

生姜的营养特性和优化施肥技术研究

郑福丽, 江丽华, 谭德水, 高新昊, 刘兆辉

(山东省农业科学院 农业资源与环境研究所, 山东 济南 250100)

摘要:通过田间试验,研究了安丘生姜不同生长期的干物质累积规律和养分吸收规律,同时设置不同氮钾素水平,研究生姜高产的优化施肥技术。结果表明:生姜的干物质累积规律表现出典型的“S”型曲线,各阶段干物质积累量占全生育期的百分率分别为,出苗期 1.28%、苗期 26.36%、旺盛生长期 65.19%、转色期 5.65%,生姜干物质积累主要集中于旺盛生长期。生姜对钾素的需求量最多,其次是氮素,对磷素的需求最少;地上部茎叶的氮磷钾需求比例为 2.2:1:5,地下部块姜的氮磷钾需求比例为 2:1:2;每生产 1 000 kg 姜需要从土壤中带走 N 6.1 kg、P 2.36 kg、K 9.4 kg。生姜的产量与氮钾肥的用量在一定范围内呈显著的正相关,只有适宜的氮钾配比和用量才可以增加生姜的产量并且降低对环境的污染,生姜获得高产的适宜氮钾肥用量为氮肥 600~750 kg/hm²,钾肥 750 kg/hm²。

关键词:生姜;营养特性;产量;优化施肥

中图分类号:S 147.632.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)16-0013-04

生姜为姜科宿根植物,地下根茎含有辛香浓郁的挥发油和姜辣素,具有健胃、祛寒和解毒等功能,是人们日常生活中所需的重要调味品之一^[1-2],已广泛种植于热带和亚热带地区^[3]。我国是世界生姜的主产区,常年栽培面积达 63 万 hm²,是世界上栽培面积最大、产量最多的国家之一^[4]。生姜也是我国名特蔬菜品种之一^[5],到 2010 年,山东省生姜面积达到 6.67 万 hm²,主要分布在莱芜的莱城区,泰安的岱岳区、肥城、宁阳,枣庄的滕州,淄博的淄川、博山、沂源,潍坊的安丘、诸城等地^[6]。

生姜是需氮量和钾量都很高的作物^[1],仅靠土壤提供的氮素和钾素不能满足生姜生长发育对氮和钾的

需求。但是在农业生产过程中,受农民生产技术及生产意识的影响,化肥(尤其是氮肥)过量投入的现象十分普遍,对农产品品质^[7]及产地环境质量构成严重威胁^[8],而且农民对钾素的重视不够,钾肥投入明显不足。安丘作为山东生姜的另一主产区,年种植面积 1.33 万 hm²,但是有关安丘生姜养分吸收和优化施肥的研究报道却很少,现以安丘生姜为研究对象,研究生姜的干物质累积规律和养分需求规律,以及氮肥和钾肥施用对生姜产量和产地环境的影响,以为生姜的高产、高效施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009 年在山东安丘市夏坡村进行,试材为安丘地方大姜,供试土壤为棕壤性潮土。试验前 0~30 cm 耕层土壤养分状况为:有机质 1.22%,全氮 0.883%,全钾 1.49%,硝态氮 18.15 mg/kg,铵态氮 7.31 mg/kg,速效磷 28.74 mg/kg,速效钾 137.2 mg/kg, pH 6.74。

1.2 试验方法

试验设 4 个氮水平,3 个钾水平,共 6 个处理(表 1)。3 次重复,随机区组排列。所有处理 667 m²均施入 P₂O₅

第一作者简介:郑福丽(1979-),女,硕士,助理研究员,现主要从事施肥与土壤环境等方面的研究工作。E-mail: miss_xin@126.com。

责任作者:刘兆辉(1963-),男,博士,研究员,现主要从事植物营养与施肥和有机肥与微生物肥料制造及土壤污染与改良等方面的研究工作。E-mail: liuzhaohui@saas.ac.cn。

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(200803030、200903018)。

收稿日期:2011-04-28

Abstract: Pepper and the biological synergist of plants photosynthesis of were used as test materials, the effect of different concentrations of plant photosynthesis biological synergist on growth, nutritional quality and yield of pepper were studied. The results showed that plant photosynthesis biological synergist could promote growth of pepper, increased obviously soluble protein, vitamin C and K content, improved significantly yield of pepper. In production, content of spraying plant photosynthesis biological synergist was 40 g/667m² and that was recommended the best.

