

喷施鱼蛋白对网纹甜瓜生长发育及果实品质的影响

李 婷¹, 张 静², 曲明山¹, 聂 青¹, 雷 慧³, 郝敬虹²

(1. 北京市农业技术推广站 北京 100029; 2. 农业应用新技术北京市重点实验室·北京农学院
植物科学技术学院 北京 102206; 3. 忻州师范学院生物系 山西忻州 034000)

摘 要: 为提高网纹甜瓜果实品质, 筛选出叶面喷施鱼蛋白最适宜的浓度和喷施时间, 测量网纹甜瓜株高、茎粗、叶面积、单瓜质量、可溶性固形物含量以及可溶性糖含量、抗坏血酸含量等指标, 比较不同浓度、不同喷施时间对网纹甜瓜的影响。结果表明, 叶面喷施 1.00 g·L⁻¹ 鱼蛋白处理的单瓜质量较高, 为 1.89 kg, 边部和中心可溶性固形物含量(w, 后同)均最高, 分别为 14.93% 和 17.13%, 分别较对照显著提高 18.21% 和 11.96%, 可溶性糖含量最高 (58.94 mg·g⁻¹), 比对照显著高 16.89 mg·g⁻¹, 糖酸比适宜、果实口感好、品质较优。此外, 生殖生长阶段喷施鱼蛋白可促进果实发育, 增加单瓜质量; 在授粉后 45 d 喷施鱼蛋白能显著提升果实品质, 授粉后 10 d 和 45 d 均喷施(P6)的处理边部和中心可溶性固形物含量为 15.30% 和 18.63%, 分别较对照显著提高 14.29% 和 11.11%, 可溶性糖含量较对照显著提高了 20.79 mg·g⁻¹, 授粉后 45 d 喷施处理(P5)的糖酸比最高, 果实风味好。在授粉后 45 d 喷施质量浓度为 1 g·L⁻¹ 的鱼蛋白可以提升网纹甜瓜果实品质且经济实惠, 适合推广。

关键词: 网纹甜瓜; 鱼蛋白; 生长发育; 果实品质

中图分类号: S652.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2023)06-058-06

Effects of spraying fish protein on growth and fruit quality of netted melon

LI Ting¹, ZHANG Jing², QU Mingshan¹, NIE Qing¹, LEI Hui³, HAO Jinghong²

(1. Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029, China; 2. Beijing Key Laboratory of New Technology in Agricultural Application/College of Plant Science and Technology, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; 3. Biology Department, Xinzhou Normal University, Xinzhou 034000, Shanxi, China)

Abstract: In order to improve the fruit quality of netted melon, the optimum concentration and period of spraying fish protein on leaf surface were selected. The plant height, stem diameter, leaf area, fruit weight, soluble solid content, soluble sugar and ascorbic acid in flesh of netted melon were determined, and the effects of different concentrations and spraying period on netted melon were compared. The results showed that average single fruit is 1.89 kg when 1.00 g·L⁻¹ fish protein treatment, and the soluble solids content in the edge and center was the highest, which were 14.93% and 17.13%, respectively, which were 18.21% and 11.96% higher than that of the control. The total soluble sugar content of 58.94 mg·g⁻¹ was 16.89 mg·g⁻¹ higher than that of the control, the sugar acid ratio was suitable, the fruit taste was good, and the quality was better. In addition, it was found that spraying fish protein at reproductive growth stage could promote fruit development and increase single fruit weight. Spraying fish protein at 45 days after pollination could significantly improve fruit quality, and the soluble solid content in the edge and center of the treatment sprayed 10 days and 45 days after pollination was 15.30% and 18.63%, which were 14.29% and 11.11% higher than that of the control, respectively, and the soluble sugar content increased by 20.79 mg·g⁻¹ compared with the control. The ratio of sugar to acid was the highest and the fruit flavor was good. Spraying 1 g·L⁻¹ fish protein 45 days after pollination can improve the fruit quality of netted melon, which is economical and suitable for popularization.

