

总第36期 | 2013年12月号



# 编者按

亲爱的读者，

随着2013年成为过去，我们应该深思和提出这样一个问题：“在2014年及今后一段时间里，需要我们关注的最紧要的问题是什么呢？”

对我来说，将农民与实用技术连接起来和确保农业科研基于农民的需求，实现最高而直接的产量潜力，是最重要的。

因为有机会和全世界的很多农民进行接触，我有幸了解了各地的土壤、作物、气候条件和农业政策等农业生产环节中的这些影响因素。我确信在以上提到的这些方面进行投入，值得我们付出更多的努力和辛劳。

祝大家有一个丰硕的2014年！

Hillel Magen

国际钾肥研究所所长

## 编者按

2

## 研究论文



乌克兰向日葵生产：  
肥料对向日葵籽产量的影响  
**Polevoy, V., L.Lukashchuk, and G.Peskovski**



灌溉施肥不同钾镁处理对西瓜  
生产的影响  
**Kappel, N., G. Balazes, D. Fekete, and V. Bohm**



施钾促进洋葱高产优质  
**Deshpande, A.N., A.R. Dhage, V.P. Bhalerao, and S.K. Bansal**

## 学术活动

16

## 最新出版物

24

## 钾素文献

25

## 信息公告

26

27

封面照片：玉米滴灌施肥系统，国际钾肥研究所-中国农业大学 (IPI-CAU) 在中国东北的田间试验。拍摄：E. Sokolowski.

# 研究报告



Photo by IAWP NAAS.

## 乌克兰向日葵生产：肥料对向日葵籽产量的影响

Polevoy. V.<sup>(1)</sup>, L.Lukashchuk<sup>(1)</sup>, and G.Peskovski<sup>(2)</sup>

### 引言

向日葵是乌克兰重要的油料作物，占其油料作物种植面积的70%，在农业领域具有重要的战略地位。乌克兰向日葵籽的产量在全世界排第一，占全世界向日葵籽产量的25%，接下来是俄罗斯（22%）、阿根廷（9%）。另外，差不多57%的世界向日葵的贸易量来自乌克兰（乌克兰国家统计局）。

### 向日葵播种面积和产量

1990年代末以来，乌克兰用于向日葵的耕地面积从1995年的200万hm<sup>2</sup>增加到2012年的510万hm<sup>2</sup>，增长了2.5倍，而且在过去的4年中保持稳定（图1）。乌克兰向日葵的主要产区在Kirovograd, Kharkov和Dnepropetrovsk地区，超过全国向日葵播种面积的30%，或者说，这3个地区的向日葵的播种面积分别占全国的10.8%、10.5%和9.5%（乌克

<sup>(1)</sup> 乌克兰国家农业科学院Western Polissya农业研究所 (IAWPNAAS), Shubkov, Rivne region, 乌克兰, [Rivne-apv@ukr.net](mailto:Rivne-apv@ukr.net).

<sup>(2)</sup> IPI东欧项目协调员, [g.peskovski@belpc.by](mailto:g.peskovski@belpc.by).

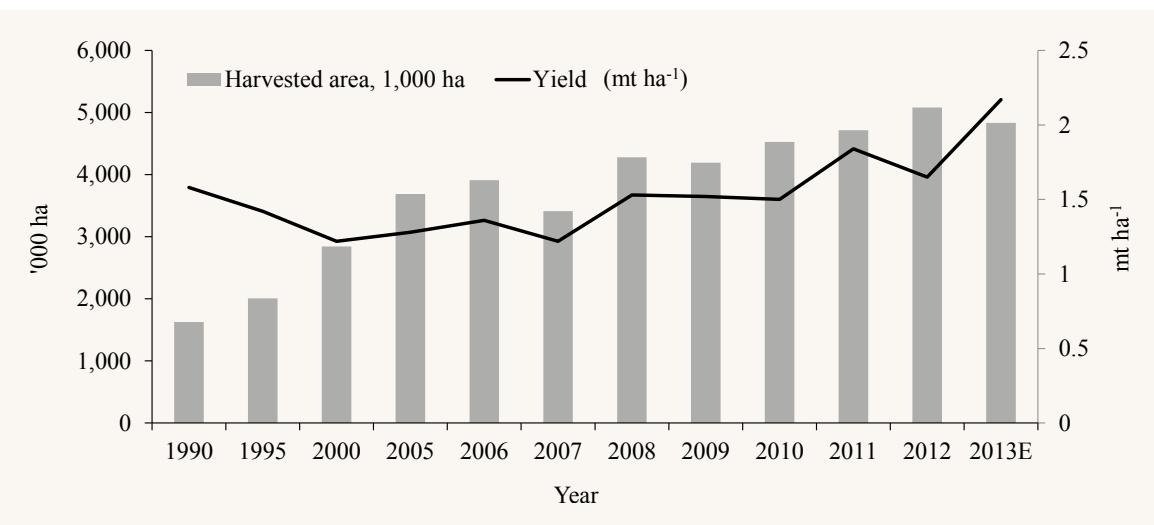


图1. 1990-2013年乌克兰向日葵收获面积和单产 (2013年为估计数)

兰全国统计委员会)。最适合向日葵生长发育条件的是森林草原和草原地区,当然,草原地区的南部区域是个例外 (Kirichenko, 2010)。

苏联解体后,乌克兰向日葵的单产严重下降,从1990年的 $1.58 \text{ t}/\text{hm}^2$ 下降到1994年的 $0.91 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,只是在2008年得到恢复 ( $1.53 \text{ t}/\text{hm}^2$ )。从那以后,产量提高了20%,在2011年达到 $1.84 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。尽管有这样高的增长,乌克兰向日葵的实际产量还是低于其生物学潜力产量的50%~60% (Kirichenko, 2010; Kirichenko, 2013),很多大公司使用先进技术,使产量达到 $2.5 \sim 3.5 \text{ t}/\text{hm}^2$  (Kirichenko, 2010; Perepyatko, 2013)。现代的杂交种的产量潜力甚至大于 $4.5 \sim 5 \text{ t}/\text{hm}^2$ 。目前,在公共注册中心 (Public Register) 有超过350个杂交种。

乌克兰向日葵产量相对较低的原因主要有下面这些:

- 包括钾肥在内的肥料用量比较低;
- 连作和需要先进的农作技术;
- 种子质量低下;
- 植物病害流行 (菌核病和灰霉病, Sclerotinia head rot, Gray mold, *Phomopsis* and broomrape)。

虽然向日葵是耐旱作物,但在南部草原干旱地区种植向日葵,影响向日葵的生长发育 (Kirichenko et al., 2010; Andriyenko et al., 2011)。

向日葵在乌克兰是获利最丰厚的作物,1996~2012年的平均利润率 (用净收益占生产总投入成本的百分数表示) 为51% (图2),在气候不利年份的收益为20%。这样就导致其播种面积不断增加。向日葵的另外一个优势是,在乌克兰向日葵籽的产油量远远高于其他油料作物,达到 $750 \text{ kg}/\text{hm}^2$  (Denisenko, 2013)。

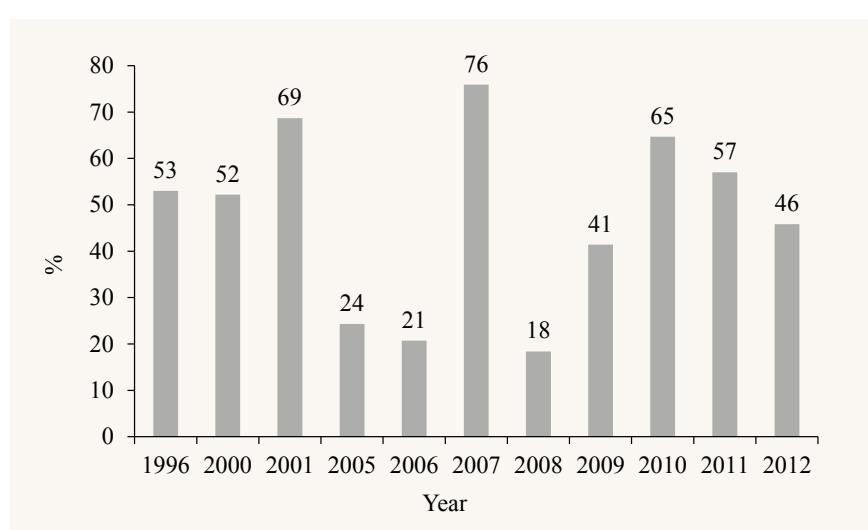


图2. 乌克兰不同年份种植向日葵的平均利润率 (%)

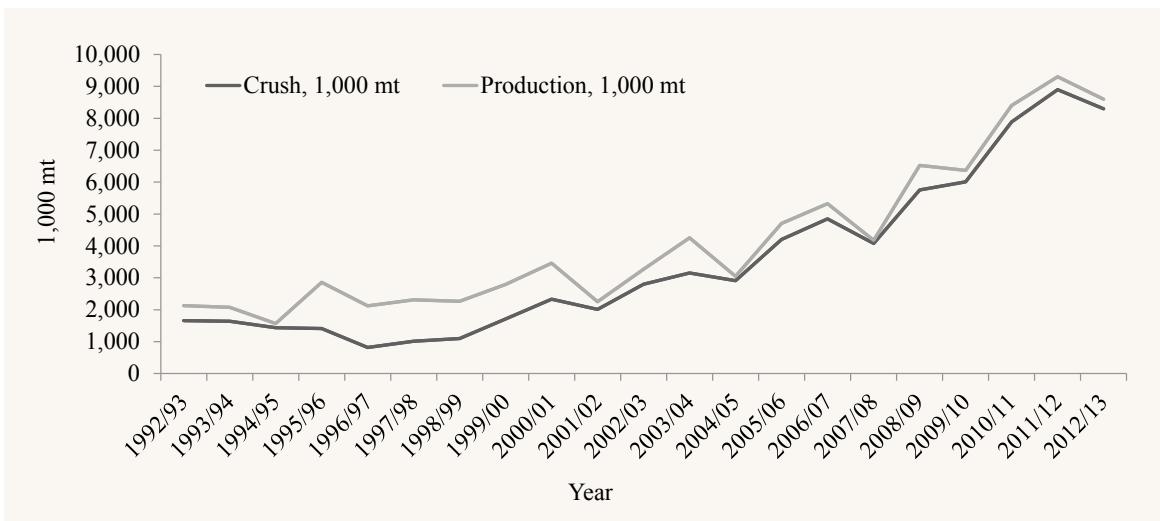


图3. 乌克兰向日葵产量和用于榨油的向日葵籽量

### 乌克兰向日葵的产量和榨油

乌克兰是世界向日葵产量的领导者。2000年以前，向日葵产量低于300万t(图3)。但是，2000年以后的10年来，其产量增加了3倍，从2000年的280万t增加到2010年的840万t。产量的增加不仅仅是由于种植面积的扩大，也由于单产的提高。乌克兰的向日葵主要种植在大型农业企业，2011年其产量占到总产量的84.1% (Perepyatko, 2013)。

这些农业企业主投资大量资金以提高技术含量，在过去的几年中极大地提高了向日葵的单产水平，使向日葵籽的产量在2011/2012年度达到了创纪录的930万t。超过95%的向日葵籽都被榨油厂用来榨油。

### 乌克兰向日葵籽榨油工业发展情况

1990年以来，乌克兰榨油工业榨油能力提高很快，2012年到达1330万t。根据乌克兰Ukroliyaprom联盟(榨油企业的自治组织)提供的信息，到2015年乌克兰榨油能力将有望达到1500万t，接近乌克兰向日葵籽的产量水平 (<http://latifundist.com>)。受出口税收政策的刺激(目前为10%)，乌克兰向日葵榨油工业得到大的发展，导致乌克兰向日葵籽出口量下降，从2000/2001年度的100t 下降到近年的30万t(USDA)。

2000年以来，由于大量对榨油工业现代化装备进行投资，乌克兰向日葵籽油的产量也大幅提高，从100万t上升到2011/2012年度的370~430万t (表1)。

乌克兰国内油脂的消费量尽管有轻微的上升，仅为590t，大量的向日葵籽油都是出口。2000/2001年度乌克兰出口向日葵籽油55万t，但到2012/2013年度，这一数字上升到330万t。乌克兰向88个国家出口向日葵籽油，包括印度(占出口总量的27%)、欧盟(22%)、土耳其(12%)、埃及(8%)和俄罗斯(6%) (Maslak, 2012)。

### 乌克兰种植向日葵肥料施用量

2003年至2012年间，乌克兰用于种植向日葵的肥料用量大幅增长，从2003年的3.5万t上升到2012年的16.9万t (表2)。然而，2006年之前，每公顷的肥料施用量变化不大，6~8 kg N、4~6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、2~3 kg K<sub>2</sub>O。但是，2007年至2012年，向日葵的肥料用量从每公顷12~24 kg N、6~11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、3~7 kg K<sub>2</sub>O，增加到翻倍(Rybczynski, 2013; 乌克兰国家统计局)。

然而，这样的肥料用量不足以支撑向日葵获得高产。向日葵目标产量为20 t/hm<sup>2</sup>时，连带向日葵地上部生物

表1. 乌克兰向日葵籽油的产量、国内消费量和出口量('000 t)

项目	1995/96	2000/01	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
-----mt-----										
产量	740	970	1,750	2,010	1,756	2,500	3,035	3,327	4,347	3,730
出口量	219	550	1,200	1,826	1,326	2,098	2,645	2,652	3,263	3,300
国内消费量	426	417	540	375	395	365	395	470	540	585

资料: 美国农业部(USDA), 乌克兰国家统计局

**表2.**乌克兰向日葵肥料施用量

年份	养分消费量						
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NPK 总计
	'000 t			kg hm <sup>-2</sup>			
2003	18.7	11.4	4.9	6	4	2	11
2004	14.5	11.0	5.4	6	4	2	12
2005	20.2	16.5	8.6	8	6	3	17
2006	23.6	18.1	9.9	8	6	3	18
2007	30.6	22.5	14.0	12	9	5	26
2008	46.9	27.3	18.4	15	9	6	29
2009	42.8	18.6	12.8	14	6	4	24
2010	63.3	30.2	19.5	18	9	6	33
2011	80.5	40.0	26.3	22	11	7	41
2012	95.4	44.7	29.1	24	11	7	42

