

氮钾配施对麦瓶草(面条菜)生理指标、产量和品质的影响

马光恕, 谢秀芳, 夏世龙, 郑 丹, 杨振荣, 张东雪, 廉 华*

(黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319)

Effects of Combined Application of Nitrogen and Potassium on Physiological Indexes, Yield and Quality of *Silene conoidea* L. (Noodles Greens)

MA Guang-shu, XIE Xiu-fang, XIA Shi-long, ZHENG Dan, YANG Zhen-rong, ZHANG Dong-xue, LIAN Hua*

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

摘 要:以麦瓶草(面条菜)为试验材料,采用基质培方法,研究了不同氮钾营养水平对面条菜生理指标、产量及品质的影响。结果表明:处理 $8(N_3K_2, N_3:12\text{ mmol/L}, K_2:5\text{ mmol/L})$ 、处理 $6(N_2K_3, N_2:8\text{ mmol/L}, K_3:7.5\text{ mmol/L})$ 的氮钾组合,面条菜单株产量较高,品质性状较好,叶面积和叶绿素含量较高,根系活力较强,确定其为最佳氮钾配施比例。

关键词:面条菜;氮钾配施;生理指标;产量;品质

中图分类号:S132

面条菜(*Silene conoidea* L.)又名面条棵、米瓦罐,是石竹科麦瓶草属一二年生草本植物麦瓶草幼苗的俗称^[1-2],主要生长在我国黄河以南、长江以北一些地区的麦田、荒地,因叶片细长、形似面条而得名^[3]。长期以来,人们在春夏季挖掘其嫩茎叶作为菜用,其营养丰富,气味清香、甘甜,很受城乡居民的欢迎。面条菜的家常做法很多,如粉蒸、凉拌、热炒、做汤、拌馅或配菜等^[4]。

近几年,面条菜栽培面积不断扩大,但仍供不应求,是亟待开发种植的叶菜新品种,市场发展前景极为广阔。现阶段关于面条菜的研究仅限于其基本特性和栽培技术的摸索^[5-7],对面条菜栽培适宜的营养配比及产量形成规律鲜有报道。

本试验通过基质营养液盆栽试验,研究不同氮素、钾素营养供应水平对面条菜生理特性、产量及品质性状的影响机理,探寻不同浓度氮钾配施与面条菜生理指标、产量和品质调控的定量关系,寻求适合

基质营养液栽培面条菜生产的经济有效氮钾调控技术,以期生产高产、安全、高品质的面条菜提供理论依据,对实现面条菜的高效生产具有重要的实际指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验以面条菜为材料。

1.2 试验方法

营养液以华南农业大学叶菜 A(1990)的标准营养液配方为基础。试验中氮素设置 3 个水平: N_1 (4 mmol/L)、 N_2 (8 mmol/L)、 N_3 (12 mmol/L);钾素设置 3 个水平: K_1 (2.5 mmol/L)、 K_2 (5 mmol/L)、 K_3 (7.5 mmol/L)。磷浓度固定为 0.74 mmol/L。

试验采用塑料盆(上口外径×上口内径×高度为 19.3 cm × 16 cm × 24 cm)进行基质栽培(珍珠岩:草炭:蛭石体积比为 1:2:1),每盆栽植 12 株,每个

* 通讯作者(yy6819184@126.com)

作者简介:马光恕(1969—),男,山东海阳人,硕士,副教授,主要研究方向为园艺植物栽培生理与生态。E-mail:mgs_lh@163.com

处理 10 盆,3 次重复。试验在黑龙江八一农垦大学农学院日光温室内进行。试验用营养液大量元素的组成配方见表 1(200 倍浓缩液),营养液微量元素的组成配方见表 2(1 000 倍浓缩液)。