Key words: Netted melon; Fish protein; Growth and development; Fruit quality

植物生物刺激素能够从种子萌发到植株成熟的全过程中发挥作用, 从优化土壤理化性质和微生物种群、提高水分利用效率、增强对非生物胁迫的

抗性等方面提高作物产量和品质^[1]。生物刺激素类物质种类比较多, 如腐殖酸、氨基酸、海藻提取物、促生菌等, 应用在经济作物上, 可实现“降低肥料用

收稿日期: 2022-06-29; 修回日期: 2023-03-01

基金项目: 北京市特色作物创新团队(BAIC04-2022); 国家重点研发计划项目(2019YFD1001904)

作者简介: 李 婷, 女, 高级农艺师, 从事西瓜甜瓜栽培技术以及植物营养研究。E-mail: litingdream@126.com

通信作者: 郝敬虹, 女, 教授, 从事园艺栽培及品质提升技术研究。E-mail: haojinghong2013@126.com

量”和“提升产品品质”等农业可持续发展的目标^[2]。鱼蛋白属于氨基酸类植物生物刺激素,是从鱼类身上提取的一种高效物质,通过一系列加工可以很好地应用在农业生产中^[3]。我国拥有着丰富的渔业资源,但对于鱼类下脚料的利用并不多^[4],如今国内生产高质量鱼蛋白的公司较少。

目前不同品牌的鱼蛋白对不同作物果实品质影响的研究较多,张莹等^[5]对缓苗期和授粉期的小型西瓜施用鱼蛋白,发现不仅对叶面积有促进效果,且能显著提高小型西瓜可溶性固形物、可溶性蛋白和抗坏血酸含量。姚红艳等^[6]向芥蓝叶面喷施普利登鱼蛋白肥后,芥蓝的茎叶、产量以及品质均有所提升。李婷等^[7]对比了喷施鱼蛋白与甘氨酸对网纹甜瓜品质提升的效果,发现施用鱼蛋白的网纹甜瓜品质更优。翟晓芳等^[8]在草莓坐果后施用不同浓度威海温喜的鱼优蛋白肥料,发现施用量为 $15\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时草莓品质最佳。王海英等^[9]对口感型番茄种植期间施用蛋白肥的研究表明,蛋白肥不仅能提升产量和品质,还能在一定程度上改良土壤。

网纹甜瓜(*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*)属葫芦科甜瓜属,是厚皮甜瓜亚种中的一个变种,不仅具有较高的糖度和品质、独特的口感和风味,还拥有优美的网状裂纹,是全世界十大水果之一^[10]。种植网纹甜瓜经济效益较好,近年我国的网纹甜瓜产业发展迅猛,栽培中的问题也逐渐显现出来,笔者在前期筛选出最适宜氨基酸类生物刺激素的基础上^[7],通过叶面喷施鱼蛋白氨基酸类生物刺激素,改善网纹甜瓜生长的微环境,分析比较网纹甜瓜果实品质,以期探索出最佳的喷施时间和浓度,核算施用成本,最终指导网纹甜瓜生产。

1 材料与方 法

1.1 试验地状况

试验于2021年1—11月在北京市通州区于家务村创业园温室中进行,土壤pH值7.73、全氮含量 $1.69\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、有效磷含量 $230\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、有机质含量 $26.1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、水解性氮含量 $178\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、速效钾含量 $626\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。单行起垄定植,行距1 m、株距0.4 m,吊蔓栽培、单蔓整枝、子蔓留瓜,全生育期浇水、施肥、病虫害防治、地膜覆盖等管理相同。

1.2 材料

供试材料为阿鲁斯粗网类型网纹甜瓜,由上海惠和种业有限公司提供。使用的氨基酸类生物刺激素为海南华研胶原科技股份有限公司生产的鱼

蛋白肽原粉,主要成分是加工冷冻罗非鱼过程中产生的鱼鳞、鱼皮等副产品的酶解产物,总氨基酸含量90%~95%,小肽含量约80%。

1.3 试验设计

1.3.1 喷施不同浓度鱼蛋白处理 春茬试验设置4个处理和1个清水对照,于2021年1月2日播种,2月5日定植,6月1日收获。每个处理种植 100 m^2 ,授粉后第10天起,每7 d向网纹甜瓜植株叶面喷施5 L不同质量浓度的鱼蛋白溶液,质量浓度分别为 $0.25\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (C1)、 $0.50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (C2)、 $1.00\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (C3)、 $2.00\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (C4)和清水对照组(CCK),各处理完全随机排列,至甜瓜成熟共喷施6次。

1.3.2 不同生长时期喷施鱼蛋白处理 秋茬试验设置7个时期处理和1个清水对照,于2021年7月15日播种,8月7日定植,11月15日收获。每个处理种植 60 m^2 ,完全随机排列,使用春茬效果最好的质量浓度 $1.00\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 进行喷施。

表1 不同时期对网纹甜瓜喷施鱼蛋白

处理	时期
P1	8片展开叶喷施1次
P2	16片展开叶喷施1次
P3	8片展开叶喷施1次+16片展开叶喷施1次
P4	授粉后10 d喷施1次
P5	授粉后45 d喷施1次
P6	授粉后10 d喷施1次+授粉后45 d喷施1次
P7	8片展开叶喷施1次+16片展开叶喷施1次+授粉后10 d喷施1次+授粉后45 d喷施1次
PCK	清水喷施