**表3.**乌克兰草原北部施肥效应

处理	单产 t hm <sup>-2</sup>	增量		农学效率 施用 1kg K <sub>2</sub> O 生产的籽 粒重, kg	产油量 t hm <sup>-2</sup>
		t hm <sup>-2</sup>	%		
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	2.65	-	-	-	1.29
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> + K <sub>60</sub>	2.85	0.20	7.5	3.3	1.40
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> + K <sub>90</sub>	3.02	0.37	13.9	4.1	1.49
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> + K <sub>120</sub>	3.07	0.42	15.8	3.5	1.52
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub>	2.65	-	-	-	1.29

量, 每公顷需要吸收120 kg N、50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、250 kg K<sub>2</sub>O。虽然与谷物作物相比, 向日葵的化肥效应比较差, 但对向日葵生产来讲, 还是非常有必要施用足够的NPK肥料的。向日葵估计的每公顷施肥量为60 kg N、60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40~60 kg K<sub>2</sub>O (Marchuk, et al., 2002)。

向日葵对矿质营养, 特别是对钾素的需求量很高。然而, 向日葵施用钾肥的效果却很大程度上与其种植区的农业生态类型有关。乌克兰向日葵主产区的草原土壤, 质地粘重, 土壤钾素含量高, 施钾效应自然不高。然而, 在土壤钾素亏缺的一些草原土壤地区, 应该推荐向日葵施用钾肥。在森林草原区, 土壤钾素含量低, 每公顷施用40~90kg N、40~60kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、40~90kg K<sub>2</sub>O, 施肥效应上升。

在森林草原北部地区的田间试验表明, 与N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>处理相比, 施用120 kg K<sub>2</sub>O的处理向日葵籽的单产提高0.42t/hm<sup>2</sup>或者15.8% (表3), 但施用90kg K<sub>2</sub>O/hm<sup>2</sup>配合施用N、P处理, 每公斤K<sub>2</sub>O的农学效率最高 (Gorodniy, 1990)。

施钾配合施用N、P肥料, 不仅可以提高向日葵籽的单产, 也提高榨油量。在黑钙土上N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>处理的向日葵籽榨油量为1.29 t/hm<sup>2</sup>, 但额外增施120 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O, 榨油量最高, 达到1.52 t/hm<sup>2</sup>, 表明与N、P肥料单施, 榨油量增加0.23 t/hm<sup>2</sup>。

## 结论

- 在很多地区的向日葵连作导致土壤肥力被剥蚀和病害流行。乌克兰向日葵的种植面积占总播种面积的20%。因为乌克兰种植向日葵经济效益很高, 预计现有的向日葵播种面积会保持下去, 但是其种植分布可能会发生变化, 南部地区会下降, 而北部地区种植面积会上升。
- 为了提高向日葵的单产水平, 非常有必要推广使用现代高产杂交种子, 植保产品和包括钾肥在内的化学肥料。
- 提高乌克兰的向日葵的单产, 就会提高其油脂的产量和出口量, 满足全球不断增长的对植物油脂的需求。
- 未来几年, 可能限制乌克兰, 特别是森林草原地区的向日葵产量进一步提高的因素之一, 是包括钾素在内的化学肥料成本的增加。

## 参考文献

- Andrienko, A., I. Semenyaka, and O. Andrienko. 2011. Sunflower in Ukraine: Myths and Sensation. Zerno, Number 4. (In Russian).
- Gorodniy, M. 1990. Oilseed and Essential Oil Crops. Urozhay. 125 p. (In Ukrainian).
- Denisenko, L. 2013. The Analysis of World Dynamics of Sunflower Market. The Journal of National Scientific Center “Kharkov Institute of Physics and Technology”. Edition 137, Kharkov. 308 p. (In Ukrainian).
- Kirichenko, V., V. Kolomatska, K. Maklyak, and V. Sivenko. 2010. Sunflower Production in Ukraine: State and Prospects. The Journal of the Research Center for Agricultural Supply of Kharkov Region, Number 7. p. 281-287. (In Ukrainian).
- Kirichenko, V., V. Kolomatska, and J. Rudnik-Ivashchenko. 2013. Plant Breeding and Seed Farming – A Significant Factor of Increasing Oil Crops Productivity. Variety Investigation and Protection of Plant Variety Rights, Number 1. p. 4-8. (In Ukrainian).

- Marchuk, I., V. Makarenko, V. Rozstalniy, and A. Savchuk.  
2002. Fertilizers and their Usage. Handbook, Kiev. 245 p. (In  
Ukrainian).
- Maslak, O. 2012. Sunflower Forecasting. Agribusiness' Today,  
Number 17. (In Ukrainian).
- Perepyatko I. 2013. Economic Effectiveness of Sunflower  
Production in Agricultural Enterprises in Ukraine. The  
Journal of National Science Center "Kharkov Institute  
of Physics and Technology" Number 2. p. 175-179. (In  
Ukrainian).
- Rybchinsky, R. 2013. Materials of Yalta Agrochemical Forum,  
Yalta.
- The official website of the State Statistics Service of Ukraine:  
<http://www.ukrstat.gov.ua>.
- The official website of national agro portal Latifundist.com:  
<http://latifundist.com>.
- USDA; the official website of the United States Department of  
Agriculture: <http://gain.fas.usda.gov>.

这篇文章“乌克兰向日葵生产：肥料对向日葵籽产量  
的影响”也可以在IPI官方网站[区域活动/东欧栏目](#)找  
到。

# 研究报告



照片1. 试验田景观。拍摄：本文作者。

## 灌溉施肥不同钾镁处理对西瓜生产的影响

Kappel, N., G. Balázs<sup>(1)</sup>, D. Fekete<sup>(1)</sup>, and V. Bohm<sup>(1)</sup>

### 摘要

灌溉施肥试验于2009年和2011年在匈牙利的西瓜上进行, 目的是为了了解提高钾肥的施用量对西瓜产品和品质的影响。钾素和其他大量元素营养成分都是通过灌溉施肥的方式施用, Mg、S和其他微量元素(5% Epsomicrotop)通过叶面施肥。2009年的试验材料包括嫁接苗和非嫁接苗(品种为Crisby)。嫁接苗的砧木分别为Strongtosa(杂种窝瓜的种间种)和Nun 3001(Lagenaria型)。2011年的试验只有非嫁接苗(品种为Crisby)。植株种植在低矮的塑料拱棚

里, 采用集成技术(土壤覆盖, 滴灌)。试验设4个不同施钾水平处理。每个处理中有一半的植株进行叶面追施镁肥(5% Epsomicrotop)的处理。现场测定产量和果重(kg, 平均值)。试验室分析果品质量, 测定指标包括干物重、可溶性固形物(Brix, %)和糖含量等高品质西瓜的重要指标。2009年的试验结果表明, 嫁接在Strongtosa砧木的品种施钾量较高时产量较高, 同时西瓜品质指标没有任何

<sup>(1)</sup>布达佩斯考文纽斯大学(Corvinus University)蔬菜和栽培系, 匈牙利布达佩斯H-1118, Villanyi Street 19-43号。  
通讯作者: [kappel@uni-corvinus.hu](mailto:kappel@uni-corvinus.hu)

下降。试验材料为非嫁接西瓜品种的2011年的试验结果表明, 西瓜可溶性固形物总量(TSS)随着施钾量的上升而升高。

## 引言

西瓜在匈牙利是非常重要的农作物。西瓜种植面积有 $6,000\text{hm}^2$ , 是第3大园艺作物, 大量的西瓜都出口。近年来, 农民对种植嫁接西瓜越来越感兴趣, 最近5年, 嫁接西瓜种植面积从 $200\sim300\text{hm}^2$ 上升到 $1,000\sim1,500\text{hm}^2$ 。

西瓜生长发育需要相当数量的N、P、K养分。比如, 除了施用 $40\sim50\text{t}/\text{hm}^2$ 有机肥以外, 还要施用 $90\sim110\text{kg N}$ 、 $50\sim60\text{kg P}$ 和 $120\sim140\text{kg K}$ 。如果没有施用有机肥料, 化肥养分还要提高20%。匈牙利西瓜施肥技术分化很大, 既有传统的施用化肥方法, 也有高度控制的复杂的灌溉施肥技术。专业农民使用塑料薄膜覆盖, 通过滴灌施用养分。为了减少支出, 西瓜种植前的春季, 就将肥料施入塑料覆盖内的窄行下面。特种水溶肥也有使用, 这些肥料都是根据作物不同生育时期制定的不同配方生产的。通常还施用NPK配比为15:15:15的起爆肥料。为自根作物和嫁接作物的推荐施肥量是不一样的。就目前所知, 对嫁接西瓜施肥来说, 似乎需要施用较少的氮素而施入较多的钾素。

为了西瓜高产优质, 需要提高土壤养分含量, 以满足作物对养分的需求和保持土壤肥力。其中, 钾素又显得特别重要, 因为施用充足的钾素, 可以提高很多蔬菜作物和包括西瓜在内的园艺作物的产品质量。这些质量指标包括果实大小, 提高可溶性固形物含量和抗坏血酸浓度, 更好的果实着色, 提高货架时间和运输品质。

近年来, 西瓜种植技术方面有很多的改进, 包括聚乙烯薄膜覆盖、滴灌等新的栽培体系, 改换作物品种和使用嫁接苗等。种子公司现在正在开展匈牙利土壤气候条件下使用嫁接苗的试验。

众多文献表明, 一些砧木对抵抗土壤病原菌、增强对土壤低温的抗性和盐分胁迫都非常有用(Davis *et al.*, 2008; Hoyos, 2001; Oda, 2007)。所以, 选择砧木基本上不考虑养分利用特性而总是把其对环境的抗逆性作为最重要的考虑因素(Ruiz *et al.*, 1997)。对砧木/接穗的营养关系的了解, 在选择对一种或多种养分缺乏或毒害的土壤有耐受性的砧木时, 以及在制定嫁接苗移栽后的施肥方案时, 可能是起决定作用的因素(Chaplin and Westwood, 1980)。一些研究者的报道表明, 西瓜的品质(可溶性固形物、紧实度和果皮厚度等)很大程度上受砧木的影响, 但这些指标也会受到施肥量的影响(Gao and Liao, 2006; Lee and Oda, 2003; Masuda *et al.*, 1986; Yamasaki *et al.*, 1994)。西瓜是对

缺Mg、B、Fe和Zn敏感的作物。已经证明, 在有些情况下, 通过叶面追施这些元素肥料有助于提高西瓜的糖含量。因为西瓜产量和品质受栽培技术的影响如此之大, 所以非常重要的就是要在充足养分条件下对西瓜品种进行试验。

本文总结了2个生长季嫁接西瓜和非嫁接西瓜在2009和2011年的田间试验的情况。试验测定了通过灌溉施肥施用不同水平的钾素和其他大量元素肥料, 通过叶面追施含Mg-S肥料(5% Epsomicrotop)情况下, 西瓜产量和品质的情况。

## 材料与方法

### 植株和栽培条件

在2009年和2011年两个试验年度, 参试的西瓜品种是Crisby(种子来源: Nunhems)。在2009年, 除了非嫁接苗外, 2个嫁接苗组合用的砧木分别是*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* interspecific (squash) 的杂交种: Strongtosa(种子来源: Syngenta) 和Lagenaria型(葫芦): Nun 3001(种子来源: Nunhems)。

2009年, 试验安排在Dombegyház的Békés县进行(匈牙利 $46^{\circ} 20' 29.7'' \text{N}$ ;  $21^{\circ} 8' 3.3'' \text{E}$ ; 试验点A), 而2011年的试验安排在Kunágota(匈牙利 $46^{\circ} 25' 24.2'' \text{N}$ ;  $21^{\circ} 2' 48.3'' \text{E}$ ; 试验点B)。2个试验点的土壤类型都是黑钙土(black dirt)。种植西瓜之前, 对试验地的土壤进行了分析化验(表1)。分析结果表明, 2个试验点的土壤都含有丰富的钾和镁, 碳酸钙和有机质含量也非常高。

试验是在一个农户的田里进行的, 集成了各种技术, 包括滴灌、塑料薄膜覆盖等。每年都采用自根苗作为繁育材料。2009年, 嫁接时使用了一叶嫁接技术。使用圆盘整地, 农民自己划沟。苗垄起好后, 对野草和土传病虫进行处理, 铺设滴灌管线, 采用塑料膜覆盖在垄上, 两边用土压实。每一条垄上都用彩色膜覆盖。每一行都使用一个滴管, 滴头间隔20cm。对灌溉和灌溉施肥进行直观检查。移栽后, 立即在栽种植株的垄上, 用铁丝做成拱, 在其上覆盖聚乙烯薄膜形成低矮的小拱棚(照片2)。这些覆盖物一直到西瓜长出第一片完整的雌花才揭除。西瓜人工采摘, 采摘期从6月开始, 到8月结束。

对许多作物来说, 合适的作物密度是获得最高产量的重要因素。现在大面积生产上采用的是 $70\text{cm} \times 100\text{cm}$ , 也就是说每株西瓜大约占用 $7,000\sim8,000\text{cm}^2$ 的面积。使用嫁接苗可以减少单位面积的成本, 因为与非嫁接苗采用传统的密度栽培的西瓜相比, 嫁接苗在减少密度的同时, 能够获得相同的产量。对于嫁接苗来说, 推荐的种植

**表1.** 个试验点土壤测试结果

土壤性质	试验点A (2009)	试验点B (2011)
pH (KCl)	7.19	6.98
可溶盐总量	0.02	0.04
碳酸盐总量, CaCO <sub>3</sub>	4.63	4.02
有机质	3.17	3.12
	-----%-----	
(NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> )-N (M KCl 溶解)	5.55	7.02
P, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (乳酸铵提取剂)	222.5	222.3
K, K <sub>2</sub> O (乳酸铵提取剂)	318.7	305.0
Mg, (M KCl soluble)	192	162
Na, (乳酸铵提取剂)	23.5	19.8
Zn, (EDTA 溶解)	1.25	1.08
Cu, (EDTA 溶解)	1.63	1.32
Mn, (EDTA 溶解)	57.4	47.5
S, (M KCl 溶解)	<1.5	<1.5
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----	

