

氮素对大葱产量影响和氮素供应目标值的研究

江丽华¹, 刘兆辉^{1*}, 张文君¹, 陈清², 郑福丽¹, 王梅¹, 林海涛¹

(1 山东省农科院土壤肥料研究所, 山东济南 250100; 2 中国农业大学资环学院植物营养系, 北京 100094)

摘要: 在山东省章丘大葱高产地块, 设置不同氮肥处理, 研究了施肥对章丘长白大葱产量的影响以及该条件下土壤氮素平衡。结果表明, 在磷、钾肥供应充足的前提下, 随氮肥用量增加大葱的产量逐渐增加, 增产率在 37.2% ~ 60.1%; 当氮肥用量为 360 kg/hm² 时, 产量接近最高。随着氮肥用量的增加, 土壤的残留 N_{min} 量增加。6 个处理土壤中残留 N 分别为 42.82、55.24、67.62、91.91、123.72 和 219.22 kg/hm²。在大葱的整个生长季, 土壤有机氮表观矿化量为 N 35.11 kg/hm², 有机肥净矿化量为 N 43.51 kg/hm²。在大葱缓苗越夏期、旺盛生长期和假茎充实期, 氮素的供应目标值分别为 38.05、196.20 和 233.22 kg/hm², 表明在本试验条件下大葱氮肥后移, 对提高大葱产量和氮肥利用率都具有重要意义。虽然本试验中大葱氮肥利用率较低, 仅为 12.72% ~ 35.36%, 但单位氮素投入所获得的收益很高。施氮量为 120 kg/hm² 时, 每投资 1 元钱的氮肥可获得 23.91 元的收益, 即使施氮量达到 480 kg/hm² 时, 氮肥的产投比也达到 9.05 元。

关键词: 大葱; 产量; 氮素供应目标值; 有机氮矿化

中图分类号: S606+.2

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2007)05-0890-07

Study on the effect of nitrogen on green Chinese onion yield and N supplying target value

JIANG Li-hua¹, LIU Zhao-hui^{1*}, ZHANG Wen-jun¹, CHEN Qing², ZHENG Fu-li¹, WANG Mei¹, LIN Hai-tao¹

(1 Soil and Fertilizer Institute, Shandong AAS, Jinan 250100, China;

2 Department of Plant Nutrition, CAU, Beijing 100094, China)

Abstract: An experiment was conducted in Zhangqiu county of Shandong province, which is a famous region for green Chinese onion production. The experiment had 6 N treatments to study its effect on green Chinese onion yield and N supplying target value. Green Chinese onion yield increased with N fertilizer rate when enough P and K fertilizers were applied. The increment was 37.2% - 60.08%. The yield was highest at N 360 kg/ha. The residue N in soil increased also with increasing N application rate. The amount of surplus N of the 6 treatments in soil was 42.82, 55.24, 67.62, 91.91, 123.72 and 219.22 kg/ha, separately, presenting a serious concern for underground water pollution. The amount of apparent mineral N of soil and apparent mineral N of the organic manure were 35.11 and 43.51 kg/ha during all stage of green Chinese onion. Recovery of N fertilizer was 12.72% - 35.36%. The output/input of N fertilizer was 23.91 for treatment MN1 and 9.05 for treatment MN4. The N supplying target values were N 38.05, 196.20 and 233.22 kg/ha in slow growth stage, fast growth stage and cauloid inflating stage, respectively. It is very important to pay attention to yield, quality, environment and profit for green Chinese onion fertilization.

Key words: green Chinese onion; yield; target value of N supply; nitrogen mineralization

大葱 (*Allium fistulosum* L. var. *giganteum* Makino) 分为长白型、短白型和鸡腿型大葱三种类型。其生
为百合科、葱属, 二、三年生草本植物, 根据生长特性

育阶段一般分为发芽期、幼苗期、缓苗越夏期、葱白

收稿日期: 2006-06-26 修改稿收到日期: 2006-10-12

基金项目: 国家“948”项目“养分资源综合管理技术引进与中国技术体系的建立和应用”(2003-Z53)资助。

作者简介: 江丽华(1972-), 女, 云南玉溪人, 副研究员, 主要从事植物营养与肥料制造方面的研究。

Tel: 0531-83179096, E-mail: jianglh@saas.ac.cn. * 通讯作者 Tel: 0531-83179546, E-mail: liuzhaohui@saas.ac.cn