1.4 测定指标

授粉前,每个处理随机选择9株,3株为1次重复,共3次重复。调查株高、茎粗、顶三叶叶面积。用标准卷尺测量株高、叶长、叶宽,用游标卡尺测量茎粗,顶三叶叶面积=叶长×叶宽。

果实成熟后,每个处理随机选9个瓜,3个瓜为1次重复,共3次重复,用电子秤称单瓜质量。将瓜切开后用最小刻度1 mm的刻度尺测量甜瓜纵切面的纵径、横径和果肉厚度,用手持测糖仪测量果实中心、边部的可溶性固形物含量。每个处理取适量的果肉用蒽酮法测量可溶性糖含量,用NaOH滴定法测量有机酸含量,用2,6-二氯靛酚滴定法测量抗坏血酸含量,用索莱宝淀粉含量试剂盒测量淀粉含量。计算果实糖酸比(糖酸比=可溶性糖含量/有机酸含量)。

1.5 数据分析

采用Excel和IBM SPSS Statistics 26软件进行

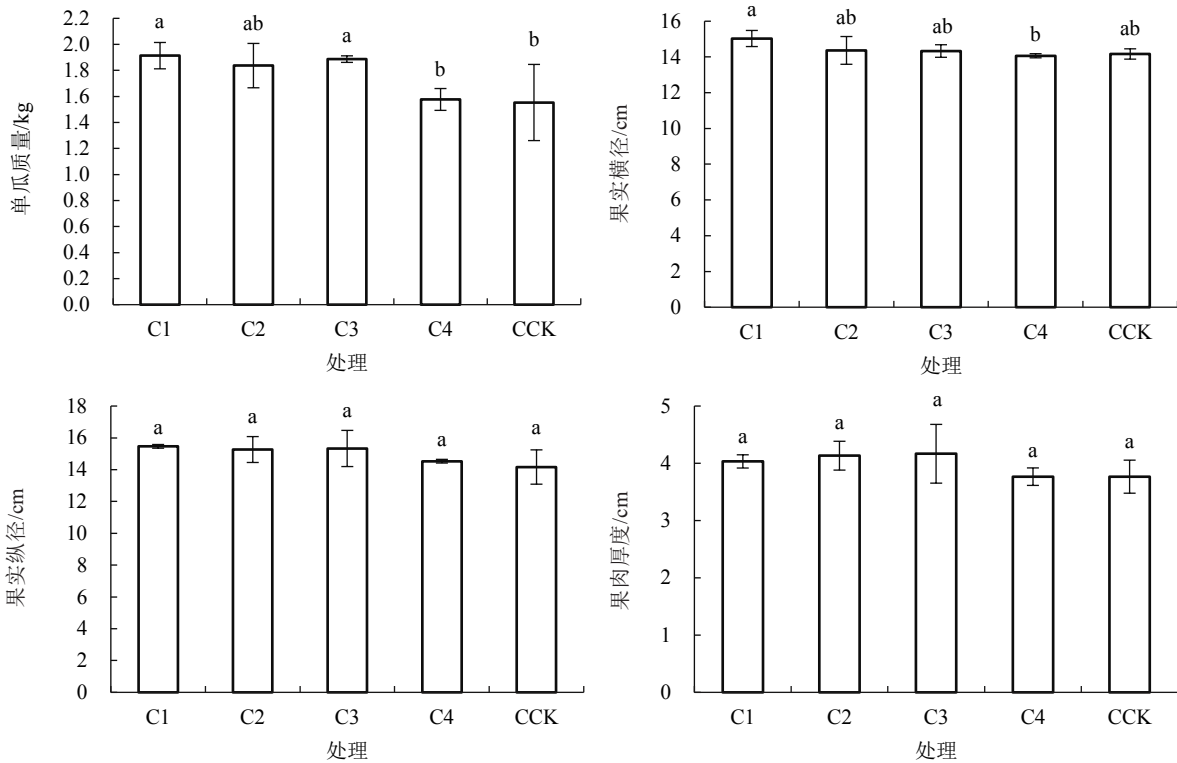
数据纪录和分析,采用单因素(one-way ANOVA)和Duncan法进行方差分析比较。图表中数据为平均值±标准差。

