

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.22107

## 不同施肥模式对高原洋葱产量、养分吸收及氮肥利用的影响

喻 华<sup>1,2</sup>, 熊忠伟<sup>3</sup>, 江 云<sup>3</sup>, 陈 琨<sup>1</sup>, 上官宇先<sup>1</sup>, 周子军<sup>1</sup>, 秦鱼生<sup>1,2\*</sup>

(1. 四川省农业科学院农业资源与环境研究所, 四川 成都 610066; 2. 蔬菜品种改良与种质资源创新四川省重点实验室, 四川 成都 610066; 3. 盐源县农业农村局, 四川 盐源 615700)

**摘 要:** 洋葱是四川省攀西高原的一种主要蔬菜, 但鲜有其营养特性及施肥技术的报道, 以当地主栽洋葱品种为试验材料, 通过试验设置 PK、农户习惯 (630-300-420)、氮磷钾优化减量 (540-270-330) (NPK)、NPK+中微肥、有机肥替代 30% 化肥 (70%CN+30%ON)、控释掺混肥 (40% 控释 N+60% 常规 N) 共 6 个处理, 研究不同施肥模式对洋葱产量及氮、磷、钾养分吸收及氮肥利用的影响。结果表明, 生长期洋葱养分需求量顺序为氮 > 钾 > 磷, 收获时洋葱氮、磷和钾比例为 8.4:1:7.8; 每生产 1000 kg 洋葱吸收氮 2.30 ~ 2.52 kg、磷 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0.57 ~ 0.69 kg, 钾 (K<sub>2</sub>O) 2.45 ~ 2.84 kg。NPK+ 中微肥施肥模式的洋葱产量、氮表观回收率、氮偏生产力和农学效率均最高, 较农户习惯施肥分别增加 8685 kg/hm<sup>2</sup>、17.06%、47.89 kg/kg 和 24.96 kg/kg。氮磷钾优化减量、有机肥替代 30% 化肥和控释掺混肥 3 种模式的洋葱产量、氮表观回收率、氮偏生产力和农学效率较农户习惯施肥处理平均增加 7230 kg/hm<sup>2</sup>、10.1%、45.20 kg/kg、22.27 kg/kg。因此, 在攀西高原洋葱高产高效生产中, 建议在适量的氮、磷、钾用量 (分别为 510 ~ 540、240 ~ 270、300 ~ 330 kg/hm<sup>2</sup>) 的基础上优先配施中微量元素肥料, 并结合有机肥替代化肥和缓控释肥施用, 可实现化肥减量增效的目标。

**关键词:** 施肥模式; 洋葱; 产量; 氮表观回收率

洋葱属百合科葱属中以肉质鳞片和鳞芽构成鳞茎的二年生草本植物。由于洋葱易栽培、产量高、耐贮运、供应期长, 是调剂蔬菜淡季供应的重要蔬菜<sup>[1]</sup>。四川省西昌市安宁镇地处安宁河谷, 属热带高原季风气候区, 冬季气候温暖, 是四川的洋葱之乡, 常年种植面积 5300 多 hm<sup>2</sup>。攀西高原洋葱全生育期中无休眠期和返青期, 葱头大、葱味浓, 鳞茎的刺激味尤其强烈, 生产的紫皮洋葱畅销全国, 并出口俄罗斯、日本等, 曾荣获第二届全国农业博览会金奖, 是攀西地区乃至四川省的重要蔬菜之一。

洋葱种植密度大、产量高, 因此, 全生育期需肥量大, 各生长时期又因其生长特性不同而需肥量和施肥方式有所不同。目前, 在攀西高原洋葱种植区, 后期追肥主要采用大水漫灌施肥方式,

常因砂质土壤的剧烈淋洗作用导致土壤 pH 值快速下降。研究表明, 在酸性土壤上, pH 值降低会加重 H<sup>+</sup>、铝和锰的毒害, 同时容易造成磷、钙、镁、锌等元素的速效养分缺乏<sup>[2]</sup>。洋葱是弦状浅根系, 根毛极少, 根系吸收能力较差, 对水肥反应敏感, 大水漫灌式追肥会导致大量速效肥料因淋洗而损失<sup>[3]</sup>。在洋葱高产的效益目标驱动下, 种植户传统上都采取逐年加大施肥量的方式来实现, 过量施肥较为普遍。国内外学者对洋葱施肥与产量、品质等的关系进行了一些研究<sup>[4-5]</sup>, 仲小平<sup>[6]</sup>研究得出增施中微量元素或有机肥, 洋葱产量明显增加; Diaz-Perez 等<sup>[7]</sup>研究结果显示, 施入过多氮和减少氮用量对洋葱产量形成会产生不利影响; 尉辉等<sup>[8]</sup>研究发现, 洋葱追施钾肥可促进洋葱生长、提高产量及可溶性固形物、维生素 C (Vc) 等的含量; 韩松竹等<sup>[9]</sup>研究发现, 在减少氮用量的基础上增施氨基酸液体肥, 洋葱产量并未减少, 还能够增加可溶性固形物和 Vc 的含量; 王凤文<sup>[10]</sup>的研究表明, 适量施用中微肥还可以增加洋葱的 Ca、Mg 含量, 提高对 P、K 的吸收和利用, 改善洋葱品质。在已有的研究中, 对攀西高原洋葱氮磷钾养分吸收特性, 以及水肥一体化

