

缓释尿素与普通尿素配施在加工番茄上的作用效果

段玉^{1,2} 侯建伟^{1,2} 张君^{1,2} 史有国³ 景宇鹏^{1,2}

(1. 内蒙古农牧业科学院资源环境与检测技术研究所, 内蒙古 呼和浩特, 010031; 2. 农业部内蒙古耕地保育科学观测实验站, 内蒙古 呼和浩特, 011705; 3. 巴彦淖尔市农牧业科学院, 内蒙古 巴彦淖尔市, 015000)

摘要: 为研究两个不同氮用量下缓释尿素 (CRU) 与普通尿素 (RU) 不同配比对加工番茄的作用效果, 采用大田小区试验进行了 100% 和 80% 推荐氮用量下, CRU 与 RU 掺混施用对番茄产量、生理指标、氮肥利用率及土壤矿质氮残留的影响。结果表明: 施用氮肥显著增加了番茄的产量、株高、分枝数、单株结果数、单株重和可溶性固形物, 较不施氮肥分别提高 75.9%–136.9%、15.0%–45.6%、2.7%–13.7%、80.0%–150.0%、66.7%–141.7% 和 10.7%–32.1%。总氮量减量 20% 时, 普通尿素与缓释尿素掺混产量相近且与 100% 推荐施氮量没有显著差异; 施用缓释尿素番茄的秸秆和果实的含氮量高于不施缓释尿素处理, 100% 推荐施氮量的氮素利用率缓释尿素单施和缓释尿素与普通尿素配施, 比普通尿素一次基施 (RU100% B) 分别高 15.2–20.2 个百分点。80% 推荐施氮量的氮素利用率, 缓释尿素单施和缓释尿素与普通尿素配施比普通尿素一次基施分别高 18.4–20.9 个百分点和 15.2–21.8 个百分点。加工番茄收获后, 施氮处理的土壤中铵态氮和硝态氮含量略高于不施氮处理, 但差异不显著。因此综合考虑番茄产量、生理指标、氮肥利用率及土壤矿质氮残留情况下, 减少 20% 施氮量用缓释尿素或缓释尿素与普通尿素配合使用可以代替 100% 推荐施氮量, 且 80% 推荐施氮量: 70% CRU 基施 + 30% RU 开花期施处理效果最佳。

关键词: 番茄; 缓释尿素; 产量; 氮肥利用率; 氮残留

内蒙古河套灌区光热资源丰富、昼夜温差大、气候干燥, 有利于红色素和干物质的形成, 气候条件与新疆相似, 非常适宜番茄生长, 所产番茄的红色素、可溶性固形物含量高, 霉菌、病害少, 品质优。河套灌区是我国第二大加工番茄生产地, 播种面积最大时达到 8 万公顷, 近年来由于市场价格影响, 播种面积有所缩小。氮、磷、钾的不同配比对加工番茄产量有显著影响, 施肥不足造成产量下降, 但过量施肥造成旺长, 氮素对加工番茄生长影响最大^[1]。施肥具有提高产量和生物学性状的作用, 氮磷钾肥施用过量并没有增产, 生物学性状在施肥过量情况下并不与产量具有很好的相关性^[3]。张小玲^[4] 等对施用不同控释肥料对加工番茄产量的影响研究表明, 施用控释肥料加工番茄产量最高, 氮磷钾比例 1 : 0.6 : 0.5, 氮磷钾用量为: N 18.4 公斤 / 亩, P₂O₅ 7.2 公斤 / 亩, K₂O 6 公斤 / 亩。张炎^[5] 等通过施钾对加工番茄产量和品质的影响研究得

出, 氮钾比 1 : 0.8, 加工番茄高产的氮磷钾用量为: N 12 公斤 / 亩, P₂O₅ 7.2 公斤 / 亩, K₂O 9.6 公斤 / 亩。研究两个氮素用量下缓释尿素 (CRU) 与普通尿素 (RU) 的不同配比对加工番茄生长发育、产量、氮磷钾利用效率和土壤矿质氮积累的影响, 对于减少氮肥用量, 提高肥料利用率, 增产增收有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 试验地点概况

试验地设在巴彦淖尔市农牧业科学院园子渠试验站内, 占地 1.8 亩。2015 年 5 月至 2015 年 9 月番茄生长季总降水量 54.5 毫米, 总日照时数 1053.8 小时, 总积温 2187.7℃ (表 1), 试验地肥力中等 (表 2)。

表 1 加工番茄生育期气象资料

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	合计
降水量 (毫米)	0	5.7	18.1	4.4	26.3	54.5
日照时数 (时)	64.8	304.1	226.1	332.7	126.1	1053.8
积温 (℃)	132	639.8	490.5	686.8	238.6	2187.7