2 结果与分析

2.1 喷施不同浓度鱼蛋白对网纹甜瓜生长的影响

2.1.1 喷施不同浓度鱼蛋白对网纹甜瓜果实生长的影响 由图1可以看出,在网纹甜瓜单瓜质量方面,C1处理的单瓜质量最大,为1.91 kg;C3处理的

单瓜质量次之,为1.89 kg,均显著大于对照组。在果实横、纵径方面,C1处理的果实横径和纵径最大,分别是15.03 cm和15.47 cm。在果肉厚度方面,各处理间无显著差异,但是在计算果肉厚度与果实横径的比例时发现,C2和C3处理的果肉厚度分别占横径的57.48%和58.20%,分别比对照组高了3.85和4.57个百分点,由此推测,喷施适宜浓度的鱼蛋白可以促进果肉的生长。C4处理喷施质量浓度最高,为2.00 g·L⁻¹,单瓜质量、果实横径、纵径以及果



注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同。

图1 不同浓度鱼蛋白对网纹甜瓜果实生长的影响

肉厚度都是4个处理中较小的,与对照组接近,说明高浓度的鱼蛋白对甜瓜的生长并不能起到更好的促进作用。

2.1.2 喷施不同浓度鱼蛋白对网纹甜瓜果实品质的影响 由表2可知,在所有处理中,C3处理果实中心和边部可溶性固形物含量、可溶性糖含量均最

高。C3处理可溶性糖含量达到58.94 mg·g⁻¹,C1和C2处理可溶性糖含量分别为56.36和53.64 mg·g⁻¹,比清水对照组的高出10 mg·g⁻¹以上。不仅是糖含量,网纹甜瓜果实中的酸含量也同样重要,二者共同决定果实的风味品质,各处理间有机酸含量无显著差异,均接近3%。喷施了较低浓度鱼蛋白的处理糖

表2 不同浓度鱼蛋白处理对网纹甜瓜果实品质的影响

处理	w(中心可溶性固形物)/%	w(边部可溶性固形物)/%	w(可溶性糖)/(mg·g ⁻¹)	w(有机酸)/%	糖酸比	w(抗坏血酸)/(mg·100 g ⁻¹)	w(淀粉)/(mg·g ⁻¹)
C1	16.23±0.67 ab	14.80±0.20 a	56.36±3.56 a	3.25±0.59 a	17.34	3.86±0.21 ab	3.00±0.54 c
C2	16.30±0.62 ab	13.40±0.26 ab	53.64±3.50 a	2.99±0.54 a	17.94	3.86±0.42 ab	5.61±0.48 a
C3	17.13±0.60 a	14.93±1.37 a	58.94±1.26 a	3.42±0.15 a	17.23	3.86±0.21 ab	5.25±0.16 a
C4	15.97±0.85 ab	14.87±0.98 a	36.44±2.69 b	3.08±0.52 a	11.83	4.22±0.21 a	3.76±0.26 bc
CCK	15.30±1.50 b	12.63±0.55 b	42.05±4.10 b	2.82±0.26 a	14.91	3.38±0.42 b	4.44±0.57 b

注:同列数据后不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同。

酸比较高,在 17 以上,果肉风味较好。各处理中 C4 处理抗坏血酸含量最高,达到了 $4.22 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$,与对照相比达到显著差异水平,但与 C1、C2、C3 处理均无显著差异。C2 处理淀粉含量最高,为 $5.61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次是 C3 处理,二者之间无显著差异,但均显著高于 CCK。由此可见,质量浓度为 $1.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 C3 鱼蛋白处理能显著提升网纹甜瓜果实的品质。

2.2 不同时期喷施鱼蛋白对网纹甜瓜生长的影响

2.2.1 不同时期喷施鱼蛋白对网纹甜瓜植株生长的影响 由表 3 可以看出,在株高、茎粗方面,部分处理间存在显著差异,其中 P7 处理植株最高大粗壮,株高达到 214.40 cm,茎粗达到 12.37 mm。所有处理中 P6 处理的植株最矮,对照的茎粗最小,仅为 8.54 mm。在顶部第 3 片叶面积的比较上,各处理间无显著差异,叶面积平均为 250 cm^2 。可初步认为,在整个生长期对植株叶片喷施鱼蛋白会促使植株营养生长旺盛。

表 3 不同时期鱼蛋白处理对网纹甜瓜植株生长的影响

处理	株高/cm	茎粗/mm	顶部第 3 片叶面积/ cm^2
P1	204.60±9.53 ab	9.44±0.85 bc	243.70±31.91 a
P2	195.00±11.18 b	10.06±1.96 bc	251.00±17.46 a
P3	197.20±12.21 b	10.16±1.21 bc	265.68±45.84 a
P4	195.40±7.96 b	9.67±0.43 bc	249.70±50.49 a
P5	198.00±16.43 b	10.91±1.21 ab	234.80±41.17 a
P6	188.60±10.36 b	11.17±1.80 ab	263.30±38.87 a
P7	214.40±10.45 a	12.37±2.92 a	232.50±42.25 a
PCK	195.20±10.26 b	8.54±0.02 c	268.55±43.68 a

