

露地菜田不同种植模式对土壤氮素淋溶的影响

吴雪玲^{1,2}, 吴建新², 邹国元², 韩军青¹, 左强²

(1. 山西师范大学 城市与环境科学学院, 山西 临汾 041004; 2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘要:在京郊露地菜田条件下, 研究作物生育期内不同灌水量对农田氮素淋溶损失的影响。结果表明: 平畦施肥模式能够有效增产 23.96%, 提高肥料利用率, 氮肥利用率达到 10.34%。同时, 由于灌溉量较大, 促使淋溶液的形成, 造成肥料流失, 氮素表观损失量达到 174.72 kg/hm², 加剧地下水环境污染风险。高畦施肥模式可有效减少淋溶量, 防止地下水污染, 增产不显著。

关键词: 氮素; 淋溶; 施肥量; 灌溉量

中图分类号: S 606⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)12-0147-03

当前蔬菜地氮肥施用量现象比较突出, 致使土壤剖面中累积了大量氮素。许多调查结果表明, 由于蔬菜根系分布浅, 需要频繁灌溉, 而灌溉量的增加, 又加剧了土壤中的氮素淋失^[1-3]。在京郊露地菜田条件下, 研究作物生育期内不同灌水量对农田氮素淋溶损失的影响, 为有效控制氮素淋溶损失, 优化农业非点源污染的管理与控制提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

第一作者简介: 吴雪玲(1986-), 女, 在读硕士, 现主要从事面源污染方面的研究工作。E-mail: wuxueli@163.com。

责任作者: 左强(1972-), 男, 硕士, 副研究员, 现主要从事蔬菜施肥和育苗基质等方面研究工作。E-mail: zq18189@163.com。

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(20100814); 农业部资助项目(WX-Z07-01)。

收稿日期: 2011-03-30

试验在北京市房山区韩村河农业技术开发中心(39°36'N, 115°56'E)进行。该地区为暖温带半湿润季风性大陆气候, 年均气温 11℃, 年均降雨量 635 mm, 夏季多雨, 降雨量占全年的 76%。试验地为京郊露地, 小区面积 5.2 m×4.5 m, 土壤类型为潮褐土, 基本理化性状见表 1。试验期间降雨 13 次, 总降雨量为 126.1 mm, 其中单次降雨量超过 20 mm 的有 4 次(图 1)。

表 1 供试土壤基本理化性状

深度	容重	有机质	全氮	有效磷	速效钾
/ cm	/ g·cm ⁻³	/ g·kg ⁻¹	/ g·kg ⁻¹	/ mg·kg ⁻¹	/ mg·kg ⁻¹
0~20	1.34	19.69	1.42	199.15	322.96
20~40	1.52	10.56	1.14	56.07	201.86
40~60	1.61	6.79	0.54	18.63	95.46
60~80	1.57	4.60	0.27	3.90	53.30
80~100	1.52	2.14	0.23	3.97	43.27

1.2 试验设计

试验采用裂区设置, 以灌水量为主处理, 设置 2 个水平, 大平畦漫灌 W1 和小高畦灌溉 W2, 以施肥量为

37-43.

[3] 洪波, 刘香环. 红色月季花瓣平面干燥技术与机理研究[J]. 园艺学报. 2002, 29(6): 561-565.

[4] 兰伟, 蔡建, 胡庆菊. 玫瑰花瓣干燥保色技术与机理研究[N]. 安徽农学通报. 2007, 12(4): 71-72.

[5] 姜晓丽, 于淑琪. 干燥花化学保色及色彩还原的初步研究[J]. 云南农业大学学报, 1997(1): 64-66.

[6] Joosten Titia, Asherville N C. Flower drying with a microwave techniques and projects[M]. Lark Book, 1998: 72.

Study on Drying and Staining Color of *Sorbaria kirilowii* as Pressed Flower Material

LIU Yi¹, LIU Zhan-hai², LIU Hui-qin¹, QIAN Ai-li¹

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Tianjin Zoo, Tianjin 300381)

Abstract: With the same flowering *Sorbaria* and ordinary pigment red as material, this test set 5 different concentration solution, 5 different treating times, 3 different dry methods, 3 different staining times to observe dye and staining color effect of *Sorbaria*. The results showed that dying effect of 10% solution was the best. On the contrary, 20% solution was worse. Dying effect was best when *Sorbaria* had been dyed during 24 h. Drying with microwave ovens had best effect and the worst effect was natural dry. *Sorbaria* faded litter when drying in the sun during 3 months, but its color was still well and stable during 5~6 months. The method of desiccation of micro wave oven A3+10% staining fluid+24 h had a best dying and staining color effect.