旺盛生长期和开花结实期 5 个时期^[1]。中国是大葱栽培的主要国家,从黄河流域到东北各地都有栽培^[2]。

有关大葱施肥研究已有不少报道,如张松等^[3-4]对不同大葱品种的品质参数进行了研究;王在超等^[5]研究了大葱的钾肥用量指标;乔红霞^[6]等进行了减少化学肥料用量和增施有机肥对大葱产量和品质影响等。但关于大葱氮素管理及土壤中氮素平衡方面的研究报道较少。据调查,大葱传统栽培中氮、磷肥的投入很大,如山东省章丘大葱生产中氮肥用量高达 N 600 kg/hm²、P₂O₅ 300 kg/hm²,而钾肥的投入只有 K₂O 100 kg/hm² 左右。不合理施肥不仅会因氮素投入过量而导致钾素不足,影响大葱的产量和品质,而且容易造成肥料浪费,甚至对环境产生污染。2004 年对章丘大葱主产区地下水检测表明,地下水中 NO₃⁻-N 含量达 8.27mg/kg,必将会对地下水污染构成严重的威胁。为此,本研究以国内主栽的长白型大葱为研究对象,探讨不同的氮素供应水平对大葱产量和土壤—作物系统氮素平衡的影响,以期为大葱的合理施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2004 年在山东省章丘万新村进行。该

地年均日照 2647.6 h,平均气温 12.8℃,年平均降水量 600.8 mm,相对湿度 65%,无霜期 192 d,该年降水量超过 800 mm。试验地土壤为褐土,0—30 cm 土层有机质含量 13.5 g/kg、全氮 0.094%、速效磷 8.47 mg/kg、速效钾 109.33 mg/kg;0—30、30—60、60—90 cm 土层土壤无机氮含量分别为 34.15、34.88、22.89 kg/hm²。供试大葱品种为“万新一号”长白葱,小麦行间套种。2003 年 10 月育苗,2004 年 6 月 30 日移栽,行距 75 cm,种植密度 34.5 万株/hm²,11 月 18 日收获。

试验设 6 个处理(表 1),在基施 8000 kg/hm² 发酵鸡粪(N 2.06%, P₂O₅ 1.25%, K₂O 1.89%, OM 23.40%)基础上,设施 N 0、120、240、360、480 kg/hm² 5 个氮素水平和 1 个不施肥的空白处理,3 次重复,小区面积 22.5 m²。氮肥为尿素、磷肥为重过磷酸钙、钾肥为硫酸钾。基肥撒施到土壤表面后耕翻、起垄后移栽(6 月 30 日);分别于缓苗越冬期(8 月 8 日)、旺盛生长期(9 月 16 日)、假茎充实期(10 月 18 日)在距大葱根系 10—15cm 处挖沟(3—5 cm 深)追施尿素。试验大葱采用畦灌,从移栽到收获的灌溉量为 564 mm,第 2 次追肥前累计灌溉量 200 mm;第 3 次追肥前累计灌溉量 258 mm;第 3 次追肥至收获灌水量 106 mm。从第 2 次追肥起,结合追肥进行培土。其它管理措施同当地农民生产习惯。

表 1 试验处理

Table 1 Experiment treatments

处理 Treatment	底肥 Basal fertilizer(kg/hm ²)				追肥 Top dressing(N kg/hm ²)			无机氮素总量 Total chem. N fert. (N kg/hm ²)
	有机肥 OM	化肥 Chemical fertilizer			1st (8, Aug)	2nd (16, Sep)	3rd (8, Oct)	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
CK	0	0	80	200	0	0	0	0
M	8000	0	80	200	0	0	0	0
MN1	8000	25	80	200	22	33	40	120
MN2	8000	50	80	200	45	65	80	240
MN3	8000	75	80	200	66	99	120	360
MN4	8000	100	80	200	90	130	160	480

1.2 测定项目与方法

大葱定植前,采集 0—30 cm,30—60 cm,60—90 cm 土壤样品;每次追肥前采集每小区 0—30 cm、30—60 cm 土样;收获后,采集 0—30 cm,30—60 cm,60—90 cm 土壤样品,采用 0.01 mol/L CaCl₂ 提取,流动分析仪法测定土壤 NH₄⁺-N 和 NO₃⁻-N (土壤 N_{min} = 土壤 NH₄⁺-N 和 NO₃⁻-N 之和)。土壤速效磷、速效钾、土壤 pH 值、土壤有机质等采用常规法