2.2.2 不同时期喷施鱼蛋白对网纹甜瓜果实生长的影响 由图 2 可以看出,在果肉厚度方面,各处理间无显著差异。在单瓜质量方面,P6 处理的甜瓜单瓜质量最大,P3 处理最小,2 个处理果实单瓜质量相差达到 0.48 kg。在果实横、纵径方面,P6 处理的果实横径和纵径也是最大。统计营养生长阶段 3 个处理(P1、P2、P3)的平均单瓜质量为 1.39 kg,生殖生长阶段 3 个处理(P4、P5、P6)的平均单瓜质量为 1.66 kg。笔者推测,授粉后生殖生长阶段喷施鱼蛋白促进果实发育,增加了单果质量,而授粉前营养生长阶段喷施鱼蛋白促进营养生长,从而可能影响生殖生长,后续还有待进一步深入研究。

2.2.3 不同时期喷施鱼蛋白处理对甜瓜果实品质的影响 由表 4 可知,P6 和 P5 处理的果实中心可溶性固形物含量较高,分别为 18.63%和 18.27%,分别较对照组显著提高 14.29%和 12.09%,P3 处理的

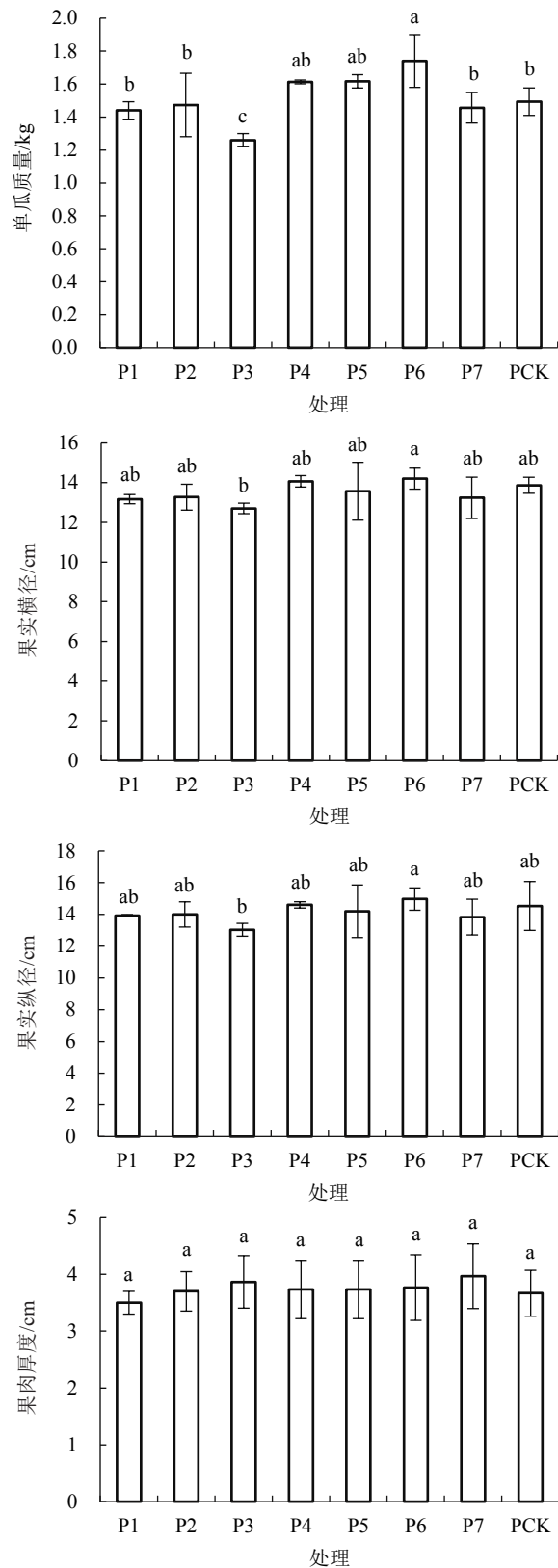


图 2 不同时期喷施鱼蛋白对网纹甜瓜果实生长的影响

果实中心可溶性固形物含量最低。P6 处理边部可溶性固形物含量最高,较对照显著提高了 11.11%。各处理可溶性糖含量由大到小依次为:P6>P5>P2>

表4 不同时期鱼蛋白处理对网纹甜瓜果实品质的影响

处理	w(中心可溶性固形物)/%	w(边部可溶性固形物)/%	w(可溶性糖)/(mg·g ⁻¹)	w(有机酸)/%	糖酸比	w(抗坏血酸)/(mg·100 g ⁻¹)	w(淀粉)/(mg·g ⁻¹)
P1	15.43±0.15 cd	13.53±0.38 bc	33.24±1.54 d	2.51±0.56 ab	13.24	5.18±0.55 ab	4.15±0.12 bc
P2	16.00±0.46 c	13.60±0.53 bc	44.95±4.61 b	3.07±0.74 a	14.64	4.58±0.42 bc	4.17±1.45 bc
P3	15.03±0.95 d	13.17±1.15 c	36.93±2.28 cd	2.26±0.85 ab	16.34	4.22±0.21 c	2.84±0.16 c
P4	17.53±0.32 b	14.60±0.69 abc	43.75±3.41 bc	2.91±0.42 ab	15.03	4.58±0.42 bc	5.96±0.80 a
P5	18.27±0.49 ab	14.97±0.49 ab	59.55±0.12 a	2.18±0.24 ab	27.32	3.86±0.56 cd	4.33±1.18 b
P6	18.63±0.45 a	15.30±0.89 a	63.92±6.19 a	2.67±0.00 ab	23.94	5.66±0.21 a	4.61±0.40 b