Key words: *Sorbaria*; dying effects; staining effect

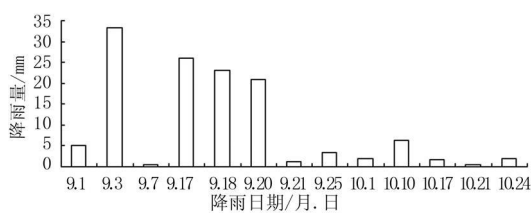


图1 试验期间降雨分布

副处理, 设 2 个水平, 不施肥 F0, 施肥 F1, 共 4 个处理。3 次重复, 试验采用随机区组排列。灌溉量见表 2。每 667 m² 施用尿素 40 kg, 普通过磷酸钙 40 kg, 农用硫酸钾 24 kg。分别于大白菜莲座期及结球期追肥, 基追比 4:3:3。供试作物为大白菜“新 3 号”。2010 年 8 月 27 日定植, 11 月 10 日收获。

表 2 试验期间灌溉量		mm			
灌溉日期	W1F0	W1F1	W2F0	W2F1	
8月27日	32.1	32.1	32.1	32.1	
8月31日	35.6	35.6	21.4	21.4	
9月30日	51.3	51.3	15.1	15.1	
10月25日	51.5	51.5	15.7	15.7	

1.3 试验方法

基础土样 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 三点混合, 测定有机质、全氮、无机氮、速效磷、速效钾含量; 记录灌水量、降雨量、淋溶水量, 分析水样的全氮、全磷; 记录作物产量, 测定植株 NPK 的吸收量; 收获后分 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 采集土壤样品, 测定有机质、全氮、无机氮、速效磷、速效钾含量。

1.4 数据分析

采用 Excel 和 SAS 软件统计分析, 采用 Duncan 检验法多重比较。

氮肥利用率 = (施氮区作物氮素吸收量 - 不施氮区作物氮素吸收量) / 施氮量 × 100%。

氮的表观损失根据氮平衡模型计算, 即: 氮素输出 = 氮素输入。其中, 氮素输入包括初始无机氮、氮肥、氮素矿化 3 项, 氮素输出包括作物吸收、氮固定、残留无机氮、氮素表观损失。即: 氮素表观损失 = 初始无机氮 + 氮肥 + 氮素矿化 - 作物吸收 - 氮固定 - 残留无机氮。从数量上讲, 加入化肥氮所增加的土壤氮素的矿化量与被土壤中生物固定的化肥氮基本相当^[4]。基于此, 氮素表观损失 = 初始无机氮 + 氮肥 - 作物吸收 - 残留无机氮。

硝态氮累积量 (kg/hm²) = 土层厚度 (cm) × 土层容重 (g/cm³) × 硝态氮浓度 (mg/kg) / 10;

氮素流失率 = (常规处理氮素流失量 - 对照处理氮素流失量) / 氮素施用量 × 100%。

以地下淋溶途径流失的氮等于整个监测周期中 (白菜生长期) 各次淋溶水中氮素浓度与淋溶水体积乘积之和。计算公式如下:

$$P = \sum_{i=1}^n C_i \times V_i$$

2 结果与分析

2.1 生物产量

由图 2 可知, 各处理之间白菜产量存在显著性差异。W1F1 处理的白菜产量显著高于其它处理。这表明高水施肥的管理方式能在一定程度上增加作物产量。W2F0 处理的白菜产量最低, 但与 W1F0 和 W2F1 处理的差异并不显著。W1F1 相对 W1F0 增产 23.96%, 相对增产 16.13 t/hm²; W2F1 相对 W2F0 增产 9.95%, 相对增产 6.10 t/hm²。

