

膜下滴灌不同水·肥·密度处理对加工番茄产量及品质的影响

陈宇¹, 马捷¹, 刘燕², 高婧², 徐广祥¹, 杨卓儒¹, 高强¹, 王永^{2*}

(1. 巴彦淖尔市农牧业科学研究院, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 2. 内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古呼和浩特 010031)

摘要 为探明适宜河套地区加工番茄膜下滴灌生产的灌水量、施肥量与种植密度, 以早熟加工番茄品种 IVF1301 为试材, 以充分灌水(W)、当地推荐施肥量(F)并一次性施肥、推荐种植密度(M2)为对照, 设 3 个滴灌水量(高水 W1 100%W、中水 W2 75%W、低水 W3 50%W)、3 个施肥量并分次施肥(高肥 F1 100%F、中肥 F2 75%F、低肥 F3 50%F)和 3 个种植密度(M1 30 000 株/hm²、M2 33 000 株/hm² 和 M3 36 000 株/hm²), 3 因素正交设计, 共 10 个处理, 研究滴灌条件下不同水、肥、密度处理组合及施肥方式对加工番茄产量及品质的影响。结果表明, 相同灌水量、施肥量、种植密度条件下, 分次施肥能达到高产优质高效的目的; 试验条件下滴灌水量、施肥量、种植密度这 3 个因素最优产量组合为处理③(W1F3M3), 其次为处理⑤(W2F2M3), W1、F2、M3 所对应的产量最高, 可作为生产中的最优产量组合。

关键词 加工番茄; 水肥管理; 种植密度; 产量; 品质

中图分类号 S 641.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)22-0059-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.22.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Water, Fertilizer and Density Treatments of Drip Irrigation under Plastic Film on Yield and Quality of Processing Tomato

CHEN Yu¹, MA Jie¹, LIU Yan² et al (1. Bayannur Academy of Agricultural and Animal Sciences, Bayannur, Inner Mongolia 015000; 2. Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031)

Abstract In order to find out the suitable irrigation amount, fertilization amount and planting density of processing tomato under mulch drip irrigation in Hetao Area, IVF1301 was used as the test material, with full irrigation (W), local recommended fertilization amount (F) and one-time fertilization, and recommended planting density (M2) as the control, three drip irrigation water volumes (high water W1 100%W, middle water W2 75%W, low water W3 50%W), three irrigation water volumes (high water W1 100%W, middle water W2 75%W, low water W3 50%W) were set. The effects of different combinations of water, fertilizer and density treatments and fertilization methods on the yield and quality of processing tomato under drip irrigation were studied by orthogonal design with three fertilization rates (high fertilizer F1 100%F, medium fertilizer F2 75%F, low fertilizer F3 50%F) and three planting densities (M1 30 000 plants/hm², M2 33 000 plants/hm² and M3 36 000 plants/hm²). The results showed that under the same irrigation amount, fertilization amount and planting density, the purpose of high yield, good quality and high efficiency could be achieved by multiple fertilization; under the experimental conditions, the optimal yield combination of drip irrigation amount, fertilization amount and planting density was treatment ③ (W1F3M3), followed by treatment ⑤ (W2F2M3), and the corresponding yield of W1, F2 and M3 was the highest, which could be used as the optimal yield combination in production.

Key words Processing tomato; Water and fertilizer management; Planting density; Yield; Quality

河套地区位于内蒙古西部地区, 具有太阳辐射强、光照时间长、昼夜温差大、降雨量稀少等气候特点, 非常适合番茄的生长^[1], 番茄以红色素含量、可溶性固形物含量高而闻名^[2]。目前, 河套地区加工番茄生产面积在全国仅次于新疆, 由于种植效益显著高于其他主要作物, 如小麦、玉米、向日葵等, 已成为当地农民重要的经济来源之一^[3]。近年来, 河套地区加工番茄的种植模式逐渐由大水漫灌向膜下滴灌转变, 膜下滴灌技术将覆膜种植与滴灌灌溉相结合, 是当前最先进的农田灌溉技术之一, 也是地膜栽培技术的扩展和深化, 能够适时地为农作物的生长提供所需的水分和养分^[4], 且田间湿度人为可控性强, 便于病害的预防, 是较理想的番茄灌水方式, 若想将膜下滴灌的优势发挥到最大, 种植技术需要进行相应的改变。研究表明, 施肥方式、滴灌水量、施肥量、栽培密度等因素均会影响加工番茄的产量和品质。李青军等^[5-6]研究表明, 分次施肥可提高肥料利用率, 增加加工番茄产量; 张坤等^[7]、瞿国文^[8]研究表明, 不同灌溉量可显著影响加工番茄的叶面积、产量和品质, 过量灌溉导致产量下降;