资料来源: 临河区气象观测站。

表 2 土壤基础养分状况

深度 (厘米)	pH	有机质	全盐	全氮 全磷 全钾			有效磷 速效钾 碱解氮		
				(克/公斤)			(毫克/公斤)		
0-20	8.8	13.0	0.58	0.80	0.40	20.0	26.2	130	73
20-40	8.9	12.3	0.52	0.73	0.56	17.5	21.5	130	70

1.2 供试作物及品种

加工番茄：屯河 48

氮肥品种：缓释尿素（CRU 由 Agrium（加阳公司）提供）、普通尿素（RU）（当地购买）。

1.3 试验设计

试验设 9 个处理（表 1），每个处理 3 次重复，采用随机区组排列。小区面积长 6 米 × 宽 5.1 米 = 30.6 平方米，6 行区，覆膜种植，滴灌浇水，大行 110 厘米，小行 60 厘米，株距 40 厘米，密度每亩 1900 株。氮磷钾用量根据土壤测试结果和产量目标以及经验确定，各处理磷钾肥全部基施。各处理如下：

- (1) CK（不施氮）；
- (2) 100% 推荐施氮量，全部 RU 按农民习惯施肥；
- (3) 100% 推荐施氮量，全部 CRU 基施；
- (4) 100% 推荐施氮量，60% CRU 基施 + 20% RU 开花期施 + 20% RU 果实膨大期施；
- (5) 100% 推荐施氮量：70% CRU 基施 + 30% RU 开花期施；
- (6) 80% 推荐施氮量，全部 RU 按农民习惯施肥；
- (7) 80% 推荐施氮量，全部 CRU 基施；
- (8) 80% 推荐施氮量，48% CRU 基施 + 16% RU 开花期施 + 16% RU 果实膨大期施；
- (9) 80% 推荐施氮量：56% CRU 基施 + 24% RU 开花期施。

1.4 田间管理

3 月中旬条碌碌地保墒，4 月 25 日旋耕一遍，条碌镇压，4 月 30 日机器铺滴灌带、覆膜。3 月 28 日加工番茄温室播种育苗，5 月 5 日定苗，5 月 26 日露地定植、滴灌浇水，6 月 28 日锄草，7 月 5 日、7 月 28 日分别滴灌一次，每次灌水量 20 毫米，9 月 15 日收获。各处理磷钾肥全部基施，氮肥施用量严格按照施肥方案进行。5 月 26 日露地定植时在距番茄种植行 20 厘米处开沟，将基施肥均匀施入；6 月 28 日对各处理进行花期追肥，在距番茄植株 30 厘米处用点播器将肥料施入；7 月 20 日对各处理进行膨大期追肥，在距番茄植株 30 厘米处用点播器将肥料施入。

1.5 测试项目与方法

番茄产量：提前在每个小区内划定测产区，在番茄采收期，每次收获时将测产区内的成熟果实收获称重，计算产量，并通过秸秆与果实比例计算秸秆产量。

农艺性状：定点定株定期观察（共调查 50 株），详实记录生育期并根据调查的株数计算分枝数、株高、单株果数、红果率、单株重、单果重。

可溶性固形物：采用 GB10788—89 中折光计法测定其百分含量；

N 利用率 (%) = (施肥区植物吸收的养分量 - 不施肥区植物吸收的养分量) × 100 / 施肥量；

全 N：浓 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮，凯氏定氮法；

硝态氮：紫外分光光度法；

铵态氮：靛酚蓝比色法。

表 3 加工番茄缓释尿素试验施肥方案

处理	养分施用量 (公斤/公顷)			
	缓释尿素 (N)	普通尿素 (N)	P_2O_5	K_2O
1、CK（不施氮）	0	0	150	180
2、RU100%B (FP)	0	270	150	180
3、CRU 100%B	270	0	150	180
4、CRU 60%B+RU20%T (F) +RU20%T (E)	162	108	150	180
5、CRU 70%B +RU30%TF	189	81	150	180
6、RU80% (FP)	0	216	150	180
7、CRU 80%B	216	0	150	180
8、CRU48%B+16% RUFT + 16% RUET	129.6	86.4	150	180
9、CRU56%B+RU24%TF	151.2	64.8	150	180

1.6 数据分析

采用 Excel 及 DPS7.5 统计分析软件 LSD 法对试验数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对加工番茄产量性状的影响

由表 4 可知, 不施氮肥处理 (CK) 的分枝数、株高、单果数、单株重都最低, 不施氮肥处理收获时的红果率最高, 单果重 CRU48%B+RU16%T+RU16% T 和 CRU56%B+RU24%T 花期较高。