密度为每株3,500-4,000cm<sup>2</sup>。2009年, 西瓜苗移栽时行内间隔100cm, 而行间间隔320cm(每公顷3125株) (照片1)。这个密度适合嫁接苗, 但因为布设灌溉系统, 非嫁接苗也使用这个种植间隔。试验植株共计448株。2011年, 非嫁接苗(Crisby)种植间距为行内间距只有60cm, 而行间距为170cm(每公顷9804株)。这一年种植了1800株西瓜苗。两年的试验西瓜都是在4月15日种植的。



照片2. 试验布置 (2009年5月30日摄), 拍摄: 本文作者。

试验地土壤的一些最重要的化学性质列于表1, 采用在匈牙利通用的土壤测试方法, 也是匈牙利的标准方法 (MSZ-08-0206-2:1978; MSZ-08-0205:1978; MSZ-08-0210-2:1977; MSZ-20135:1999)。

### 试验处理

2009年, 参试西瓜有嫁接苗和非嫁接苗, 施肥量都是按照西瓜的目标产量为90t/hm<sup>2</sup>计算的。2011年, 因为该年的参试西瓜只有非嫁接苗, 其施肥量是按照目标产量为50t/hm<sup>2</sup>计算的。两年都设4个处理, 包括不同钾肥施用量处理和不施钾肥处理 (表2)。

按照作物生长发育阶段 (生长期、旺长期、雌花初花期、幼果期、半熟期) 将肥料分阶段施用。2009年和2011年的肥料施用量分别见表3和表4。

### 肥料施用

所有的肥料都是通过灌溉施肥或者叶面施肥施用的。试验地的土壤在过去十年里施用化肥或有机肥。施用的所有肥料都是通过灌溉施肥或者水溶态的: 硝酸钙 (15.5% N+25% CaO), 硝酸铵 (34 N),

NPK 15:30:15 (Ferticare Starter) 和硫酸钾 (50% K<sub>2</sub>O+18% S)。Epsomicrotop (15% MgO+12% S+1% B+1% Mn) 通过叶面喷施补充Mg和微量元素。

### 叶面喷施

每个处理的一半的面积, 通过叶面喷施补充Mg肥 (Epsomicrotop 15% MgO; 12% S; 1% B; 1% Mn)。叶面肥料喷施前用水稀释到5%的浓度。

2009年, 不同处理喷施叶面肥料次数不同。 $T_1$ 喷施4次 (总计36 kg hm<sup>2</sup> MgO),  $T_2$ 喷施3次 (总计24 kg hm<sup>2</sup> MgO),  $T_3$ 喷施2次 (总计12 kg hm<sup>2</sup> MgO),  $T_4$ 喷施1次 (6 kg hm<sup>2</sup> MgO)。2011年, 每个处理都通过叶面喷施叶面肥料3次 (总计8 kg hm<sup>2</sup>

MgO), 第一次喷施肥料前先喷施坐果剂。叶面喷施设备为背负式喷雾器, 受压杆, 平盘式喷头。

### 灌溉和灌溉施肥

每个处理铺设一条灌溉管线。铺设在每行的滴灌带的控制头上安装有控制阀门, 这样在灌溉和施肥时就能够将肥料和水分按照需要导向不同的滴灌带。

杀菌剂和杀虫剂分开使用, 但要保证在整个生长季节都采用类似的方法。每行取4个西瓜作为分析用。

**表2.** 2009年和2011年试验的灌溉施肥处理和叶面追肥

处理	试验点 A <sup>†</sup> (2009)			试验点 B <sup>‡</sup> (2011)			叶面追施	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	2009	2011
-----kg hm <sup>-2</sup> -----								
对照	0	0	0	90	28	50	0	3
T <sub>1</sub>	145	65	0	80	36	0	4	3
T <sub>2</sub>	145	65	160	80	36	90	3	3
T <sub>3</sub>	145	65	325	80	36	180	2	3
T <sub>4</sub>	145	65	485	80	36	270	1	3

<sup>†</sup>嫁接和非嫁接植株; <sup>‡</sup>只有非嫁接植株; <sup>§</sup>1,000 L hm<sup>-2</sup>.

**表3.** 不同生育期养分施用量 (kg hm<sup>-2</sup>) (试验点 A, 2009)

生育时期	处理											
	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub>			T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO <sup>†</sup>							
-----kg hm <sup>-2</sup> -----												
生根	20	25	0	0	0	15	0	25	0	45	0	
旺长期	25	0	0	0	0	25	0	35	0	65	0	
雌花初花期	25	25	0	0	0	35	0	45	0	85	0	
小瓜出现	35	15	6	0	0/18	35	0/12	65	0/6	125	0	
生育中期	40	0	6	0	0/18	50	0/12	155	0/6	165	0/6	
总计	145	65	12	0	0/36	160	0/24	325	0/12	485	0/6	

<sup>†</sup>0表示没有叶面追施肥料的对照

注: 施肥量根据目标产量为 90 t hm<sup>-2</sup>的情况制定

**表4.** 不同生育期养分施用量 (kg hm<sup>-2</sup>) (试验点 B, 2011)

生长阶段	处理												CaO			K <sub>2</sub> O			MgO <sup>†</sup>				
	N					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				CaO			K <sub>2</sub> O			MgO <sup>†</sup>							
	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	C	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>			
-----kg hm <sup>-2</sup> -----																							
生根	12	10	10	10	10	10	14	14	14	14	0	0	0	0	0	5	0	8	16	24	0	0	0
旺长期	15	12	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	14	28	42	0	0	0
雌花初花期	15	12	12	12	12	10	14	14	14	14	0	0	0	0	0	10	0	19	38	57	0	0	0
小瓜出现	20	18	18	18	18	8	8	8	8	8	5	5	5	5	5	10	0	19	38	57	0/12	0/12	0/12
生育中期	28	28	28	28	28	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	17	0	30	60	90	0/12	0/12	0/12
总计	90	80	80	80	80	28	36	36	36	10	10	10	10	10	50	0	90	180	270	0/24	0/24	0/24	0/24

<sup>†</sup>0表示没有叶面追施肥料的对照

注: 施肥量根据目标产量为 50 t hm<sup>-2</sup>的情况制定

### 分析方法

田间测定西瓜产量和果实体重 (kg, 均重)。实验室测定西瓜品质, 测定项目包括:

- 105°C烘干后测定果实体重 (%) (整个西瓜的皮和瓤);
- 可溶性固形物 (Brix, %) (用手持数字折光仪 (Hannah HI96801) 测定西瓜瓤的可溶性固形物含量);
- 糖度 (%) (采用Luff-Schroorl方法测定西瓜瓤的糖度; Egan et al., 1981):
  - 总糖 (%),
  - 葡萄糖+果糖 (%),
  - 蔗糖 (%).

采用烘干样分析西瓜矿物质含量。总N采用Kjeldhal方法 (Gaspar et al., 1975)。对样品进行湿氧化, 分析水溶态P、K含量。P含量采用比色的分光光度计测定 (Thamm et al., 1968)。K含量采用火焰光度法测定 (Lasztify and Törley, 1994)。

### 结果

#### 产量

2009年, 果实采收了多次, 6月下旬开始采收非嫁接苗的果实, 最后一次采收在7月15日。采收嫁接品种Crisby的时间更长, 从7月份开始一直到8月15日。2011年, 因为只有非嫁接品种, 采收从6月中旬开始一直延续到8月初。按上述方法在田间对采收果实进行计数和测量。

2009年,因为要安装灌溉施肥系统,嫁接苗和非嫁接苗按照统一的株距和行距种植。因此,嫁接苗和非嫁接苗的有些参数是不可以相互比较的。嫁接苗和非嫁接苗的单产水平差别很大,而且嫁接苗的更高(图1)。不同的参试品种相同种植密度的处理的结果表明,非嫁接苗要获得和嫁接苗同样的产量,其种植密度要更大。

N、P和N、P、K处理对非嫁接西瓜的单产影响很大,但对嫁接西瓜的影响更大(图1)。对嫁接苗来说,西瓜单产与高施钾量( $T_4$ )呈正相关。叶面追施对这种砧木的西瓜单产在施钾水平较低,特别是施钾最低时( $T_1$ )其影响更大。对两种不同的砧木来说,总体上种间杂种笋瓜(*Strongtosa*)的产量较高。

2011年,较高施钾量的产量最高(施钾量180、270 kg/ $hm^2$   $K_2O$ 的处理,即处理 $T_3$ 和 $T_4$ 。图2)。施钾处理较对照

(农民习惯,50 kg/ $hm^2$   $K_2O$ )效果更好。所有处理,有追施叶苗肥的,其产量和果重都有轻微的提高(图2)。不施钾处理( $T_1$ )西瓜产量严重下降。与 $T_1$ 处理相比,施钾的总体效益大约为50%。西瓜果重的试验结果和西瓜单产的趋势一致。

### 品质参数

有报道显示,总体上来说,嫁接西瓜的质量较低,主要包括可溶性固形物降低、口味下降和质地变差(Traka-Mavronaet et al., 2000)。我们的试验验证了这一结论:所有的处理,非嫁接西瓜的可溶性固形物、干物重、总糖、葡萄糖、果糖和蔗糖的含量都更高(表5)。提高施钾水平,改善了非嫁接西瓜和嫁接西瓜的这些性状,但是,叶面追施Mg肥的效果小(表5)。

2009年,试验显示了两种不同砧木的差别。砧木*Crisby/Nun 3001*的嫁接西瓜的可溶性固形物含量显著低于*Crisby/Strongtosa*砧木的嫁接西瓜(表5)。施钾量高其TSS含量也高,但叶面追施Epsomicrotop处理的,其TSS含量更高。

关于嫁接西瓜对质量的影响有些相互矛盾的报道。很多报道对嫁接西瓜对西瓜品质的影响是有利还是有害的,有不同的争论,但绝大多数研究都认为,要获得较好的西瓜的品质,必须小心地选择砧木/接穗。如果砧木对西瓜

品质的影响是负面的,就要非常慎重地作出砧木选择的推荐,以减小这种负面影响。

西瓜对施肥的效应非常好,通常来说,提高施钾量都有利于加速西瓜的成熟和提高西瓜糖含量。在2011年,测定西瓜总糖和各种糖组分的试验发现,提高施钾量,加上叶面追施Mg肥,提高了西瓜的糖含量(表6)。提高施钾量和叶面追施Mg肥,提高了西瓜的总糖含量,对葡萄糖+果糖含量没有影响。2009年每个试验西瓜带走的N、P、K的量(表7)乘以单产的结果,为单位公顷面积带走的养分量(表8)。两种类型的西瓜及其不同的处理,其西瓜的养分含量变化不大(表7)。所以,西瓜收获带走的养分是其单位产量的函数(表8和表9),所以,嫁接西瓜带走的N、P、K是非嫁接西瓜的2倍。非常明显,不同品种的西瓜受到土壤肥力和养分管理的影响非常大。

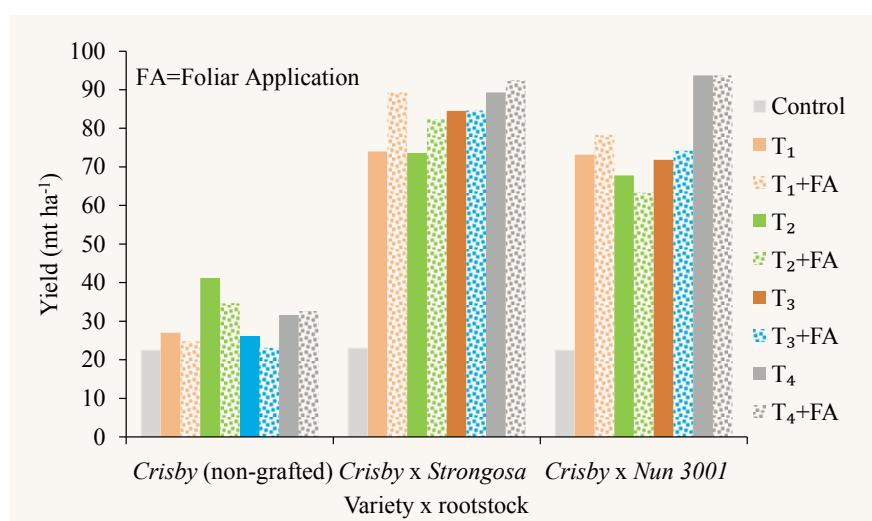


图1. 施钾量和叶面喷施Mg肥对嫁接西瓜和非嫁接西瓜单产的影响(试验点A,2009)。

### 结论

试验的目的在于了解灌溉施肥施用不同水平的KCl和叶面施用Mg肥与否,对嫁接西瓜和非嫁接西瓜的影响。试验结果和以前的研究结论一致,提高灌溉施肥的施肥水平可以提高西瓜的外观质量和改善西瓜的品质指标。

试验表明,提高施钾水平对中间杂种笋瓜做砧木(*Strongtosa*)的产量提高影响更明显。2009年,对非嫁接种*Crisby*来说,施钾量最低处理( $T_2$ , 160 kg/ $hm^2$   $K_2O$ )单产量最高,而2011年,西瓜单产随着施钾量的增加而增加。最高施钾量的单产水平比农民西瓜施肥的对照高20%。较早有大量的关于施钾有利于西瓜生长发育的研究报道,比

