

张锦滨,王晓云,王光飞,等. 兴化洋葱优化追肥技术研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(20):154-158.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.20.024

# 兴化洋葱优化追肥技术研究

张锦滨<sup>1</sup>, 王晓云<sup>1</sup>, 王光飞<sup>2</sup>, 马艳<sup>2</sup>, 陈俊国<sup>3</sup>

(1. 江苏省兴化市农业技术推广中心, 江苏兴化 225700;

2. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所/农业农村部长江下游平原农业环境重点实验室, 江苏南京 210014;

3. 江苏省兴化市大营镇农业农村局, 江苏兴化 225767)

**摘要:**兴化市洋葱追肥以氮肥为主,与洋葱需肥规律不符。因此,在兴化市洋葱产区进行追肥优化田间试验以探寻适宜当地的追肥模式。设置 4 个处理和 1 个对照:常规追肥 N(对照)、增磷钾减氮(处理 PK-N1 和处理 PK-N2)、增磷钾不减氮(处理 N+PK1 与处理 N+PK2),其中处理 PK-N1 和处理 PK-N2 养分分别减施 0% 和 20%,而处理 N+PK1 和处理 N+PK2 养分分别增施 40% 和 60%。结果表明,处理 PK-N2 和处理 PK-N1 对鳞茎增产效果最佳,分别为 5.8% 和 3.6%。而处理 N+PK1 与处理 N+PK2 无增产作用。增磷钾减氮和增磷钾不减氮均能在一定程度上改善洋葱鳞茎商品性,也均可增加土壤速效磷钾含量。但增磷钾减氮速效钾含量较高,而速效氮含量较低。在洋葱鳞茎品质方面,增磷钾减氮可改善可溶性糖含量、硝酸盐含量,而增磷钾不减氮可降低可溶性糖含量和可溶性蛋白含量,增加硝酸盐含量。因此,与原单一追施氮肥相比,增磷钾减氮可增加洋葱产量,改善鳞茎商品性与品质及土壤养分性状,增磷钾不减氮仅能改善商品性和土壤养分性状。

**关键词:**兴化洋葱;追肥;品质;土壤性状;氮磷钾

**中图分类号:** S633.206;S143;S365 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)20-0154-05

兴化市大营镇及周边乡镇是江苏省洋葱的主产区之一,经 20 多年的发展,目前规模已经达到 533 hm<sup>2</sup> 以上。洋葱种植经济效益较高,因此兴化市将种植洋葱作为脱贫攻坚项目进行大力推广。

兴化洋葱以红皮和紫皮洋葱为主,具备鳞茎个头大、甜味浓、商品性好等特点,深受市场青睐。

经调研统计,兴化洋葱氮养分投入量约为 567 kg/hm<sup>2</sup>,而钾养分投入量为 225 kg/hm<sup>2</sup>,仅为氮投入量的 40%。这与洋葱需肥规律不符,洋葱的氮磷钾需肥量次序为钾最高,其次为氮,最后为磷<sup>[1-2]</sup>。当地肥料以化肥投入为主,有机物料投入较少。氮肥(N)基追比为 6.3:3.7,磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)基追比为 10:0,钾肥(K<sub>2</sub>O)基追比为 10:0。可见追肥投入较少,且追肥中磷钾养分无投入。洋葱鳞茎

收稿日期:2021-01-08

基金项目:国家重点研发计划(编号:2018YFD0201208);江苏省重点研发计划(编号:BE2019394)。

作者简介:张锦滨(1970—),男,江苏兴化人,农艺师,主要从事土壤肥料研究。Tel:(0523)83103186;E-mail:3147850949@qq.com。

通信作者:王光飞,博士,助理研究员,主要从事农业微生物与功能肥料研究。Tel:(025)84391251;E-mail:wy\_wgf@163.com。

[8]郝树芹,束靖,段曦,等. 不同秸秆复配基质对丝瓜幼苗形态指标、光合色素、光合特性及根系活力的影响[J]. 北方园艺, 2019(14):6-11.