Key words: photosynthesis; biological synergist; pepper; quality; yield

6 kg, 鸡粪 567.3 kg, 磷肥全部基施, 钾肥基施 40%、苗期追施 20%、旺盛生长期追施 40%, 氮肥基施 30%、苗期追施 20%、旺盛生长期追施 50%。试验用氮肥为尿素(含 N 46%), 磷肥为磷酸二铵(含 N18%, P_2O_5 46%), 钾肥为硫酸钾(K_2O 50%)。小区面积 4 m×7 m, 2009 年 4 月中旬种植, 5 月底拉遮阳网遮阴进入苗期追施壮苗肥, 8 月初培土进入旺盛生长期同时追肥, 9 月底再次追肥培土, 10 月 28 日收获, 生长期间要保持土壤相对含水量为 65%~80%, 生长期降雨量为 568.8 mm。

1.3 测定项目与方法

在生姜不同生长期取完整的植株样, 取样时期和次数为苗期 2 次(6 月中旬、7 月中旬)、旺盛生长期 3 次(8 月初、9 月初、10 月初收获时), 测定其各部位的鲜重和干量及氮磷钾含量, 土壤和植株养分的测定参照文献[9], 硝态氮用 FOSS 5000 流动注射仪测定。试验结果用 DPS 2.0 进行统计分析。

表 1
Table 1 试验设计
Experimental design

组合	667 m ² 施氮/kg	667 m ² 施氧化钾/kg
N0K2	0	50
N1K2	20	50
N2K2	40	50
N3K2	60	50
N2K1	40	30
N2K3	40	70

表 2
Table 2 生姜不同时期的干物质积累量
Accumulation of dry mater in ginger's growth period

时期 Stages	天数 Days/d	根茎阶段增长量 Rhizome increase per stage /g·plant ⁻¹	日增长量 Increase per day /g·d ⁻¹	茎叶阶段增长量 Stem increase per stage /g·plant ⁻¹	日增长量 Increase per day /g·d ⁻¹	阶段累积量占全生育期的百分率 Growth rate per stage/%
出苗期	63	1.37	0.02	1.34	0.02	1.28
壮苗期	50	8.90	0.18	47.07	0.94	26.36
旺盛生长期前期	34	32.29	0.95	30.00	0.88	29.34
旺盛生长期后期	26	35.69	1.37	40.42	1.55	35.85
转色期	26	5.68	0.22	6.31	0.24	5.65
全生育期	199	87.15	0.44	125.14	0.63	100.00

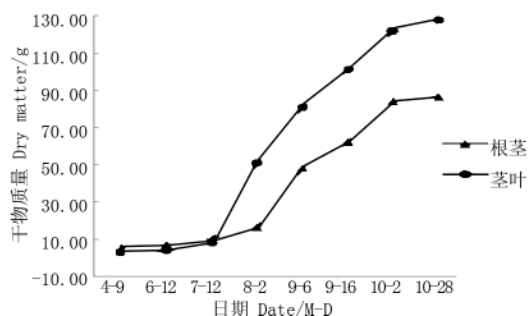


图 1 生姜干物质积累曲线
Fig. 1 Curve of dry matter in ginger

2.1.2 生姜的营养需求规律 生姜出苗期生长缓慢, 干物质积累很少, 对养分的需求也很低; 进入壮苗期后生姜的生长逐渐加快, 干物质积累也逐渐增多, 对养分的需要也随之增加, 尤其是地上茎叶干物质的累积, 此时期地上茎叶对钾素的需求量占钾素总需求量的

2 结果与分析

2.1 生姜的营养特性

2.1.1 生姜的干物质累积规律 由表 2 可知, 生姜的生育期很长, 约为 200 d 左右, 全生育期又分为 4 个时期, 出苗期、壮苗期、旺盛生长期、转色期。出苗期生姜的生长非常缓慢, 需要的养分也比较少, 干物质累积得也少, 出苗期的日增长量仅为 0.02 g/d; 出苗后进入壮苗期地下根茎的生长依然比较缓慢, 其日增长量也仅为 0.18 g/d, 但是地上部茎叶的生长已经开始明显加快, 其日增长量达到了 0.94 g/d; 在生姜生长到 113 d 后(立秋前后)开始培土, 自此进入了生姜的旺盛生长期, 生姜的生长开始迅速猛进, 干物质累积也迅速增加, 此时期是生姜产量的主要形成期, 这个时期的日增长量也达到最高, 地下部根茎的日增长量达 1.37 g/d, 地上部茎叶的日增长量达 1.55 g/d, 旺盛生长期过后进入了转色期, 生姜的生长趋于稳定, 转色期生姜的日增长量明显下降, 仅为 0.22 g/d。生姜对氮、磷、钾吸收符合“Logistic”方程, 表现出典型的“S”型曲线(图 1)。说明生姜对氮、磷、钾的吸收与自身的生长规律相一致。生姜干物质各阶段积累量占全生育期的百分率分别为: 发芽期 1.28%、苗期 26.36%、旺盛生长期为 65.19%、转色期为 5.65%, 生姜地下部块姜的干物质积累主要集中在旺盛生长期(占全生育期的 78%)。