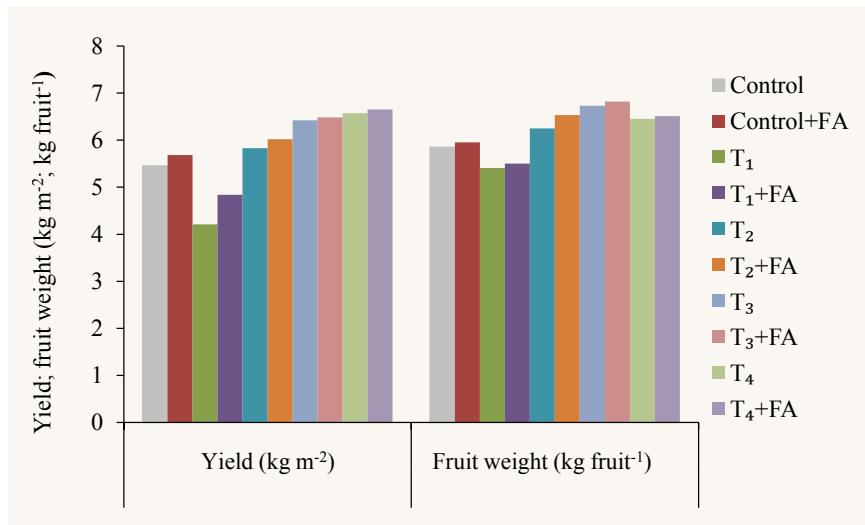


图2. 施钾量和叶面喷施Mg肥对非嫁接西瓜Crisby单产的影响(试验点B, 2011)

如Okur和Yagmur(2004)。他们发现，施用240 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O的西瓜产量最高可达54,320 kg/hm<sup>2</sup>。对嫁接西瓜来说，要获得高产，必须施用较多的钾肥。

在2009年的嫁接苗和非嫁接苗的试验结果表明，叶面追施Mg肥(Epsom Microtop)可以提高西瓜的单产水平，特别是在施钾量较低的时候。这一结果对种植者来说，也许非常重要，也就是说，可以通过叶面追施Mg肥弥补施钾量的不足。

单产和质量指标对西瓜都非常重要。对嫁接西瓜来说，西瓜品质的问题更为重要。根据科学家们对西瓜品质参数的测定分析，糖含量被认为是最

表5. 叶面追施钾肥和镁肥对嫁接和非嫁接品种 Crisby 的可溶固形物总量(TSS)、干物重(DM)和糖含量的影响(试验点 A, 2009)。

处理	可溶固形物总量(Brix)			干物重			总糖			葡萄糖+果糖			蔗糖(%)		
	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST	NU
%															
对照	10.60			8.02			8.02			3.89			4.13		
T <sub>1</sub>	10.90	11.18	5.10	8.22	7.48	4.47	8.54	9.06	3.68	4.74	5.58	3.48	3.80	3.48	0.20
T <sub>1</sub> +FA	12.50	11.33	11.28	9.90	8.64	7.76	10.83	10.00	7.24	4.14	4.04	3.08	6.69	5.96	4.16
T <sub>2</sub>	11.30	10.15	6.80	8.85	7.64	6.04	9.69	8.54	4.63	3.84	5.78	4.18	5.85	2.76	0.45
T <sub>2</sub> +FA	11.25	10.73	7.30	9.70	8.35	5.83	10.10	8.86	4.88	4.98	4.24	4.38	5.12	4.61	0.50
T <sub>3</sub>	11.68	10.38	9.00	9.21	7.61	6.83	9.27	8.96	5.13	4.24	5.08	3.78	5.03	3.88	1.35
T <sub>3</sub> +FA	12.45	10.68	8.08	10.87	8.14	6.84	11.47	8.96	5.93	5.38	3.94	3.78	6.09	5.02	2.15
T <sub>4</sub>	12.50	11.45	9.85	10.56	8.25	8.01	10.62	9.58	6.88	5.88	4.88	3.98	4.74	4.70	2.90
T <sub>4</sub> +FA	12.50	11.30	10.13	10.68	8.82	8.95	10.94	9.27	8.08	4.54	4.14	3.78	6.40	5.13	4.30

注: NG = 非嫁接品种; ST = 嫁接在‘Strongtosa’砧木上的品种; NU = 嫁接在‘Nun 3001’砧木上的品种

表6. 钾肥施用量和叶面追施镁肥对非嫁接品种 Crisby 的可溶固形物总量(TSS)、干物重 DM)和糖含量的影响(试验点 B, 2011)

处理	可溶固形物总量(Brix)		干物重		总糖		葡萄糖+果糖		蔗糖(%)	
	对照	T <sub>1</sub>	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST
%										
对照	10.20	8.50	8.90	4.77	4.13					
T <sub>1</sub>	10.35	8.60	9.30	4.85	4.45					
T <sub>1</sub> +FA	8.90	8.02	8.20	4.30	3.90					
T <sub>2</sub>	9.50	8.90	8.45	4.20	4.25					
T <sub>2</sub> +FA	11.30	8.85	9.69	4.07	5.62					
T <sub>3</sub>	11.55	9.70	10.15	4.30	5.85					
T <sub>3</sub> +FA	11.68	9.21	10.20	3.99	6.21					
T <sub>4</sub>	12.25	10.87	10.78	4.46	6.32					
T <sub>4</sub> +FA	12.50	10.56	10.62	4.20	6.42					
对照	12.70	10.68	11.30	4.55	6.75					

重要的西瓜品质。以前有一些研究发现，当西瓜嫁接到砧木C. maxima × C. moschata, or L. siceraria上时，嫁接对西瓜的品质有负面影响(Ioannou et al., 2002)。我们的试验得出了类似的结论，但是高量施钾在一定程度上可以抵消这种负面影响。对非嫁接西瓜来说，在两年的试验中，提高钾肥用量都可以提高其糖含量。

就种植农户接触的很多矿质营养来说，K和Mg对西瓜的商品价值有很大的影响。至于钾的影响，中高浓

**表7.**嫁接西瓜和非嫁接接西瓜Crisby果实中N、P、K含量（试验点A，2009）

处理	N			P			K		
	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST	NU
<i>mg g<sup>-1</sup></i>									
对照	23.2	23.2	23.2	2.1	2.1	2.1	26.0	26.0	26.0
T <sub>1</sub>	31.9	34.3	35.7	4.6	4.1	3.8	43.0	32.0	31.0
T <sub>1</sub> +FA	34.6	32.9	35.0	5.0	4.3	4.0	34.0	29.0	45.0
T <sub>2</sub>	31.9	28.7	38.5	5.1	3.1	4.6	46.0	29.0	34.0
T <sub>2</sub> +FA	28.4	29.8	34.6	3.4	3.6	2.9	32.0	31.0	35.0
T <sub>3</sub>	29.1	31.9	32.6	3.8	3.9	3.3	38.0	31.0	32.0
T <sub>3</sub> +FA	31.2	35.0	35.3	4.4	4.6	3.3	35.0	38.0	29.0
T <sub>4</sub>	33.6	29.6	24.6	3.4	3.4	2.9	30.0	35.0	27.0
T <sub>4</sub> +FA	35.3	30.5	33.2	4.2	3.4	3.7	35.0	35.0	38.0

注: NG = 非嫁接品种; ST = 嫁接在‘Strongtosa’砧木上的品种; NU = 嫁接在‘Nun 3001’砧木上的品种

度的钾肥施用量与较低浓度的施钾量相比,可以提高每株的西瓜个数、西瓜重、总产量和TSS (%)。在2个种植季的绝大多数时候,中量施钾和追施Mg肥,其经济回报都是最好的。

本研究有助于改善西瓜的品质和提高西瓜的产量。然而,还需要对灌溉施肥中K和Mg的交互作用进行进一步的研究,特别是对嫁接西瓜来说更是如此。另外,这些试验中通过叶面喷施EpsomMicrotop提供Mg营养的同时,也为植物提供了额外的S和其他微量元素,而这些有可能会影响K/Mg的交互作用。

## 参考文献

- Chaplin, M.H., and M.N. Westwood. 1980. Nutritional Status of ‘Barlett’ Pear on Sydonia and Pyrus Species Rootstock. Journal of the American Society for Horticultural Science Number 105. p. 60-63.
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, Y. Sakata, S. López-Galarza, J.V. Maroto, S.G. Lee, Y.C. Huh, Z. Sun, A. Miguel, S.R. King, R. Cohen, and J.M. Lee. 2008. Cucurbit Grafting Critical Reviews. Plant Sciences.
- Egan, H., R. Kirk, and R. Sawyer. 1981): The Luff Schoorl Method. Sugars and Preserves. In: Pearson’s chemical analysis of foods. 8<sup>th</sup> edition, Longman Scientific and Technical: Harlow, UK. p. 152-153.
- Gao, J.H., and H.J. Liao. 2006. Effect of Grafting on Watermelon Quality. China. Cucurbits and Vegetables Number 5. p. 12-14.
- Gáspár, L., H. Kalász, I. Kerecs, Ö. Takács, and E. Tyihák. 1975. Fehérjevizsgálati módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Hoyos Echebarria, P. 2001. Influence of Different Rootstocks on the Yield and Quality of Greenhouses Grown Cucumbers. ActaHorticulturae Number 559. p. 139-144.

**表8.**嫁接西瓜和非嫁接接西瓜Crisby果实带走的N、P、K的量（试验点A，2009）

处理	N			P			K		
	NG	ST	NU	NG	ST	NU	NG	ST	NU
<i>kg hm<sup>-2</sup></i>									
对照	52.2	52.2	52.2	4.8	4.8	4.8	58.5	58.5	58.5
T <sub>1</sub>	86.1	253.8	261.2	12.3	30.0	27.8	116.1	236.8	226.9
T <sub>1</sub> +FA	85.9	293.9	274.0	12.2	38.2	31.4	84.3	258.9	352.3
T <sub>2</sub>	82.9	243.0	276.1	13.4	26.5	33.2	119.6	245.0	244.1
T <sub>2</sub> +FA	65.6	252.1	257.1	7.9	30.3	21.4	73.9	262.3	259.7
T <sub>3</sub>	119.9	234.6	220.8	15.6	29.2	22.5	156.6	228.2	216.9
T <sub>3</sub> +FA	108.2	288.4	223.7	15.4	38.1	20.9	121.4	313.1	183.6
T <sub>4</sub>	106.0	274.7	171.5	10.7	31.5	20.0	94.8	324.8	188.2
T <sub>4</sub> +FA	115.2	281.7	311.6	13.6	31.8	34.3	114.1	323.4	356.1

注: NG = 非嫁接品种; ST = 嫁接在‘Strongtosa’砧木上的品种; NU = 嫁接在‘Nun 3001’砧木上的品种

**表9.**嫁接西瓜和非嫁接接西瓜Crisby果实中N、P、K含量及从其果实中移出的N、P、K的量（试验点B，2011）

处理	养分含量			养分移出量		
	N	P	K	N	P	K
<i>mg g<sup>-1</sup></i>						
对照	30.8	2.1	31.0	167.9	11.6	168.9
对照+FA	31.1	2.2	32.0	176.6	12.8	181.8
T <sub>1</sub>	29.8	4.6	24.0	125.4	19.3	101.0
T <sub>1</sub> +FA	28.7	4.9	27.0	138.9	23.9	130.7
T <sub>2</sub>	29.5	5.1	35.0	171.9	30.0	204.1
T <sub>2</sub> +FA	29.7	4.9	36.0	178.8	29.5	216.7
T <sub>3</sub>	29.1	4.9	38.0	186.9	31.3	243.9
T <sub>3</sub> +FA	30.1	4.4	38.0	195.0	28.8	246.2
T <sub>4</sub>	30.4	4.6	40.0	199.7	29.9	262.8
T <sub>4</sub> +EpsomTop	30.5	4.2	38.0	202.8	27.9	252.7

- Ioannou, N., M. Ioannou, and K. Hadjiparaskevas. 2002. Evaluation of Watermelon Rootstocks for Off-Season Production in Heated Greenhouses. *ActaHorticulturae*, Number 579. p. 501-506.
- Lásztify, R., and D. Törley. 1994. Élelmiszerkémiai és Technológiai Gyakorlatok. Müegytem Kiadó, Budapest. 129 p.
- Lee, J.M., and M. Oda. 2003. Grafting of Herbaceous Vegetable and Ornamental Crops. *Horticultural Reviews*, Number 28. p. 61-124.
- Masuda, M., T. Takamori, T. Tanaka, H. Takahashi, and M. Sugio. 1986. Studies of the Characteristics of Nutritional Uptake of the Rootstocks of Grafted Crop Fruits. *Fruit Quality and Water and Mineral Absorption in Watermelon Grafted to Squash and to Bottle Gourd Interstock*. Journal of the Japanese Society of Horticultural Science. Spring Meeting. p. 180-181.
- Oda, M. 2007. Vegetable Seedling Grafting in Japan. *ActaHorticulturae*, Number 759. p. 175-180.
- Okur, B., and B. Yagmur. 2004. Effects of Enhanced Potassium Doses on Yield, Quality and Nutrient Uptake of Watermelon. IPI Regional Workshop on Potassium and Fertigation Development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco, 24-28 Nov. 2004. p. 36-43.
- Ruiz, J.M., A. Belakbir, I. López-Cantarero, and L. Romero. 1997. Leaf-Macronutrient content and yield in Grafted Melon Plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *ScientiaHorticulturae*, Number 71. p. 227-234.
- Thamm, F.NÉ., M. Krámer, and J. Sarkadi. 1968. Növények és Trágyaanyagok Foszfortartalmának Maghatározása Ammonium-Molibdo-Vanadátos Módszerrel. *Agrokémia és Talajtan Tankönyv*. 17. p. 1-2.
- Traka-Mavrona, E., M. Koutsika-Sotiriou, and T. Pritsa. 2000. Response of Squash (*Cucurbita spp.*) as Rootstock for Melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Hort.*, Number 83. p. 353-362.
- Yamasaki, A., M. Yamashita, and S. Furuya. 1994. Mineral Concentrations and Cytokinine Activity in the Xylem Exudate of Grafted Watermelons as Affected by Rootstocks and Crop Load. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science*, Number 62. p. 817-826.

这篇论文“灌溉施肥不同钾镁处理对西瓜生产的影响”也可以在IPI官方网站[区域活动/中欧栏目](#)阅读。

# 研究报告



Photo by S.K. Bansal.