测定^[7]。

分别在 6 月 30 日、8 月 8 日、9 月 16 日、10 月 9 日和 11 月 18 日大葱的不同生长阶段,每小区采集 0.75 m² 大葱样品,测定生物产量。植株烘干后采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,用蒸馏法测定全氮,钒钼黄比色法测定全磷,火焰光度法测定全钾的含量。

1.3 计算方法

有机氮素表观矿化包括土壤有机氮矿化和有机

肥氮素矿化,两者的矿化受很多环境条件的影响。测定土壤有机氮矿化的方法很多,田间直接测定法最能反映实际情况。该方法通过监测不施肥小区的土壤 N_{min} 变化和作物氮素吸收来计算土壤有机氮在某一时段内的表观矿化量;有机肥氮素矿化通过 CK 和 M 处理的差减法计算得到不同追肥时期的有机肥氮素表观矿化量。

土壤有机氮表观矿化量^[8](CK 处理) = (根层土壤 N_{min} + 作物氮素吸收)_{t₂} - (根层土壤 N_{min} + 作物氮素吸收)_{t₁};

有机肥氮素表观矿化量^[8] = (MCK 处理土壤 N_{min} - CK 处理土壤 N_{min} + MCK 处理作物氮素吸收 - CK 处理作物氮素吸收)_{t₂} - (MCK 处理土壤 N_{min} - CK 处理土壤 N_{min} + MCK 处理作物氮素吸收 - CK 处理作物氮素吸收)_{t₁}。

两式中 t_1 为某一时间段的起始时间, t_2 为结束时间。

葱苗氮根据其含氮量和用量计算;灌水输入氮根据试验区灌溉水的平均硝态氮含量和用量计算;各土层土壤容重按 1.1 g/cm³ 计算。

试验数据采用 DPS2.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 氮素供应对大葱产量的影响

在磷、钾肥供应充足的前提下,随着氮肥用量的增加,大葱的产量逐渐增加,增产率在 37.20%~60.08%(表 2)。对 M、MN1、MN2、MN3、MN4 处理的

产量拟合,其曲线方程为: $Y = -0.157x^2 + 124.27x + 42325$ ($R^2 = 0.8359$),通过计算得到最高产量氮素施用量为 396 kg/hm²。

表 2 不同处理对大葱产量的影响

Table 2 Effect of fertilization on green Chinese onion yield

处理 Treatment	产量 Yield (t/hm ² , FW)	增产率 Increase (%)
CK	40.17 ± 2.00 c	—
M	41.48 ± 1.81 c	—
MN1	56.91 ± 8.31 b	37.20
MN2	62.35 ± 5.93 ab	50.31
MN3	65.79 ± 1.18 a	58.61
MN4	66.40 ± 2.09 a	60.08

注(Note): 不同大、小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平,下同。Different capital and small letters mean significant at 1% and 5% levels, respectively, same symbol was used for other tables.

2.2 有机氮素表观矿化量分析

在大葱的整个生长季土壤有机氮表观矿化量为 N 35.11 kg/hm²;有机肥净矿化量为 N 43.51 kg/hm²,占该季有机肥投入氮素总量(N 164.8 kg/hm²)的 26.4%(表 3)。在大葱第 1 次追肥前(6 月至 8 月上旬),天气炎热,土壤有机氮和有机肥氮素矿化量都达到了最大值,随着气温不断下降,土壤有机氮和有机肥矿化也逐渐减慢。第 1、2 次追肥间,有机氮素矿化量都为负值,主要是该阶段根层土壤 N_{min} 值偏低和大葱干物质积累少, N 累积量小所造成。

表 3 根层土壤有机氮和有机肥氮素的表观矿化量

Table 3 Apparent nitrogen mineralization of the soil surface layer and the organic manure

日期(日/月) Date(d/month)	追肥时期 Toppdressing time	土壤有机氮表观矿化量 Apparent mineral N of soil		有机肥有机氮表观矿化量 Apparent mineral N of OM	
		(kg/hm ²)	(kg/week)	(kg/hm ²)	(kg/week)
30/6 ~ 8/8(40d)	1st 追肥前 Before the 1st	39.3	6.88	71.4	12.50
8/8 ~ 16/9(40d)	1st 和 2nd 间 Between 1st and 2nd	-37.44	-6.55	-60.24	-10.54
16/9 ~ 8/10(23d)	2nd 和 3rd 间 Between 2nd and 3rd	32.41	9.86	22.72	6.91
8/10 ~ 18/11(42d)	3rd 后 After the 3rd	0.84	0.14	9.63	1.60
	合计 Total	35.11	10.33	43.51	10.47

注: 第 1 次追肥及之前,根层为 0—30 cm,随着大葱的培土根层以 0—60 cm 计算。

Note: Before 1st and 1st toppdressing root zone was 0—30cm, after 1st toppdressing root zone was 0—60cm.