[9]姚文英,彭翠兰,杨海俊,等. 不同有机肥用量树叶复混基质对西葫芦的育苗效果[J]. 新疆农业科学,2021,58(2):247-253.

[10]张蒲,谢彦如,唐丹,等. 椰糠、有机肥与沙子不同配比基质对番茄穴盘苗生长的影响[J]. 新疆农业科学,2019,56(9):1645-1651.

[11]吴慧,张泉,高杰,等. 不同配比棉花秸秆基质对水果黄瓜幼苗生长的影响[J]. 新疆农业科学,2012,49(10):1840-1846.

[12]张硕,余宏军,蒋卫杰. 发酵玉米芯或甘蔗渣基质的黄瓜育苗效果[J]. 农业工程学报,2015,31(11):236-242.

[13]巩芳娥,张国斌,李雯琳,等. 不同配比基质对黄瓜穴盘幼苗生

长的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(5):59-64.

[14]郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2011.

[15]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[16]李晓强,卜崇兴,郭世荣. 菇渣复合基质栽培对蔬菜幼苗生长的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(3):517-520.

[17]高俊凤. 植物生理学试验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[18]刘庆超. 三种重要盆栽花卉的有机代用基质研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.

[19]时连辉,张志国,刘登民,等. 菇渣和泥炭基质理化特性比较及其调节[J]. 农业工程学报,2008,24(4):199-203.

[20]赵振宇,张艳艳,崔世茂. 不同配比基质对黄瓜幼苗生长发育的影响[J]. 北方农业学报,2017,45(3):97-102.

膨大期需钾多,兴化追肥模式不利于鳞茎膨大。尉辉等报道表明洋葱后期需钾肥多,追施钾肥可显著增加洋葱产量<sup>[3]</sup>。另外,与单一钾肥相比,磷钾配施对洋葱产量影响效果更佳<sup>[4]</sup>。因此对于兴化洋葱,可在追肥中增施钾肥配施适量磷肥。肖爱国等的研究显示当氮肥超过一定量后洋葱产量会随氮肥的增加而降低<sup>[4]</sup>。化肥基肥中氮肥投入量已较高,因此单一追施氮肥不仅不符合洋葱需肥规律,可能对产量正向影响较小。

因此,针对兴化地区原有追肥模式,可尝试增磷钾减氮。另外,洋葱为露地栽培且当地土壤为沙壤土,氮易损失,增磷钾不减氮处理也值得研究。鉴于此,本研究在兴化洋葱主产区进行田间试验,以探明追肥增磷钾减氮和增磷钾不减氮对洋葱产量、品质和土壤性状的影响,并筛选出适用于兴化洋葱的追肥模式。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点和时间

在江苏省兴化市大营镇洋葱生产基地进行田间试验,该区域近年来一直为水稻洋葱轮作,洋葱株行距 10 cm×20 cm。土壤为水稻土,基本理化性状:土壤 pH 值 8.16,电导率 264  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,有机质含

量 20.6 g/kg,速效氮含量 66.8 mg/kg,有效磷含量 36.1 mg/kg,速效钾含量 144.9 mg/kg。底肥施用时间为 2019 年 11 月 15 日,种植时间为 2019 年 11 月 20 日,追肥时间为 2020 年 3 月 11 日和 2020 年 4 月 12 日,洋葱收获时间为 2020 年 5 月 25 日。

### 1.2 供试材料

供试肥料有磷酸二铵(18% 含氮量和 46% 含磷量)、尿素(46% 含氮量)、16-16-16 复合肥(含纯 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  均为 16%)、15-5-25 硝硫基复合肥(含纯 N 15%、 $\text{P}_2\text{O}_5$  5%、 $\text{K}_2\text{O}$  25%)、腐熟鸡粪。供试洋葱为兴化市的红皮洋葱。