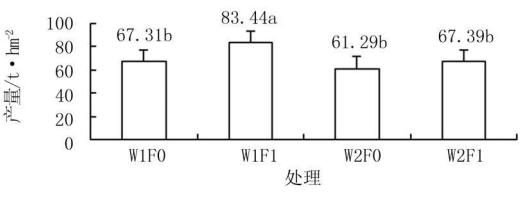


图2 各处理白菜产量

2.2 硝态氮分布情况及硝态氮累积量

比较种植前后土壤硝态氮含量, 由图 3 可知, W2F1 处理各层土壤硝态氮含量均较种植前升高, W1F1 处理 40~100 cm 土层硝态氮含量升高, W2F0 处理 60~100 cm 土层硝态氮含量升高。种植后, 施肥处理 0~100 cm 土层硝态氮累积量增加, 不施肥处理降低 (图 4)。其中, 0~40 cm 土层硝态氮累积量 W2F1 处理显著高于其它处理, 较种植前增加 76.71 kg/hm²; W1F0 和 W2F0 处理由于不施肥, 硝态氮累积量分别降低 116.19、116.55 kg/hm²; W1F1 处理灌溉水量较大, 氮素向下淋溶, 硝态氮累积量降低 77.11 kg/hm²。

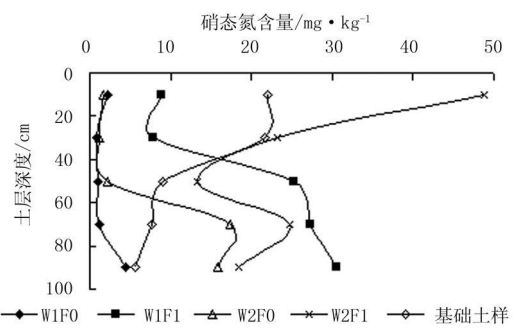


图3 种植前后土壤硝态氮含量

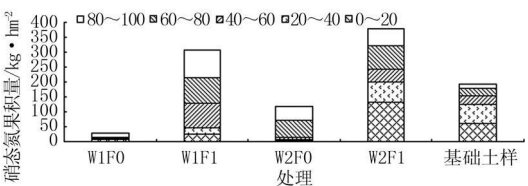


图4 种植前后土壤硝态氮累积量变化

2.3 作物养分吸收量与肥料利用率

由表 3 可知, 施肥处理的养分利用率较低。W1F1 的氮磷肥利用率高于 W2F1 处理, 钾肥利用率低于 W2F1 处理。作物 N、P、K 的吸收量均以 W1F1 处理

最高, W2F0 处理最低。施肥处理的养分吸收量高于不施肥处理, 大平畦漫灌处理的养分吸收量高于小高畦灌溉处理, 处理间差异显著。施肥处理的养分利用率较低。W1F1 的氮磷肥利用率高于 W2F1 处理, 钾肥利用率低于 W2F1 处理。

表 3 作物养分吸收量与肥料利用率

处理	养分吸收量/kg·hm ⁻²			肥料利用率/%		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
W1F0	115.15b	56.01ab	159.68a			
W1F1	143.67a	66.78a	176.37a	10.34	11.98	9.28
W2F0	83.57c	45.87b	113.30b			
W2F1	105.40bc	49.88b	140.37ab	7.91	4.46	15.05

注: 同一列不同字母表示在 0.05 水平上显著差异。

2.4 氮素流失情况

由表 4 可知, 在 60 cm 深处收集到 4 个淋溶水样, 有 3 个水样的硝态氮含量超过国家饮用水标准 (10 mg/L), 构成地下水安全的潜在威胁。小高畦灌溉为节水灌溉方式, 在 60 cm 未形成淋溶水。结果表明, 大平畦灌溉条件较小高畦灌溉方式易形成淋溶水, 施肥处理比不施肥处理淋溶水样的养分含量高, Lew is D R 等也得出此结论^[9]。氮肥施入土壤后, 通过化学与微生物过程, 转化为硝态氮, 硝态氮不易被土壤颗粒吸附, 易于被淋洗进入水体, 而磷本身移动性比较差, 在土体中的淋溶过程中, 氮肥淋失量比磷肥淋失量大。

表 4 淋溶水样水量与氮、磷含量

处理	采样日期	水量 /L	硝态氮 /mg·L ⁻¹	总氮 /mg·L ⁻¹	总磷 /mg·L ⁻¹
W1F0	9月22日	0.29	29.134	29.294	0.009
W1F1	10月3日	0.09	29.440	29.659	0.003
W1F0	10月3日	0.09	22.563	22.814	0.000
W1F0	10月27日	0.66	3.884	3.981	0.000