试验前将种子经 0.1% HgCl₂ 溶液消毒后进行催芽处理,于 2011 年 5 月 16 日直播于塑料栽培盆内,

5 天后出苗。播种后 10 天内浇自来水,此后每 5 天浇 1 次不同水平处理的营养液且每天浇水 1~2 次,每次每盆浇 0.5 L 左右(以保持盆内湿润为宜)。苗后 40 天开始取样,每 5 天取样一次,每处理随机选取 5 株进行测定,连续取样 4 次。2011 年 7 月 11 日一次集中采收,采收后进行各项生理指标和产量的测定。

表 1 大量元素营养液配方(mg/L)

处理	组合	A 液			B 液		
		Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	KNO ₃	NH ₄ NO ₃	Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	K ₂ SO ₄	MgSO ₄ ·7H ₂ O
1	N ₁ K ₁	118	152	60	105	87	264
2	N ₁ K ₂	118	152	60	105	305	264
3	N ₁ K ₃	118	152	60	105	523	264
4	N ₂ K ₁	354	152	140	105	87	264
5	N ₂ K ₂	354	152	140	105	305	264
6	N ₂ K ₃	354	152	140	105	523	264
7	N ₃ K ₁	472	152	260	105	87	264
8	N ₃ K ₂	472	152	260	105	305	264
9	N ₃ K ₃	472	152	260	105	523	264

表 2 微量元素营养液配方(mg/L)

化合物	浓度
Na ₂ Fe-EDTA	20
H ₃ BO ₃	2.86
MnSO ₄ ·4H ₂ O	2.13
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.22
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.08
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0.02

1.3 测定项目和方法

叶绿素含量的测定：采用无水乙醇和丙酮法^[8]；根系活力的测定：采用 α-萘胺氧化法^[9]。苗后 55 天集中采收后,进行叶面积和地上部、地下部鲜重与干重的测定。其中叶面积测定采用间接称重法测定^[10]；单株地上部与地下部鲜重采用直接称重法,各处理随机选取 10 株植株(为了消除因个体间差异而造成的试验误差,选择大小相对均匀一致的植株),用蒸馏水洗净,再用吸水纸吸干植株上的水分,利用电子天平进行单株鲜重的测定;单株地上部与地下部干重采用恒温干燥法^[11]测定。

蔗糖含量测定：利用蒽酮比色法^[12]；Vc 含量的测定：采用滴定法^[13]；还原糖含量测定：采用 3,5-二硝基水杨酸法^[14]；可溶性蛋白质的测定：利用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[15]。

1.4 数据统计分析

数据利用 Excel 进行图表制作,用 DPS 软件(data processing system)进行数据显著性分析。

2 结果与分析

2.1 氮钾配施对面条菜叶绿素含量的影响

氮钾配施对面条菜叶绿素含量的影响如表 3 所示。随生长发育时期变化,植物叶绿素的变化大致呈现“V”形变化趋势。苗后 40 天第一次取样时,各处理均达到相对比较高的叶绿素含量水平,处理 2 水平最高,处理 6 与处理 2 之间差异不显著;出苗后 55 天,叶片叶绿素含量达到第二次峰值,处理 2、处理 3、处理 6 含量最高,极显著高于其他处理。叶绿素含量高低,决定着光合单位的多少、光合速率的快慢和光合积累的丰缺,适量氮钾配施处理对叶片的叶绿素含量有一定的促进作用。

2.2 氮钾配施对面条菜根系活力的影响

氮钾配施对面条菜根系活力的影响结果如表 4 所示。随生长发育时期变化,植物根系活力的变化大致呈现“V”形变化趋势。苗后 40 天第一次取样时,各处理均达到最高的根系活力水平,处理 3 水平最高,处理 2 与处理 8 位居其后;出苗后 55 天,除了 N₃ 处理外,其他处理的根系活力均达到第二次峰值,处理 3 水平最高,处理 5、处理 6 位居其后。根系活力是指根系新陈代谢活动的强弱,是反映根系吸收功能的一项综合指标。说明适量氮钾配施处理对根系活力有一定的促进作用,从而增强吸收能力,增加地上部养分和水分的供应量,有利于植株形态的建成,在一定程度上能够提高光合产物的形成与转化,从而有利于产量的提高。