收稿日期: 2022-03-03; 录用日期: 2022-06-07

基金项目: 四川省财政创新能力提升工程专项 (2019QNJJ-016); 四川省财政专项资金 (2017CYTS-014); 国家重点研发计划 (2018YFD0201210-3)。

作者简介: 喻华 (1981-), 副研究员, 硕士, 主要从事蔬菜营养与施肥方面的研究。E-mail: 348017117@qq.com。

通讯作者: 秦鱼生, E-mail: 511944725@qq.com。

膜下滴灌施肥的效果研究还鲜见报道。因此,为探索攀西高原洋葱适宜的需肥量以及合理的施肥方式,在水肥一体化管理技术条件下,开展不同肥料用量和施肥措施对洋葱产量、养分吸收状况的影响研究,以期明确在水肥一体化滴灌基础上,不同施肥措施下洋葱各生育期的养分吸收状况,为洋葱增产增收、化肥减量和提高肥料利用率提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地基本情况

试验地位于四川省西昌市安宁镇和平村(27° 59' 14.7" N, 102° 10' 42.07" E),海拔 1534 m,平均气温 16.9℃,年均降水量 800 mm,降水集中在 6 ~ 9 月,昼夜温差大,光热资源丰富。种植模式为玉米-洋葱轮作,露地种植。供试土壤类型为紫色土,试验前取耕作层 0 ~ 20 cm 混合土样测定基础养分,测试结果见表 1。

表 1 试验地基础土样养分状况

pH	有机质		全氮	碱解氮	有效磷	速效钾
	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
5.69	22.3	1.44	115	141	85.0	
有效锌	有效硼	有效硫	交换性钙		交换性镁	
			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
4.07	0.310	25.8	9.18	2.14	0.06	

试验地为酸性土壤,有机质、全氮和碱解氮含量中等,有效磷含量高,速效钾含量为中等偏下,有效硼缺乏。

### 1.2 试验材料

供试洋葱品种为当地主推的通海红葱。供试肥料为尿素(N 46%)、控释尿素(N 37%)、过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%)、氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%)和商品有机肥(主要原料为猪粪,N 34 g/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 24 g/kg、K<sub>2</sub>O 18 g/kg、有机质 690 g/kg、含水量为 25%),以及化学纯微量元素肥料硫酸镁、硫酸锌和硼砂。

### 1.3 试验设计

试验前调查试验地周边 10 户农户的洋葱施肥情况,根据平均施肥水平和在此基础上减氮 15% 并优化磷和钾用量,试验设置 6 个处理:无氮(PK)、农户习惯施肥、氮磷钾减量优化(NPK)、NPK+中微肥、有机肥替代 30% 化肥氮(70%CN+30%ON)、控

释掺混肥(40% 控释 N+60% 常规 N)。各处理施肥量见表 2,其中农户习惯施肥水平为 N 630 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 300 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 420 kg/hm<sup>2</sup>,其他处理施肥水平为 N 540 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 270 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 330 kg/hm<sup>2</sup>,微量元素肥用量均为 15 kg/hm<sup>2</sup>。有机肥、中微肥和全部磷肥作基肥施用,氮肥和钾肥分 4 次施用,即基肥:追肥:追肥:追肥=4:2:2:2,基肥撒施后平地,安装滴灌系统,做平畦,覆膜,追肥采用水肥一体化膜下滴灌,滴灌区在根区 0 ~ 15 cm 范围内。试验小区面积 20 m<sup>2</sup>,各处理随机区组排列,3 次重复。2019 年 8 月 15 日育苗,10 月 9 日移栽,露地种植,次年 4 月 15 日采收。种植行距 17 cm,株距 18 cm,定植密度为 33.6 万株/hm<sup>2</sup>,其它管理与大田生产一致。

