

赵方华,姜 波. 钾肥对加工番茄产量和品质性状的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):188-190.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.060

钾肥对加工番茄产量和品质性状的影响

赵方华,姜 波

(新疆大学电气工程学院,乌鲁木齐 830047)

摘要:在施用一定氮肥、磷肥的条件下,获得钾肥对加工番茄产量和品质性状的改善以及两者之间的关联度,为加工番茄种植、施肥提供指导方法。采用肥料效应函数法模型和灰色关联分析法 2 种方法,分析与研究钾肥对加工番茄产量和品质性状的影响以及两者之间的关联度。结果表明,番茄产量和品质性状在钾肥作用下有了一定的提高和改善,不同品质性状与产量之间的关联度依次为糖酸比 > 可溶性固形物 > 番茄红素 > 总酸含量 > 硝酸盐含量。说明合理施用钾肥可以提高番茄产量、改善番茄品质,番茄品质性状中的糖酸比、可溶性固形物含量对产量的影响最大,在加工番茄施肥增产时应关注这些品质性状。

关键词:加工番茄;钾肥;肥料效应函数;品质性状;灰色关联;可溶性固形物;番茄红素

中图分类号: S641.206;S143.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0188-03

全球种植加工番茄的区域主要集中在地中海沿岸、美国加州河谷和以新疆为代表的中国西部地区。新疆已成为世界重要的加工番茄种植与加工基地之一,其番茄产量位居世界前三,番茄酱出口量约占全球贸易总量的 1/4^[1]。番茄是需钾量较大的作物,钾是植物体内 60 多种酶的活化剂,钾素在维持细胞内离子平衡、物质的运转与合成以及光合作用等方面起着重要作用^[2]。相关研究结果表明,合理增施钾肥可提高产量,改善品质,增强抗病能力^[3]。张国红等提出了不同施肥水平对番茄品质的影响^[4],马乔玲等提出了钾肥施用对加工番茄产量及效益的影响^[5],龚江等提出了膜下滴灌氮、磷、钾耦合效应对加工番茄生长和产量的影响^[6],侯晓静等提出了加工番茄品质性状与番茄红素的灰色关联分析^[7]。

收稿日期:2014-09-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:61064005)。

作者简介:赵方华(1988—),男,河南商丘人,硕士研究生,研究方向为智能控制与系统开发。Tel:(0991)8592280;E-mail:258994041@qq.com。

通信作者:姜 波,教授,研究方向为智能控制与系统开发。E-mail:jiang bo@xju.edu.cn。

3 结论与讨论

经初步鉴定,从枫杨树树干树洞内腐朽木质样本中分离、纯化获得的病菌菌株,属于半知菌门丝孢纲木霉属真菌。该种类木霉菌生活的树干树洞环境条件为:光照度 1.6~7.5 lx,光照度的年变化幅度为 5.9 lx;温度 11.5~29.7℃,温度的年变化幅度为 18.2℃;相对湿度 58.2%~88.5%,相对湿度的年变化幅度为 30.3%。春、夏、秋季木霉菌生长旺盛,树洞内腐朽木质出现白色菌丝,与分离、纯化阶段培养基中出现的菌丝相一致;冬季树洞内温度低至 16.5℃,菌丝生长受到抑制,菌株生长呈明显干粉状。常用杀菌剂多菌灵对木霉菌菌丝的生长抑制效果优于甲基硫菌灵,但多菌灵在各稀释倍数

目前,国内关于加工番茄的合理施肥以及不同品质间的关联分析研究较多,但钾肥施用对加工番茄产量及品质性状的影响及其两者之间的关联度却少有报道。本研究以新疆天山北坡的 T9 种质加工番茄为研究对象,通过加工番茄在不同钾肥施用量下的产量和品质性状求解出钾肥肥效方程并计算出不同品质性状和产量之间的关联度,以期新疆加工番茄合理施肥、提高产量、改善品质性状提供有效指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2012 年 4 月在新疆天山北坡某试验田进行,番茄品种为屯河 9 号,供试土壤为排水良好、地势平坦、土层深厚的壤土,2012 年 4 月初扶垄。试验采用铺膜滴灌栽种模式,行距 55 cm,沟深 20 cm,垄背宽 100~110 cm,小区面积为 3.6 m×9.25 m=33.3 m²。2012 年 4 月 2 日开始人工移栽,移栽深度 10 cm 左右,以掩埋下子叶节为准,深栽后及时补水,提高成活率,株距 22 cm,保苗 30 180 株/hm²,灌溉方式为河水滴灌,水泵功率 45 kW,扬程 50 m,额定流量 306 m³/h。