## 施钾促进洋葱高产优质

Deshpande, A.N.<sup>(1)</sup>, A.R. Dhage<sup>(1)</sup>, V.P. Bhalerao<sup>(1)</sup>, and S.K. Bansal<sup>(2)</sup>

### 摘要

在印度 Mahatma Phule 农业大学土壤与农业化学系研究农场进行的田间试验，试验持续从 2007-2008 到 2009-2010 连续 3 个早春作物季，主要目的是为研究提高钾肥的施用量对洋葱 (Cv.N-2-4-1) 的产量和品质的影响。基于目标产量的施肥量的处理、基于土壤测试结果的施肥量的处理，与不施钾的对照相比，显著提高了洋葱球茎的产量。施钾量为 100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O 的处理其产量最高 (52 t/hm<sup>2</sup>)；但高于这个施肥量的两个处理，直到施肥

量高达 150 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O，并没有随着施肥量的增加而产量提高。在推荐施 N 量和施 P 量的前提下，施用 100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O，洋葱球茎的总糖、还原糖和非还原糖的含量显著提高。施用 100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O 时，洋葱的产量指标，即洋葱的横径和纵径长度都增加了。一直到施钾量增加到 100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O，洋葱的总可溶性固形物含量、非还原糖和叶绿

注：这篇论文已经在 2013 年 10 月印度肥料学报上发表，由印度肥料工业协会 (FAI) 授权这次在 e-ifc 上发表。

<sup>(1)</sup>土壤与农业化学系, Mahatma Phule 农业大学, Rahuri (Maharashtra) -413 722, 印度。ajitkumarnagesh@gmail.com; ajitkumarnagesh@rediffmail.com;

<sup>(2)</sup>所长, 印度钾肥研究所, Gurgaon, Haryana。

素(移栽后45天)都在提高。钾素的这种有益的影响,非常可能是与钾素促进光合作用和促进光合作物产物向球茎转运有关。

养分平衡(肥料投入:作物吸收)受不同施钾水平的影响。随着产量的提高和植株中较高的N和K含量,作物吸收的养分就多。在不施钾或者施钾量很低时,与作物产量低下相匹配,氮素平衡为正(存在没有被作物吸收利用的氮素)。施钾量为75 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O时,作物吸收和肥料投入的氮素平衡为零。随着施钾水平提高,直到施钾量达到100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O,作物产量增加,但施钾量在较高水平时,氮素负平衡明显,达到70-80 kg/hm<sup>2</sup> N。这一结果表明,施钾量高于100 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O时产量不再提高,很大程度上是因为N素不足。现有的结果显示,其经济分析对钾肥成本不敏感,在试验所在的地区,施钾量为150 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O时的经济产量最高。

## 引言

洋葱是最广泛种植的商品蔬菜作物。洋葱在全世界种植集约化程度高,特别是在澳大利亚、孟加拉、中国、印度、荷兰和巴基斯坦等国。作为世界第二大洋葱种植国,印度的洋葱产量占世界的16%,但其平均产量只有10.38 t/hm<sup>2</sup>,与全世界的平均产量18.08 t/hm<sup>2</sup>相比相当低([www.fao.org](http://www.fao.org), 2005)。过量施氮和施P、K不足,施肥量不平衡,导致养分利用率低,这些都是包括洋葱在内的蔬菜产量不高和质量低下的常见原因(Kanwar and Sekhon, 1998)。

钾素对很多植物生理生化过程都有非常重要的作用,包括光合作用,促进光合产物的转化,蛋白质的合成,保持植物体水分平衡和促进酶活性(Marschner, 2012)。在实用层面,钾素对提高洋葱产量和品质的重要性有大量的报道(Yadav et al., 2002; Masalkar et al., 2000)。洋葱球茎中足量的K含量对提高其储藏品质也非常重要。洋葱钾素不足导致老叶尖出现棕色坏死和影响球茎形成。在洋葱生长的关键时期施用足量而品种合适的钾肥,对保持植物生长和健壮非常重要(Subba Rao and Brar, 2002)。洋葱每年从土壤中带走大量的养分,所以需要对土壤肥力进行补充。在较低的施用量100 kg/hm<sup>2</sup> N、50 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30kgP)、50kg/hm<sup>2</sup>K<sub>2</sub>O(41kgK)时,洋葱产量40t/hm<sup>2</sup>,带走120 kg/hm<sup>2</sup> N、50 kg/hm<sup>2</sup> P、160 kg/hm<sup>2</sup> K(Tandon and Tiwari, 2008)。

这个试验的目的是研究土壤施用不同用量的氯化钾(MOP),对洋葱(Cv.N-2-4-1)的产量、品质和养分吸收的影响。

## 材料与方法

在印度Mahatma Phule农业大学土壤与农业化学系研究农场进行了洋葱(Cv.N-2-4-1)的田间试验,试验持续从2007-2008到2009-2010连续3个早春作物季。试验采用随机区组设计,有8个施钾水平的处理,每个处理重复4次。这些处理包括5个钾素水平(50, 75, 100, 125和150 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O),以及其他3个处理,即1个完全空白对照,1个根据土壤测试结果确定的施肥量处理和1个根据目标产量确定的施肥量处理(表1)。100 kg/hm<sup>2</sup> N的氮源是尿素,50 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的磷源为普通磷酸钙。除了T<sub>2</sub>根据土壤测试采用高N和T<sub>5</sub>根据目标产量采用高N高P外,所有处理采用以上N、P施用量。用KCl作物K源。试验地总面积为5m×3m,试验地净面积为4.4m×2.6m。采用洋葱的推荐行间距15cm×10cm。试验地土壤为始成土(Vertic Haplustepts),其土壤理化性状为,pH 8.5, EC 0.16 dS m<sup>-1</sup>,有机碳6.2 g/kg, CaCO<sub>3</sub> 106.2 g/kg,速效N 75mg/kg,有效磷(Olsen-P) 8.5 mg/kg,速效钾(NH<sub>4</sub>OAc-K) 130 mg/kg。每年每个处理使用农家肥10 t/hm<sup>2</sup>。目标产量为40 t/hm<sup>2</sup>处理的施肥量用下式计算:

$$FN = 5.40 \times T - 0.54 \times SN$$

$$FP_2O_5 = 4.0 \times T - 4.32 \times SP$$

$$FK_2O = 3.10 \times T - 0.13 \times SK$$

式中, FN、FP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、FK<sub>2</sub>O代表N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O的用量,T表示根据多年种植洋葱的高产品种产量确定的目标产量(t hm<sup>-2</sup>)。SN、SP和SK表示土壤速效N、有效P和速效K的含量(kg hm<sup>-2</sup>) (Kadam and Sonar, 2006)。基于土壤测试的处理施肥量是根据土壤有效钾的测定结果确定的。

农民现在有一种施肥量为N<sub>100</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>。但是,洋葱高品种的引进推广,灌溉设施的完善,在提高产量和给农民带来更多收益的同时,其要求的高量施肥是目前的施肥量达不到的,特别是对K来说,更是如此。

表 1. 不同处理的养分施用量

处理	养分施用量		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg hm <sup>-2</sup>		
T <sub>1</sub> NP	100	50	0
T <sub>2</sub> NPK <sup>(1)</sup>	125	50	33
T <sub>3</sub> NPK <sub>50</sub>	100	50	50
T <sub>4</sub> NPK <sub>75</sub>	100	50	75
T <sub>5</sub> NPK <sup>(2)</sup>	125	78	86
T <sub>6</sub> NPK <sub>100</sub>	100	50	100
T <sub>7</sub> NPK <sub>125</sub>	100	50	125
T <sub>8</sub> NPK <sub>150</sub>	100	50	150

<sup>(1)</sup>根据土壤测试结合制定的施肥方案;<sup>(2)</sup>目标产量 40 t hm<sup>-2</sup>

试验开始前和作物收获后,对试验地土壤进行采样。采用标准程序和方法,使用烘干样( $<2\text{ mm}$ )测定土壤的化学性质。采用的分析方法如下:pH和EC用土水比1:2的悬浊液测定(Jackson, 1973),有机碳(C)采用Nelson和Sommer(1982)的方法测定,速效N采用碱性高锰酸钾法(Subbiah and Asija, 1956),有效磷采用pH 8的 $\text{NaHCO}_3$ 溶液浸提,然后用分光光度计测定(Olsen *et al.*, 1954),速效钾采用1N中性 $\text{NH}_4\text{OAc}$ 溶液浸提,然后采用火焰光度计测定(Knudsen *et al.*, 1982)。

植株样烘干至恒重,然后磨细用于分析。总N采用 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2$ (1:1)消化的凯氏定氮法测定。总P和总K采用植物烘干样,用上述方法,经过 $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{HClO}_4:\text{HNO}_3$ (1:4:10)湿消化。TSS采用手持屈光仪分析。还原糖和非还原糖采用A.O.A.C(1990)的菲林试剂法(Fehling reagent method)。新鲜叶片的叶绿素含量在移栽后的45天测定。新鲜叶片组织在盛有丙酮的研钵中用杵磨碎,然后过滤。滤清液的色彩强度采用Arnon(1949)的方法,在645和663nm波长时用分光光度计进行测定。

## 结果与讨论

### 洋葱产量

洋葱产量数据见图1,产量构成指标见表2。图1可见,所有施钾处理的洋葱球茎产量都比不施钾的对照(NP,  $T_1$ )的产量显著提高。施钾量为 $150 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 的处理( $T_8$ )洋葱产量最高,达到 $53.95 \text{ t}/\text{hm}^2$ ,但其与施钾量为 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 处理( $T_6$ )的产量( $52.06 \text{ t}/\text{hm}^2$ )之间的差异并不显著。处理 $T_6$ 、 $T_7$ 、 $T_8$ 的洋葱产量都显著高于没有施钾的对照处理( $T_1$ )( $30.11 \text{ t}/\text{hm}^2$ ),也高于其他4个施钾量低于 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 的处理,包括基于土壤测试确定施钾量的处理 $T_2$ 和根据目标产量确定施钾量的处理 $T_5$ 。



随着施钾量提高,洋葱的大小发生变化。照片拍摄: S.K. Bansal。

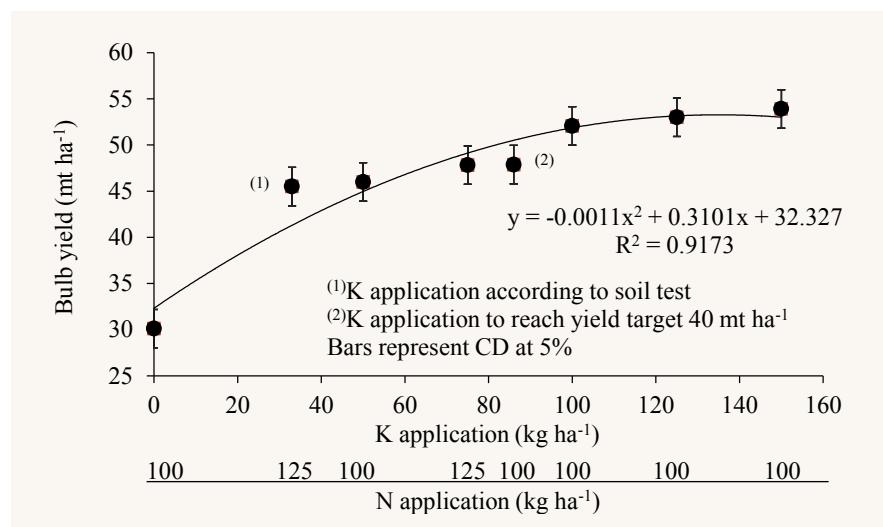


图1.洋葱球茎产量对施钾量和施氮量的效果。

这些结果显示,根据土壤测试确定的施钾量处理( $T_2$ ; 图1中的点1),其高估了洋葱的N的需求量,而低估了K的需求量。也说明,要对这种土壤测试方法测定结果,特别是与钾肥推荐相关的结果的解释,要进行重新评估。在基于目标产量确定施钾量的处理中( $T_5$ ; 图1中的点2),尽管多施

25%的N和56%的 $\text{P}_2\text{O}_5$ (表1),但因为 $\text{K}_2\text{O}$ 施用量低于最优施用量,其洋葱产量受到了限制。施用量高于推荐施钾量的处理,施钾量高于 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 的处理,其作物生长更茂盛和产量更高。这可能是因为更高的钾素促进植物光合作用,强化了光合物质的转运和酶的活性、蛋白质的合成等。

(Shaheen et al., 2011; Shusheel Kumar et al., 2006)。

### 叶绿素含量和产量构成因素

施钾显著提高了洋葱叶片叶绿素的含量(表2)。施肥量为 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 处理, 洋葱移栽后45天的新鲜叶片叶绿素达到 $0.627 \text{ mg/g}$ 鲜叶, 高于所有的其他处理。一般认为, 没有证据证明钾素对叶绿素有直接的作用。但是, 似乎因为高钾含量有助于促进植物的生长发育, 因而间接地提高叶绿素浓度。Varpe (2005) 的研究结果支持这一观点。他报道说, 洋葱移栽后的45天, 升高N、P、K的施用量的处理, 分别与对照相比, 其洋葱叶片的叶绿素含量都有升高。

处理对洋葱球茎大小(即球茎横径、纵径和茎粗)的影响显著(表2)。横径和纵径最高的处理是 $T_6$ , 也就是施钾量为 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 的处理(分别为 $6.88 \text{ cm}$ 和 $7.0 \text{ cm}$ )。与对照相比(茎粗只有 $0.28 \text{ cm}$ ),  $T_6$ 处理的茎粗处于 $0.55 \text{ cm}$ 和 $0.61 \text{ cm}$ 之间。其他研究也有类似的结果(Mohanty and Das, 2001; Yadav et al., 2003; Kumar et al., 2001; Nandi et al., 2002)。