表 2 不同处理施肥量 (kg/hm<sup>2</sup>)

施肥处理	化肥			有机肥	中微肥		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		MgSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O
PK	0	270	330	0	0	0	0
农户习惯施肥	630	300	420	0	0	0	0
NPK	540	270	330	0	0	0	0
NPK+中微肥	540	270	330	0	15	15	15
有机替代	378	156	244.5	6345	0	0	0
控释掺混肥	540	270	330	0	0	0	0

### 1.4 测定项目与方法

土壤:试验前后测定土壤 pH 及有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾的含量。

植物样:根据洋葱不同生长时期分次采样,冲洗泥土,称鲜重后切碎,在 105℃ 下杀青,65℃ 烘干称重后再用中药粉碎机研磨成粉,测定干基氮、磷、钾含量。洋葱收获时以小区为单位进行实收记产。

土样和植株样化学指标采用《土壤农化分析》中常规方法测定<sup>[11]</sup>。土壤 pH 采用土水比为 1:2.5,酸度计测定。土壤有机质采用重铬酸钾外加热法测定,全氮用全自动凯氏定氮仪测定,碱解氮采用碱解扩散法测定,全磷采用氢氧化钠碱熔融-钼蓝比色法,有效磷采用碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法测定,全钾采用碱熔融-火焰光度法,速效钾采用醋酸铵提取-火焰光度法测定。植株氮采用硫酸-双氧水消煮,全自动凯氏定氮仪测定,磷采用钒钼黄比色法测定,钾采用火焰

光度法测定。

根据植株养分测定结果, 计算氮肥表观回收率、氮肥偏生产力和氮农学效率, 公式如下:

氮肥表观回收率 = (施氮处理洋葱地上部分吸氮量 - 未施氮洋葱地上部分吸氮量) / 施氮量 × 100%

氮肥偏生产力 = 施氮处理洋葱产量 / 施氮量

氮农学效率 = (施氮处理洋葱产量 - 未施氮洋葱产量) / 施氮量<sup>[12]</sup>

## 1.5 数据分析

采用 Excel 2016 和 DPS 对数据进行统计分析和处理, LSD 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥模式对洋葱氮吸收利用的影响

#### 2.1.1 不同施肥模式对洋葱全生育期植株氮含量的影响

从洋葱生长各时期氮含量(图1)来看, 幼苗期植株中氮含量较低, 随着生长逐渐增加, 到移栽 85 d 左右达到峰值, 之后逐渐下降。从各施肥处理来看, 若无氮肥补充(PK 处理), 在移栽后 15 d 左右植株氮含量下降, 之后缓慢上升, 整个生长期含氮量低于同时期的有机替代和控释掺混肥处理, 且吸氮高峰期较各施氮处理提前, 叶色偏黄, 提前衰老。这表明无外源氮素补充的情况下, 土壤供氮不能完全满足洋葱生长所需。对于能够缓慢释放氮源的两个处理(有机替代和控释掺混肥), 从洋葱苗期到吸氮高峰期, 植株中的氮含量是持续增加的, 并未出现降低的现象。对于农户习惯施肥处理, 由于施氮量大, 生长前期未出现植株氮含量下降的情况。对于 NPK 和 NPK+中微肥处理, 在洋葱移栽 30 d 左右植株氮含量先降低后升高。由此可见, 洋葱生长前期对氮需求量

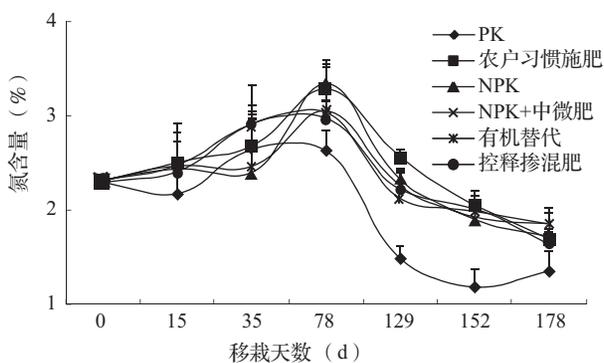


图1 不同施肥处理下洋葱生长期植株中氮含量

较小时, 洋葱体内氮浓度相对较低, 在生长旺盛期氮含量增加, 生长后期逐渐下降。若要保证洋葱整个生长期的氮素供应, 在化肥减施的情况下, 选择能够持续提供氮素的氮源是一项重要节肥增效措施。