43%, 对氮素的需求占总需求量的 33%; 壮苗期过后进入了生姜的旺盛生长期, 地下根茎的干物质积累迅速增加, 对养分的需求随之迅速增加, 此时期地下块姜对氮素的需求量占需求总量的 68%, 是产量形成的主要时期。从表 3 可知, 生姜整个生育期中对钾素的需求量最多, 地上部茎叶的需求量为 6 645.60 mg/株, 地下部根茎的需求量为 1 643.20 mg/株; 其次是氮素, 地上部茎叶的氮素需求量为 3 001.46 mg/株, 地下部块姜的氮素需求量为 1 545.80 mg/株, 对磷素的需求最少。地上部茎叶的氮磷钾需求比例为 2.2:1:5, 地下部根茎的氮磷钾需求比例为 2:1:2。从不同的生长时期看, 地上部茎叶对氮素需求最高的时期是旺盛生长期, 占总需求量的 52%; 地下部根茎对氮素需求最高的时期也是旺盛生长期, 此期是主要产量形成期, 占全生育期需求总量的 68%。然而就钾素而言, 地上部茎叶对钾素的需求主要集中在旺盛生长期和壮苗期, 地下部根茎

表 3 生姜不同时期的养分需求量
Table 3 Nutrient demand in ginger's growth period

不同时期养分的需求量							不同时期的吸收比例				
Nutrient demand in different periods/ mg · plant ⁻¹							Uptake percentage in different periods/ %				
时期	出苗期	壮苗期	旺盛生长前期	旺盛生长后期	转色期	全生育期	出苗期	壮苗期	旺盛生长前期	旺盛生长后期	转色期
Stage	Seedling stage	Strong-seedling stage	Vigorous prophase	Vigorous late	Turning stage	Whole growth period	Seedling stage	Strong-seedling stage	Vigorous prophase	Vigorous late	Turning stage
茎叶氮	29.39	989.64	637.77	923.00	421.66	3 001.46	0.98	32.97	21.25	30.75	14.05
茎叶钾	78.03	2 857.43	1 361.44	937.77	1 410.92	6 645.60	1.17	43.00	20.49	14.11	21.23
茎叶磷	13.21	470.81	296.63	406.23	133.85	1 320.73	1.00	35.65	22.46	30.76	10.13
根茎氮	17.03	110.92	515.16	539.04	323.72	1 545.80	1.10	7.18	33.33	34.87	20.94
根茎钾	22.96	165.92	509.26	630.79	254.71	1 643.20	1.40	10.10	30.99	38.39	15.50
根茎磷	9.40	74.56	267.34	247.48	139.11	761.09	1.24	9.80	35.13	32.52	18.28

则主要集中在旺盛生长期。每生产 1 000 kg 姜需要从土壤中带走 N 6.1 kg、P 2.36 kg、K 9.4 kg。

2.2 不同肥料运筹对生姜产量及产地环境的影响

2.2.1 不同肥料运筹对生姜产量的影响 构成生姜产量的因素主要有种植密度和单株姜的重量,而单株姜的重量大小则与其分枝数和子姜球数多少有关,这又取决于土壤的肥力和合理的肥料运筹。由表 4 可看出,不同的氮钾水平对生姜的产量以及产量构成因素影响很大,增施氮钾肥可以显著的增加生姜分枝数、子球数和根茎重,最终增加生姜产量,N3K2 处理达到最高值,单株根茎重 788.93 g,根茎产量为 55.62 t/hm²,其次是 N2K3 和 N2K2 处理,但 3 个处理间差异并不显著,