三, 普通尿素 一次性基施产量最低与缓释尿素 60% 基施 + 普通尿素 20% 花期追施 + 普通尿素 20% 膨大期追施 (CRU 60%B+RU20%T (花期)+RU20%T (膨大期)) 差异显著。在 80% 推荐施氮量时, 全部施用缓释尿素一次基施产量最高, 其次缓释尿素 60% 基施 + 普通尿素 20% 花期追施 + 普通尿素 20% 膨大期追施 (CRU48%B+16% RUFT + 16% RUET), 缓释尿素 70% 基施 + 普通尿素 30% 花期追施产量位列第三, 这三个处理比普通尿素 80% 基施 (RU80%B) 增产 30% 左右, 差异达到显著水平。总氮量较农民习惯用量减量 20% 时, 除普通尿素一次性基施产量较低外, 其余三个处理产量相近并与 100% 推荐施

表 4 不同施肥处理对加工番茄产量性状的影响

处理	分枝数 (个)	株高 (厘米)	单株果数 (个)	红果率 (%)	单株重 (公斤)	单果重 (克)
CK (不施氮)	7.3	51.5	30	77.5	2.4	80.2
RU100%B (农民习惯)	7.5	59.2	54	56.0	4.0	75.2
CRU 100%B	8.2	75.0	71	44.7	5.0	70.5
CRU60%B+RU20%T+RU20%T	8.3	66.0	75	50.0	5.8	77.2
CRU 70%B +RU30%T	7.5	64.0	73	39.3	5.8	79.7
RU80% (农民习惯)	8.2	69.3	75	47.8	5.7	75.9
CRU 80%B	7.8	74.2	65	46.7	5.0	76.9
CRU48%B+RU16%T+RU16% T	7.8	61.7	67	44.4	5.8	87.6
CRU56%B+RU24%T 花期	8.7	72.5	67	48.6	5.8	87.0

2.2 不同施肥处理对加工番茄产量的影响

由表 5 可知, 施用氮肥加工番茄的产量增产达到极显著水平。比不施肥处理增产 3300-6333 公斤/亩, 增产率为 71.4%-136.9%。在 100% 推荐施氮量下, 缓释尿素 60% 基施 + 普通尿素 20% 花期追施 + 普通尿素 20% 膨大期追施 (CRU 60%B+RU20%T (花期)+RU20%T (膨大期)) 处理产量最高, 全部施用缓释尿素基施产量次之, 缓释尿素 70% 基施 + 普通尿素 30% 花期追施产量位列第

氮量没有显著差异。说明减少 20% 施氮量用缓释尿素或缓释尿素与普通尿素配合使用可以代替 100% 推荐施氮量。

施用氮肥比不施肥处理 (CK) 加工番茄的可溶性固形物增加 0.7-1.5 个百分点, CRU 100%B 处理的固形物含量最高, 其次是 CRU48%B+16% RUFT + 16% RUET、CRU 60%B+RU20%T (F)+RU20%T (E) 和 CRU 60%B+RU20%T (F)+RU20%T (E) 与不施氮肥处理差异达到极显著水平 (表 5)。

表 5 不同施肥处理对加工番茄产量性状的影响

处理	番茄产量 (公斤/亩)	增产 (%)	增产 (%)	秸秆产量 (公斤/亩)	可溶性固形物 (克/100克)
CK (不施氮)	4627c	--	--	322.7d	4.67 c
RU100%B (农民习惯)	8133b	3506.7	75.9	437.3 c	5.33 bc
CRU 100%B	9533ab	4906.7	106.2	456.0ab	6.17 a
CRU60%B+RU20%T+RU20%T	10953a	6333.3	136.9	522.7abc	5.50 ab
CRU 70%B +RU30%T	9460ab	4833.3	104.6	551.3 ab	5.17 bc
RU80% (农民习惯)	7920b	3300.0	71.4	436.0bc	5.33 bc
CRU 80%B	9327ab	4706.7	101.8	546.0a	5.17 bc
CRU48%B+RU16%T+RU16% T	9327ab	4700.0	101.7	608.0a	5.67 ab
CRU56%B+RU24%T 花期	9267ab	4646.7	100.5	646.0a	5.83 ab

施用氮肥加工番茄的秸秆产量比不施肥处理增产 101.8–253.6 公斤 / 公顷，增产率为 30.4%–75.6%，达到极显著差异水平（表 5）。

2.3 不同氮素处理对氮素吸收利用的影响

表 6 结果表明，不施氮处理的秸秆含氮量和果实含氮量最低，吸收氮素量（N）最少，为 123.1 公斤 / 公顷，与所有施氮处理差异显著，CRU 60%B+RU20%T（花期）+RU20%T（膨大期）吸收氮量最高，与不施氮肥处理和 100% 用普通尿素基施差异显著，与其他处理没有显著差异。