P7	17.40±0.56 b	13.57±0.81 bc	42.90±6.31 bc	2.10±0.14 b	20.43	3.98±0.36 cd	6.45±0.27 a
PCK	16.30±0.26 c	13.77±1.07 bc	43.13±3.36 bc	2.51±0.28 ab	17.18	3.38±0.42 d	2.78±0.25 c

P4>PCK>P7>P3>P1, P6 处理网纹甜瓜可溶性糖含量为 63.92 mg·g⁻¹, 较对照显著提高了 48.20%; P1 处理可溶性糖含量最低, 仅为 33.24 mg·g⁻¹。P2 处理有机酸含量最高, 为 3.07%, P7 处理有机酸含量最低, 为 2.10%。所有处理中糖酸比为 13.24~27.32, 最高的是 P5 处理, P6 处理次之。在抗坏血酸含量方面, P6 处理的网纹甜瓜抗坏血酸含量最高, 可以达到 5.66 mg·100 g⁻¹; P5 处理抗坏血酸含量较低, 为 3.86 mg·100 g⁻¹, 仅比对照组高出 0.48 mg·100 g⁻¹。在淀粉含量方面, P7 处理淀粉含量最高, 达 6.45 mg·g⁻¹; P4 处理次之, 为 5.96 mg·g⁻¹; P3 处理淀粉含量最低, 为 2.84 mg·g⁻¹, 与对照无显著差异。

P5 和 P6 处理果实可溶性固形物含量和可溶性糖含量高, 糖酸比高, 果实风味好。2 个处理的共同点是均在网纹甜瓜授粉后 45 d 向叶面喷施了鱼蛋白。由此推测, 授粉后 45 d 是网纹甜瓜生长较为重要的一个时间点, 是网纹甜瓜果实糖、酸等决定风味指标的物质形成和积累的阶段, 此时喷施鱼蛋白能促进这些物质的形成和积累, 提升网纹甜瓜的品质。

3 讨论与结论

3.1 喷施不同浓度鱼蛋白对网纹甜瓜的影响

与根部施肥相比, 对植株叶片喷施肥后, 叶片通过气孔、胞间连丝等方式对养分进行吸收^[11], 肥料用量少, 吸收速率快。在 Roupheal 等^[12]的研究表明, 植物生物刺激素是通过促进菠菜的叶绿素合成从而提高菠菜的品质。Xu 等^[13]在生菜定植后施用 3 次体积分数为 3 mL·L⁻¹ 的鱼蛋白后发现, 通过氨基酸对叶片气孔的直接作用, 施用鱼蛋白能够显著增加生菜叶片的气体交换并且最终提高了生菜叶片的含水量、地上部鲜质量等。在适宜的浓度范围内, 植株吸收养分的速率与浓度呈正相关, 但当浓

度过高出植株承受能力后, 叶片中的养分不能及时被吸收代谢, 会产生枯斑等症状。在笔者研究不同质量浓度的鱼蛋白叶面喷施中, 喷施 1.00 g·L⁻¹ 时果实较大, 且果肉厚度占横径的比例最高; 但喷施质量浓度为 2.00 g·L⁻¹ 处理的单瓜质量和果肉厚度均与对照无显著差异, 这与 Dewang 等^[14]在对菠菜进行施用鱼蛋白水解液的试验中得到的结论一致, 施用 2 mL 水解液的菠菜产量提升了 40%, 而施用 5 mL 和 10 mL 鱼蛋白水解液的菠菜产量并没有提升, 且施用量较高对菠菜的根系产生了不良的影响。