#### 2.1.2 不同施肥模式对洋葱全生育期氮吸收量的影响

从洋葱各生长时期氮吸收量(图2)来看, 从幼苗期到成熟期植株氮吸收量逐渐增加, 采收期氮累积量逐渐趋于稳定, 但各个时期吸收速率不同。移栽后一个月内洋葱对氮的需求总量低, 平均每株吸收量仅从 1.0 mg 增加到 2.5 mg 左右, 之后增速较快。移栽 60 d 后对氮的需求量迅速增加, 不同施肥处理氮吸收量开始出现差异。从移栽后 90 ~ 152 d, 洋葱进入鳞茎迅速膨大期, 对氮的需求量持续增加, 不断吸收并累积在鳞茎中。之后, 氮的累积速度放缓, 吸收总量趋于稳定。从不同的施肥处理来看, 只有 NPK+中微肥处理在生长后期氮吸收量仍然持续增加, 其他处理几乎不再增加。到收获时, 各处理氮吸收量的顺序为: NPK+中微肥 > 控释掺混肥 > 有机替代 > 农户习惯 > NPK > PK。

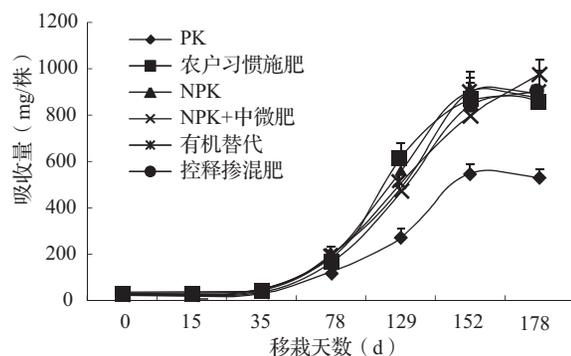


图2 不同施肥处理下洋葱生育期植株氮吸收量

### 2.2 不同施肥模式对洋葱磷素吸收利用的影响

#### 2.2.1 不同施肥模式对洋葱全生育期植株磷含量的影响

洋葱收获时, 各处理磷含量在 0.199% ~ 0.218% 之间, 但在各生长期有变化。从各时期磷含量(图3)来看, 幼苗期植株中磷含量较高, 随着生长逐渐降低。到移栽 15 d 后各处理开始出现差异, 之后呈现波纹状变化。从不同的施肥处理来看, 农户习惯施肥处理在整个生长期植株磷含量高于其他处理, 原因可能是施磷量高。其次是 NPK 处理, 磷含

量也处于较高水平。控释掺混肥处理在生长中期较其他处理低,收获期逐渐增加到与其他处理相当。PK处理在前期处于较低水平,中后期高于其他处理。

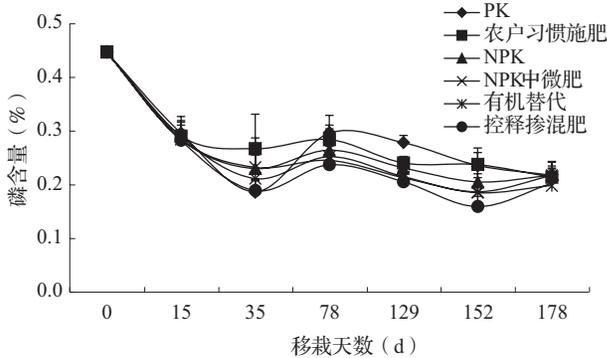


图3 不同施肥处理下洋葱生长期植株磷含量

### 2.2.2 不同施肥模式对洋葱全生育期植株磷吸收量的影响

从洋葱生长各时期磷吸收量(图4)来看,幼苗期到采收期植株磷吸收量逐渐增加,各时期增速不同,采收期磷累积量达到最高值。在生长早期(从移栽到35 d左右)各处理磷吸收量很低,无明显差异。到生长中后期,随着洋葱旺盛生长,磷吸收量迅速增加,不同施肥处理洋葱磷吸收量出现差异。农户习惯施肥和NPK处理磷吸收量较高,到移栽152 d后增速变缓。有机替代处理在生长中后期磷吸收量低于前两个处理,而PK处理更低。控释掺混肥处理在生长中期磷吸收量低于其他处理,后期累积速率并未减缓,到收获时,累积总量仍然较高。从洋葱对磷的吸收总量来看,收获时(移栽后178 d)各处理顺序为NPK+中微肥>农户习惯>控释掺混肥>NPK>有机替代>PK。中微肥的添加促进了植株对磷的吸收;在化肥减施且有机肥替代30%后,有效磷供应量在洋葱后期生长略显不足,总吸收量低于其他养分的处理。