张勇等^[9]研究表明, 适宜的加工番茄栽培密度, 有利于固形物含量、红色素含量及产量的提高。河套地区尚无针对加工番茄膜下滴灌技术水、肥、密度三因素配合的研究, 笔者通过设置 3 水平滴灌水量、施肥量和种植密度正交组合, 研究这 3 个因素对加工番茄单株商品果重、单株果重、单果重、产量、可溶性固形物含量、番茄红素含量等指标的影响, 选出最优生产组合, 以期对河套地区膜下滴灌水肥一体化在加工番茄上的运用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2019 年 5—9 月在内蒙古巴彦淖尔市农业科学院杭锦后旗园子渠试验站进行, 试验用地约 0.067 hm², 肥力中上等, 前茬大麦。土壤肥力情况: 有效磷含量 17.4 mg/kg、速效钾含量 190 mg/kg、全氮含量 1.01 g/kg、有机质含量 16.2 g/kg、pH 8.5、全盐含量 0.5 g/kg。

1.2 试验材料 选用中国农业科学院蔬菜花卉所育成的加工番茄早熟品种 IVF1301。采用穴盘育苗方法, 4 月 1 日播种, 5 月 17 日露地定植。

1.3 试验方法 以充分灌水(W, 灌水定额 1 800 m³/hm²^[10])、当地推荐施肥量(F)并一次性施肥、推荐种植密度(M2)为对照, 设 3 个滴灌水量(高水 W1 100%W、中水 W2 75%W、低水 W3 50%W)、3 个施肥量(高肥 F1 100%F、中肥 F2 75%F、

基金项目 河套灌区农业高质量发展关键技术与推广项目; 内蒙古自治区科技计划项目(2020GG0056)。

作者简介 陈宇(1988—), 女, 河北保定人, 助理研究员, 从事蔬菜育种与栽培研究。* 通信作者, 研究员, 从事蔬菜育种与栽培研究。

收稿日期 2021-03-08

低肥 F3 50% F) 和 3 个种植密度 (M1 30 000 株/hm²、M2 33 000 株/hm² 和 M3 36 000 株/hm²), 3 因素正交设计, 共 10 个处理。按照带种肥过磷酸钙 375 kg/hm²、硫酸钾 150 kg/hm²、尿素 150 kg/hm² 换算为小区面积用量后, 对照一次性施入, 其余小区磷、钾肥一次性施入, 氮肥施入 50%, 剩余 50% 以追

肥形式施入。小区面积 40 m², 2 行区, 覆膜种植、滴灌浇水, 大行距 100 cm, 小行距 60 cm。通过水表和阀门控制灌水量, 为了保证缓苗一致, 故各处理间移栽期灌水量无差异。通过计算施肥量在果实膨大期随水施入。各处理施肥量、滴灌水量及时间见表 1 和表 2。

表 1 生育期内各处理施肥量

Table 1 Fertilization amount of each treatment in growth period

施肥时间 Fertilization time	对照施肥量(尿素-硫酸钾-过磷酸钙) Fertilization amount of CK	各处理施肥量(尿素-硫酸钾-过磷酸钙) Fertilization amount of each treatment		
		F1	F2	F3
05-15	150-150-375	75-150-375	56.25-112.5-281.25	37.5-75-187.5
07-15	—	75-0-0	56.25-0-0	37.5-0-0

表 2 生育期内各处理滴灌水量

Table 2 Drip irrigation water volume of each treatment in growth period

水平 Level	05-17 (定植期)	06-04 (苗期)	06-29 (开花坐果期)	07-21 (果实膨大期)	08-06 (结果期)	总计 Total
W1	225	225.00	375.00	750.0	225.00	1 800
W2	225	168.75	281.25	562.5	168.75	1 350
W3	225	112.50	187.50	375.0	112.50	900

1.4 测定项目与方法 产量: 每个处理小区取 3 个重复, 每个重复选取 5 株测产, 将各计产小区分别称重, 计算产量。品质: 在果实成熟期, 每处理各取发育状况相对一致的果实 10 颗测定番茄品质。其中可溶性固形物含量采用手持折射仪测定, 番茄红素含量采用可见分光光度计法^[11]测定。