笔者的试验中喷施了 1.00 g·L⁻¹ 鱼蛋白的网纹甜瓜产量较高, 边部和中心可溶性固形物含量均最高, 分别较对照提高 18.21% 和 11.96%, 可溶性糖含量比对照高 16.89 mg·g⁻¹, 甜瓜中的有机酸种类与含量的差别与品种和果实发育阶段有关, 大多数是以柠檬酸为主, 其次也含有苹果酸和琥珀酸等, 糖酸比是评判果实风味的重要指标之一^[15-18], 在本试验中, 喷施了 1.00 g·L⁻¹ 鱼蛋白的网纹甜瓜糖酸比适宜, 果实口感好。许多研究表明, 其他植物在施用鱼蛋白后产量和品质都能得到提升外。潘焯等^[19]通过口感测试让参试者对番茄口感打分, 发现施用 0.3 mL·L⁻¹ 的鱼蛋白后番茄口感更甜更受欢迎。在郑秋玲等^[20]对夏黑葡萄的报道中也表明了这一观点。贺生兵等^[21]在种植辣椒时应用了鱼蛋白, 发现辣椒的品质和产量均有大幅提升, 种植效益明显增加。除对果实品质和产量有提升外, 鱼蛋白在作物抗病性上也有应用。韩凤等^[22]的研究表明, 将鱼蛋白和复合肥料共同施用, 能显著降低连作白术的根腐病发生指数, 笔者的本次试验所有处理及对照组均未发现甜瓜枯萎病、立枯病等土传病害, 故试验结果中未提及分析, 试验场所首次种植该作物, 后期将连续作业并使用鱼蛋白, 再进一步验证其对预防土传病害的作用。

3.2 不同时期喷施鱼蛋白对网纹甜瓜的影响

每种园艺作物在各生长阶段对养分的吸收量是不同的,因此在进行叶面追肥时就要对追肥时期进行严格的把控,保证精准施肥。齐红岩等^[23]的研究证明,在番茄的坐果期、果实膨大期、采收初期和中期需要大量的氮、磷、钾,在这4个时期及时追加叶面肥能大大提升番茄的产量和品质。对于草莓来说,在初花期向叶片喷施硒可以显著提高草莓果实中硒含量^[24]。笔者的试验中,在甜瓜植株打顶授粉前的长叶期,叶面喷施鱼蛋白会使植株生长得较为高大粗壮,但是果实品质却受到了一定影响,营养生长阶段3个处理(P1、P2、P3)的平均单瓜质量为1.39 kg,果实小且果肉的可溶性固形物、可溶性糖含量等品质指标偏低,口感略差。P1、P2和P3处理都是在植株营养生长阶段喷施了鱼蛋白,由于P1处理和P2处理均只喷施了一次鱼蛋白,P3处理分别在8片叶时期和16片叶时期均喷施了鱼蛋白,使得P3处理的果实远小于对照组以及P1和P2处理。由此推测,在长叶期喷施鱼蛋白能够促进植株的营养生长,但是喷施较多的鱼蛋白后,使植株“源-库”关系失衡导致营养生长加速遏制生殖生长^[25]。在授粉后喷施鱼蛋白,3个处理(P4、P5、P6)的平均单瓜质量为1.66 kg,果实膨大较好,可溶性固形物、可溶性糖等品质指标较高,尤其是在授粉后45 d喷施鱼蛋白能显著提升果实品质,P6处理边部和中心可溶性固形物含量分别较对照提高14.29%和11.11%,可溶性糖含量较对照提高了20.79 mg·g⁻¹,P5处理糖酸比最高,果实风味好,能显著提升网纹甜瓜果实的品质。分析原因可能是鱼蛋白中富含的氨基酸和小肽,可以促进果实的成熟,从“源”中更好的调集营养从而提高果实的含糖量和品质。另外在生产力允许的情况下可以在授粉后10 d和授粉后45 d均喷施鱼蛋白,收益更佳。

试验所用鱼蛋白的价格约为80元·kg⁻¹,在网纹甜瓜生长过程中需要施用1次,每667 m²每次需要使用120 g鱼蛋白,共计9.6元,另需要工人携带设备向叶面进行喷施,人工费约50元·次⁻¹,每667 m²共需成本约59.6元,价格低廉并且果实品质有大幅提升,能够提高果实的单价,从而增加农户的收入。在网纹甜瓜授粉后45 d喷施1.00 g·L⁻¹鱼蛋白提质增效明显,未来可以在网纹甜瓜种植过程中推广。