2.5 0~60 cm 氮素平衡

由表 5 可知, 施肥处理中, 土壤初始无机氮和施氮量是主要的表观输入项, 占表观输入量的 89.70%~97.00%; 由灌溉和降雨带入的氮素所占比例较小。作物吸收和土壤残留无机氮是表观输出的主要项, 占表观输出量的 80% 以上。在整个试验期间, W1F0 处理的表观损失量占系统总输入量的 25.65%, W2F0 处理

的表观损失量占系统总输入量的 40.86%。这说明即使不施肥, 系统仍然存在表观损失。施肥处理的表观损失量高于不施肥处理。W1F1 的表观损失量最高。

表 5 各处理 0~60 cm 氮素平衡 kg/hm²

	W1F0	W1F1	W2F0	W2F1
初始无机氮	153.65	153.65	153.65	153.65
施氮量	0.00	275.86	0.00	275.86
灌溉水带入氮	8.64	8.64	4.27	4.27
降雨带入氮	9.00	9.00	9.00	9.00
表观输入	171.29	447.15	166.92	442.78
作物吸收	115.15	143.67	83.57	105.40
淋失氮	0.22	0.04	0.00	0.00
残留无机氮	11.99	128.72	15.14	229.77
表观输出	127.35	272.44	98.71	335.17
表观损失	43.94	174.72	68.21	107.61

3 结论与讨论

W1F1 处理能够有效增产, 提高肥料利用率。同时, 由于灌溉量较大, 促使淋溶液的形成, 造成肥料流失, 增加氮素表观损失量, 加剧地下水环境污染风险。采取节水灌溉方式可有效减少淋溶量, 防止地下水污染。这与张相松等的研究结果相同^[6]。在该试验条件下, W2F1 处理与 W2F0 处理生物产量差异不显著, 可能是由于施肥量与灌溉量不合理, 影响白菜的养分吸收, 导致 W2F1 的氮磷利用率低于 W1F1 处理。寻求露地菜田合理的施肥量与灌溉量, 在获得作物高产的同时, 保护环境安全, 有待进一步研究。

参考文献

[1] 袁新民, 王周琼. 硝酸盐的淋洗及其影响因素[J]. 干旱区研究, 2000 17(4): 46-53.
[2] 任理, 袁福生, 张福锁. 土壤中硝态氮淋洗的传递函数模拟和预报[J]. 水利学报, 2001(4): 21-28.
[3] 汤丽玲, 陈清, 张宏彦, 等. 不同水氮处理对菠菜硝酸盐积累和土壤硝态氮淋洗的影响[J]. 农业环境保护, 2001, 20(5): 326-328.
[4] 朱兆良. 中国土壤氮素研究[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 778-783.
[5] Lew is D R, McGeachan M B, McTaggart I P. Simulating field—scale Nitrogen management scenarios involving fertilizer and slurry applications [J]. Agricultural Systems 2003 76(1): 159-180.
[6] 张相松, 刘兆辉, 江丽华, 等. 设施菜地土壤硝态氮淋溶防控技术的研究[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2009 26(2): 207-211.

Effect of Different Planting Modes to Nitrogen Leaching in Field Vegetable

WU Xue-ling^{1,2}, WU Jian-xin², ZOU Guo-yuan², HAN Jun-qing¹, ZUO Qiang²

(1. College of Urban and Environmental Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004; 2. Institute of Plant Nutrition and Resource Beijing Academy of Agriculture and Forest Science, Beijing 100097)

Abstract: The effect of irrigation on nitrate leaching in the period of crop growth was studied in the open vegetable fields in the suburbs of Beijing. The results showed that large irrigation with fertilization could effectively increase the production and improve the fertilizer utilization ratio. The production could be increased by 23.96%, and the nitrogen utilization ratio was 10.34%. However, the larger irrigation forms more leaching solution that promotes the drain of fertilizer, which aggravates the sisk of groundwater environmental pollution. The nitrogen loss was 174.72 kg/hm². Less irrigation with fertilizer could decrease the solution loss effectively to protect the ground water from polluting. W2F1 did increase the production notably.

Key words: nitrogen; leaching; fertilizing amount; irrigation