### 1.3 试验方法

设置 5 个处理,每个处理 4 个重复小区,每个小区 2.5 m×10.0 m=25  $\text{m}^2$ ,小区随机分布。各处理底肥均为 16-16-16 复合肥 750  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、磷酸二铵 750  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、腐熟鸡粪 7 500  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,撒施后翻地。各处理追肥不同,具体见表 1。处理 N 为农户常规追肥,处理 PK-N1 为增磷钾减氮处理(追肥总养分不减施),处理 PK-N2 为增磷钾减氮处理(追肥总养分减施 20%),处理 N+PK1 为增磷钾不减氮处理(追肥总养分增施 40%),处理 N+PK2 为增磷钾不减氮处理(追肥总养分增施 60%)。追肥中化肥施用方式均是雨前垄上撒施。

表 1 不同处理化肥追肥养分投入

$\text{kg}/\text{hm}^2$

处理	3 月底追肥		4 月底追肥		追肥氮 用量	追肥磷 用量	追肥钾 用量	化肥 总用量	化肥养分 减施/增施
	尿素	15-5-25	尿素	15-5-25					
N	225	0	225	0	207.0	0	0	207.0	
PK-N1	90	180	0	180	95.4	18.0	93.6	207.0	
PK-N2	0	180	0	180	54.0	18.0	93.6	165.6	减施 20%
N+PK1	272	0	90	270	207.0	13.5	70.2	290.6	增施 40%
N+PK2	228	135	90	270	207.0	20.3	105.3	332.6	增施 60%

### 1.4 测定项目及方法

1.4.1 洋葱产量及商品性 采收时各小区统计洋葱鳞茎产量及地上部鲜质量。每个小区再随机取 150 个洋葱进行商品性统计。根据鳞茎直径分为 5 个大小等级: >10 cm、10~8 cm、8~6 cm、6~4 cm、<4 cm。根据外形区分洋葱外形等级,其中一级:鳞茎外形和颜色完好,大小均匀,饱满硬实,外层鳞片光滑无裂皮;二级:鳞茎外形和颜色有轻微的缺陷,大小较均匀,较为饱满硬实,外层鳞片干裂面积最多不超过鳞茎表面的 1/5,基本无损伤;三级:鳞茎外形和颜色有缺陷,大小较均匀,不够饱满硬实,外层鳞片干裂面积最多不超过鳞茎表面的 1/3,允许

小的愈合裂缝,轻微的已愈合外伤。

1.4.2 洋葱品质 采收时每个小区取 5 个代表性洋葱以待测品质。将洋葱鳞茎鲜样研磨匀浆后采用考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量;采用 2,6-二氯靛酚滴定法测定还原型维生素 C 含量;采用紫外比色法测定硝酸盐含量<sup>[5]</sup>。

1.4.3 土壤化学性状 收获后每个小区采集土壤样品,采样深度为 0~20 cm,每个样品均为“S”形采样多点混合,剔除植物残根,自然条件下风干。取过 1 mm 筛的风干土样 10 g,加超纯水 50 mL,振荡 5 min,静置 30 min 后测定 pH 值和电导率;风干土

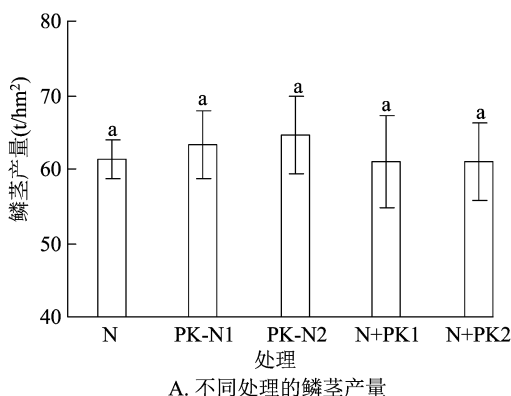
样过 0.15 mm 筛后采用外加热法测定有机质含量;风干土样过 1 mm 筛后采用碱解扩散法测定速效氮含量;风干土样过 1 mm 筛后采用  $\text{NaHCO}_3$  浸提 - 钼蓝比色法测定有效磷含量;风干土样过 1 mm 筛后采用醋酸铵浸提 - 火焰光度法测定速效钾含量<sup>[6]</sup>。