参考文献

- [1] BROWN P, SAA S. Biostimulants in agriculture[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2015, 6: 671.
- [2] CHANDA M J, MERGHOUB N, ARROUSSI H E L. Microalgae polysaccharides: the new sustainable bioactive products for the development of plant bio-stimulants[J]. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2019, 35(11): 177.
- [3] 刘金龙. 鱼蛋白多肽的制备及其在农业生产中的应用[D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2017.
- [4] 本刊讯. 舟山丰宇三立打造国内鱼蛋白肥料引领者地位[J]. *营销界*, 2019(23): 24.
- [5] 张莹, 曾剑波, 马超, 等. 4种功能性肥料对小型西瓜生长发育及品质的影响[J]. *甘肃农业科技*, 2021, 52(4): 4-8.
- [6] 姚红艳, 谷建田, 何洪巨. 三种功能水溶肥对芥蓝生长、产量和品质的影响[J]. *北京农学院学报*, 2021, 36(2): 42-46.
- [7] 李婷, 雷慧, 刘雪莹, 等. 甘氨酸和鱼蛋白在网纹甜瓜上应用效果比较[J]. *北京农学院学报*, 2021, 36(2): 47-51.
- [8] 翟晓芳, 赵京奇, 何瀛, 等. 鱼优蛋白肥料对草莓产量及品质的影响初报[J]. *南方农业*, 2021, 15(4): 45-48.
- [9] 王海英, 吴青林, 吕新明, 等. 口感型番茄健康种植技术要点[J]. *中国蔬菜*, 2020(9): 100-102.
- [10] 彭冬秀, 张若纬, 武云鹏, 等. 甜瓜新品种‘天美55’的选育[J]. *中国瓜菜*, 2019, 32(7): 44-46.
- [11] 李燕婷, 李秀英, 肖艳, 等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展[J]. *中国农业科学*, 2009, 42(1): 162-172.
- [12] ROUPHAEL Y, GIORDANO M, CARDARELLI M, et al. Plant- and seaweed-based extracts increase yield but differentially modulate nutritional quality of greenhouse spinach through biostimulant action[J]. *Agronomy-Basel*, 2018, 8(7): 126.
- [13] XU C P, MOU B Q. Drench application of fish-derived protein hydrolysates affects lettuce growth, chlorophyll content, and gas exchange[J]. *HortTechnology*, 2017, 27(4): 539-543.
- [14] DEWANG S P, USHA D C. Influence of soil- application of fish-protein hydrolysate liquid on growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) [J]. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 2021, 40(1): 69-75.
- [15] FLORES F B, MARTINEZ- MADRID M C, SANCHEZ- HIDALGO F J, et al. Differential rind and pulp ripening of transgenic antisense ACC oxidase melon[J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2001, 39(1): 37-43.
- [16] BURGER Y, SA'AR U, DISTELFELD A, et al. Development of sweet melon (*Cucumis melo*) genotypes combining high sucrose and organic acid content[J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2003, 128(4): 537-540.
- [17] 赵珊, 吴娇, 何燕, 等. 不同授粉方式对设施网纹甜瓜品质的影响[J]. *中国瓜菜*, 2021, 34(12): 41-46.
- [18] 汤谧, 别之龙, 吴明珠, 等. 甜瓜果实发育中有机酸和相关代谢酶活性变化[J]. *中国瓜菜*, 2019, 32(8): 233-234.
- [19] 潘焯, 谢贞清, 金娟. 鱼蛋白有机肥料对番茄果实甜度及风味的影响[J]. *农业工程技术*, 2021, 41(10): 62-64.
- [20] 郑秋玲, 卢建声, 刘军鹏, 等. 不同类型液体肥复合施用对设施夏黑葡萄生长及果实品质的影响[J]. *烟台果树*, 2022(1): 9-11.
- [21] 贺生兵, 朱建强, 马静. 鱼蛋白系列肥料在温室辣椒上的肥效试验报告[J]. *农业科技与信息*, 2021(18): 17-19.
- [22] 韩凤, 肖忠, 刘杰, 等. 施用不同肥料对连作白术产量及质量的影响[J]. *植物保护*, 2021, 47(3): 76-82.
- [23] 齐红岩, 李天来, 郭泳, 等. 日光温室番茄长季节栽培条件下植株营养元素吸收特性的研究[J]. *沈阳农业大学学报*, 2000, 31(1): 64-67.
- [24] 王晓芳, 罗章, 万亚男, 等. 叶面喷施不同形态硒对草莓吸收和转运硒的影响[J]. *农业资源与环境学报*, 2016, 33(4): 334-339.
- [25] 林多, 黄丹枫, 杨延杰, 等. 钾素水平对网纹甜瓜矿物质元素积累及果实品质的影响[J]. *华北农学报*, 2007, 22(6): 1-4.