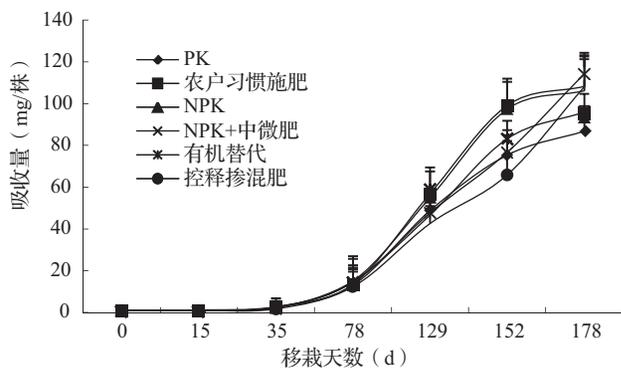


图4 不同施肥处理下洋葱生育期植株磷吸收量

## 2.3 不同施肥模式对洋葱钾素吸收利用的影响

### 2.3.1 不同施肥模式对洋葱全生育期植株钾含量的影响

洋葱幼苗期植株中钾含量较高,生长前期含量逐渐降低,到移栽后30 d左右逐渐升高,生长旺盛期含量峰值出现在移栽后78 d左右,处理有机替代最高,农户习惯次之,PK最低,之后逐渐下降(图5)。在不同施肥措施下,生长过程中钾含量出现差异,到成熟时差异缩小。

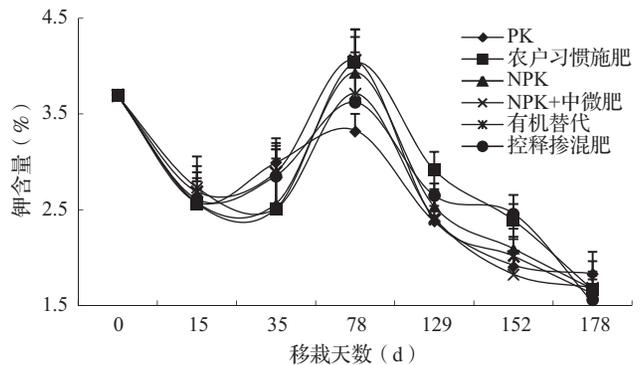


图5 不同施肥处理下洋葱生长期植株钾含量

### 2.3.2 不同施肥模式对洋葱全生育期植株钾吸收量的影响

从幼苗期到旺盛生长后植株钾吸收量不断增加,到采收期有所下降,在移栽152 d左右钾累积量达到最高值(图6)。从移栽到35 d左右各处理钾吸收量很低,无明显差异。随着洋葱旺盛生长,钾吸收量迅速增加,不同施肥处理洋葱钾吸收量差异逐渐明显。其中,农户习惯施肥处理钾吸收量在移栽后129 d左右已明显高于其他处理,而PK处理则低于其他各处理。在钾吸收峰值时,控释掺混肥处理吸收量最高;NPK+中微肥处理最低,显著低于其他处理,之后持续增加。到移栽后178 d,该处理钾吸收量高于其他处理。收获时各处理植株中钾吸收总量顺序为NPK+中微肥>农户习惯>NPK>控释掺混肥>有机替代>PK。从洋葱对钾的吸收总量来看,微量元素在洋葱生长后期促进了钾的吸收。与磷相似,在化肥减施并有机肥替代30%后,速效钾供应量在洋葱生长后期略显不足,吸收量低于其他处理(PK除外)。

## 2.4 不同施肥模式对洋葱产量的影响

从图7可以看出,洋葱产量最高的处理是NPK+中微肥,达128940 kg/hm<sup>2</sup>;其次分别是有机替代处理和控释掺混肥处理,产量分别为128800和127993 kg/hm<sup>2</sup>。由此可见,在施用氮、磷、钾肥

的基础上配施微量元素肥料可以促进洋葱增产，有机肥配合化肥施用以及配施 40% 缓控释氮肥也有利于产量的形成。因此，在氮、磷、钾用量分别减少 14%、10% 和 21% 的情况下，这 3 种施肥措施均能使洋葱产量提高。试验中，每生产 1000 kg 洋葱吸收氮 2.30 ~ 2.52 kg、磷（以 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 计）0.57 ~ 0.69 kg、钾（以 K<sub>2</sub>O 计）2.45 ~ 2.84 kg。