1.5 数据分析 采用 Microsoft Excel 2010 进行数据计算, 用 SPSS 17.0 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方式对加工番茄产量和品质的影响

不同施肥方式对加工番茄产量和品质的影响见表 3。由表 3 可知, 在相同灌水量、施肥量和种植密度条件下, 分次施肥 (W1F1M2) 比对照一次性施肥产量增加 19 474.53 kg/hm², 增幅 29.68%, 差异显著; 单株商品果数增加 9.8 个, 增幅 24.5%, 差异显著; 单株商品果重增加 0.49 kg, 增幅 24.87%, 差异显著; 单株果重增加 0.53 kg, 增幅 26.90%, 差异显著; 单果重增加 0.56 g, 增幅 1.15%, 差异不显著; 可溶性固形物含量增加 0.3 百分点, 增幅 6.67%, 差异不显著; 番茄红素含量增加 6.7 mg/kg, 增幅 5.84%, 差异显著。

表 3 不同施肥方式对加工番茄产量和品质的影响

Table 3 Effects of different fertilization methods on yield and quality of processing tomato

施肥方式 Fertilization method	单株商品果数 Number of commercial fruits per plant//个	单株商品果重 Commercial fruit weight per plant//kg	单株果重 Fruit weight per plant kg	单果重 Single fruit weight//g	折合产量 Equivalent output kg/hm ²	可溶性固形物含量 Soluble solid content//%	番茄红素含量 Lycopene content mg/kg
一次性施肥 One time fertilization	40.00 b	1.97 b	1.97 b	48.54 a	65 604.00 b	4.5 a	114.7 b
分次施肥 Fractional fertilization	49.80 a	2.46 a	2.50 a	49.10 a	85 078.53 a	4.8 a	121.4 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

2.2 不同处理对加工番茄产量的影响 不同滴灌水量、施肥量和种植密度组合对加工番茄产量的影响见表 4。由表 4 可知, 在所有处理中, 以处理③ (W1F3M3) 的单株商品果数最高, 为 65.98 个, 较其他处理增加 13.98~25.78 个; 处理⑨ (W3F3M2) 的单株商品果重、单株果重、单果重最高, 分别为 3.19 kg、3.24 kg、63.05 g, 较其他处理分别增加 0.28~1.17 kg、0.26~1.14 kg 和 6.17~19.41 g。折合产量位于前二位的是处理③ (W1F3M3)、处理⑤ (W2F2M3), 分别为 111 310.00、107 170.00 kg/hm², 但与其他处理产量未达到显著水平。

2.3 不同处理对加工番茄植株性状和品质的影响 不同滴灌水量、施肥量和种植密度组合对加工番茄植株性状和品质的影响见表 5。由表 5 可知, 在所有处理中, 以处理①

(W1F1M1) 的分枝数最多, 为 8.33 个, 较其他处理多 0.33~1.66 个; 处理⑤ (W2F2M3) 的株高最高, 为 86.33 cm, 较其他处理高 7.0~17.5 cm。处理⑥ (W2F3M1) 的可溶性固形物含量最高, 为 5.5%, 较其他处理高 0.4~0.9 百分点, 与除处理⑦外的其他处理差异显著; 处理② (W1F2M2) 的番茄红素含量最高, 为 128.6 mg/kg, 较其他处理高 7.2~22.9 mg/kg, 与除处理⑤和处理⑨外的其他处理差异显著。

2.4 各因素对加工番茄产量和品质的影响 从表 6 可以看出, 滴灌水量、施肥量、种植密度 3 个因素仅对番茄红素含量有显著影响, 对其余指标均无显著影响。且依据分析结果, 各因素的交互作用均不明显, 故可以不考虑各因素间的交互作用。