2.3 氮素去向及土壤氮素平衡

本试验中氮素的输入主要包括化肥氮、土壤和有机肥有机氮矿化、土壤起始 N_{min} 和环境供氮(葱苗、灌溉水)。在整个生育期有机肥矿化氮(43.51 kg/hm²)和土壤矿化氮(35.11 kg/hm²)的总量为 N

78.62 kg/hm²,土壤起始 N_{min} 91.92 kg/hm²,环境供氮为 62.48 kg/hm²(葱苗 15.86 kg/hm²、灌溉水 46.62 kg/hm²)。

表 4 看出, MN1 处理土壤残留 N 明显少于 MN2、MN3 和 MN4 处理,且与 MN4 比较,差异都达到

5%的显著水平。随着氮肥用量的增加,土壤的残留N量增加,MN4处理土壤的残留量达219.22 kg/hm²,是MN1处理的3倍多。

不同氮水平下,作物带走的氮量在101.94~120.58 kg/hm²。随施肥量的增加,大葱吸收氮占总输入的比例在降低;土壤残留和损失量随施氮肥量增加而上升,由于土壤中残留量增加,MN4处理氮

损失比例反而降低。在本试验条件下,肥料氮的损失率占施氮量的51.97%~59.42%,大量的氮肥淋洗到90 cm土层以下或挥发损失。大量的硝态氮(表5)残留在土壤中,通过地表径流或淋洗,能够进入地表水和地下水,成为面源污染的隐患^[9]。章丘大葱栽培区域农民习惯于大水大肥,致使地下水中硝酸盐含量增加。

表4 大葱不同处理氮肥的去向

Table 4 Nitrogen fertilizer distribution as affected by different N treatments

处理 Treatment	氮肥输入 N rate (kg/hm ²)	吸收量 Absorption N		土壤残留(0—90cm) Residual N in soil		损失 Loss N	
		(kg/hm ²)	(%)	(kg/hm ²)	(%)	(kg/hm ²)	(%)
MN1	353.02	101.94 b	28.88	67.62 b	19.15	183.46 c	51.97
MN2	473.02	114.22 ab	24.15	91.91 b	19.43	266.90 b	56.42
MN3	593.02	116.92 ab	19.72	123.72 b	20.86	352.38 a	59.42
MN4	713.02	120.58 a	16.91	219.22 a	30.75	373.22 a	52.34

注:氮肥输入量=化肥氮+有机肥矿化氮(43.51 kg/hm²) + 土壤矿化氮(35.11 kg/hm²) + 土壤Nmin(91.92 kg/hm²) + 环境供氮。

Note: Application N rate = chemical fertilizer + N mineralized of OM + N mineralized of soil + soil Nmin at beginning (0—90cm) + N from environment.

表5 大葱收获后不同处理土层中残留矿质氮(kg/hm²)

Table 5 Soil residual N in different layers after the onion harvest

处理 Treatment	土层 Soil layer(cm)						合计 Total	
	0—30		30—60		60—90		NH ₄ -N	NO ₃ ⁻ -N
	NH ₄ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ -N	NO ₃ ⁻ -N		
CK	10.06 a	7.10 b	6.25 b	4.91 c	8.44 a	6.06 c	24.75	18.07
M	10.01 a	15.78 ab	7.06 b	5.20 c	7.45 a	9.74 bc	24.52	30.72
MN1	4.71 b	11.40 b	4.79 b	10.01 bc	7.37 a	29.38 abc	16.87	50.79
MN2	5.47 b	27.42 ab	9.12 ab	11.96 bc	9.33 a	28.61 abc	23.92	67.99
MN3	6.77 ab	34.18 ab	10.66 ab	23.09 b	12.30 a	36.69 ab	29.73	93.96
MN4	6.43 b	50.27 a	15.81 a	88.01 a	8.42 a	50.29 a	30.66	188.57