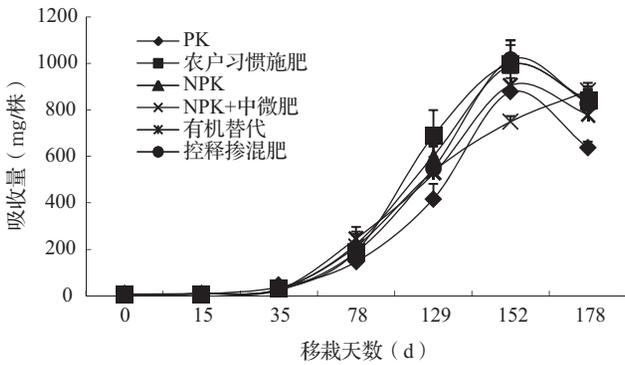


图 6 不同施肥处理下洋葱生育期植株钾吸收量

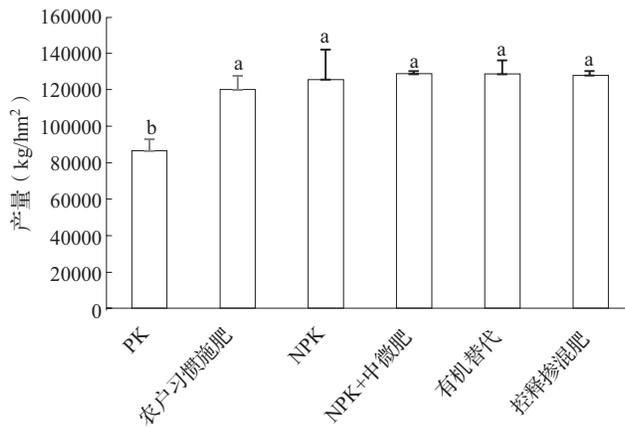


图 7 不同施肥处理下洋葱产量

注：小写字母不同表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

### 2.5 不同施肥模式对洋葱氮利用效率的影响

不同施肥处理下洋葱氮利用效率有显著差异

(表 3)。从氮的表观回收率来看，最高的是 NPK+中微肥处理，为 36.00%；其次为有机替代处理，再次为控释掺混肥处理和 NPK 处理，分别较农户习惯施肥处理高 17.06%、14.36%、9.13%、6.82%，且与农户习惯施肥处理差异显著，这表明大量施用氮肥直接导致氮回收率较低，造成浪费。微量元素对氮吸收利用有协同增效作用，配施有机肥在一定程度上也能促进化肥氮的利用。NPK+中微肥处理氮偏生产力最高，为 238.78 kg/kg，较农户习惯施肥处理增加 47.89 kg/kg，差异达显著水平；氮农学效率也是该处理最高，为 78.25 kg/kg，较农户习惯增加 24.96 kg/kg，且差异显著。NPK 处理、有机替代处理以及控释掺混肥处理的氮偏生产力和氮农学效率与农户习惯处理差异均达到显著水平。总的说来，氮磷钾优化减量 (NPK)、增施微量元素、有机肥替代和控释掺混肥这 4 种模式均能不同程度提高氮利用效率。

表 3 不同施肥处理对洋葱氮效率的影响

处理	施氮量 (kg/hm <sup>2</sup> )	氮表观回收率 (%)	氮偏生产力 (kg/kg)	氮农学效率 (kg/kg)
PK	0	—	—	—
农户习惯	630	18.94b	190.89b	53.29b
NPK	540	25.76a	232.72a	72.19a
NPK+中微肥	540	36.00a	238.78a	78.25a
有机替代	540	33.30a	238.52a	77.99a
控释掺混肥	540	28.07a	237.02a	76.50a

注：小写字母不同表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

### 2.6 不同施肥模式下洋葱的经济效益分析

对各种施肥模式进行经济效益统计 (表 4)，其中，NPK+中微肥处理纯收入相对最高，为 75375 元/hm<sup>2</sup>，比农户习惯增加收益 7035 元/hm<sup>2</sup>，增幅为 10.3%；其次分别为控释掺混肥、NPK 和有机替代处理，比农户习惯分别增加收益 6645、5310 和 3960 元/hm<sup>2</sup>，表明增施微量元素肥料更有利于提高洋葱种植的经济效益。

表 4 不同施肥处理对洋葱经济效益的影响

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	总收入 (元/hm <sup>2</sup> )	物化投入 (元/hm <sup>2</sup> )	用工投入 (元/hm <sup>2</sup> )	总投入 (元/hm <sup>2</sup> )	纯收入 (元/hm <sup>2</sup> )
PK	86682b	69348	11790	12750	24540	44805
农户习惯	120260a	96204	15120	12750	27870	68340
NPK	125667a	100536	14130	12750	26880	73650
NPK+中微肥	128940a	103152	15015	12750	27765	75375
有机替代	128800a	103044	17700	13050	30750	72300
控释掺混肥	127993a	102396	14655	12750	27405	74985