### 洋葱的品质因素

施钾可以显著提高洋葱球茎的可溶性固形物总量(TSS)、还原糖、非还原糖、总糖(表3)。施钾量为 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ 时的洋葱TSS最高( $8.34^\circ \text{ brix}$ ), 显著高于不施钾的空白对照处理的 $7.19^\circ \text{ brix}$ 。很多报告显示, 提高施钾量可以提高洋葱的TSS含量, 可能与高施钾量促进光合作用时的碳水化合物的合成有关(Singh and Singh, 2000; Vacchani and Patel, 1993)。其他作物如甘蔗也证明, 植物韧皮部钾素含量高, 可以促进包括蔗糖和氨基N化合物等光合作用产物从叶片更快地向其他部分转运, 即“源”到“库”转运更快(Hartt, 1969)。

表2. 不同施钾水平对洋葱叶绿素含量(栽后45天)和产量指标的影响

Treatment	叶片叶绿素含量 $\text{mg g}^{-1}$ 鲜重	cm		
		纵径	横径	茎粗
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}$	0.542	4.43	4.83	0.28
$\text{N}_{125}\text{P}_{50}\text{K}_{33}^{(1)}$	0.596	5.48	5.63	0.61
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{50}$	0.547	5.40	5.63	0.63
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{75}$	0.595	5.75	5.73	0.62
$\text{N}_{125}\text{P}_{78}\text{K}_{86}^{(2)}$	0.549	5.70	5.74	0.55
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{100}$	0.627	6.88	7.00	0.56
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{125}$	0.583	5.54	5.78	0.56
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{150}$	0.558	5.53	5.73	0.57
SE $\pm$	0.003	0.149	0.164	0.026
CD at 5%	0.009	0.439	0.482	0.077

<sup>(1)</sup>根据土壤测试结合制定的施肥方案; <sup>(2)</sup>目标产量  $40 \text{ t hm}^{-2}$

### 养分移出量与养分投入/产出平衡

洋葱球茎和叶片带走的N、P、K的量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )见图2, 而带走量与产量的关系见图3A和3B。研究发现, 洋葱球茎带走的养分量比其叶片带走的量大3倍, 所以, 球茎的产量和带走量是养分平衡计算时更重要的组成部分。高产洋葱的产量在 $50\sim 55 \text{ t}/\text{hm}^2$ , 其每季带走的养分量为 $300\sim 350 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (图2)。

当施钾量提高时, 洋葱球茎带走的N量提高10倍, 从 $K=0$ 处理的 $10 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ N}$ 提高到 $K=150 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的 $136 \text{ kg N}$ (图2)。与此同时, 洋葱产

表3. 不同施钾水平对洋葱品质指标的影响

处理	可溶固形物总量 $^\circ \text{brix}$	%-----		
		还原糖	非还原糖	总糖
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}$	7.19	2.01	3.88	5.89
$\text{N}_{125}\text{P}_{50}\text{K}_{33}^{(1)}$	7.94	2.16	4.43	6.59
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{50}$	7.56	2.18	4.25	6.43
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{75}$	7.83	2.66	4.44	7.10
$\text{N}_{125}\text{P}_{78}\text{K}_{86}^{(2)}$	7.87	2.68	3.92	6.60
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{100}$	8.34	2.56	4.76	7.32
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{125}$	8.25	2.74	3.77	6.51
$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{150}$	7.87	2.60	4.45	7.05
SE $\pm$	0.030	0.026	0.108	0.097
CD at 5%	0.088	0.075	0.319	0.286

<sup>(1)</sup>根据土壤测试结合制定的施肥方案; <sup>(2)</sup>目标产量  $40 \text{ t hm}^{-2}$

量翻番(图1和图3A),所以,球茎组织中的氮含量随着产量的提高而从0.3 kg/t N提高到2.5 kg/t N(图3B)。洋葱叶片中的N含量也随着洋葱叶片产量的增加而显著增加(10倍)(图3A)。球茎中的钾移出量从施钾量为零的37 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O提高到施钾量为150 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O的115 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O,或者说3倍多。球茎中钾的浓度随着球茎产量翻倍而翻倍,从1.2 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O提高到2.1 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O(图3B)。然而,洋葱叶片中钾的含量随着叶片产量变化几乎没有变化(图3A)。这些结果表明,施钾在提高洋葱球茎和叶片产量的同时,对球茎和叶片中N、K的含量影响很大,但对提高球茎中的N和K的含量的影响不显著,而导致叶片产量高,叶片组织中含N量也高。球茎中P的移出量从7 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>提高到367 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(高5倍),几乎都是因为其产量增加而增加的(图1),一小部分是因为产量提高而球茎中P含量提高导致的(图3B)。

养分移出量最大的是T<sub>5</sub>,其球茎中N的移出量也最大,可能是因为施氮量较高(125 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),虽然这样提高施氮量并没有提高洋葱的产量。处理T<sub>8</sub>中N移出量低于T<sub>5</sub>,可能与其较低的施氮量有关(1007 kg/hm<sup>2</sup>),但是T<sub>8</sub>的K素移出量较高,可能因为其施钾量较高(1507 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O)。所以,提高施钾量可以减少球茎和叶片中更多的N移出。

这些研究结果表明,在计算洋葱球茎养分移出量时要考虑洋葱的单产水平,因为单产的提高,每吨球茎的养分吸收量甚至可能翻倍。就像Watson(1965)在马铃薯上的研究显示的那样,较高的养分吸收量很有可能因为提高了光合作用产物,从而促进作物根系的发育。

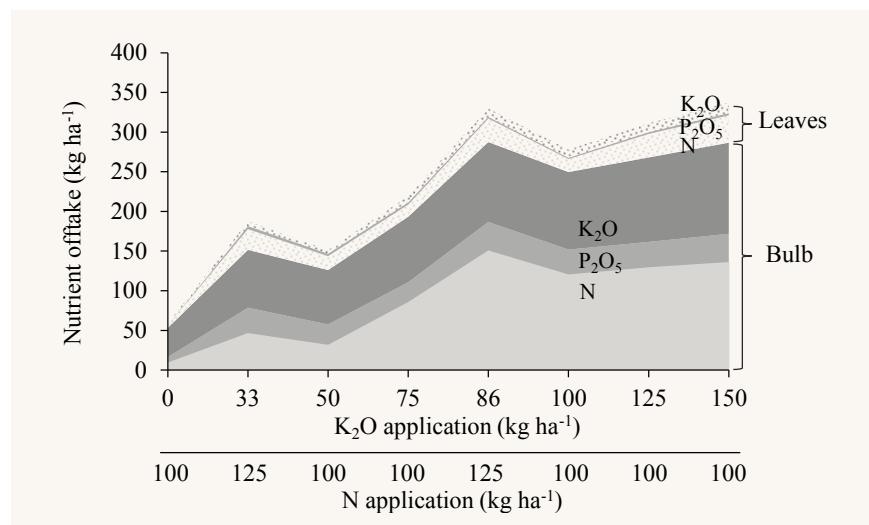


图2.洋葱球茎和叶片移出的养分量。

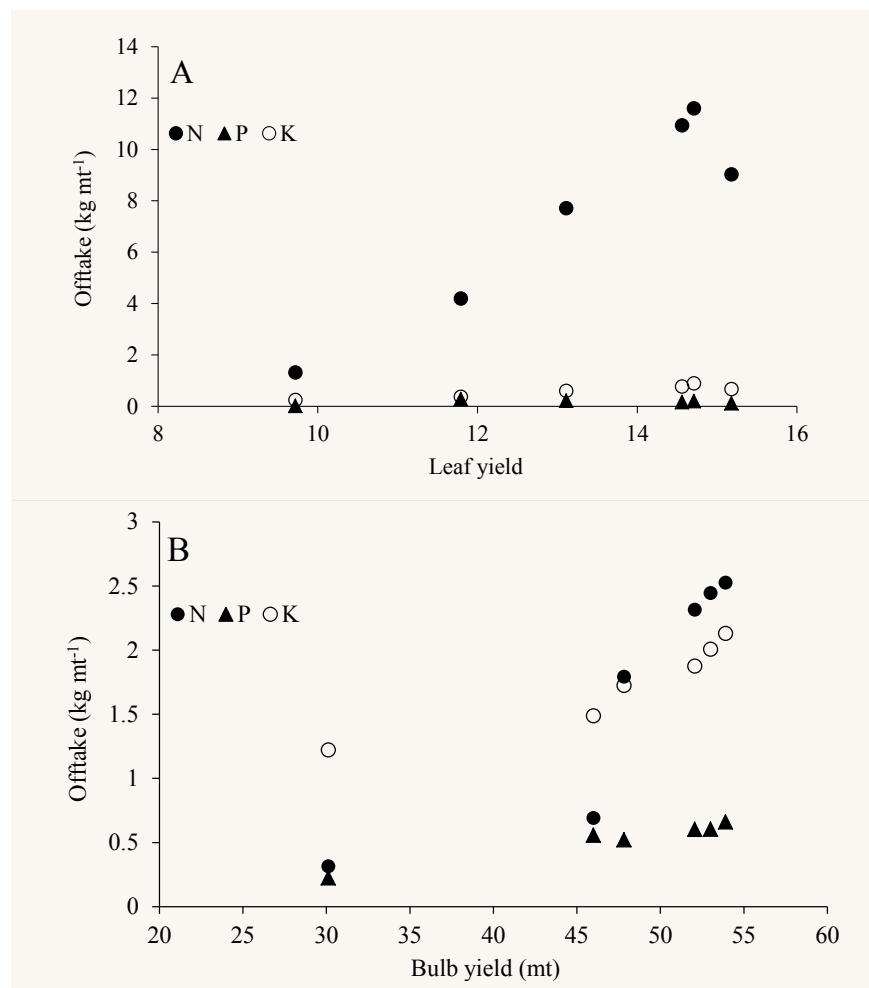


图3.洋葱叶片(A)和球茎(B)中N、P、K养分含量。

图4显示了不同处理的偏养分平衡 (PNB; 肥料投入减去作物移出的量) 的情况。施钾量为零或施钾量较低时 ( $0, 22, 50 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ )，因为这时产量和养分移出量都低, N素有至少  $50 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ N}$  的正平衡。在施钾量为  $75 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  而球茎产量为  $487 \text{ kg}/\text{hm}^2$  时, N素是平衡的, 但随着施钾量和产量的增加, N素有大约  $70 \sim 807 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ N}$  亏缺 (图4)。就PNB来说, 施磷量有轻微到中等程度的过量, 所有的处理中P素富余  $11 \sim 43 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ P}_2\text{O}_5$ 。

与N和P不同, K的PNB几乎在所有的处理中都是负的, 只有在施钾量为  $125 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  时才显示为正平衡 (图4)。这一结果表明, 施钾量高于  $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  时, 洋葱产量不再提高了, 其主要原因是因为缺N, 这一点通过  $T_7$  和  $T_8$  严重缺N就可以看出来。

#### 经济性评价

每公顷毛收入和净利润最高分别为Rs. 256,720卢比和Rs. 183,386卢比, 都是在施钾量最高的处理获得的 ( $T_8: 150 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ )。由于投入成本对增加施钾量增加的成本不敏感, 所以产量越高, 净利润越高。第1个施钾的处理 ( $T_2: 33 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ ) 比空白对照的利润有实质性提高 (50%), 随着施钾量高于  $86 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ , 其利润进一步提高。从这个数据可以看出, 施钾量最高

( $150 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ ) 时施钾是有利润的。施钾量超过  $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  后产量增加统计学上不显著, 但施钾的毛收入和净利润的增加, 其经济回报稳定, 表明农民可以大量施用钾肥。

#### 结论

所有施钾水平与空白对照相比, 都显著提高洋葱球茎的产量和质量。施钾量为  $100 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  处理, 效果显著高于基于土壤测结果确定施钾量处理 ( $33 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ ) 和基于目标产量确定施钾量处理 ( $86 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ )。这些结论说明, 这两个施肥指标 (土壤测试结果和目标产量法) 都需要进一步完善。

洋葱的养分平衡对洋葱球茎产量敏感, 至少施用  $300 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ N, P, K}$  才能弥补  $55 \text{ t}/\text{hm}^2$  带球茎产量走的养分量。K素的偏养分平衡PNB只有在施钾量超过  $125 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$  的情况下才显示为正平衡。

高量施钾提高了洋葱的产量, 但我们的研究结果表明, 在如此高的施钾量的情况下, N素不足成为产量提高的限制因素。我们计划进一步研究, 在施P量保持在  $50 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ P}_2\text{O}_5$  时, 施氮量和施钾量为  $100 \sim 200 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ N}$  和  $\text{K}_2\text{O}$  时, 洋葱 (品种Cv.N-2-4-1) 对施肥的效应。

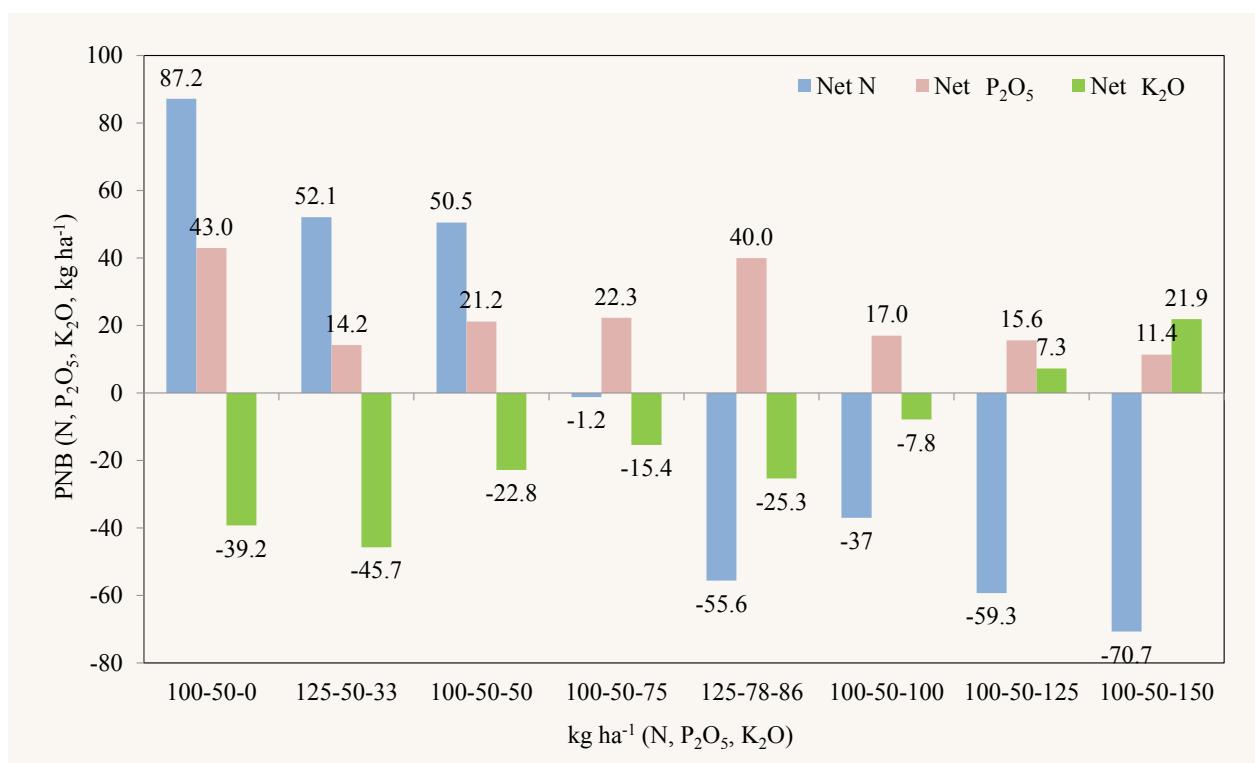


图4. 试验不同处理的洋葱(球茎和叶片) N、P<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O的净偏养分平衡PNB (肥料投入减去作物移出的养分量)。

