

日光温室不同温光环境下番茄对氮磷钾吸收规律的研究

刘军 高丽红 黄延楠

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100094)

摘要 为探明环境对番茄养分吸收的影响,以中杂9号番茄为试材,研究日光温室秋冬、冬春2个栽培茬口不同温光环境下番茄对氮磷钾的吸收规律。结果表明:温光环境对番茄吸收氮磷钾总量的变化产生影响。以果实膨大期为例,秋冬茬番茄对全N、P和K吸收的绝对量只相当于冬春茬的85.41%、70.51%和82.4%;但2个茬口番茄全生育期对全N、P和K的吸收比例基本相同,为1(0.14~0.17)(1.68~1.73),与温光环境无关。秋冬茬和冬春茬番茄对全N、P和K的吸收量均呈单峰曲线,果实膨大期达到最大值。果实膨大和采收初期是营养吸收最旺盛时期,吸收量均占到全生育期总量的60%以上,生产上应根据番茄生长环境及生育时期进行科学施肥。

关键词 日光温室;番茄;氮磷钾;温光环境

中图分类号 S625;S641.2

文章编号 1007-4333(2004)02-0027-04

文献标识码 A

Study on tomato uptake of nitrogen, phosphorus and potassium as affected by temperature and light intensity in a solar greenhouse

Liu Jun, Gao Lihong, Huang Yannan

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract The experiment was conducted in a solar greenhouse with a tomato variety, Zhongza No. 9, to investigate effects of light and temperature on the uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in winter-spring and autumn-winter crop. The results showed that uptake of total N, P and K in autumn-winter period was about 85.4%, 70.5% and 82.4% respectively compared to that in winter-spring period. At the fruit formation stage, It was influenced by both light intensity and temperature, But the uptake ratio of total N, P and K is 1 0.14~0.17 1.68~1.73, varied only with growth stage. The content of uptake to total N, P and K was a single peak curve, the maximum appeared at the fruit formation stage. The percentage of each growth stage to total uptake varied, at fruit formation stage and early stage of picking, it was over 60% both in winter-spring and autumn-winter crop. For tomato grown in solar greenhouse, both seasonal changes and plant developmental stage must be taken into account fully for fertilization.

Key words solar greenhouse; tomato; NPK; light and temperature condition

日光温室是我国北方园艺设施的主要类型,而喜温果菜日光温室的2个主要栽培茬口秋冬茬和冬春茬的光温环境特征刚好相反,将导致作物对营养元素吸收量的差异。目前温室蔬菜生产仍以经验施肥为主,缺乏针对生育阶段和生长环境条件的科学化施肥指标,往往施肥不足或过量施肥,使蔬菜产量品质降低,或引起土壤的次生盐渍化^[1~3]。

裴孝伯等对日光温室不同茬口黄瓜吸肥规律的研究表明,在相同生育阶段,由于受温光环境影响,

秋冬茬黄瓜对矿质营养的吸收量仅相当于冬春茬的30%~40%^[4];齐红岩等只研究了日光温室番茄长季节栽培的营养吸收特性^[5]。番茄在日光温室2个主要栽培茬口的营养吸收特性目前未见深入的研究报道,而阐明这一问题,对指导日光温室不同生产季节番茄的科学化施肥有重要意义。

本试验针对上述问题,研究不同季节(茬口)栽培条件下,番茄对N、P、K的吸收规律,为日光温室番茄栽培合理施肥提供理论依据。

收稿日期:2003-08-08

基金项目:北京市自然科学基金重点资助项目(6011002),国家高技术研究发展计划资助项目(2001AA247011)