表 3 氮钾配施对面条菜叶绿素含量的影响(mg/g)

处理	组合	取样时间			
		出苗后 40 天	出苗后 45 天	出苗后 50 天	出苗后 55 天
1	N ₁ K ₁	0.553 ± 0.028 ABCbc	0.484 ± 0.007 Bab	0.494 ± 0.008 Aa	0.387 ± 0.001 Dd
2	N ₁ K ₂	0.687 ± 0.108 Aa	0.459 ± 0.010 Bb	0.396 ± 0.022 Ab	0.539 ± 0.010 Aa
3	N ₁ K ₃	0.434 ± 0.024 Ce	0.453 ± 0.021 Bb	0.407 ± 0.003 Aab	0.519 ± 0.013 Aa
4	N ₂ K ₁	0.437 ± 0.023 Cde	0.344 ± 0.006 Dcd	0.430 ± 0.004 Aab	0.429 ± 0.012 Cc
5	N ₂ K ₂	0.510 ± 0.017 Cbcde	0.323 ± 0.018 Dd	0.461 ± 0.018 Aab	0.483 ± 0.008 Bb
6	N ₂ K ₃	0.582 ± 0.013 ABab	0.453 ± 0.012 Bb	0.463 ± 0.077 Aab	0.522 ± 0.002 Aa
7	N ₃ K ₁	0.438 ± 0.004 Cde	0.434 ± 0.009 BCb	0.477 ± 0.020 Aab	0.377 ± 0.007 Dd
8	N ₃ K ₂	0.455 ± 0.001 BCcde	0.532 ± 0.041 Aa	0.450 ± 0.033 Aab	0.388 ± 0.007 Dd
9	N ₃ K ₃	0.548 ± 0.004 BCbcd	0.382 ± 0.009 CDc	0.464 ± 0.011Aab	0.279 ± 0.006 Ee

注：同一列不同小、大写字母分别表示处理间差异在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平显著，下同。

表 4 氮钾配施对面条菜根系活力的影响(μg/(g·h))

处理	组合	取样时间			
		出苗后 40 天	出苗后 45 天	出苗后 50 天	出苗后 55 天
1	N ₁ K ₁	1 988.5 ± 66.6 F	244.9 ± 7.3 G	288.6 ± 2.7 Ff	521.2 ± 8.9 D
2	N ₁ K ₂	3 854.8 ± 124.8 B	295.0 ± 5.3 F	384.7 ± 13.6 DEde	624.5 ± 9.0 C
3	N ₁ K ₃	4 829.1 ± 105.2 A	367.7 ± 1.0 E	405.7 ± 13.0 Dd	945.2 ± 6.5 A
4	N ₂ K ₁	3 218.3 ± 30.7 D	182.7 ± 3.8 H	95.9 ± 2.9 Hh	650.7 ± 12.7 C
5	N ₂ K ₂	1 854.0 ± 25.1 F	836.6 ± 14.6 B	438.2 ± 8.2 Cc	853.4 ± 9.7 B
6	N ₂ K ₃	1 231.1 ± 51.4 G	180.4 ± 4.5 H	515.0 ± 9.9 Bb	861.2 ± 7.2 B
7	N ₃ K ₁	1 426.7 ± 28.0 G	723.8 ± 9.8 C	247.1 ± 2.2 Gg	133.7 ± 5.5 F
8	N ₃ K ₂	3 478.8 ± 37.7 C	935.7 ± 11.9 A	363.4 ± 2.5 Ee	77.2 ± 2.8 G
9	N ₃ K ₃	2 235.9 ± 62.6 E	617.7 ± 9.6 D	955.7 ± 7.4 Aa	340.0 ± 1.8 E