从目前的研究来看,可以得出结论,施钾量最高时( $150 \text{ kg}/\text{hm}^2 \text{ K}_2\text{O}$ )都是有经济回报的。另外,因为施钾提高了洋葱的产量,洋葱的收入可以弥补施肥带来的成本的支出。基于我们的利润分析结果,有必要对更高施钾量和施氮量的情况进行试验研究。

### 致谢

这个研究得到了国际钾肥研究所的资金支持。也要感谢MPKV, Rahuri提供的所有试验设备设施条件。

### 参考文献

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 12<sup>th</sup> Edition. AOAC, Washington D.C.
- Arnon, D.I. 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts Polyphenol-oxidase in *Beta Vulgaris*. Plant Physiology 24(1):1-15.
- Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Znderw, and R.G. Halfacre. 1981. Fundamentals of Horticulture. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India.
- Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, New Delhi, India.
- Kadam, B.S. and K.R. Sonar. 2006. Targeting Yield Approach for Assessing the Fertiliser Requirements of Onion in Vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science 54(4):513-515.
- Kanwar, J.S. and G.S. Sekhon. 1998. Nutrient Management for Sustainable Intensive Agriculture. Fert. News. 43:33-40.
- Knudsen, D., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. In: Weaver, R.W., J.S. Angle, and P.S. Bottomley (eds.) Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin. p. 225-238.
- Kumar, A., R. Singh, and R.K. Chhillar. 2001. Influence of Nitrogen and Potassium Application on Growth, Yield and Nutrient Uptake in Onion (*Allium cepa*). Indian J. Agron. 46(4):742-746.
- Marschner, P. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. Academic Press, Elsevier.
- Masalkar S.D., K.W. Lawande, R.S. Patil, and V.K. Garande. 2000. Effect of Potash Levels and Season on Physiochemical Composition of White Onion Phule Safed. Acta Hort. 688. p. 17-18.
- Mohanty, B.K. and J.N. Das. 2001. Response of Rabi Onion cv. Nashik Red to Nitrogen and Potassium Fertilization. Veg. Sci. 28(1):40-42.
- Nandi, R.K., M. Deb, T.K. Maity, and G. Sounda. 2002. Response of Onion to Different Levels of Irrigation and Fertiliser. Crop Research 23(2):317-320.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommer. 1982. Total Carbon and Organic Matter. In: Weaver, R.W., J.S. Angle, and P.S. Bottomley (eds.) Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 539-579.
- Olsen, S.R., C.V. Coles, F.S. Watanabe, and L.N. Dean. 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular 939.
- Raut, D.B. 2007. Effect of Mulches and Potash Levels on Growth, Yield and Quality of Rabi Onion (*Allium cepa* L.). M.Sc. (Agri) Thesis, MPKV, Rahuri.
- Shaheen, A.M., F.A. Rizk, A.M.M. El-Tanahy, and E.H. Abd El-Samad. 2011. Vegetative Growth and Chemical Parameters of Onion as Influenced by Potassium as Major and Stimufol as Minor Fertilizers. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5(11):518-525.
- Singh, R.B. and S.B. Singh. 2000. Significance of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Onion (*Allium cepa* L.) Raised from Onion Sets (Bubblets). Veg. Sci. 27(1):88-89.
- Subba Rao, A. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 12<sup>th</sup> edition. AOAC, Washington, D.C.
- Subbiah, B.V. and G.L Asija. 1956. A Rapid Procedure for the Estimation of Available Nitrogen in Soils. Current Science 25(8):259-260.
- Susheel Kumar, Sushant, Tiwari, C.P., and Singh, Vinay. 2006. Bulb Yield and Quality of Onion (*Allium cepa* L.) as Affected by Application Rates of Nitrogen and Potassium Fertilisers. Agric. Sci. Digest 26(1):11-14.

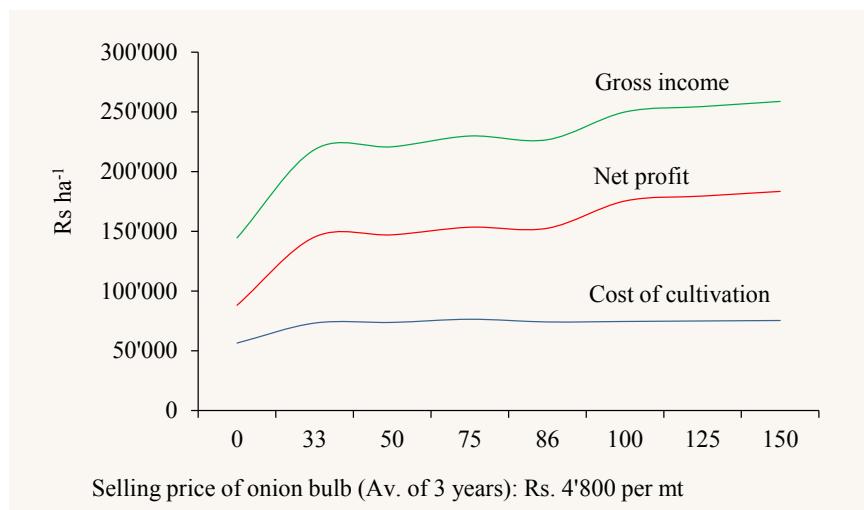


图5. 洋葱施钾的经济效益分析 (MOP的成本为11.80 Rs/kg)。

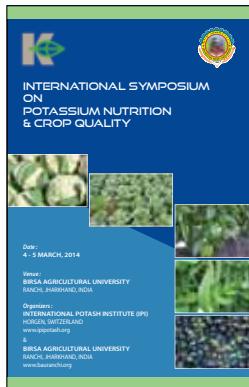
- Tandon, H.L.S. and K.N. Tiwari. 2008. Nutrient Management in Horticultural Crops. FDCO Publishers, New Delhi.
- Vacchani, M.V. and Z.G. Patel. 1993. Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potash on Bulb Yield and Quality of Onion (*Allium cepa*). Indian J. Agron. 38(2):333-334.
- Varpe, A.S. 2005. Effect of Graded Levels of Sulphur and Zinc on Growth, Yield and Quality of Onion in Inceptisols. MSc. (Agri.) Thesis, MPKV, Rahuri.
- Watson, D.J. 1963. In the Growth of Potato. Ivins, J. D. and F.L. Mithorpe (eds.). Butterworths, London. p. 233-247.
- Yadav, R.L. N.L. Sen, and B.L. Yadav. 2003. Response of Onion to Nitrogen and Potassium Fertilisation under Semi-Arid Condition of Rajasthan. Indian J. Hort. 60(2):176-178.
- Yadav, R.L., N.L. Sen, M.S. Frageria, and R.S. Dhaka. 2002. Effect of Nitrogen and Potassium Fertilisation on Quality Bulb Production of Onion. Haryana J. Hort. Sci. 31(3+4):297-298.

这篇论文“施钾促进洋葱高产优质”还可以在IPI官方网站区域活动/印度栏目中找到。

# 学术活动

## IPI的活动 2014年3月

I P I - B A U 钾 素 营 养 与 植 物 健 康 国 际 学 研 讨 会, BAU, Ranchi, Jharkhand, India, 2014年3月2~5日。2天的研讨会由国际钾肥研究所与印度 Ranchi Kanke的Birsa Agricultural University(BAU)大学联合举办。研讨会将讨论钾素营养的发展现状与问题, 研讨解决问题的方式与途径, 将推动解决与作物产量和品质、植物生理与非生理胁迫, 以及与保持土壤与植物环境可持续性有关作物营养平衡问题。



### 主题:

- 作物产量与品质的钾素营养
- 养分利用效率与钾素平衡
- 钾素对作物抗逆性与病虫害的管理的影响
- 对土壤微生物与环境的影响
- 食品安全与人类健康
- 钾肥市场与政策
- 研究-企业参与和技术传播

想要获得更详细的信息, 请与IPI东印度、孟加拉和斯里兰卡项目协调员Mr. Neeraj Kumar Awasthi先生联系, 或访问[IPI官方网站/活动](#)。

## 2014年9月

IPI与埃塞俄比亚农业部农业转型与发展中心在东非联合举办的“第一届“钾素在撒哈拉以南非洲农作系统中的作用: 现在与产量提高的潜力”学术研讨会, 埃塞俄比亚 Addis Ababa, 2014年9月3~5日。

### 主题:

- 撒哈拉以南非洲主要农作系统的钾肥管理
- 土壤和植株中钾素状况取得的新进展

- 埃塞俄比亚和东非土壤钾素肥力评估
- 施钾对养分利用效率和水分利用效率的影响
- 钾素对作物抵抗生理胁迫和非生理胁迫的有益作用
- 撒哈拉以南非洲养分矿化与农业生产能力停滞
- 埃塞俄比亚钾素生产能力: 前景与挑战
- 公私合作: NGO在农业科技信息的生产与传播中的作用

想要获得更详细的信息, 请与IPI撒哈拉以南非洲项目协调员Mr. Eldad Sokolowski先生联系, 或访问[IPI官方网站/活动](#)。

## 国际上相关论坛和会议

### 2013年9月

第十届GFRAS年会于2013年9月24~26日在德国柏林举办。会议讨论了RAS生产厂商与私营部门的作用。可以从[GFRAS官方网站](#)上找到会议报道、报告、图片以及其他更多信息。也可以在其官网上观看会议的很多环节和相关活动的录像。

### 2014年2月

世界农林大会: 生命之树: 提高农林系统的影响, 2014年2月10~14日在印度新德里召开。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。

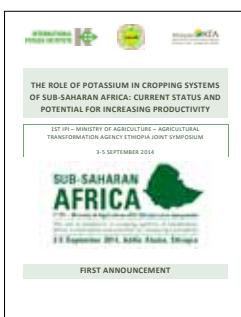
### 2014年3月

“非洲木薯的转化-农产品加工提高食品安全”研讨会, 将在CMT的第一届非洲木薯大会上举办, 2014年3月20~21日, 赞比亚Lusaka Radisson Blu Hotel。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。

第十二届国际新农业会议和展览, 2014年3月26~28日在波兰华沙的Hilton Warsaw Hotel And Convention Centre举办。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。

### 2014年6月/7月

第二十届国际土壤学大会, 2014年6月8~13日在韩国ICC Jeju举办。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。



2014年国际新农业中国会议和展览, 灌溉施肥和叶面施肥, 2014年6月30日~7月2日在中国北京举办。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。

### 2014年8月

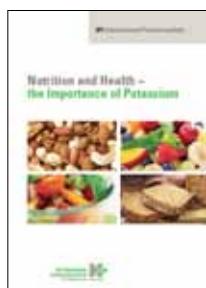
第29届国际园艺大会, 2014年8月17~22日在澳大利亚布里斯班举办。想要了解会议的更多信息, 请访问[会议网站](#)。

2014年9月

2014年非洲绿色革命论坛, 2014年2~4日在埃塞俄比亚Addis Ababa举办。想要了解会议的更多信息, 请访问会议网站。

## 最新出版物

IPI出版物



### 营养与健康-钾素的重要作用

S. Anavi 编写, P. Imas 编辑, 17P. 2013

所有的生物组织和液体中都含有矿物质。他们的存在使得生命必须的物理化学过程得以完成。对人类来说, 钾(K)是必需大量元素。越来越多的研究表明其对人体的正面效应和其对公共健康的潜在影响。举例来说, 通过食物吸收高量的钾, 可以保护人们免遭对心脏系统、肾和骨头的不良侵袭。

这本营养与健康的小册子涵盖了血压、心脏病、骨头和肾健康, 二型糖尿病, 以及推荐食谱和安全吸收量等。

这本小册子可以从[IPI官方网站](#)上下载, 需要纸质版本, 请与IPI总部联系, E-mail:[ipi@ipipotash.org](mailto:ipi@ipipotash.org)。



### IPI 第21期简报

### 高产优质施肥-甘蔗

Ridge, R. 117P. 彩色印刷, 2013

甘蔗是全世界种植最为广泛作物之一。FAO估计, 2010年全世界甘蔗种植面积约238万hm<sup>2</sup>, 遍布90多个国家, 产量约16.9亿t。巴西是最大的甘蔗生产国, 接下来是中国、印度和泰国。

作为化石燃料的替代产品, 提供了用甘蔗生产乙醇的多样化选择, 特别地, 在巴西约50%的甘蔗用于生产乙醇。糖渣也增加了发电原料的选择。

IPI的这本简报提供了包括甘蔗高产优质的矿质营养和施肥在内的甘蔗生长发育的综合知识。令所有甘蔗种植区农民感兴趣的是, 这本基于实践知识的出版物, 是Ross Ridge的作品。他在BSES Limited公司从事研究农艺师和土

壤科学家工作长达33年。而这个公司是澳大利亚甘蔗加工厂的主要从事甘蔗技术研究、开发和推广的机构。1999年, 他从BSES首席研究员的岗位退休以后, Ross Ridge给一些糖业企业做咨询服务, 参观访问巴西、哥伦比亚、斐济、夏威夷、印度尼西亚、毛里求斯、留尼汪、斯威士兰、台湾、泰国和美国等国家和地区的一些甘蔗生产基地的农业科研和生产措施。

这期简报可以从[IPI官方网站](#)上下载, 需要纸质版本的, 请与IPI总部联系, E-mail:[ipi@ipipotash.org](mailto:ipi@ipipotash.org)。



### Kalijum u Ishrani Biljaka - Kalijum i Povrće

### 钾素植物营养-钾素营养与蔬菜生产

Kastori, R., Ž. Ilin, I. Maksimović, and M. Putnik-Delić. 325 p. In Serbian.