2.4 不同处理的氮效率

以单施有机肥(M)处理为对照,计算氮肥利用率、氮肥生理利用率、氮肥农学利用率和氮肥偏生产力等参数及处理之间的差异显著性检验(表6)看出,氮肥利用率、农学利用率和偏生产力随施氮量的增加,逐渐降低。氮肥生理利用率以MN3最大,说明从土壤中吸收1千克N,可以生产38.76千克大葱。

2.5 氮肥的经济效益

虽然MN3处理氮肥利用率和偏生产力都不高,

但是MN3处理收益最大(表7)。单位氮素投入所获得的收益(收益/氮素成本)随着氮肥施用量的增加逐渐减少,其中MN1处理每投资1元钱的氮肥可获得23.91元的收益,MN2、MN3、MN4处理分别为15.84、12.08、9.05元,说明氮肥对蔬菜的增产增收有很重要作用。对于单个农户的投资而言,只有投入的肥料不再增加收益时,才可能控制施肥量。这也是蔬菜、果树等高经济作物施肥量不易降低的原因之一。

表 6 不同处理的氮效率

Table 6 Nitrogen fertilizer efficiency of different treatments

处理 Treatment	氮肥利用率 Recovery rate (%)	氮肥生理利用率 Physiological efficiency (kg/kg)	氮肥农学利用率 Agronomic efficiency (kg/kg)	氮肥偏生产力 Partial factor productivity (kg/kg)
MN1	35.36 a	23.84 b	9.40 a	48.34 aA
MN2	22.80 ab	31.81 ab	7.55 a	27.02 bB
MN3	15.95 b	38.76 a	6.19 a	19.17 cBC
MN4	12.72 b	29.13 ab	3.74 a	13.47 cC

注 (Note): 氮肥利用率 (REN) = (UN - U0)/FN × 100; 氮肥生理利用率 (PEN) = (YN - Y0)/(UN - U0); 氮肥农学利用率 (AEN) = (YN - Y0)/FN; 氮肥偏生产力 (PFPN) = YN/FN. Y0, U0 代表不施氮小区大葱产量和氮素吸收。Means yield of without N addition and total N uptake in a plot without N addition; YN, UN 代表施氮小区大葱产量和氮素吸收。Means yield of N addition and total plant N uptake (aboveground biomass) in a plot with N addition; FN 代表施氮小区氮肥用量。Means N applied rate.

表 7 不同处理下大葱经济效益

Table 7 The economic profit of green Chinese onion production as affected different treatments

处理 Treatment	氮素成本 (Yuan/hm ²) Cost of nitrogen	产量 (kg/hm ²) Yield	总收入 (Yuan/hm ²) Gross income	收益 (Yuan/hm ²) Income
CK	0	40168	32134.4	28134.4
M	0	41484	33187.2	25987.2
MN1	495.6	56913	45530.4	45034.8
MN2	991.3	62353	49882.4	48891.1
MN3	1487.0	65794	52635.2	51148.2
MN4	1982.6	66401	53120.8	51138.2

注: 尿素 1900 元/吨、有机肥 400 元/吨、硫酸钾 2400 元/吨、重过磷酸钙 1600 元/吨、大葱 0.80 元/kg; 其他成本包括其余肥料、灌水、打药、种子、人工(后 4 项为 4000 元/hm²)。

Notes: Price of urea is 1900 yuan/t; Organic fertilizer is 400 yuan/t; Potassium sulfate is 2400 yuan/t; Treble super phosphate is 1600 yuan/t; Chinese onion is 0.80 yuan/kg; Other cost = including other fertilizers, irrigation, insecticides and pesticides, seedling, labors.