2.3 氮钾配施对面条菜叶面积、全株鲜重和干重的影响

氮钾配施对面条菜叶面积、全株鲜重和干重的影响如表 5 所示。苗后 55 天集中采收后，处理 6 叶面积积极显著大于其他所有处理，其次是处理 9 和处理 5；各处理之间全株鲜重中以处理 8 最大，处理 8 极显著大于所有处理，其次为处理 7 和处理 6；各处理之间全株干重中也以处理 8 最大，其次为处理 7 和处理 5，

与全株鲜重变化呈现一致性。

2.4 氮钾配施对面条菜营养品质的影响

苗后 55 天集中采收后进行面条菜营养品质测定，结果如表 6 所示。各处理之间 Vc 含量以处理 9 最高，处理 6、处理 3、处理 8 位居其后；各处理之间蛋白质含量以处理 3 最高，处理 9、处理 6、处理 8 位居其后；各处理之间蔗糖含量以处理 8 最高，处理 9、处理 6、处理 3 位居其后；各处理之

表 5 氮钾配施对面条菜叶面积、全株鲜重和干重的影响

处理	组合	叶面积(cm ²)	全株鲜重(g/株)	全株干重(g/株)
1	N ₁ K ₁	12.747 ± 0.590 CDEcde	0.809 ± 0.012 EFfg	0.057 ± 0.008 DEde
2	N ₁ K ₂	12.613 ± 0.324 CDEde	0.850 ± 0.004 DEef	0.052 ± 0.008 Ee
3	N ₁ K ₃	12.050 ± 0.341 Ee	0.767 ± 0.036 Fg	0.055 ± 0.003 DEe
4	N ₂ K ₁	12.113 ± 0.335 Ee	0.818 ± 0.025 EFfg	0.059 ± 0.007 DEde
5	N ₂ K ₂	13.787 ± 0.421 BCbc	0.918 ± 0.014 Ccd	0.085 ± 0.007 BCbc
6	N ₂ K ₃	17.227 ± 0.407 Aa	0.943 ± 0.010 Cc	0.076 ± 0.006 BCDcd
7	N ₃ K ₁	12.333 ± 0.225 DEe	1.505 ± 0.023 Bb	0.099 ± 0.005 Bb
8	N ₃ K ₂	13.523 ± 0.277 BCDbcd	1.636 ± 0.011 Aa	0.136 ± 0.008 Aa
9	N ₃ K ₃	14.347 ± 0.205 Bb	0.883 ± 0.009 CDde	0.074 ± 0.005 CDEcd

表 6 氮钾配施对面条菜营养品质的影响

处理	组合	Vc 含量 (mg/100g)	蛋白质含量 (mg/g)	蔗糖含量 (g/kg)	还原糖含量 (g/kg)
1	N ₁ K ₁	37.76 ± 0.39 Gf	23.10 ± 0.23 Ef	26.91 ± 0.12 Dd	4.19 ± 0.74 Gf
2	N ₁ K ₂	39.61 ± 0.43 EFe	25.68 ± 0.04 DEef	26.25 ± 5.00 Dd	9.55 ± 0.89 FGef
3	N ₁ K ₃	42.78 ± 0.56 BCb	53.68 ± 2.63 Aa	32.93 ± 0.07 ABCabc	18.36 ± 0.46 DEd
4	N ₂ K ₁	39.32 ± 0.78 FGe	40.26 ± 0.64 Cd	30.35 ± 0.75 BCDbcd	10.95 ± 0.72 Fe
5	N ₂ K ₂	40.51 ± 0.58 DEFde	42.99 ± 1.72 Ccd	30.98 ± 0.19 BCDbcd	24.58 ± 2.52 CDc
6	N ₂ K ₃	43.59 ± 0.56 Bb	48.21 ± 0.23 Bb	34.42 ± 0.24 ABCab	26.39 ± 3.23 Cc
7	N ₃ K ₁	41.18 ± 0.01 CDEcd	27.98 ± 0.12 De	28.60 ± 0.21 CDcd	11.94 ± 0.89 EFe
8	N ₃ K ₂	42.23 ± 0.11 BCDbc	43.90 ± 0.24 Cc	37.76 ± 0.24 Aa	54.48 ± 2.36 Aa
9	N ₃ K ₃	45.92 ± 0.60 Aa	52.44 ± 0.32 Aa	35.04 ± 0.32 ABab	45.60 ± 2.54 Bb