不同品种和基因型的作物对钾素的需求不同。蔬菜从总体上被认为是喜钾作物, 这也是为什么蔬菜合理使用钾肥非常重要的原因。

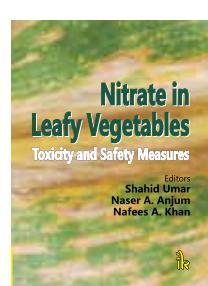
大量的品种对矿质营养有个性化的需求, 加上蔬菜的种植制度差别很大, 这就造成蔬菜生产对矿质营养的需求非常特殊。

另外, 蔬菜生产是植物生产中最敏感的一个分支。蔬菜被用作不同加工食品的原料, 蔬菜营养成分和保护因子的含量都很高, 这些都对人体健康非常重要。

所有这些, 说明蔬菜在整个食物安全中非常重要, 具有很高的经济价值, 促使作者决定出版一本关于钾素营养在内的蔬菜营养方面的书籍。

本书可以从[IPI官方网站](#)上下载, 需要纸质版本的, 请与Prof. Dr. Rudolf Kastori先生联系, E-Mail:[kastori@polj.uns.ac.rs](mailto:kastori@polj.uns.ac.rs)。

### 其他出版物



### 叶菜类氮素营养-毒性和安全措施

Shahid Umar, Naser A. Anjum, Nafees A. Khan 编著, ISBN 978-93-82332-21-3. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd., 新德里, 印度。E-mail: [info@ikinternational.com](mailto:info@ikinternational.com). Website: [www.ikbooks.com](http://www.ikbooks.com).

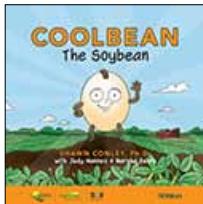


## 第一届世界农业生物激素大会论文集

2012年11月第一届世界农业生物激素大会在法国Strasbourg召开。会议是国际新农业杂志举办的。收录在国际园艺学会 (ISHS) 的出版刊物,世界著名的园艺学报 (*Acta Horticulturae*) 特刊中的论文都经过同行评审。被编辑、编委会审核通过,认为适合出版的这些论文,最终集中在园艺学报的这本特刊中。

国际新农业杂志决定免费开放所有口头报告和墙报的 PDF 格式的摘要,这些摘要可以从 <http://www.biostimulants2012.com/programme/programme.htm> 下载。

需要购买这次会议PDF格式论文集全文的,可以联系国际新农业杂志,联系  
E-mail:[biostimulants@newaginternational.com](mailto:biostimulants@newaginternational.com)



### 酷毙了的大豆

Conley, S. 28p. 2013. ISBN:978-0-89118-617-5

这本小册子由威斯康辛大学-麦迪逊校区Shawn Conley编写,由美国农学会(ASA)、美国作物协会(CSSA)和美国土壤学会(SSSA)共同出版。该书色彩丰富的图片和同行审评过的内容。该书得到威斯康辛州大豆市场委员会的支持。[portal.sciencesocieties.org](http://portal.sciencesocieties.org)

## 钾盐发展协会的出版物



### 牧牛的养分循环

钾素新闻, 2013年秋季



牧牛将他们食用的绝大多数的养分又返回到土壤中。听起来似乎不错,但是在任何的牧场,都没有很好地达到养分的平衡。在牛拉屎和拉尿的地方,可能对养分平衡有些补偿,但对绝大多数地方没有影响。进一步阅读,请访问PDA网站。

钾盐发展协会(PDA)是一个独立的机构,成立于1984年,主要是为英国的土壤肥力、植物营养和肥料特别是钾素的施用提供技术支持和建议。更多信息,请访问[www.pda.org.uk](http://www.pda.org.uk)。

## K 钾素文献

关注IPI的推特: [twitter.com/IPI\\_potash](https://twitter.com/IPI_potash)

关注IPI的脸书: [www.facebook.com/IPIpotash?sk=wall](https://www.facebook.com/IPIpotash?sk=wall)

### 中国食品安全与养分管理:过去、现在与未来

Zhenling Cui, Zhengxia Dou, Xinping Chen, Xiaotang Ju, and Fusuo Zhang. 2013. *Agron. J.* 106(1):191-198, doi:10.2134/agronj2013.0381

**摘要:** 在过去的2000多年里,中国的农业从低投入、低产出的有机农业系统转向了严重依赖无机投入的集约农业生产系统。现代的高投入、高产出的农业系统,付出了不断上升的环境代价,但为确保中国的粮食自给率做出了贡献。同时,1990年代中期以来,虽然像化学肥料这样的农业生产投入品不断增加,但作物产量几乎没有变化。未来,中国的农产品产量必须增加50%,才能满足其人口的增加带来的粮食需求。提高农产品产量和提高资源(比如N和P)利用效率的新的先进技术,对中国可持续农业发展和生态服务功能的保护,非常重要。这里,我们讨论一种有助于实现可持续的集约化利用目标的土壤-作物系统综合管理(ISSM)模式。这种模式的特点有: (i) 提高土壤质量; (ii) 促进各种养分资源的利用; (iii) 减少产量的差距; (iv) 有效地减少N素损失。基于ISSM原理的最近的试验表明,玉米产量可以提高1倍,而氮肥施用量和与当前农民使用量差不多。中国的这种ISSM的模式,是一大创新,可以提高全球食品安全和环境质量,特别是在高投入低效率农业生产系统的地区,更是如此。

### 描述土壤钾素释放特征的动态模型及其与化学提取钾素的相关性

Hosseinpur, A.R., and H.R. Motaghian. 2013. *Pedosphere* 23(4):482-492, ISSN 1002-0160/CN 32-1315/P.

**摘要:** 土壤钾素释放特征对土壤钾素的有效性非常重要。伊朗中部的土壤钾素释放资料非常缺乏。这个研究的目的,就是研究伊朗中部的10种石灰土壤的表层土壤钾动力学特征,与用不同化学方法提取的钾素释放常数相关性。土壤钾素动力学采用0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub>在25±1°C田间下,在2~2017 h 内连续浸提测定。土壤钾素含量采用蒸馏水、0.5 mol/L MgNO<sub>3</sub>、0.002 mol/L SrCl<sub>2</sub>、0.1 mol/L BaCl<sub>2</sub>、0.01 mol/L CaCl<sub>2</sub>、1 mol/L NaCl、1 mol/L 沸腾HNO<sub>3</sub>、1 mol/L NH<sub>4</sub>OAC、Mehlick1、0.002 mol/L SrCl<sub>2</sub>、0.05 mol/L 柠檬酸和AB-DTPA浸提。钾素释放的累积曲线显示,在168 h处,斜率发生中断而不连续。所以,整个反

应过程分成2段(2~168 h和168~2017 h)。钾素累积数量在2~168 h内为55~299 mg/kg,而在168~2017 h内为44~119 mg/kg。2个时间段内钾素动力学特征,非常适合抛物线方程、简化的Elovich方程和幂函数方程。钾素释放常数变异很大。土壤钾素浓度从低到高依次所有浸提剂为:蒸馏水、Mehlick 1、 $\text{SrCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{SrCl}_2 + \text{柠檬酸}$ 、AB-DTPA、 $\text{MgNO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NH}_4\text{OAC}$ 、 $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{HNO}_3$ 。钾素释放常数与浸提钾含量显著相关。这个研究结果表明,从2个时间段的数学模型得出的信息,有助于估计土壤钾素供应潜力。

## 更多阅读

**衣阿华州: 研究表明新鲜土壤测试结果更加可靠。**

October 10, 2013. [CropLife](#)

**农民探究土壤质量**

Schiermeier, Q. 2013. [Nature](#) 502:607.

**可持续管理: 废弃物返回去培肥土壤**

Lehmann, J. 2013. [Nature](#) 504:33.

**从肥料到其克隆B(氢氰酸熏蒸剂):100年科学发现,或生或死**

哈伯博斯制氨法(Haber Bosch process): [The Guardian](#), 3 November 2013.

**欧盟农业的社会、经济和环境价值**

2013, [The Humboldt Forum for Food an Agriculture \(HFFA\)](#).

**不同环境条件下N肥和K肥对杜兰小麦(Durum Wheat)品质的影响**

Olfa Daaloul Bouacha, Sadok Nouaigui, and Salah Rezgui. [ScienceDirect: J. of Cereal Science](#) 59(1):9-14.

**P、K和S如何影响作物生长和作物及牧草豆科作物的生物固氮? 元分析法**

Guillermo A. and Victor O. Sadras. [ScienceDirect: Field Crops Research](#) 156:161-171.

**将气候信息发送到农民手机上的新方法**

Surabhi Mittal, and Dharini Parthasarathy. 2013. [CGIAR](#).

**App应用可能改变农业方式和减少食品短缺**

2013. [BBC News](#).

## 信息公告

### 纪念Volker Romheld

为我们失去了Dr. Volker Romheld 教授, 我们感到非常悲痛。2013年11月27日,他在Stuttgart的家里去世了。



Volker Romheld教授是一位德国农业科学家、植物生理学家和土壤生态学家。作为德国Hohenheim大学植物营养方面的教授,他因为对该专业的突出贡献而在全世界享有盛名。他在经过同行评议的期刊发表论文约300篇,受邀参加很多研讨会、论坛,指导了大量研究生的博士论文和硕士论文。在差不多近20年来,他作为中国农业大学(CAU)的客座教授,开展合作研究,指导中国许多年轻的研究人员踏入科研的大门。

多年来,Volker教授通过多种方式多次协助IPI的工作。无论是参加田间试验在农村的现场考察活动,还是在IPI的研讨会上做报告,还是就广泛的主题,主持一个年轻的研究人员和同事参加的生动活泼的讨论会,他总是非常乐意去做。他热爱科学,也非常感激那些将科学知识应用于实践,帮助农民更多和更好地种植农作物的人们。Volker教授时刻都乐意提出建议和做出科学的奉献。他的报告,总是非常高的标准,逻辑严密,使用他妻子Haoyan准备的表格、图件和照片(他将这些保存在他的笔记本电脑里)。他讨论问题的方法和对研究的投入,总是持有一种开放的心态,这是他众多优点之一。

多年前,我们一起在巴西Cerrado出差。Volker特别好奇地发现巴西农业的一些新特点。完全出乎意料,后来不久,我们被告知他参与一个项目,内容就是从他那次旅行中挖掘出来的问题。几年后,我们在印度从他那里了解到,关于植物营养减缓植物生长发育的生物和非生物胁迫的问题,还有很多工作要做。Volker认为,通过合作和科学的研究,一个人可以“被迫”(就像他喜欢用的一个词)专注于研究内容。2012年,Volker参加我们在中国的一个论坛,他感觉就像在家里一样。像往常一样,他指出了那些需要进

一步研究的问题、需要特别关注的事实和需要推广给农民的研究成果。

Volker的妻子Haoyan和他的女儿Ida是他的继承者。

我们将想念Volker的全身心的热情大方、无尽的奉献、广博的学识和丰富的经历。我们将想念我们失去的亲爱的朋友和同事。

为了纪念Volker Romheld, 我们在Flickr上编辑了一组照片, 主要是从他为IPI工作和奉献其时间的活动的照片中选取的。

#### 国际肥料通讯 e-ifc 中文版 版权信息

ISSN 1664-8765 (网络); ISSN 1664-8757 (印刷)

出版者:	国际钾肥研究所 (IPI)
英文版编辑:	Ernest A.Kirkby, UK; Susanna Thorp, WRENmedia, UK; Patrick Harvey, Green Shoots, UK; Hillel Magen, IPI
中文翻译/编辑:	田有国, 全国农技中心, 中国
版式设计:	Martha Vacano, IPI
地址:	国际钾肥研究所 (IPI) P.O.BOX 260 Baumgartlistrasse 17 CH-8810 Horgen, Switzerland
电话:	+41 43 8104922
电传:	+41 43 8104925
E-Mail:	<a href="mailto:ipi@ipipotash.org">ipi@ipipotash.org</a>
网址:	<a href="http://www.ipipotash.org">www.ipipotash.org</a>

每季度一刊的国际肥料通讯, 订阅的用户可以通过E-mail定期发送, 同时在IPI网站上定期发布。

这期国际肥料通讯上的相关链接只出现在其电子版本上。  
订阅国际肥料通讯电子杂志, 请发送电子邮件到网站的杂志订阅。  
退订的, 请点击给您发送的邮件底部的杂志退订链接。

#### 国际钾肥研究所成员公司:

ICL Fertilizers; JSC Uralkali; Tessenderlo Chemie; and JSC Belarusian Potash Company (BPC).

#### Copyright©国际钾肥研究所 (IPI)

IPI保有其所有出版物和网站内容的版权但是鼓励非商业目的的复制传播。引用有关内容的要注明出处。不用提出特别申请, 也不用付费, IPI允许用于个人或教育目的而非盈利或商业目的使用其有关电子或印刷资料, 但必须在材料的首页注明材料来源。对IPI不拥有所有权的材料, 如果要复制或使用, 必须要得到其版权所有人的许可。