2.6 高产大葱氮素推荐目标值的确定

近年来,国内蔬菜施肥研究主要采用基于目标产量的养分平衡法进行氮肥推荐^[10-12],主要通过施肥来调节氮素供应,没有综合考虑作物生长期其它氮素养分的贡献。综合调控来自肥料及环境的氮素使其供应水平处于临界状态,这时的氮素供应称为氮素供应目标值^[13]。从统计看,本试验 MN2 处理是最佳处理,但从农民最关心的经济效益而言, MN3 处理农民更易接受。对 MN3 处理各时期氮素供应目标值进行计算可以看出(表 8),从移栽到第一次追肥期间,土壤有机氮和有机肥氮的矿化量较大,该阶段氮素供应目标值较大。而在试验中发现,该阶段大葱生长量不大,实际生产管理中可以降低基肥中氮肥的使用量,降到 40~50 kg/hm²。第一、二次追肥期间,土壤 Nmin 较低,说明第一次追肥量过低,生产上可以追 N 150~160 kg/hm²; 第二次追肥时间可以提前到 8 月底 9 月初,追肥量为 80~90 kg/hm²。考虑到收获后土壤 Nmin 对地下水的影响,

第三次追肥量调整为 70~80 kg/hm²。MN3 处理收获后根层土壤 Nmin(0—60 cm)和 60—90 cm 土壤 Nmin 含量分别是 74.92 kg/hm² 和 49.01 kg/hm²,符合欧盟规定的 0—60 cm 土壤 Nmin ≤ 90 kg/hm²^[14] 的指标和 0—90 cm 土壤 Nmin ≤ 150 kg/hm²^[15] 的衡量指标。

3 结论

在磷、钾肥供应充足的前提下,不同氮水平大葱带走的氮量在 101.94~120.58 kg/hm²,氮肥的损失率约占施氮量的 51.97%~59.42%。大葱收获后土壤中(0—90 cm) N 残留量最高达 219.22 kg/hm²,氮的损失量 373.22 kg/hm²。大葱氮肥利用率、氮肥农学利用率和氮肥偏生产力随施氮量的增加而降低;单位氮素投入所获得的收益随着氮肥施用量的增加逐渐减少。在大葱的整个生长期土壤有机氮表观矿化量为 N 35.11 kg/hm²、有机肥净矿化量为 N 43.51 kg/hm²。在本试验条件下,大葱在缓苗越冬期、旺盛

表 8 MN3 处理各次施肥的氮素供应目标值(N kg/hm²)

Table 8 N target values for the three times of topdressings with MN3 treatment in the experiment

氮素输入项目 Items for N input	基肥 Basal fertilizer (0—30cm)	追肥次数 Topdressing time		
		1st (0—30cm)	2nd (0—60cm)	3rd (0—60cm)
土壤 Nmin 含量 Soil Nmin content	34.15	53.19	20.76	93.98
追施化肥氮素量 Chemical N input through topdressing	75	66	99	120
土壤有机氮净矿化量 Net N mineralization from soil organic N	39.3	-37.44	32.41	0.84
有机肥氮素净矿化量 Net N mineralization from organic manure	71.4	-60.24	22.72	9.63
环境 ¹⁾ 带入氮素量 N input through environment	15.86	16.54	21.31	8.77
阶段氮素供应目标值 N supply target value in different stages	235.71	38.05	196.2	233.22
总氮素供应目标值 ²⁾ Total N target value in the whole stage		571.21		

注(Note): 1)环境带入氮量 = 灌溉 + 葱苗, N input through environment = irrigation + seeds; 2) 整个生育期总氮素供应目标值 = 移栽前根层土壤 Nmin + 土壤有机氮矿化量 + 有机肥氮素矿化量 + 追施氮肥量 + 环境带入氮素量 - 收获后根层土壤 Nmin. Total nitrogen supply target value = Soil Nmin before transplanting + net N mineralization amount from soil organic nitrogen + net N mineralization amount from organic manure + topdressing N fertilizer + N input through environment - After harvest Nmin.

生长期、假茎充实期的氮素供应目标值分别为 N 38.05、196.20、233.22 kg/hm²; 大葱产量在 65 t/hm² 时, 整个生长季的氮素供应总目标值为 N 571.21 kg/hm²。

在我国蔬菜种植模式下, 传统的水肥管理措施更加剧了氮素的淋失。氮素供应目标值是指导蔬菜施肥的重要理论依据, 而且在实践中具有重要的意义。本试验的大葱产量结果在当地具有代表性, 因此所确定的氮素供应目标值可在当地使用。

参 考 文 献:

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
Ministry of Agriculture of PRC. China agriculture statistical year book [M]. Beijing: China Statistic Press, 2004.
- [2] 何启伟, 苏德恕, 赵德婉. 山东蔬菜[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1996. 151-157.
He Q W, Su D S, Zhao D W. Vegetables of Shandong Province[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1996. 151-157.
- [3] 张松, 张启沛, 李纪蓉, 等. 葱蛋白质和氨基酸分析[J]. 山东农业大学学报, 1997, 28(2): 134-140.
Zhang S, Zhang Q P, Li J R *et al.* Analysis of protein and amino acid in green Chinese onion[J]. J. Shandong Agric. Univ., 1997, 28(2): 134-140.
- [4] 张松, 张启沛, 魏佑营, 等. 葱可溶性固形物、干物质、可溶性糖和香辛油分析[J]. 山东农业大学学报, 1997, 28(4): 477-482.
Zhang S, Zhang Q P, Wei Y Y *et al.* The analysis of dry material and dissoluble sugar and dissoluble solid and xiangxin oil in green Chinese onion[J]. J. Shandong Agric. Univ., 1997, 28(4): 477-482.
- [5] 王在超, 刘卫东. 大葱钾肥施用指标初探[J]. 中国蔬菜, 1997, (3): 25.
Wang Z C, Liu W D. The study on the target value of potash for green Chinese onion[J]. Veget. China, 1997, (3): 25.
- [6] 乔红霞, 汪羞德, 朱爱凤, 等. 化学肥料减量及有机肥施用对大葱产量和品质的影响[J]. 上海农业学报, 2005, 21(2): 49-52.
Qiao H X, Wang X D, Zhu A F *et al.* The effect of chemical fertilization reduction and organic fertilizer increase on yield and quality of green Chinese onion[J]. J. Shanghai Agric., 2005, 21(2): 49-52.
- [7] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科技出版社, 1978.
Institute of Soil Science, CAS. Physical and chemical analysis of soil [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1978.
- [8] 汤丽玲, 陈清, 李晓林, 等. 日光温室秋冬茬番茄氮素供应目标值的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 230-235.
Tang L L, Chen Q, Li X L *et al.* Study on the target value of nitrogen supply for greenhouse tomato growth during autumn-winter season[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2005, 11(2): 230-235.
- [9] 张维理, 田哲旭, 张宁, 等. 我国北方农用氮肥造成地下水硝酸盐污染的调查[J]. 植物营养与肥料学报, 1995, 1(2): 80-87.
Zhang W L, Tian Z X, Zhang N *et al.* The survey of groundwater nitrate pollution by reason of superfluous nitrogen fertilization in North China[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 1995, 1(2): 80-87.
- [10] 程季珍, 亢青选, 张春霞. 蔬菜平衡施肥技术研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(4): 372-375.
Cheng J Z, Kang Q X, Zhang C X. Study on the techniques of balance fertilization of vegetables[J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 1997, 3(4): 372-375.
- [11] 苗艳芳, 王春平, 王澄澈, 等. 保护地番茄和黄瓜的营养特性及平衡施肥[J]. 洛阳农业高等专科学校学报, 2000, 20(3): 28-30.
Miao Y F, Wang C P, Wang C C *et al.* Nutritive characteristic and fertilizer balance application of tomato and cucumber in protective field[J]. J. Luoyang Agric. Coll., 2000, 20(3): 28-30.
- [12] 程季珍, 亢青选, 张春霞, 等. 山西省菜田土壤养分状况及主要蔬菜的平衡施肥[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(1):

- 117-122.
Cheng J Z, Kang Q X, Zhang C X *et al.* The nutrient status of vegetable fields and balance fertilization for vegetables in Shanxi province [J]. *Plant Nutr. Fert. Sci.*, 2003, 9(1): 117-122.
- [13] 何飞飞, 肖万里, 李俊良, 等. 日光温室番茄氮素资源综合管理技术研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2006, 12(3): 394-399.
He F F, Xiao W L, Li J L *et al.* Integrated nitrogen management in greenhouse tomato production[J]. *Plant Nutr. Fert. Sci.*, 2006, 12(3): 394-399.
- [14] Hofma G. Nutrient management legislation in European countries [R]. NUMALEC Report. Concerted Action, Fair 6-C98-4215, 1999.
- [15] 钟茜, 巨晓棠, 张福锁. 华北平原冬小麦/夏玉米轮作体系对氮素环境承受力分析[J]. *植物营养与肥料学报*, 2006, 12(3): 285-293.
Zhong Q, Ju X T, Zhang F S. Analysis of environmental endurance of winter/summer maize rotation system to nitrogen in North China Plain[J]. *Plant Nutr. Fert. Sci.*, 2006, 12(3): 285-293.