表 4 不同处理对加工番茄产量的影响

Table 4 Effects of different treatments on the yield of processing tomato

处理 Treatment	滴灌水量 Drip irrigation water	施肥量 Fertilization amount	种植密度 Planting density	单株商品果数 Number of commercial fruits per plant//个	单株商品果重 Commercial fruit weight per plant//kg	单株果重 Fruit weight per plant kg	单果重 Single fruit weight//g	折合产量 Equivalent output kg/hm ²
①	W1	F1	M1	49.80±5.20 ab	2.46±0.41 a	2.50±0.40 a	48.54±4.09 a	65 760.40±13 576.50 a
②	W1	F2	M2	40.20±10.20 b	2.02±0.58 a	2.10±0.53 a	47.48±4.64 a	98 640.00±32 990.80.00 a
③	W1	F3	M3	65.98±0.23 a	2.84±0.77 a	2.89±0.81 a	43.64±12.11 a	111 310.00±7 229.46 a
④	W2	F1	M2	47.90±0.10 ab	2.13±0.30 a	2.19±0.32 a	44.99±7.26 a	81 642.00±10 733.90 a
⑤	W2	F2	M3	50.30±5.70 ab	2.91±0.86 a	2.98±0.88 a	56.88±11.90 a	107 170.00±44 853.20 a
⑥	W2	F3	M1	49.40±3.40 ab	2.43±0.25 a	2.47±0.23 a	49.49±0.77 a	62 940.00±22 486.00 a
⑦	W3	F1	M3	44.00±6.00 b	2.06±0.33 a	2.10±0.32 a	47.14±0.26 a	75 456.00±15 884.40 a
⑧	W3	F2	M1	48.50±10.50 ab	2.62±0.56 a	2.63±0.55 a	54.36±0.46 a	74 910.00±16 928.10 a
⑨	W3	F3	M2	52.00±4.00 ab	3.19±0.34 a	3.24±0.29 a	63.05±10.46 a	86 856.00±25 574.60 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

表 5 不同处理对加工番茄植株性状和品质的影响

Table 5 Effects of different treatments on plant characters and quality of processing tomato

处理 Treatment	滴灌水量 Drip irrigation water amount	施肥量 Fertilization amount	种植密度 Planting density	分枝数 Branch number 个	株高 Plant height cm	可溶性固形物含量 Soluble solid content %	番茄红素含量 Lycopene content mg/kg
①	W1	F1	M1	8.33	76.33	4.80±0.10 b	116.70±2.10 b
②	W1	F2	M2	6.67	79.33	4.60±0.20 b	128.60±3.90 a
③	W1	F3	M3	8.00	74.50	4.80±0.10 b	118.10±1.90 b
④	W2	F1	M2	7.67	68.83	4.80±0.10 b	107.40±2.10 c
⑤	W2	F2	M3	7.67	86.33	4.60±0.20 b	120.90±3.30 ab
⑥	W2	F3	M1	8.00	77.50	5.50±0.20 a	105.70±0.00 c
⑦	W3	F1	M3	7.50	70.33	5.10±0.10 ab	117.80±1.10 b
⑧	W3	F2	M1	7.67	73.83	4.90±0.10 b	116.30±2.90 b
⑨	W3	F3	M2	7.17	76.00	4.80±0.20 b	121.40±2.50 ab

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

表 6 各因素对加工番茄产量和品质影响的显著性

Table 6 Significance of various factors on yield and quality of processing tomato

因素 Factor	单株商品果数 Number of commercial fruits per plant	单株商 品果重 Commercial fruit weight per plant	单株果重 Fruit weight per plant	单果重 Single fruit weight	折合产量 Equivalent output	分枝数 Branch number	株高 Plant height	可溶性固 形物含量 Soluble solid content	番茄红素 含量 Lycopene content
滴灌水量 Drip irrigation water	0.937	0.120	0.903	0.911	0.980	0.213	0.207	0.080	0.018 *
施肥量 Fertilization amount	0.362	0.205	0.285	0.297	0.518	0.592	0.095	0.187	0.007 * *
种植密度 Planting density	0.321	0.448	0.301	0.204	0.342	0.593	0.492	0.422	0.050 *

注: * 表示差异显著($P < 0.05$), ** 表示差异极显著($P < 0.01$)。滴灌水量的自由度 $df = 2$, 施肥量的自由度 $df = 2$, 种植密度的自由度 $df = 2$ Note: * indicated significant difference ($P < 0.05$), ** indicated extremely significant difference ($P < 0.01$). The degree of freedom of drip irrigation water quantity $df = 2$, the degree of freedom of fertilization $df = 2$, and the degree of freedom of planting density $df = 2$