注：洋葱单价按 0.8 元/kg 计算；尿素 (控释尿素)、过磷酸钙、硫酸钾、氯化钾分别按 2.0 (2.5)、0.8、2.2、2.6 元/kg 计算；有机肥 0.85 元/kg。物化投入主要包括洋葱苗、肥料、农膜等。

### 3 讨论

施肥是提高土壤肥力和获得高产的重要手段。文献显示,采用配方施肥可实现洋葱种植过程中化肥减施,可减少纯养分投入的10%~20%<sup>[13]</sup>。通过肥料的投入,既满足了作物高产需求,同时土壤中的养分分布和组成也发生了变化。合理施肥可以改善作物根际土壤的理化性状,在提高土壤肥力和获取作物高产方面起着重要的作用<sup>[14]</sup>。本试验不同的施肥措施中,在氮、磷、钾基础上配施微量元素,能明显提高洋葱产量和氮肥表观回收率,增加经济效益;在适宜的氮、磷、钾用量下有机肥替代30%化肥后,仍然能达到与全量化肥的产量效果,同时,施用有机肥还是一项有效地降低蔬菜硝酸盐积累的农业措施<sup>[15]</sup>。该施肥措施在洋葱整个生长过程中,不仅可以持续提供氮源,还能补充土壤有机质,使其结构疏松,提高保水保肥能力。洋葱整个生长期较长,从移栽到收获将近6个月,用缓控释氮肥配合速效氮肥,既使施肥总量有所减少,也能达到高产。

在西昌洋葱种植区农户长期重施氮肥,加上漫灌的施肥方式,导致土壤质量逐渐下降。氮肥的大量投入也必然发生氮素流失,造成生产成本增加和环境污染<sup>[16]</sup>。相对于农户习惯施肥处理,试验中肥料减施的各处理均降低了氮、磷、钾肥的投入,洋葱产量不仅未降低,而且还有利于降低肥料成本并降低环境污染风险。同时,将施肥方式由漫灌改为水肥一体化膜下滴灌后,产量也比往年有了大幅提高。

因此,为保证洋葱稳产高产,不能一味地通过增加施肥量来实现。施肥量应与洋葱生长需求相协调,做到氮、磷、钾均衡。采用底肥配施微量元素、结合有机肥替代部分化肥以及添加部分缓控释氮肥,配合水肥一体化滴灌追肥等施肥模式,是高原洋葱生产可持续发展的重要措施。

### 4 结论

洋葱生育期养分含量变化曲线和吸收曲线反映了洋葱生长状况和养分需求特性。洋葱快速生长时吸收氮、磷、钾3种养分的高峰期基本一致,此前应做好养分供应准备。从不同施肥处理来看,洋葱对氮、磷、钾的需求特性和吸收量并不相同。从需求量上看,氮>钾>磷,由此可见,对洋葱生长具有主要影响的因素是氮肥施用量<sup>[17]</sup>,该结论与肖爱国<sup>[18]</sup>的研究结果一致;从含量来看,整个

生育期氮、磷、钾的含量是不断变化的,且变化趋势并不相同。通过该试验得出:攀西高原种植洋葱适宜的大量元素养分用量为510~540(N)、240~270(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、300~330(K<sub>2</sub>O)kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献:

- [1] 刘宜生. 蔬菜生产技术大全 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 313-314.
- [2] 陈清, 张福锁. 蔬菜养分资源综合管理理论与实践 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 14-15.
- [3] 郭玉侠, 徐明慧. 番茄水肥一体智慧种植应用研究 [J]. 农业工程技术, 2021, 41 (18): 54-56.
- [4] 撒金东, 杨彩玲, 买自珍. 氮磷钾肥用量对洋葱生育、产量及经济效益的影响 [J]. 江苏农业科学, 2017, 45 (10): 106-109.
- [5] Lee J T, Ha I J, Kim H D, et al. Effect of liquid pig manure on growth, nutrient uptake of onion, and chemical properties in soil [J]. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 2006, 24 (2): 148-156.
- [6] 仲小平. 洋葱测土配方施肥减量增效试验 [J]. 云南农业, 2020 (8): 70-73.
- [7] Diaz-Perez J C, Purvis A C, Paulk J. Bolting, yield and bulb decay of sweet onion as affected by nitrogen fertilization [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2003, 128 (1): 144-149.
- [8] 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, 62 (11): 218-221.
- [9] 韩松竹, 高杰. 氮肥减施与氨基酸液体肥增施对露地膜下滴灌洋葱生长、产量和品质的影响 [J]. 新疆农业科学, 2021, 58 (5): 838-845.
- [10] 王凤文. 施用微肥对洋葱品质的影响 [J]. 内蒙古农业科技, 2009, 216 (2): 52-54, 86.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2015: 39-113.
- [12] 马征, 崔荣宗, 贾德等. 氮磷钾平衡施用对大葱产量、养分吸收及利用的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2019, 281 (3): 109-113.
- [13] 冯守疆, 车宗贤, 赵欣楠, 等. 配方施肥对洋葱品质及产量的影响初报 [J]. 甘肃农业科技, 2018, 516 (12): 52-55.
- [14] 魏晖, 漆永红, 寇永谋, 等. 两种施肥方法对洋葱农艺性状及产量的影响 [J]. 湖南农业科学, 2010, 243 (22): 37-38.
- [15] 王正银. 蔬菜营养与品质 [M]. 北京: 科学出版社, 2009. 163-164.
- [16] 刘维震, 张宏彦, 江荣风, 等. 露地洋葱施肥、土壤养分及产量状况的分析研究 [J]. 土壤通报, 2007, 38 (1): 58-63.
- [17] 胡俊杰, 金伊洙, 刘畅. 配方施肥对洋葱产量和品质的影响 [J]. 北方园艺, 2007, 176 (5): 20-22.
- [18] 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, 235 (4): 59-61.

**Effects of different fertilization modes on yield, nutrient absorption and nitrogen utilization of onion in plateau**YU Hua<sup>1, 2</sup>, XIONG Zhong-wei<sup>3</sup>, JIANG Yun<sup>3</sup>, CHEN Kun<sup>1</sup>, SHANG GUAN Yu-xian<sup>1</sup>, ZHOU Zi-jun<sup>1</sup>, QIN Yu-sheng<sup>1, 2\*</sup>

(1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu Sichuan 610066; 2. Vegetable Variety Improvement and Germplasm Innovation Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Sichuan 610066; 3. Agriculture and Rural Bureau of Yanyuan County, Yanyuan Sichuan 615700)

**Abstract:** Onion is a main vegetable in panxi plateau of Sichuan province. but there were few reports on nutritional characteristics and fertilization technology of onion planting. Taking the locally onion varieties as the experimental materials, the effects on the absorption and utilization of nitrogen, phosphorus, potassium, yield and nitrogen utilization of onion were studied with different fertilization modes. The experiment set six treatments: PK, farmers' fertilization (NPK) (630-300-420), optimized fertilization (540-270-330), NPK+medium and micro fertilizer, organic fertilizer instead of 30% chemical fertilizer (70% CN+30% ON), controlled-release mixed fertilizer (40% controlled-release N+60% conventional N). The results showed that the order of nutrient demand of onion in growth was nitrogen>potassium>phosphorus. The ratio of nitrogen, phosphorus ( $P_2O_5$ ) and potassium ( $K_2O$ ) in onion was 8.4 : 1 : 7.8; For every 1000 kg onion produced, it absorbed 2.30 ~ 2.52 kg of N, 0.57 ~ 0.69 kg of  $P_2O_5$  and 2.45 ~ 2.84 kg of  $K_2O$ . The highest yield, nitrogen apparent recovery rate, nitrogen partial productivity and agronomic efficiency of onion were occurred in NPK+medium and micro fertilizer treatment, which increased by 8685 kg/hm<sup>2</sup>, 17.06%, 47.89 kg/kg and 24.96 kg/kg respectively compared with farmers' fertilization. The average yield, nitrogen apparent recovery rate, nitrogen partial productivity and agronomic efficiency of the three treatments (NPK, 70% CN+30% ON and 40% controlled-release N+60% conventional N) increased by 7230 kg/hm<sup>2</sup>, 10.1%, 45.20 kg/kg and 22.27 kg/kg on average, respectively, compared with farmers' fertilization treatment. Therefore, it is suggested that priority should be given to the application of medium and trace element fertilizer, combined organic fertilizer instead of partly chemical fertilizer and controlled-release N based on the appropriate amount of N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  (510 ~ 540, 240 ~ 270 and 300 ~ 330 kg/hm<sup>2</sup>), so as to achieve the goal of reducing chemical fertilizer and increasing efficiency.

**Key words:** fertilization modes; onion; yield; apparent nitrogen recovery