N2K1 产量为 53.15 t/hm²,N1K2 产量为 49.63 t/hm²,N0 处理的产量及其分枝数、根茎重都是最低的,这说明低钾或低氮都会影响块姜的产量及其分枝数、子球数等,说明氮钾素对生姜产量的影响是很大的。通过看产量与施肥量的关系(图 2)可知,单施钾肥的生姜最高产量的施肥量是在 900 kg/hm²,单施氮肥时获得最高产量的施肥量为 750~800 kg/hm²。通过不同氮钾配比对生姜经济系数的影响,可看出,N2K1 处理的比值最高,其次是 N2K3 和 N0K1 处理,随着肥料用量增加产量也增加,但是其比值降低,这说明在氮素或钾素供给量不足的情况下,营养优先供应给地下部的块姜,所以导致生姜地下部产量和地上部产量的比值增大。

表 4 不同肥料运筹对生姜产量的影响
Table 4 Effect of different fertilizer application on ginger yield

处理 Treatments	分枝数 Branch	子球数 Cornel	根茎重 Rhizome/g	地下根茎产量 Rhizome yield/t · hm ⁻²	地上茎叶产量 Haulm yield/t · hm ⁻²	经济系数 Economical coefficient
N0K2	6c	8c	672.61 c	47.42b	44.04b	0.52
N1K2	7bc	9bc	704.00b	49.63b	47.05b	0.51
N2K2	10a	14a	776.89a	54.77a	54.65a	0.50
N3K2	10a	14a	788.93a	55.62a	54.91a	0.50
N2K1	8b	11b	753.94 b	53.15ab	47.74b	0.53
N2K3	9ab	13a	778.20 a	54.86a	51.26ab	0.52

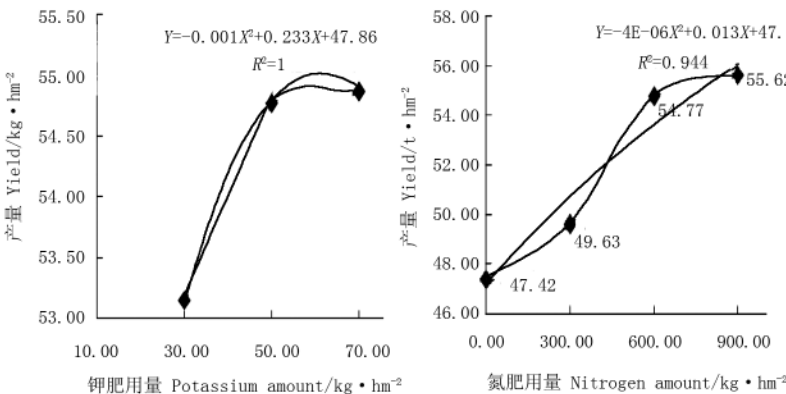


图 2 氮肥和钾肥用量与产量的相关性
Fig. 2 Correlogram of fertilizer and yield

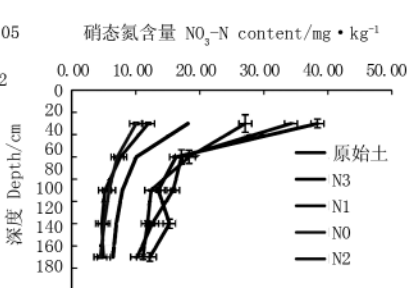


图 3 土壤硝态氮剖面图
Fig. 3 Profile of nitrate N in soil

2.2.2 不同氮水平对土壤硝态氮含量的影响 由图 3 可看出,增施氮肥处理的硝态氮含量均高于土壤硝态氮的原始值,N3PK 处理的表层土壤的硝态氮含量为

40 mg/kg左右,N2 水平的表层土壤硝态氮含量为约为 34 mg/kg,N1 水平的为 27 mg/kg,均明显高于原始土,只有 N0K2 处理的硝态氮含量低于原始土,这说明

随氮肥用量的增加硝态氮含量也增加,硝态氮含量与氮肥投入量有直接关系,氮肥用量越大,土壤中硝态氮含量就越多。从不同土层看,随土层深度的增加,硝态氮含量也随之降低,未种植作物之前的表层土壤硝态氮含量为 20 mg/kg 左右,60~150 cm 的土层中硝态氮的含量约为 8~10 mg/kg 左右。N0PK 处理由于没有施用氮肥,所以土壤的硝态氮含量要低于原始土,增施氮肥处理的土壤硝态氮含量虽然也随土层深度的增加而降低,但是各土层的硝态氮含量均高于不施氮肥的处理,这说明过量施用氮肥在土壤中会造成硝酸盐的累积,进而可能随灌水或降水进入地下水体从而污染水环境。