作者简介:刘军,研究实习员;高丽红,副教授,通讯作者,主要从事设施园艺的研究。

1 材料与方法

试验于 2001-08—2002-06 在中国农业大学科技园日光温室内进行。供试品种为中杂 9 号番茄(由中国农业科学院蔬菜花卉所提供)。试验土壤肥力状况为:有机质 1.7%, pH 7.9, 全 N 0.1%, 碱解 N、速效 P 和速效 K 分别为 103.3, 123.6 和 115.2 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。秋冬茬试验于 2001-08-18—2002-01-13, 冬春茬试验于 2001-12-21—2002-06-07 进行。采用营养钵育苗, 秧苗具有 5~6 片叶时采用袋栽方式定植, 土壤过筛后装入 27 dm^3 ($30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$) 100 目尼龙网袋填埋, 将番茄定植其中, 以获取完整的根系。株行距为 $30 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$, 种植 12 行, 每行 10 株, 共 120 株。水肥等均为常规管理(基肥占 60%, 其余作追肥分 3 次施入, 折合为 $\text{N}366$, P_2O_5 220 和 K_2O 260 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。秋冬茬 2001-08-18 播种, 09-07 定植。取样时间为:坐果期 10-17, 果实膨大期 10-31, 采收初期 12-12, 采收中期 01-01, 拉秧期 01-13。冬春茬 2001-12-21 播种, 2002-03-08 定植, 取样时间为:坐果期 04-10, 果实膨大期 04-28, 采收初期 05-16, 采收中期 05-31, 拉秧期 06-07。以单株为单位, 每次随机取 6 株, 分别收集各生育期番茄的根、茎、叶、花、果等样品。样品采集洗涤后称取鲜重, 立即置于 110 °C 电热鼓风干燥箱中杀青 15 min, 于 75 °C 下烘至恒重, 用感量 10^{-4} g 的电子天平称取质量。干样经微型植物样品粉碎机粉碎过 60 目筛, 用浓硫酸双氧水依次硝化法处理, 消煮定容后分析测定番茄植株不同部位各元素含量。采用半微量蒸馏法测 N, 等离子发射光谱法(ICP-ES)测 P、K, 测定结果为 6 次重复的平均值。

温室内温光环境采用浙江大学生产的 ZDR 系列固态数据记录仪自动采集温度和光照, 采集时间间隔为 30 min; 采集温室中部植株冠层温度, 随番茄生长移动温度感应器的高度, 采集温室中部 1 m 高处的光强。日平均光照强度为每天 8:00~16:00 的光强平均值, 日平均温度为一天采集温度的平均值。各生育阶段的光温数据为取样日与上一生育阶段间逐日平均值。

2 结果分析

2.1 番茄不同栽培茬口日光温室内的温光环境

2.1.1 温度 不同生产季节日光温室内番茄各生育阶段气温的变化特点是:随番茄生育进程冬春茬

气温呈上升趋势, 而秋冬茬正相反, 随番茄生育进程不断下降。同时 20 °C 适合温室番茄生育的持续时间, 冬春茬不断延长, 前期为 5.5 h 左右, 果实采收期达到 10.8 h; 而秋冬茬则不断缩短, 到采收后期仅 3 h 左右。因此, 利用日光温室进行番茄的冬春茬生产, 温度条件基本能满足番茄生育的要求; 而秋冬季生产, 温度环境在坐果期和果实膨大期基本能满足番茄生长发育的要求, 但采收期以后, 无论从适温持续时间, 还是最低温度等都不能够满足番茄正常生育对温度的要求。即利用日光温室进行番茄的秋冬茬生产, 在果实膨大期后生长在低温逆境中, 这可能会影响番茄对矿质营养的吸收利用和产量的形成。

2.1.2 光照强度 温室内光照强度总的变化趋势与温度相同, 进入坐果期后, 秋冬茬番茄生育环境的光照强度明显低于冬春茬的光照强度, 冬春茬番茄各生育期温室内光照强度均维持在 $340 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上, 而秋冬茬番茄在进入果实采收期以后, 光照强度基本维持在 $250 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右; 温室内的光照时数受季节和揭盖草苫时间的影响, 冬春茬结果期光照时数在 10 h 以上, 而秋冬茬则为 8 h 左右。

总之, 日光温室内的温光环境尤其在结果期以后, 冬春茬明显优于秋冬茬, 进而影响了番茄的生育, 这可从不同光温环境下番茄的产量、单果重得到进一步证实。冬春茬番茄产量为 9.6 万 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 平均单果质量为 200.5 g, 而秋冬茬分别为 7.4 万 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 172.9 g。

2.2 不同温光环境下番茄各生育阶段对 N、P、K 的吸收特点

2.2.1 根系生长动态 不同温光环境下番茄各生育阶段根体积变化见图 1。无论冬春茬或是秋

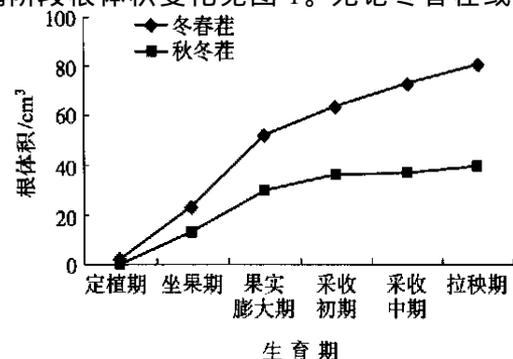


图 1 不同温光环境番茄各生育阶段根系体积的变化
Fig. 1 Root volume of tomato at different stage in different crop