从表 7 可以看出,滴灌水量、施肥量、种植密度这 3 个因素对产量的影响程度表现为种植密度>施肥量>滴灌水量,且最优组合为 W1F2M3。

表 7 各因素不同水平下加工番茄总产量的均值和极差

Table 7 Average and range of total yield of processing tomato under different levels of various factors

项目 Item	滴灌水量 Drip irrigation water	施肥量 Fertilization amount	种植密度 Planting density
R_1	91 903.47	74 286.13	67 870.13
R_2	8 3917.33	93 573.33	89 046.00
R_3	79 074.00	87 035.33	97 978.67
R	12 829.47	19 287.20	30 108.53

3 讨论与结论

该研究结果表明,施肥方式对河套地区加工番茄产量的影响很大,相比一次性施肥,分次施肥能够增加番茄产量 19 474.53 kg/hm²,增幅 29.68%;单株红果个数增幅 24.5%,单株商品果重增幅 24.87%;单株果重增幅 26.90%,单果重增幅 1.15%,可溶性固形物含量增幅 6.67%,番茄红素含量增幅 5.84%。由此可见,相同灌水量、施肥量、种植密度条件下,分次施肥能达到高产优质高效的目的。

综合考虑水、肥、密度的协同效应、节水节肥及增产优质等因素,试验条件下滴灌水量、施肥量、种植密度这 3 个因素最优产量组合为处理③(W1F3M3),其次为处理⑤(W2F2M3)。

(下转第 64 页)

表4 不同处理对辣椒幼苗农艺性状的影响

Table 4 Effects of different treatments on the agronomic traits of pepper seedlings

cm

处理编号 Treatment code	株高 Plant height	叶长 Leaf Length	叶宽 Leaf width	茎粗 Stem diameter
T ₁	13.73±0.06 de	5.51±0.34 c	2.40±0.02 e	0.28±0.00 c
T ₂	13.78±0.15 de	5.15±0.03 d	2.30±0.02 f	0.26±0.00 d
T ₃	14.31±0.25 bc	5.77±0.17 c	2.48±0.01 cd	0.29±0.00 c
T ₄	14.57±0.24 b	6.14±0.00 b	2.53±0.01 bc	0.31±0.01 b
T ₅	15.26±0.09 a	7.06±0.13 a	2.65±0.02 a	0.34±0.00 a
T ₆	14.29±0.08 bc	5.75±0.15 c	2.45±0.01 de	0.28±0.00 c
T ₇	13.43±0.46 e	6.46±0.27 b	2.57±0.02 b	0.32±0.01 b
T ₈	14.32±0.31 b	6.38±0.27 b	2.60±0.01 b	0.31±0.01 b
T ₉	13.92±0.22 cd	6.82±0.16 a	2.57±0.11 b	0.32±0.01 b

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences at 0.05 level

配方不同而表现差异, T₅ 处理第 40 天的出苗率、成苗率最高, 显著高于其他基质配方处理。T₅ 处理的辣椒幼苗农艺性状显著高于其他配方处理基质。试验结果显示, 以辣椒秸秆作为添加物的配方基质, 虽然有些配方不属于理想基质要求, 但辣椒秸秆的增加配比能够显著提升幼苗农艺性状生长的增加, 具有较好的育苗效果, 推测原因包括 2 方面: 一方面辣椒秸秆对茄科蔬菜化感抑制效应明显, 对茄科蔬菜幼苗生长表现为正效应, 且随换填时间的延长互惠效应增强, 同时在秸秆堆肥过程产生高温分解了化感物质^[14]; 另一方面, 辣椒秸秆的有机质含量较高, 而较高的有机质含量能够显著促进幼苗的生长发育, 提供必需的能源物质^[15]。

参考文献

- [1] 王立浩, 张宝玺, 张正海, 等. 辣椒遗传育种研究进展[J]. 园艺学报, 2020, 47(9): 1727-1740.
- [2] 叶英林, 陈娟, 张西露, 等. 国内辣椒秸秆废弃物资源化利用研究进展[J]. 长江蔬菜, 2020(24): 48-52.
- [3] 马艳, 班婷, 郭兆峰, 等. 基于超细粉碎机的棉花秸秆基质对黄瓜穴盘育苗试验研究[J]. 中国农机化学报, 2020, 41(2): 196-199, 205.
- [4] 周娟娟, 魏巍, 秦爱琼, 等. 水分和添加剂对辣椒秸秆青贮品质的影响