1.4.4 数据处理 试验数据采用 Excel 2010 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对洋葱鳞茎产量和地上部鲜质量的影响

由图 1 - A 可见,增磷钾减氮(处理 PK - N1 和



处理 PK - N2) 均能增加鳞茎产量,增加值分别为 2.3、3.5 t/hm<sup>2</sup>,但与常规对照处理 N 相比无显著差异。增磷钾不减氮处理(处理 N + PK1 和处理 N + PK2)略减少了鳞茎产量,减少值分别为 1.5、3.0 t/hm<sup>2</sup>。由图 1 - B 可见,增磷钾减氮(处理 PK - N1 和处理 PK - N2)及增磷钾不减氮处理 N + PK1 均增加了洋葱地上部鲜质量,增加值分别为 2.4、3.2、1.8 t/hm<sup>2</sup>,但处理 N + PK2 略减少了地上部鲜质量,各处理均与常规对照无显著差异。综上,增磷钾减氮处理在减追肥 0% 和 20% 基础上可增加鳞茎和地上部生物量,但增磷钾不减氮处理在增追肥 40% 和 60% 基础上对鳞茎和地上部生物量影响较小。

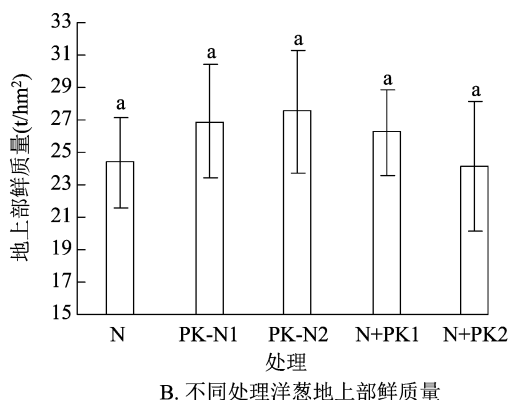


图1 不同处理对洋葱鳞茎产量和地上部鲜质量的影响

### 2.2 不同处理对洋葱鳞茎商品性的影响

由图 2 - A 可见,增磷钾减氮(处理 PK - N1 和处理 PK - N2)分别能增加 1.5% 和 2.1% 外形一级率,降低 0.8% 和 1.4% 三级率,对二级率影响甚微。增磷钾不减氮(处理 N + PK1 和处理 N + PK2)能增加 1.0% 和 4.0% 一级率,降低 0.2% 和 3.0% 二级率,降低 0.9% 和 1.1% 三级率。因此,增磷钾减氮处理和增磷钾不减氮处理均能改善商品外形分级率。由图 2 - B 可见,在鳞茎大小方面,增磷钾减氮处理和增磷钾不减氮处理均略减小了大洋葱占比,其中处理 PK - N2、处理 N + PK1 和处理 N + PK2 均增加了 8 ~ 10 cm 鳞茎占比,增加值分别为 2.5%、1.9% 和 3.3%。对于小洋葱(直径 < 6 cm)占比,处理 PK - N1、处理 PK - N2、处理 N + PK1 和处理 N + PK2 分别减少 0.5%、2.3%、1.8% 和 0.5%。因此,增磷钾减氮处理和增磷钾不减氮处理对洋葱大小有一定的改善作用。

