农业有限公司(多肽氨基酸水溶肥,液体),F₄ 河南亿丰年生物科技有限公司(希沃丰大量元素水溶肥料,粉剂),F₅ 河南亿丰年生物科技有限公司(薯墩儿氨基酸水溶肥料,粉剂),F₆ 潍坊绿利生物科技有限公司(含腐殖酸水溶肥料,粉剂)。甘薯品种为普薯 32。

1.2 试验方法

2022 年 5 月 15 日定植甘薯普薯 32,同年 11 月 7 日收获,试验采取随机区组排列,3 次重复,每个小区 5 行,行长 5 m,行距 80 cm,株距 25 cm,鲜薯收获中间 3 行,取平均值,折合成每 667 m² 的产量;生长 60 d、90 d 和生长 120 d,叶面各喷洒 1 次

喷叶面肥,F₁、F₂ 和 F₃ 用量为 225 mL/667 m²,F₄、F₅ 和 F₆ 用量为 75 g/667 m²,对照为清水喷洒。9 月 20 日,测定叶面积、叶绿素、净光合速率,收获前测定甘薯直径,收获时调查单株结薯数、商品率、产量,收获后测定干物质率和胡萝卜素含量。

叶面积、叶绿素、净光合速率选择从茎蔓顶端第三片展开叶进行测定,用手持式 YMJ 活体叶面积测定仪对进行叶面积测定,用叶绿素仪 SPAD—502 测定叶绿素含量,用 PL3080H 光合作用仪测定净光合速率,9 月 20~21 日晴天上午 10 点~11 点,每个处理 5 片叶,3 次重复,取平均值;用游标卡尺对甘薯分枝直径进行测定茎粗,每个品种选 5 株,每株 3 个分枝并齐测定茎粗,计算平均茎蔓直径,取平均值;商品率在收获时,对每处理 10 株进行统计,取平均值;干物质率对每个处理取 3 块均匀薯块,室内烘干称量计算干物质率,取平均值;胡萝卜素含量测定参考汤丽琴等^[19]的方法。

1.3 数据分析

使用 SPSS22.0 软件对数据进行方差分析、相关性分析和主成分分析^[20~21]。

2 结果与分析

2.1 不同叶面肥对甘薯普薯 32 的影响

不同叶面肥对普薯 32 的生长和产量的影响(表 1)可看出,在不同叶面肥施肥下,F₁ 的叶面积和茎直径最大,F₂ 的各项指标均处于中间,F₃ 的单株分枝数最大,F₄ 的商品率、干物质率和鲜薯产量最高,F₅ 的净光合速率、叶绿素含量、单株结薯数和胡萝卜素含量最高,F₆ 的叶面积和净光合速率最小,对照 CK 的叶绿素含量、茎直径、单株分枝数、单株结薯数、商品率、干物质率、胡萝卜素含量和产量最低,说明不施叶面肥各指标相对偏低。

表 1 喷施不同叶面肥普薯 32 的各性状差异

叶面肥	X ₁ /cm ²	X ₂ (μmol/m ² /s)	X ₃ (mg/g)	X ₄ /mm	X ₅	X ₆	X ₇ /%	X ₈ /%	X ₉ (mg/100g)	X ₁₀ (kg/667m ²)
F ₁	126.41a	22.54c	42.68e	17.05a	10.8cd	4.3bc	91.34e	23.76e	6.56c	2 301.9c
F ₂	119.62c	22.08d	43.79c	17.01a	11.4b	4.4ab	93.41b	23.86d	6.51c	2 345.6b
F ₃	123.85b	21.96e	42.98d	16.79c	11.9a	4.2cd	93.19c	23.78e	6.39e	2 276.9e
F ₄	118.17d	23.87b	43.85b	16.54d	11.6ab	4.6ab	94.08a	24.05a	6.95b	2 482.7a
F ₅	116.86e	24.06a	44.39a	16.87b	10.9c	4.7a	92.74d	23.98b	7.02a	2 298.5d
F ₆	114.67g	20.97g	42.32f	16.45e	10.5d	4.1cd	90.65f	23.68c	6.45d	2 241.9f
CK	115.36f	21.08f	42.07g	16.32f	9.8e	3.9d	89.05g	23.61f	6.31f	2 206.3g

注:同列数据小写字母不同表示差异显著(P<0.05);相同字母表示差异不显著(P<0.05)。X₁ 叶面积,X₂ 净光合速率,X₃ 叶绿素含量,X₄ 茎直径,X₅ 单株分枝数,X₆ 单株结薯数,X₇ 商品率,X₈ 干物质率,X₉ 胡萝卜素含量,X₁₀ 产量。下同。

2.2 相关性分析

从普薯 32 各性状的相关性分析可看出(表 2),产量与各性状呈正相关,与商品率和干物质率呈显著正相关;单株叶面积与胡萝卜素含量呈负相关,与其他各性状呈正相关;净光合速率与单株结薯数、干物质率和胡萝卜素含量呈极显著正相关,与叶绿素含量呈显著正相关;叶绿素含量与单株结