- [J]. 草业学报, 2016, 25(2): 231-239.
- [5] 李贞霞, 任秀娟, 祁雪娇, 等. 辣椒秸秆生物炭对酸化土壤交换性能及酶活性的影响[J]. 西北农业学报, 2019, 28(1): 117-124.
- [6] 王霞, 郝树芹. 辣椒秸秆复合基质对西瓜育苗质量的影响[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(3): 31-35.
- [7] 杨冬艳, 桑婷, 冯海萍, 等. 番茄和辣椒秸秆还田对自身蔬菜幼苗生长及根系酶活性的影响[J]. 上海农业学报, 2020, 36(5): 23-28.
- [8] 徐著, 周华萍, 李水凤. 秸秆等有机废弃物对辣椒生长及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(10): 1828-1829.
- [9] 张文文, 叶童童, 徐肖肖, 等. 秸秆发酵人工草炭对辣椒育苗的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(31): 128-130.
- [10] 任兰天, 刘庆, 唐飞, 等. 腐熟小麦秸秆复合育苗基质对辣椒穴盘育苗的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(23): 37-39, 79.
- [11] 李谦盛, 裴晓宝, 郭世荣, 等. 复配对芦苇末基质物理性状的影响[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(3): 23-26.
- [12] 程斐, 孙朝晖, 赵玉国, 等. 芦苇末有机栽培基质的基本理化性能分析[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(3): 19-22.
- [13] 于秀针, 张彩虹, 姜鲁艳, 等. 不同配比椰糠与沙土对番茄育苗效果的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(6): 45-47.
- [14] 杨冬艳, 桑婷, 冯海萍, 等. 番茄与辣椒秸秆不同还田方式对茄果类蔬菜幼苗生长的影响[J]. 福建农业学报, 2020, 35(3): 273-279.
- [15] 艾娟娟, 厚凌宇, 邵国栋, 等. 不同林业废弃物配方基质的理化性质及其对西桦幼苗生长效应的综合评价[J]. 植物资源与环境学报, 2018, 27(2): 66-76.

(上接第 61 页)

W1、F2、M3 所对应的产量最高, 可作为生产中的最优产量组合。该量化指标为河套地区膜下滴灌技术在加工番茄上的应用提供水、肥、密度综合管理理论依据, 对当地加工番茄高产优质高效生产和水肥一体化技术的进一步应用具有重要的生产意义。

参考文献

- [1] 陈宇, 徐广祥, 高强, 等. 内蒙古巴彦淖尔市番茄产业现状、问题与发展建议[J]. 农业工程技术, 2020, 40(32): 17-18.
- [2] 张旭, 史有国, 杜敏霞, 等. 河套地区加工番茄高产优质栽培技术[J]. 内蒙古农业科技, 2014, 42(6): 84, 98.
- [3] 史有国, 张旭, 罗建新, 等. 加工番茄新品种巴番 1 号的选育[J]. 内蒙古农业科技, 2012, 40(6): 101-102.

- [4] 赵娜, 冯君伟, 李晓红, 等. 不同滴灌专用肥对河套灌区玉米生长发育及产量的影响[J]. 北方农业学报, 2018, 46(6): 58-63.
- [5] 李青军, 张炎, 胡伟, 等. 施肥方式对滴灌加工番茄干物质积累、养分吸收和产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(4): 93-98.
- [6] 刘梅, 班世红, 刘爱业, 等. 内蒙古杭锦旗番茄氮肥不同施用时期的研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(32): 11302-11303.
- [7] 张坤, 刁明, 张筱茜, 等. 不同灌溉量对同加工番茄品种的产量和品质的影响[J]. 园艺与种苗, 2018, 38(2): 1-6, 35.
- [8] 瞿国文. 不同灌水量对加工番茄生长及产量的影响[J]. 新疆农垦科技, 2014, 37(6): 19-20.
- [9] 张勇, 杨红, 赵家宏. 加工番茄密度对比试验总结[J]. 新疆农业科技, 2002(8): 77.
- [10] 郭克贞, 徐冰, 田德龙, 等. 河套灌区加工番茄膜下滴灌技术规程: DB/15T 906—2015[S]. 呼和浩特: 内蒙古自治区质量技术监督局, 2015.
- [11] 滕秀兰, 蒲陆梅, 王兴民. 分光光度法测定番茄红素[J]. 理化检验(化学分册), 2013, 49(11): 1385-1386, 1388.