3 结论

3.1 生姜的营养特性

生姜的干物质积累动态过程符合“S”型生长曲线。生姜干物质各阶段积累量占全生育期的百分率为:发芽期 1.28%、苗期 26.36%、旺盛生长期 65.19%、转色期 5.65%,生姜地下部块姜干物质积累主要集中在旺盛生长期(占全生育期的 78%)。生姜对氮磷钾的需求规律与生姜干物质积累规律和自身的生长规律相符合。

试验结果表明,生姜所需氮、磷、钾非常高,每生产 1 000 kg 姜需要从土壤中带走 N 6.1 kg、P 2.36 kg、K 9.4 kg,特别是氮、钾,明显高于番茄、黄瓜等蔬菜作物对氮、钾的吸收。施肥原则应该遵循施足底肥,苗期少追,适量补钾,盛长初期重施氮、钾,盛长后期补施钾、

氮,每次施肥,均应考虑氮、钾配合施用。

3.2 适宜的氮钾肥配比

试验结果表明,获得生姜高产的最佳氮肥用量为 N 600~750 kg/hm²,获得最高产量的钾肥用量为 900 kg/hm²,但考虑到氮钾配施的效果,合理的氮钾比例可以促进生姜根茎的养分,提高产量,同时还可以提高养分效率,减少过量施肥对环境带来的污染,因此生产上应适当控制氮钾肥用量,合理配比氮钾肥,以促进生姜根茎对养分的吸收,增加根茎产量改善品质,降低硝酸盐的危害,达到生姜高产优质和环境友好的目标。获得生姜最佳产量适宜的氮钾肥用量配比为 N 600~750 kg/hm²、K₂O 750 kg/hm²。

参考文献

- [1] 胡繁荣. 蔬菜栽培学[M]. 上海:上海交通大学出版社,2003.
- [2] 吴晓慧,顾龚平,张卫明,等. 姜综合利用及深加工技术研究进展[J]. 中国野生植物资源,2003,22(3):75-81.
- [3] 张宏志,管正学,王建立,等. 贵州生姜资源的应用研究[J]. 资源科学,2001,23(5):90-94.
- [4] 农业部. 2006 年全国各地蔬菜播种面积和产量[J]. 中国蔬菜,2008(1):65-66.
- [5] 葛晓光. 蔬菜学概论(北方本)[M]. 北京:中国农业出版社,1984.
- [6] 赵德婉. 生姜优质丰产栽培原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,2002:10-30.
- [7] 徐坤,康立美,赵德婉. 生姜对氮磷钾养分吸收分配规律的研究[J]. 山东农业科学,1992(3):14-16.
- [8] 徐坤,赵德婉. 应用¹⁵N 研究生姜吸氮规律[J]. 园艺学报,1993,20(2):150-154.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:146-188,302-315.

Study on the Nutrient Characteristics and Optimal Fertilization Technology in Ginger

ZHENG Fu-li, JIANG Li-hua, TAN De-shui, GAO Xin-Hao, LIU Zhao-hui

(Agricultural Resources and Environment Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250100)

Abstract: Field experiment was conducted to study dry matter cumulative rule and nutrient absorption law on ginger by sampling in different growth, and to study optimal fertilization technology on ginger by different N and K fertilizer level. The results showed that the ginger's dry matter cumulative rule had the trend of "S" curve, the percentage of every stage's accumulation was emergence stage 1.28%, seedling stage 26.36%, fast-growing stage 65.19% and later growth stage 5.65%, fast-growing stage was the key period and yield-forming stage. The nutrient absorption law were that absorption amount was first for K, N was second and the least amount was for P. The absorption proportion of N, P, K in stem-leaf was 2.2:1:5, the proportion of N, P, K in root-stem was 2:1:2. Ginger must carried N 6.1 kg and P₂O₅ 2.36 kg and K₂O 9.4 kg from soil if its root-stem yield was 1 000 kg. The result of different N and K fertilizer level showed that increasing application of N and K fertilizers could raise ginger yield, but more fertilization amount also could reduce ginger yield, only suitable N and K fertilizer amount could improve yield and reduce environmental pollution, the optimal fertilizer rate was N 600~750 kg/hm² and K₂O 750 kg/hm².

Key words: ginger; nutrient characteristic; yield; optimized fertilization