薯数和干物质率呈极显著正相关,与商品率呈显著正相关;茎直径与各性状呈正相关;单株分枝数与商品率呈极显著正相关;单株结薯数与干物质率和胡萝卜素含量呈极显著正相关,与商品率呈显著正相关;商品率与干物质率和产量呈显著正相关;干物质率与胡萝卜素含量呈极显著正相关,与产量呈显著正相关。

表 2 普薯 32 各性状的相关性分析

指标	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	1									
X ₂	0.155	1								
X ₃	0.016	0.860*	1							
X ₄	0.724	0.392	0.495	1						
X ₅	0.500	0.468	0.590	0.495	1					
X ₆	0.104	0.941**	0.949**	0.508	0.560	1				
X ₇	0.316	0.689	0.823*	0.509	0.933**	0.795*	1			
X ₈	0.055	0.929**	0.928**	0.347	0.645	0.959**	0.860*	1		
X ₉	-0.117	0.946**	0.831*	0.217	0.315	0.929**	0.588	0.905**	1	
X ₁₀	0.153	0.717	0.660	0.213	0.651	0.732	0.800*	0.858*	0.675	1

注:表中*和**分别表示 0.05 和 0.01 水平(双侧)上显著相关和极显著相关。

2.3 主成分分析

从普薯 32 的各性状进行主成分分析,根据特征值大于 1 的原则,提取主成分 2 个(表 3),说明这 2 个主成分基本解释了 10 个主要性状的大部分信息,第 1 个主成分包含原始信息的 67.065%,第 2 个主成分包含原始信息的 18.527%,2 个主成分累计贡献率 85.593%。2 个主成分对叶面肥的载荷情况中,载荷值越大,说明对叶面肥的效果影响越大。通过对 2 个主成分向量分析和各性状指数值得标准化处理,建立线性回归方程: $F_1 = (0.241X_1 + 0.917X_2 + 0.931X_3 + 0.528X_4 + 0.734X_5 + 0.965X_6 + 0.911X_7 + 0.977X_8 + 0.847X_9 + 0.831X_{10}) \times 67.065/85.593$, $F_2 = (0.899X_1 -$

$0.198X_2 - 0.148X_3 + 0.676X_4 + 0.462X_5 - 0.151X_6 + 0.213X_7 - 0.202X_8 - 0.443X_9 - 0.0833X_{10}) \times 18.527/85.593$,将 2 个主成分的方差贡献率作为权重系数建立综合评价模型: $F_{\text{综合}} = F_1 + F_2$ 。根据主成分综合评价模型,计算出不同叶面肥各主因子得分和综合得分,并进行排序,从排序结果可看出(表 4),得分越高说明该叶面肥越好,得分最高的叶面肥 4,不施叶面肥最低,叶面肥得分排名从高到低依次为 $F_4 > F_5 > F_2 > F_1 > F_3 > F_6$,说明叶面肥 4 效果最好,叶面肥 6 效果最差,叶面肥 4 为希沃丰大量元素水溶肥料,叶面肥 5 为薯墩儿氨基酸水溶肥料,叶面肥 6 为含腐殖酸水溶肥料。

表 3 普薯 32 主要性状的主成分分析

性状	特征值	方差贡献率/%	累计方差贡献率/%	主成分 1	主成分 2
X ₁	6.707	67.065	67.065	0.241	0.899
X ₂	1.853	18.527	85.593	0.917	-0.198
X ₃	0.816	8.157	93.749	0.931	-0.148
X ₄	0.418	4.178	97.927	0.528	0.676
X ₅	0.164	1.642	99.569	0.734	0.462
X ₆	0.043	0.431	100.000	0.965	-0.151
X ₇	4.027×10^{-16}	4.027×10^{-15}	100.000	0.911	0.213
X ₈	1.671×10^{-16}	1.671×10^{-15}	100.000	0.977	-0.202
X ₉	-1.782×10^{-16}	-1.782×10^{-15}	100.000	0.847	-0.443
X ₁₀	-4.384×10^{-16}	-4.384×10^{-15}	100.000	0.831	-0.083

表 4 不同叶面肥的综合得分及排名

肥料	F ₁	F ₂	F _{综合}	排名
1	3.639 7	0.380 1	3.947 8	4
2	3.749 1	0.216 0	3.965 1	3
3	2.913 4	0.313 5	3.226 8	5
4	5.298 2	-0.007 6	5.290 6	1
5	4.900 5	-0.013 5	4.887 0	2
6	1.105 6	0.035 8	1.141 4	6
CK	0.089 4	0.010 6	0.100 0	7