1.2 试验方法

试验采用“3414”方案中的 4 个处理(表 1),即 N₂P₂K₀、

下仍不能完全抑制木霉菌菌丝生长;因此,防治枫杨树树干木霉菌腐朽木质,应在施用多菌灵的同时采取综合措施,如加强树干树洞的通风、降低树干树洞内的相对湿度等。

参考文献:

- [1] 朱天辉. 园林植物病理学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:252.
- [2] 李明月,钱 俊,李光耀. 木腐菌及其腐朽机理研究进展[J]. 安徽林业科技,2012,38(3):33-35.
- [3] Schmidt O, Gaiser O, Dujesiefken D. Molecular identification of decay fungi in the wood of urban trees[J]. European Journal of Forest Research,2012,131(3):885-891.

$\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_1$ 、 $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$ 、 $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_3$ 。其中,2 水平为最佳施肥量,0 水平为不施肥,1 水平为最佳施肥量的 0.5 倍,3 水平为最佳施肥量 1.5 倍^[8],试验设置 3 次重复。根据该番茄产区种植经验,当氮肥、磷肥、钾肥具体用量分别为 300、105、75 kg/hm² 时,最适合加工番茄生长。氮肥为大颗粒尿素(含 N 46%),磷肥

为三料磷肥(含 P_2O_5 46%),钾肥为氯化钾(K_2O)。

1.3 品质分析

对每个小区随机采摘的 20 个成熟加工番茄果实作为试验样品进行品质测定,包括果实的硝酸盐、番茄红素、可溶性固形物、总酸的含量及糖酸比(表 1)。

表 1 供试小区加工番茄的性状

编号	施氮肥量 (kg/hm ²)	施磷肥量 (kg/hm ²)	施钾肥量 (kg/hm ²)	产量 (t/hm ²)	硝酸盐含量 (mg/kg)	番茄红素含量 (%)	可溶性固形物 含量(%)	总酸含量 (%)	糖酸比
1	300(2)	105(2)	0(0)	51.45	4.12	6.12	8.89	1.02	5.76
2	300(2)	105(2)	37.5(1)	59.40	6.69	8.01	8.88	0.93	6.42
3	300(2)	105(2)	75.0(2)	62.55	4.11	10.52	10.40	0.87	6.75
4	300(2)	105(2)	112.5(3)	59.25	3.13	8.60	8.70	0.67	7.12

2 结果与分析

2.1 施用钾肥对加工番茄产量的影响

根据不同施钾水平下的加工番茄产量(表 1)拟合出加工番茄产量和钾肥施用量之间的一元二次方程式,即肥料效应函数模型^[9]。该肥料效应函数模型为:

$$y = 51.3598 + 0.2979x - 0.0030x^3。$$
 (1)

对拟合函数进行方差分析^[10],结果显示, $F = 199 > F_{0.05} = 0.05$,说明加工番茄产量与施肥量之间有显著的回归关系,由回归统计表明 r 值为 0.998 7,标准差为 0.410 3,说明试验的钾肥施用量与产量高度相关,模型拟合效果好。通过求解该一元二次方程可得,在氮肥、磷肥分别为 300、105 kg/hm² 的最佳施肥情况下,当不施钾肥时,加工番茄产量为 51.36 t/hm²,接近实际产量;随着钾肥施用量的增加,加工番茄产量逐渐增高,当施用量为 74.48 kg/hm² 时,产量达到最高值(62.61 t/hm²),此时钾肥施肥量为最优值,如继续施钾肥,产量会逐渐下降。

2.2 钾肥对番茄品质的影响

通过品质分析得出了不同施钾情况下的品质数据(表 1),施用钾肥后的 3 组数据显示,硝酸盐含量随着施钾量的增加而逐渐降低。番茄红素含量则随着钾肥的合理施用而逐渐增加,最佳施肥量下的番茄红素含量比不施钾肥时提高 72%。当施肥过量时,番茄红素含量依然比不施肥时高 41%,但与最佳施肥量下的含量降低了 18%,可见,在一特定施肥量下,番茄红素含量和施肥量呈正相关,超过该特定量后,番茄红素含量逐渐降低,与施肥量呈负相关。同样,可溶性固形物含量在合理范围内随施钾量的增加而增加,施钾量达到过量水平时,可溶性固形物含量开始降低。钾肥可明显改善该加工番茄品种的酸性,由试验数据可知,总酸含量随着施钾量的增加而逐渐递减,1、2、3 等 3 种水平下的总酸含量分别比 0 水平下的总酸含量降低 9%、15%、34%。对试验果实行品质测定,总糖含量在施钾后基本没有变化,由于果实酸度随施钾量增加而降低,所以糖酸比随施钾量增加而增加。