### 2.3 不同处理对洋葱鳞茎品质的影响

由表 2 可见,对于可溶性糖含量,增磷钾减氮

(处理 PK - N1 与处理 PK - N2) 和增磷钾不减氮(处理 N + PK1 与处理 N + PK2)分别增加了 3.9、1.3、1.2、2.5 百分点,其中处理 PK - N1 与常规对照处理 N 有显著差异( $P < 0.05$ )。对于维生素 C 含量,增磷钾不减氮处理和增磷钾减氮处理均略降低了维生素 C 含量,增磷钾减氮处理效果强于增磷钾不减氮处理。对于可溶性蛋白含量,处理 PK - N2 增加 16.5 mg/kg,而处理 N + PK1 和处理 N + PK2 分别减少 23.8、17.3 mg/kg,但差异均不显著。对于硝酸盐含量,增磷钾减氮(处理 PK - N1 与处理 PK - N2)可减少硝酸盐含量,削减值分别为 47.6、55.6 mg/kg,而增磷钾不减氮处理 N + PK2 增加了硝酸盐含量,增加值为 69.6 mg/kg。因此,增磷钾减氮处理对洋葱品质有改善效果,而增磷钾不减氮处理对洋葱品质没有改善效果。

### 2.4 不同处理对土壤化学性状的影响

由表 3 可见,增磷钾减氮(处理 PK - N1 与处理 PK - N2)能在一定程度上增加土壤 pH 值,而增磷钾不减氮(处理 N + PK1 与处理 N + PK2)对 pH 值

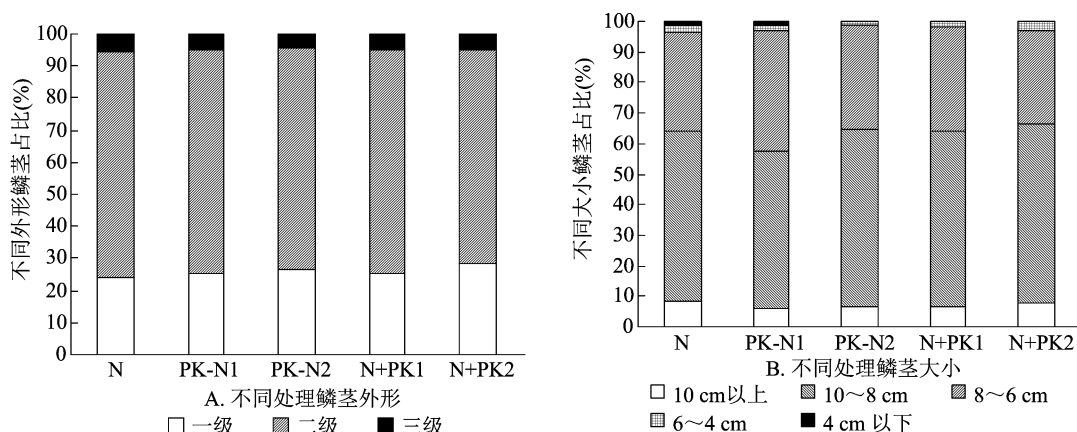


图2 不同处理对洋葱鳞茎外形和大小的影响

表2 不同处理对洋葱鳞茎品质的影响

处理	可溶性糖含量 (%)	维生素 C 含量 (mg/kg)	可溶性蛋白含量 (mg/kg)	硝酸盐含量 (mg/kg)
N	9.8 ± 2.4b	42.4 ± 7.1a	305.6 ± 40.1a	346.6 ± 17.2ab
PK - N1	13.7 ± 2.2a	39.8 ± 8.6a	307.8 ± 44.2a	299.0 ± 54.6b
PK - N2	11.1 ± 1.3ab	39.2 ± 5.0a	322.1 ± 61.9a	291.0 ± 66.7b
N + PK1	11.0 ± 2.0ab	37.5 ± 5.9a	281.8 ± 65.4a	332.0 ± 52.4ab
N + PK2	12.3 ± 2.3ab	36.5 ± 5.2a	288.3 ± 44.9a	416.2 ± 114.8a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。表3同。