间还原糖含量以处理 8 最高，处理 9、处理 6、处理 5 位居其后。从各处理对面条菜的影响作用效果来看，在钾素水平相对比较高的组合中各营养物质含量较高，处理 8 即 N₃K₂ 组合各营养物质含量都比较高。

3 讨论与结论

3.1 讨论

氮、钾是作物必需的二种元素。氮素对作物叶绿素含量的影响直接制约着光合作用的强弱，使干物质积累发生变化，从而影响到作物的产量；钾可增强作物叶片的光合能力，有利于光合产物的形成，而且能促进新的光合产物的运输。但对氮钾配施的效果报道不一，有人认为在低氮条件下增施钾肥对提高花椰菜花球产量效果更好^[16]；有人却认为在高氮条件下施钾对菠菜增产作用更明显^[17]。从氮钾配施对面条菜产量影响效果来看，在处理 8 即 N₃K₂(N₃:12 mmol/L，K₂:5 mmol/L)、处理 7 即 N₃K₁(N₃:12 mmol/L，K₃:2.5 mmol/L)、处理 6 即 N₂K₃(N₂:8 mmol/L，K₃:7.5 mmol/L) 条件下产量较高。

叶片中叶绿素含量是反映作物营养和生长状况的重要指标。叶绿素含量的高低与光合速率密切相关，特别是在同化物积累期间，叶片叶绿素含量与其光合强度呈正相关^[18]。同时，根系活力是一种较客观地反映根系生命活动的生理指标^[19]，根系吸收活力是根的重量、数量和根系吸水、输水性能等性状的综合表现，其变化直接影响植株的抗逆性能及地上部茎叶的生长和作物产量^[20]。本试验中通过适当氮钾营养配施，相应的叶绿素含量、根系活力显著增强，对面条菜的产量形成具有促进作用。

众多研究表明，施用钾肥可以提高蔬菜中 Vc 的含量，大白菜施用钾肥使 Vc 含量显著增加，但是硫酸钾和氯化钾的效果随钾肥用量而不同^[21]。Cometti 等^[22]研究发现，在蔬菜生产中，施用氯化钾和硫酸

钾能明显增加蔬菜糖分的含量，对改善蔬菜品质有良好作用，其原因在于钾在光合作用中起重要作用，能促进 CO₂ 的同化，供应适量钾素，可以增加植株体内碳水化合物含量。施钾后番茄、洋葱、菠菜的总糖含量有提高的趋势，番茄果实中总糖的增加幅度大于总酸度从而改变糖酸比，糖酸比则与施钾量呈负相关^[23]。同时，氮肥对蔬菜 Vc 含量产生非常明显影响，而且其程度和方向随氮肥用量、种类、形态及配比等不同而有所变化。研究显示，适量施用氮肥能提高蔬菜产品中的 Vc 含量，用量过高会导致蔬菜中 Vc 的含量急剧下降^[24-25]。谢建昌^[26]报道了氮肥用量对甘蓝、大白菜营养品质的影响，结果表明氮肥用量对蔬菜糖分含量的影响存在一个最适当的用量，在其试验条件下每公顷施氮 270 kg 可以获得较高的蔬菜糖分含量。本试验中通过适当氮钾营养配施，相应的营养品质性状显著提高，对面条菜的品质形成具有促进作用。从氮钾配施对面条菜营养品质的影响效果来看，在钾素水平相对比较高的组合中各营养物质含量较高，这与杨小锋^[27]的研究结果相一致。