茬,定植期和坐果期的根体积增加相对较小,在果实膨大期根系体积增加最快,进入采收期后,增加速度减缓。但无论哪个生育期,冬春茬根体积增加都比秋冬茬快,进入采收期后,秋冬茬番茄根系的体积仅相当于冬春茬的 50%。根系体积的变化,一方面反映了番茄根系的生长情况,另一方面也反映了当时番茄植株对养分吸收能力的强弱。

2.2.2 各生育阶段对全 N、P、K 的吸收速率与吸收比例 不同温光环境下番茄各生育阶段对全 N、P、K 的吸收速率见表 1。随着生长发育,番茄对全 N、P、K 的吸收速率,冬春茬和秋冬茬均呈单峰曲线变化。秋冬茬的峰值出现在果实膨大期,冬春茬的峰值出现在采收初期。峰值出现时期的不同,主要是因为环境条件的变化,影响了番茄的生长发育速度。

表 1 不同茬口不同生育阶段全 N、P、K 吸收速率与比例

Table 1 Uptake rate and ratio of total N, P and K of tomato at different stage in different crop

生育期	茬口	吸收速率/(mg plant ⁻¹ d ⁻¹)			吸收比例		
		全 N	P	K	全 N	P	K
定植期	冬春	0.25	0.03	0.46	1	0.12	1.86
	秋冬	0.19	0.03	0.37	1	0.16	2.00
坐果期	冬春	19.88	2.88	25.37	1	0.15	1.28
	秋冬	23.84	3.22	42.49	1	0.14	1.78
果实膨大期	冬春	62.56	11.43	105.71	1	0.18	1.69
	秋冬	64.82	9.18	112.97	1	0.14	1.74
采收初期	冬春	91.72	15.34	177.56	1	0.17	1.94
	秋冬	31.56	4.70	54.63	1	0.15	1.73
采收中期	冬春	58.55	11.52	105.53	1	0.20	1.80
	秋冬	27.29	3.97	42.08	1	0.15	1.54
拉秧期	冬春	38.24	4.88	55.36	1	0.13	1.45
	秋冬	18.43	2.38	27.41	1	0.13	1.49

从表 1 的数据还可以看出,从定植到果实膨大期,2 个栽培茬口番茄对全 N、P 和 K 的吸收速率没有显著差异;采收初期,冬春茬番茄对全 N、P 和 K 的吸收速率是秋冬茬番茄相同生育期的 3 倍左右,这种差异主要是由温光环境不同引起的。不同茬口番茄对矿质营养吸收速率与温光环境的变化规律一致。因此,番茄生产应根据植株不同生育阶段的环境特点和实际吸收能力合理供给养分。

表 1 给出了不同温光环境下番茄各生育阶段对全 N、P 和 K 的吸收比例。结果表明番茄各生育阶段对全 N、P 和 K 的吸收比例受温光环境变化影响不大,全生育期番茄植株对全 N、P 和 K 累积吸收总量的比例,冬春茬为 1 0.17 1.73,秋冬茬为 1 0.14 1.68,这 2 个比例基本相同。即无论外界环境如何,番茄对全 N、P 和 K 的吸收利用都是按基本固定的比例进行,这与番茄的遗传特性有关。据此,在番茄施肥管理上,可以研究开发番茄专用肥,根据番茄生育阶段和温光环境的不同,合理确定施肥量。

2.2.3 不同生育阶段对全 N、P、K 的吸收量及其占吸收总量的百分比 不同温光环境下番茄各生育

阶段对全 N、P 和 K 吸收量见表 2,结合图 1 不同温光环境下番茄根系体积在各个生育期的变化状况,可以看出,番茄植株各个生育期对全 N、P 和 K 的吸收量与根系体积的大小密切相关。定植期根系体积小,养分吸收量最小;进入坐果期以后,冬春茬番茄根体积增加较快,吸收速率和养分吸收量明显高于根体积增加较慢的秋冬茬。但无论秋冬或冬春茬,番茄对全 N、P 和 K 的吸收量均呈单峰曲线,在果实膨大期达到最大值。

不同生育期番茄养分的吸收量占全生育期吸收总量比例也以定植期最小,坐果期以后上升。果实膨大期和采收初期是营养吸收旺盛期,不论冬春茬还是秋冬茬番茄,这 2 个生育时期对全 N、P 和 K 的吸收总量均达到全生育期的 60%以上,但从吸收的绝对量来看,由于秋冬茬番茄果实膨大期和采收初期处于低温弱光的环境条件,因此,相同生育阶段对全 N、P 和 K 吸收的绝对量只相当于冬春茬番茄的 85.41%、70.51%和 82.4%,全生育期对全 N、P 和 K 的吸收量约相当于冬春茬的 75%左右。