表3 不同处理对土壤化学性状的影响

处理	pH 值	EC 值 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	有机质含量 (g/kg)	速效氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)
N	7.95 ± 0.08a	327 ± 19bc	23.2 ± 1.0a	106.2 ± 17.6a	42.5 ± 8.0a	126.2 ± 13.4b
PK - N1	8.03 ± 0.11a	298 ± 11cd	24.4 ± 2.8a	65.5 ± 7.2b	47.7 ± 9.3a	160.3 ± 20.5a
PK - N2	8.07 ± 0.07a	272 ± 20d	22.9 ± 2.5a	55.4 ± 14.8b	47.1 ± 5.6a	156.7 ± 19.7ab
N + PK1	7.95 ± 0.09a	343 ± 6ab	22.9 ± 1.6a	93.7 ± 11.2a	47.3 ± 7.7a	137.9 ± 17.6ab
N + PK2	7.94 ± 0.08a	362 ± 34a	24.1 ± 2.5a	102.3 ± 25.7a	49.0 ± 7.3a	151.8 ± 6.3ab

注:EC 值表示电导率。

没有影响。电导率(EC 值)与常规对照处理 N 相比,增磷钾减氮(处理 PK - N1 与处理 PK - N2)分别减少了 29、55  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,而增磷钾不减氮(处理 N + PK1 与处理 N + PK2)分别增加了 16、35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,其中处理 PK - N2较对照显著减少( $P < 0.05$ ),而 N + PK2 为显著增加( $P < 0.05$ )。有机质含量方面,各处理影响较小。增磷钾减氮(处理 PK - N1 与处理 PK - N2)可显著减少土壤速效氮含量( $P < 0.05$ )。处理 PK - N1、处理 PK - N2、处理 N + PK1 和处理 N + PK2 均略增加了有效磷含量,且速效钾含量增加值较大,其中处理 PK - N1 显著增加了速效钾含量( $P < 0.05$ )。这说明土壤本底有效磷含量不高,而土壤速效钾含量较适中。因此,增磷钾减氮处理

对土壤速效磷钾有改善作用,但降低了速效氮养分。增磷钾不减氮处理对土壤速效磷钾有改善作用,但增加了土壤盐分。

### 3 讨论与结论

增磷钾减氮处理对洋葱鳞茎和地上部生物量均有增产效应,且化肥减施 20% 的处理 PK - N2 比不减肥的处理 PK - N1 增产效果更佳,可见常规对照 N 施入量过多,且总养分施入量也偏高。增磷钾不减氮处理虽能增加土壤磷钾养分,但化肥养分增施 40% 和 60%,养分过量施入使得产量没有提升。也因此,化肥增施 60% 的处理 PK + N2 生物量比化肥增施 40% 的处理 PK + N1 小。

各处理对土壤速效氮磷钾的影响与各处理的化肥追施量吻合性高,增磷钾减氮处理能显著减少速效氮含量并显著增加速效钾含量,而增磷钾不减氮处理对速效氮影响较小而较显著增加速效钾含量。可见,洋葱追肥对于土壤速效养分至关重要。但追肥对于有效磷含量影响较小,这可能与有效磷易被土壤固定吸附或转化为非速效态相关<sup>[7-8]</sup>。增磷钾不减氮处理特别是处理 PK + N<sub>2</sub> 增加土壤电导率显著,这也说明了原有总施肥量偏高,增施化肥有增加土壤盐渍化风险。因此,兴化洋葱的养分调整策略为总量微调,氮磷钾结构需深度优化。追肥进行增磷钾减氮优化是可行方案,增加了土壤速效磷钾养分和洋葱产量,且没有加重土壤盐分。

土壤本底氮含量较为适中时,减氮处理减少了速效氮含量但产量却增加,可见速效氮并非限制性因素。常规处理氮总量投入多,但土壤速效氮含量并不高,可见氮流失较多。邹兰香等表明平衡施入氮肥效果更好,即在基肥和追肥中根据生育期需求施氮肥,不易在底肥中施入过量氮肥<sup>[9]</sup>。兴化洋葱产区为沙壤土,土壤保肥性不强,且氮过量施用易随径流和淋溶流失<sup>[10]</sup>。因此,氮肥的投入总量、有机肥化肥投入氮比例及化学氮基追比值得进一步研究。