3 结论和讨论

本研究通过 6 种叶面肥对甘薯普薯 32 的各性状的影响,并对各性状进行相关性分析和主成分分析,结果表明产量与商品率和干物质率呈显著正相关,希沃丰大量元素水溶肥料效果最好,次之为薯墩儿氨基酸水溶肥料。鲜薯产量与商品率呈显著正相关与汪宝卿等^[20]研究的结果一致;单株结薯数与商品率呈显著正相关与罗密等^[21]研究的结果一致。净光合速率与叶绿素呈显著正相关,说明叶绿素含量越高,净光合速率越高,净光合速率与单株结薯数、干物质率和胡萝卜素含量呈显著正相关,说明净光合速率对甘薯的产量、干物质的形成与积累、胡萝卜素含量的积累有促进作用。希沃丰大量元素水溶肥含有一种植物免疫系统激发肽,能有效调控植物体内多种激素平衡,调节营养物质在植株体内的平衡转移,从而实现作物高产稳产的目的。薯墩儿氨基酸水溶肥不但含有氨基酸,还含有光合细菌,提高叶片叶绿素含量和光合作用,促进作物生长。希沃丰大量元素水溶肥和薯墩儿氨基酸水溶肥有利于甘薯普薯 32 的叶绿素积累,促进光合作用,提高净光合速率,利于甘薯干物质的积累,鲜薯产量的提高,是适合普薯 32 的叶面肥。

参 考 文 献:

- [1] 张立明,王庆美,王荫墀.甘薯的主要营养成分和保健作用[J].杂粮作物,2003,23(3):162-166.
- [2] 张海燕,董晓霞,解备涛,等.保水专用肥对甘薯产量和品质的影响[J].山东农业科学,2014,46(2):85-88.
- [3] 张海燕,董顺旭,董晓霞,等.氮磷钾不同配比对甘薯产量和品质的影响[J].山东农业科学,2013,45(3):76-79.
- [4] 段文学,张海燕,解备涛,等.化肥和生物有机肥配施对鲜食型甘薯块根产量、品质及土壤肥力的影响[J].植物营养与肥科学报,2021,27(11):1 971-1 980.
- [5] 彭庐以,林海忠.水溶肥组合在甘薯商薯 19 的高效利用试验[J].浙江农业科学,2021,62(1):21-22.
- [6] 杨卓亚,王振林,吴振新,等.甘薯专用肥对甘薯产量和品质的影响[J].福建农业学报,2003,18(3):185-188.
- [7] 张海燕,段文学,解备涛,等.不同种类肥料对甘薯生长发育动态和产量的影响[J].山东农业科学,2017,49(7):99-103.
- [8] 胡启国,储凤丽,王文静,等.不同甘薯专用肥对商薯 9 号产量和品质的影响[J].中国种业,2016(10):43-45.
- [9] 姜秀芳,姜松林,黄玉波,等.施肥对甘薯生长发育和产量的效益的影响[J].磷肥与复肥,2016,31(7):51-52.
- [10] 王萌,房增国,梁斌,等.高肥力土壤氮钾配施对鲜食型甘薯产量及品质的影响[J].华北农学报,2016,31(5):199-204.
- [11] 兰孟焦,张辉,肖满秋,等.不同施肥处理对甘薯产量及土壤肥力与氮素利用的影响[J].西北农业学报,2023,32(1):44-52.
- [12] 秦文婧,王芳东,张杰,等.氮、磷、钾肥料用量对泉薯 9 号生长和产量的影响[J].江西农业学报,2016,28(9):60-63.
- [13] 郭小丁,谢一芝,贾赵东,等.肥料配比对鲜食甘薯产量和品质的作用[J].南方农业,2018,12(21):40-41.
- [14] 吴卓生,冯顺洪,吴春莲,等.甘薯新品种普薯 32 号的选育及丰产栽培要[J].农业科技通讯,2012(10):125-127.
- [15] 夏娇娇,金勇,金灵敏.不同叶面肥对甘薯商薯 19 根系生长及产量的影响[J].浙江农业科学,2021,62(1):15-16.
- [16] 徐印贤.金利康叶面肥在甘薯上的应用效果初探[J].基层农技推广,2014,2(11):27-28.
- [17] 黄松波,张晓申,张利鹏,等.薯博士系列肥料对甘薯淀粉和可溶性糖分的影响[J].农业科技通讯,2022(8):101-102,110.
- [18] 吴巧玉,何天久,夏锦慧.叶面肥和植物生长调节剂对叶菜型甘薯茎尖产量的影响[J].贵州农业科学,2013,41(10):61-63.
- [19] 汤丽琴,徐玉娟,唐道邦,等.4 种甘薯的营养成分分析[J].食品工业,2020,41(11):336-339.
- [20] 汪宝卿,王鲁豫,解备涛,等.北方区试中甘薯农艺和品质性状的相关性及主成分分析[J].中国农学通报,2013,29(2):66-71.
- [21] 罗密,尹旺,邓仁菊,等.不同甘薯品种(系)的光合特性研究[J].西南农业学报,2022,35(5):1 039-1 047.