表2 不同茬口不同生育阶段全 N、P、K 吸收量及其百分比

Table 2 Uptake amount and ratio of total N, P and K of tomato at different stage in different crop

时期	茬口	吸收量/(mg plant ⁻¹)			占吸收总量百分比 w/ %		
		全 N	P	K	全 N	P	K
定植期	冬春	19.98	2.66	36.99	0.43	0.33	0.47
	秋冬	3.70	0.52	7.39	0.10	0.10	0.12
坐果期	冬春	755.53	109.50	963.91	16.17	13.64	12.14
	秋冬	476.84	64.50	849.79	13.05	12.36	13.68
果实膨大期	冬春	1564.05	285.66	2642.84	33.47	35.57	33.29
	秋冬	1296.33	183.59	2259.34	35.49	35.18	36.37
采收初期	冬春	1284.05	214.73	2485.80	27.48	26.74	31.31
	秋冬	1136.32	169.23	1966.82	31.11	32.43	31.66
采收中期	冬春	819.65	161.24	1477.39	17.54	20.08	18.61
	秋冬	518.59	75.46	799.53	14.20	14.46	12.87
拉秧期	冬春	229.42	29.29	332.13	4.91	3.65	4.18
	秋冬	221.17	28.52	328.97	6.05	5.46	5.30

3 结论与讨论

日光温室内番茄不同生育阶段的生长环境,因茬口(季节)不同差异很大。冬春茬光温环境除苗期较差外,进入果实膨大期后逐渐适于番茄生育要求,而秋冬茬则相反,苗期光温充足,进入采收期后番茄生长于弱光、低温的不利光温环境中,使得番茄的生长发育受到影响。试验结果表明,秋冬茬养分需求较冬春茬明显减少,大约为冬春茬的75%左右,因此实际生产上秋冬茬番茄施肥量应相应减少,避免施肥过量造成养分流失和在土壤中累积,导致环境污染和土壤的次生盐渍化。

试验结果表明,番茄的需肥特点和对全 N、P 和 K 的吸收比例受温光环境的影响相对较小,主要与番茄生育阶段和本身的遗传特性有关。2 个栽培茬口不同温光环境下,番茄各生育阶段对全 N、P 和 K 的吸收比例基本相同,这与何永群、苗艳芳和齐红岩等人对番茄需肥特性的研究结果基本相似,仅在 P、K 比例高低上有一定差异,这与试验条件(土壤肥力)和供试品种有关,但总体趋势一致^[5~7]。汪羞德等对滴灌专用肥的研究结果认为,对番茄浇灌 N₂O₅ K₂O=1:1 (1.5~2) 的专用肥增产效果最好,投入产出比最高^[8],这与本试验所得番茄需肥特点基本吻合。

番茄对全 N、P、K 的吸收量受温光环境和生育阶段的双重影响。本试验秋冬茬番茄与冬春茬相比,吸肥量仅相当于冬春茬的75%左右,而实际生产中,生产者往往为弥补光温环境条件的不足而过

量施肥。所以,生产中番茄施肥,一方面要根据土壤本身肥力水平和番茄的需肥特点,确定合适的氮磷钾比例,同时要考虑作物生育阶段和所处生长环境,确定合适的施肥量,才能确保番茄优质高产和温室土壤的可持续利用。

参 考 文 献

- [1] 刘富中,张志斌,贺超兴,等. 节能日光温室番茄长季节高产栽培研究初报[J]. 中国蔬菜,2000(2):11~14
- [2] 吴凤芝,刘德,王东凯,等. 大棚蔬菜连作年限对土壤主要理化性状的影响[J]. 中国蔬菜,1998(4):5~8
- [3] 马文奇. 山东作物施肥现状、问题与对策[D]. 北京:中国农业大学,1999
- [4] 裴孝伯,张福墁,高丽红,等. 不同季节日光温室黄瓜氮磷钾吸收规律的研究[J]. 安徽农业大学学报,2002,29(1):68~73
- [5] 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,2002,31(1):64~67
- [6] 何永群,龙淑珍,刘斌,等. 番茄辣椒的营养特点与专用复混肥施用效益[J]. 广西农业科学,1998(4):183~184
- [7] 苗艳芳,王春平,王澄澈,等. 保护地番茄和黄瓜的营养特性及平衡施肥[J]. 洛阳农业高等专科学校学报,2000,20(3):28~30
- [8] 汪羞德,乔红霞,王方桃,等. 滴灌专用肥对设施蔬菜生育与吸肥规律影响研究[J]. 农业工程学报,2002,18(增刊):111~113