2.3 钾肥作用下加工番茄产量与各品质间的关联度

上述分析结果表明,钾肥可提高番茄产量,改善番茄品质。然而,单纯提高产量有可能会引起某种品质变差,所以还须分析钾肥作用下加工番茄产量与各品质性状之间的关联度,从而利用它们之间的相互关系进行间接选择,这样对加工

番茄育种、种植管理具有重要意义^[11]。

2.3.1 无量纲化处理 本研究采用邓氏灰色关联分析的应用模型^[12],将钾肥作用下的加工番茄产量作为参考数列,用 y_0 表示。加工番茄的硝酸盐含量、番茄红素含量、可溶性固形物含量、总酸含量、糖酸比品质形状作为比较数列,用 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 表示,这样参考数列、对比数列构成一个矩阵($y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$)。由于加工番茄各品质间的量纲不一致,在作关联分析前须对品质数据进行无量纲化处理,然后将参考数列、对比数列作为整个灰色系统进行关联分析。试验假定加工番茄产量和品质性状之间存在线性关系,所以采用直线型无量纲化方法,具体方法采用阈值法,其算法公式为:

$$X'_i = \frac{X_i}{\max_{1 \leq k \leq n} X_k}。$$
 (2)

式中: X'_i 为第 i 个性状在标号 k 下的无量纲化数值; X_i 为品质性状的原始数据; $\max X_k$ 为 X_i 所在列的品质性状数值的最大值。经无量纲化后得到的新的矩阵($y'_0, y'_1, y'_2, y'_3, y'_4, y'_5$),如表 2 所示。

2.3.2 求差序列、最大差和最小差 根据 $\Delta_i(k) = |y'_0(k) - X'_i(k)| (i = 1, \dots, 5)$,计算参考序列与比较序列的绝对差值,形成如下绝对差值矩阵($\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3, \Delta 4$),计算结果见表 3。从计算的绝对差值中可以得出差值矩阵中的最大数(最大差)与最小数(最小差),并分别表示为 Δ_{\max} 与 Δ_{\min} ,由表 3 可知 $\Delta_{\max} = 0.49, \Delta_{\min} = 0$ 。

表 2 加工番茄品质性状与产量的无量纲化处理

k	y'_0	y'_1	y'_2	y'_3	y'_4	y'_5
1	0.82	0.62	0.58	0.85	1.00	0.81
2	0.95	1.00	0.76	0.85	0.91	0.90
3	1.00	0.61	1.00	1.00	0.85	0.95
4	0.95	0.47	0.82	0.84	0.66	1.00

表 3 加工番茄品质性状与产量的绝对差序列

绝对差值	X'_1	X'_2	X'_3	X'_4	X'_5
$\Delta 1$	0.20	0.24	0.03	0.18	0.01
$\Delta 2$	0.05	0.19	0.10	0.04	0.05
$\Delta 3$	0.49	0.00	0.00	0.15	0.05
$\Delta 4$	0.48	0.13	0.11	0.29	0.05

2.3.3 计算关联系数和关联度 采用邓氏灰色关联分析的方法计算关联系数和关联度。其中,关联系数计算公式为:

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_i(k) + \rho \Delta_{\max}} \quad (3)$$

式中: ρ 为分辨系数, 这里取 0.5, 将 $\Delta_{\max} = 0.49$, $\Delta_{\min} = 0$ 代入公式, 经计算得关联矩阵 $(\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5)$, 如表 4 所示。

关联度的计算公式为:

$$\gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_i(k) \quad (4)$$

将计算得到的关联系数代入式(4)中, 得到参考数列和比较数列的关联度及其排序(表 4)。

表 4 加工番茄品质性状与产量的关联系数和关联度					
k	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5
1	0.551	0.505	0.891	0.577	0.961
2	0.831	0.563	0.710	0.860	0.831
3	0.333	1.000	1.000	0.620	0.831
4	0.338	0.653	0.690	0.458	0.831
关联度	0.513 3	0.680 3	0.822 8	0.628 8	0.863 5
排序	5	3	2	4	1