从氮素利用率来看，100% 推荐施氮量的氮素利用率依次为 CRU 60%B+RU20%T（花期）+RU20%T（膨大期）> CRU100%B > CRU70%B +RU30%T（花期），比普通尿素一次基施（RU100%B）分别高 20.2、18.4 和 15.2 个百分点。80% 推荐施氮量的氮素利用率依次为 CRU56%B+RU24%T（花期）> CRU 80%B > CRU48%B+ RU16%T（花期）+RU16% T（膨大期）比普通尿素一次基施（RU80%B）分别高 21.8、20.9 和 20.3 个百分点。

2.4 不同氮素处理对收获后土壤氮素的影响

由表 7 看出，不同施氮处理加工番茄收获后的土壤硝态氮含量最低，但是与其他施氮处理没有显著差异。铵态氮也是不施氮肥处理最低，且与其他处理之间没有显著差异。矿质氮含量以不施氮肥处理最低，比施氮处理低 1.8–7.0 毫克 / 公斤，但各处理之间没有显著差异。说明缓释尿素在土壤中没有多少残留。



表 6 不同施肥处理对加工番茄氮素含量及利用率的影响

处理	秸秆含氮量 (%)	果实含氮量	吸 N 量 (公斤 / 公顷)	N 利用率 (%)
CK (不施氮)	1.303	0.084	123.1c	--
RU100%B (农民习惯)	1.727	0.107	243.8 b	44.7
CRU 100%B	1.527	0.120	293.6 ab	63.1
CRU60%B+RU20%T+RU20%T	1.610	0.102	298.3a	64.9
CRU 70%B +RU30%T	1.653	0.105	284.7 ab	59.9
RU80% (农民习惯)	1.700	0.111	248.0 ab	57.8
CRU 80%B	1.653	0.108	293.0 ab	78.7
CRU48%B+RU16%T+RU16% T	1.630	0.110	291.9 ab	78.1
CRU56%B+RU24%T 花期	1.560	0.113	295.0ab	79.6

表 7 不同施氮处理对收获后 0–20 厘米矿质氮含量的影响

处理	(毫克 / 公斤)					
	铵态氮		硝态氮		矿质氮	
	0–20 厘米	20–40 厘米	0–20 厘米	20–40 厘米	0–20 厘米	20–40 厘米
CK (不施氮)	16.3	17.6	8.6	10.3	24.9	27.9
RU100%B (农民习惯)	17.4	16.4	11.2	11.6	29.6	27.9
CRU 100%B	17.3	17.3	10.2	8.9	27.5	26.2
CRU60%B+RU20%T+RU20%T	15.4	15.4	11.3	10.3	26.7	25.7
CRU 70%B +RU30%T	21.2	21.2	10.7	10.0	31.9	31.3
RU80% (农民习惯)	18.8	18.8	9.2	9.2	28.0	28.0
CRU 80%B	21.0	21.0	9.6	11.9	30.6	32.9
CRU48%B+RU16%T+RU16% T	19.3	16.0	10.3	12.0	29.6	28.0
CRU56%B+RU24%T 花期	20.3	20.3	10.1	8.1	30.4	28.4

3 结论与讨论

1. 无论是 100% 推荐施氮量还是 80% 推荐施氮量, 普通尿素一次性基施产量最低, 以缓释尿素 60% 基施 + 普通尿素 20% 花期追施 + 普通尿素 20% 膨大期追施 (CRU 60%B+RU20%T (花期)+RU20%T (膨大期)) 产量最高。

2. 80% 推荐施氮量小, 用缓释尿素的处理产量与 100% 推荐量下普通尿素相当, 说明用缓释尿素可以减少 20% 的施氮量。

3. 缓释尿素单施和缓释尿素配合普通尿素施用增加加工番茄的可溶性固形物。

100% 推荐施氮量的氮素利用率缓释尿素单施或缓释尿素与普通尿素配施, 比普通尿素一次基施 (RU100%B) 分别高 15.2–20.2 个百分点。80% 推荐施氮量的氮素利用率缓释尿素单施和缓释尿素与普通尿素配施比普通尿素一次基施分别高 20.3–21.8 个百分点。



参考文献

- [1] 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. 新疆农业科学. 2010(5): 854–858.
- [2] 田丽萍, 晋绿生, 孔祥耀, 等. 覆膜滴灌条件下加工番茄专用肥肥效的研究. 石河子大学学报 (自然科学版). 2006(6): 678–681.
- [3] 王进, 田丽萍, 白丽, 等. 膜滴灌条件下氮磷钾肥配施对加工番茄生物学性状与产量的影响. 石河子大学学报 (自然科学版). 2006(2): 205–209.