3.2 结论

在本试验条件下，处理 8 即 N₃K₂(N₃:12 mmol/L，K₂:5 mmol/L)、处理 6 即 N₂K₃(N₂:8 mmol/L，K₃:7.5 mmol/L) 的氮钾配施，为相对适合面条菜生产的氮钾配施比例，既增加了叶面积，又有利于叶绿素和根系活力的改善，同时可以有效促进面条菜产量提高和品质改善。

参考文献：

[1] 宝鸡市卫生局. 太白山本草志[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1993: 136-137
[2] 中国科学院植物研究所, 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志第一卷[M]. 北京: 科学出版社, 1974: 212-213

- [3] 马光恕, 刘涛, 廉华, 刘芳, 吴瑕. 氮素形态和配比对麦瓶草(面条菜)产量和营养成分的影响[J]. 中国蔬菜, 2011(10): 76-79
- [4] 张小康, 熊秋芳, 张贵生, 张雪清, 蔡锡奇. 无公害野生蔬菜—面条菜的引进与开发[J]. 长江蔬菜, 2011(21): 13-14
- [5] 王志平. 新型保健蔬菜品种面条菜[J]. 北京农业, 2004(4): 4
- [6] 苗锁成. 无公害面条菜温室高效栽培技术[J]. 现代农业科技, 2009(5): 40
- [7] 范仲先. 奇特的面条菜及其栽培技术[J]. 技术与市场, 2009, 16(12): 151
- [8] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 107-109
- [9] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 北京农业出版社, 1992
- [10] 王彦宏. 硫酸镁对马铃薯生长发育及淀粉合成积累作用效应的研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2010
- [11] 张永华. 食品分析实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006
- [12] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001, 35-36
- [13] 邹琦. 植物生理生化实验指导(高校教材)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995
- [14] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000, 197-199
- [15] 李振国. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999, 302-303
- [16] 杨暹, 关佩聪, 陈玉娣. 氮钾营养与花椰菜氮素代谢和产量的初步研究[J]. 华南农业大学学报, 1994(1): 85-90
- [17] 张永清. 氮钾配施对菠菜产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 1998(2): 16-17
- [18] 刘玲玲, 李军, 李长辉, 夏平. 马铃薯可溶性蛋白、叶绿素及 ATP 含量变化与品种抗旱性关系的研究[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(4): 201-204
- [19] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 67-71
- [20] 陆晓民, 孙锦, 郭世荣, 何立中. 油菜素内酯对低氧胁迫黄瓜幼苗根系线粒体抗氧化系统及其细胞超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2012, 39(5): 888-896
- [21] 倪吾钟, 何念祖, 林荣新. 钾肥对大白菜产量形成和叶球品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1996, 2(2): 162-168
- [22] Cometti, N N, Matias, G C S, Zonta. Nitrogen compounds and soluble sugars in tissues of organic, hydroponic, and conventional lettuce[J]. Horticultura Brasileira, 2004, 22(4): 748-753
- [23] 范德纯, 杨鉴肪, 符新昌, 梁东丽. 搂土施钾对蔬菜产量及品质影响的研究[J]. 陕西农业科学, 1990(2): 20-21
- [24] Drews M, Schonhof I, Krumbeln A. Nitrate, Vitamin C and sugar content of *Lactuca sativa* depending on cultivar and head development[J]. Gartenbauwissenschaft, 1996, 61(3): 122-129
- [25] 胡承孝, 邓波儿. 氮肥对小白菜、番茄供食器官品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(1): 85-89
- [26] 谢建昌. 菜园土壤与蔬菜合理施肥[M]. 南京: 河海大学出版社, 1997: 211-216
- [27] 杨小锋. 氮磷钾营养供应对生菜生长和品质的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006