多项研究显示,氮可提升可溶性糖、维生素 C、可溶性蛋白等品质指标<sup>[11-14]</sup>。与之相符,本研究显示,减施氮能在一定程度上降低维生素 C 含量。但与之不符的是减施氮提高了可溶性糖和可溶性蛋白含量,这可能说明氮非过量时施入对品质有正向作用,过量后投入会产生负向作用。刘长江等报道增施氮肥提高了洋葱的硝酸盐含量<sup>[11]</sup>。与之相符,笔者所在课题组研究显示减施氮肥降低了硝酸盐含量,而增磷钾不减氮处理增加了硝酸盐含量,可能是磷钾促进了洋葱对氮的吸收。另外,在减氮和不减氮的基础上追施磷钾均能提高可溶性糖含量,这与尉辉等的研究结果一致,追施钾肥可提高可溶性糖含量,磷肥能显著影响可溶性糖含量<sup>[3,12]</sup>。洋葱鳞茎膨大期需钾肥多需氮明显减少<sup>[15-16]</sup>,而磷肥可促进钾肥的吸收<sup>[4]</sup>。因此,改变原有常规追肥只追氮肥为增磷钾减氮对洋葱外观商品性和鳞茎大小有一定的改善作用。

综上,兴化洋葱单一追施氮肥不合理。增磷钾减氮可增加洋葱鳞茎和地上部生物量,也可改善鳞

茎商品性和可溶性糖等品质指标,对土壤速效磷钾养分也有改善效果,值得进行推广。增磷钾不减氮对产量影响较小,虽能略改善鳞茎商品性和可溶性糖含量,但对其余品质指标有负作用。另外,也增加了原本过高的化肥投入总量,因此不适宜应用。

#### 参考文献:

- [1] 赵 锴,李 瑾,徐 宁,等. 氮磷钾配施对洋葱产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2008,14(3):558-563.
- [2] 王克安,杨 宁,吕晓惠,等. 洋葱氮磷钾肥配施效应模型构建及其推荐用量研究[J]. 中国土壤与肥料,2015(2):57-62.
- [3] 尉 辉,薛传谦,张自坤,等. 追施钾肥对洋葱生长及营养品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(11):218-221.
- [4] 肖爱国. 配方施肥对柴达木地区洋葱产量的影响[J]. 北方园艺,2011(4):59-61.
- [5] 王学奎,黄见良. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [7] 蔡海洋,陈雪芸,易江婷,等. 施用不同磷肥对植烟土壤中磷的淋失和有效磷的影响[J]. 安全与环境学报,2009,9(6):6-9.
- [8] Kristoffersen A, Krogstad T, Gaard A F. Prediction of available phosphorus in soil: combined use for crop production and water quality protection[J]. Journal of Environmental Quality, 2020, 49(6):1575-1584.
- [9] 邹兰香,张淑红. 氮、磷、钾不同施用量对洋葱产量的影响[C]//山东园艺学会第七次会员代表大会暨学术研讨会论文集. 山东莱州,2011:101-103.
- [10] 杨绍聪,段永华,沐 婵,等. 星云湖径流区施肥对洋葱产量及不同土层养分残余量的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(4):183-188.
- [11] 刘长江,苏玉珍,刘胜利. 氮硫配施对洋葱产量及品质的影响研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(3):327-329,332.
- [12] 曾爱松,李家庆,宋立晓,等. 氮、磷、钾肥与有机肥配施对洋葱产量和品质的影响[J]. 长江大学学报(自然科学版),2018,15(18):7-10,19.
- [13] 胡俊杰,金伊洙,李 新,等. 配方施肥与定植密度对洋葱生育与产量的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(33):16296-16297.
- [14] 胡俊杰,金伊洙,刘 畅. 配方施肥对洋葱产量与品质的影响[J]. 北方园艺,2007(5):20-22.
- [15] Baligar V C, Barber S A. Potassium uptake by onion roots characterized by potassium/rubidium ratio[J]. Soil Science Society of America Journal,1978,42(4):618-618.
- [16] Marrocos S T, Grangeiro L C, Sousa V D, et al. Potassium fertilization for optimization of onion production [J]. Revista Caatinga,2018,31(2):379-384.