由表 4 可知, 钾肥作用下加工番茄产量与其他品质性状的关联度的从大到小依次为糖酸比 > 可溶性固形物含量 > 番茄红素含量 > 总酸含量 > 硝酸盐含量。在钾肥作用下, 加工番茄产量与糖酸比和可溶性固形物含量较高。其中, 糖酸比与加工番茄产量关联度最大, 达到 0.863 5, 说明各性状中糖酸比和产量关系最大; 可溶性固形物含量与产量的关联度稍微低于糖酸比与产量的关联度, 为 0.822 8; 与产量的关联度一般的是番茄红素含量和总酸含量, 分别为 0.680 3、0.628 8; 硝酸盐含量与产量的关联度最低, 为 0.513 3。通过关联度的分析可知, 在考虑施肥提高产量的同时, 可以更好地兼顾品质性状的选择。

3 讨论

加工番茄是喜钾作物, 尽管新疆属于富钾地区, 但仍不能满足加工番茄在整个生长季节对土壤钾的需求。试验结果表明, 最佳施肥量下的产量比不施钾肥时高 21.57%, 番茄红素含量、可溶性固形物含量比不施钾肥时分别提高 72%、16.99%。通过计算钾肥的肥效方程可知, 当钾肥施用量为 74.48 kg/hm² 时, 产量达到最高值(62.61 t/hm²), 该数值接近实际值, 可以作为施钾方案, 对加工番茄合理施肥, 进而提高产量。当然, 影响番茄产量的因素很多, 比如土壤钾含量, 本研究所建立的方程只包含施钾量。另外, 灌水量、气温的变化也会引起钾肥肥效的变化, 加工番茄产量也会随之发生改变。为得到更精准的钾肥对加工番茄产量的影响, 寻求多影响因素下的钾肥模型还有待于进一步的完善。

施钾可以改善加工番茄的品质性状, 提高加工番茄果实可溶性固形物含量、番茄红素含量、糖酸比等, 降低番茄果实硝酸盐含量。其中, 番茄红素含量、可溶性固形物含量比不施

钾肥时分别提高了 72%、16.99%。通过灰色关联分析得到了钾肥作用下加工番茄产量和所测的品质性状的关联系数和关联度, 由关联度次序可以在施肥过程中有效指导如何更好地兼顾加工番茄产量和品质形状的选择。灰色关联分析方法克服了数学统计分析方法中需要大量样本数据的局限性, 同时具有算法成熟、稳定性好、计算量小的优点。由于加工番茄的生长是个动态过程, 不同气温条件和地域条件下番茄品质表现不同, 即使是同一品种在相同条件下, 不同成熟时期内番茄的番茄红素、可溶性固形物含量等也不相同。因此, 在进行相关性分析中, 这些因素也要兼顾考虑到, 以期获得最优结果。

4 结论

本研究结果表明, 合理施用钾肥可有效提高加工番茄的产量, 改善加工番茄的品质性状。在品质性状中, 产量和糖酸比、可溶性固形物含量显著相关, 和番茄红素含量、总酸含量一般相关, 和硝酸盐含量相关度最低。该研究可以为加工番茄的施肥、增产以及品质性状的综合考虑提供指导。

参考文献:

[1] 陈 兵. 中国新疆番茄产业发展现状分析[J]. 新疆财经大学学报, 2011(3): 16-20.

[2] 胡 伟, 张 炎, 王海燕, 等. 几种钾肥在加工番茄上的应用效果研究[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(4): 494-497.

[3] 张 炎, 马海刚, 徐万里, 等. 施钾对加工番茄产量与品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2008(3): 40-42, 51.

[4] 张国红, 袁丽萍, 郭英华, 等. 不同施肥水平对日光温室番茄生长发育的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊): 151-154.

[5] 马乔玲, 张 炎, 李青军, 等. 钾肥施用对加工番茄产量及效益的影响[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(11): 2046-2053.

[6] 龚 江, 王海江, 谢海霞, 等. 膜下滴灌氮、磷、钾耦合效应对加工番茄生长和产量的影响[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(5): 854-858.

[7] 侯晓静, 姜 波. 加工番茄品质性状与番茄红素的灰色关联分析[J]. 农机化研究, 2014(3): 54-57.

[8] 孙义祥, 郭跃升, 于舜章, 等. 应用“3414”试验建立冬小麦测土配方施肥指标体系[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 197-203.

[9] 吴志勇, 闫 静, 施维新, 等. “3414”肥料效应试验的设计与统计分析[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(1): 135-141.

[10] 宋朝玉, 高峻岭, 张清霞, 等. “3414”肥料试验结果统计分析方法的探讨[J]. 山东农业科学, 2009, 18(9): 93-96.

[11] 袁 莉, 姜 波. 加工番茄可溶性固形物含量与相关性状的关联研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2011, 42(4): 504-507.

[12] 刘新梅, 徐润芳, 张若勇. 邓氏灰色关联分析的应用模型[J]. 统计与决策, 2008(10): 23-25.