

马铃薯氮肥施用技术的研究

高炳德

(内蒙古农牧学院)

摘 要

本文对马铃薯经济施肥量与土壤、前作、密度、灌溉等栽培条件的关系进行了定量研究。提供了以土测值并综合考虑其他因素的氮肥用量推荐表。还提供了一个根据基础产量或产量目标确定的氮肥用量简表, 供无测土条件时应用。旱作时, 种肥优于追肥; 有灌溉条件时, 结合现蕾期浇水深施追肥则优于种肥。深施追肥比表施肥(尿素)提高肥效10%。

前 言

氮素营养是左右马铃薯产量和品质而不易于调节的因素, 合理施用氮肥是高产施肥中最紧要的环节之一。国外, 对马铃薯施肥定量化研究早已开展^[1,2]。由于土壤氮素的易变性, 目前, 还没有理想的测土方法。所以, 许多国家不用测土指导施用氮肥^[3]。但是, 在某些国家的小麦等作物, 已能通过

土壤测定对氮肥的需要量提供有价值的指导^[4]。国内, 对马铃薯的施肥定量化研究很少。但对小麦、玉米等作物的测土施肥已进行了卓有成效的研究^[5-7]。遗憾的是, 多数研究只考虑土壤(土测值)一个因素, 对于影响施肥量的品种、前作、密度、管理水平、新技术应用等因素研究很少。这就使测土施肥的配方有一定缺陷。近年来, 我们对马铃薯的施肥定量化问题进行了一些综合研究, 试图使马铃薯的测土施肥更趋完善。对

species, such as pea, wheat, broadbean, soybean and tomato etc.. It hibernates in sclerotium form on the storage tubers or on the tubers remnant in the fields. The seed tubers with sclerotia are the source of primary infection in next year and are also the main way for long distance dissemination. The control experiments showed that the better control results for this disease could be obtained if the seed tubers were immersed into the solution of formalin, Fernasan, or Bavistin etc. before sowing. Using resistant varieties can also decrease the incidence of this disease.

于常规的施肥技术, 如施肥方式、方法及氮肥品种等也进行了试验。

结果与分析

试验条件和研究方法

以多年多点多因素田间小区试验及土壤测定、回归技术进行施肥定量化的研究。测土施肥采用国际上通用的研究方法^[3]。主要步骤是、在相关值研究和校验研究的基础上进行测土方法的筛选, 以相对产量来校准土测值的丰缺临界值; 在田间氮肥适量试验的基础上, 应用氮肥效应函数和边际分析技术确定最佳施肥量, 并对土测值与最佳施肥量的关系进行回归校正; 制定测土施肥方案。对于前作、密度、灌溉等与施氮量的关系, 也在田间小区试验的基础上, 应用氮肥效应函数进行定量分析。据此, 再对测土施肥方案进行调整。

田间试验是在呼和浩特平原区进行的。多年来在不同条件下, 布置了氮肥适量试验20余个, 一般肥效试验33个。对供试土壤测定0~20cm土层的有机质含量(重铬酸钾容量法)、全氮量($H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮、蒸馏法)、碱解氮(扩散法)。供试品种为同薯8号。

氮肥施用方式和方法的研究也是采用田间小区试验与统计分析相结合的方法完成的。

一、关于施肥量

确定合理施肥量是马铃薯氮肥施用技术的核心。而评价施肥量是否合理常因采用指标不同而有不同结论。通常有三个标准: 一是以夺取最高产量为目标的最高产量施肥量; 二是以获得每亩土地上最高纯利润为目标的“最佳施肥量”; 三是以获得肥料投资最大利润为目标的利润率施肥量。通常, 要满足肥料供应, 使施肥量达到最佳施肥量时, 为社会为农户创造的经济效益最高。

(一) 土壤肥力是影响氮肥用量的首要条件

我们应用测土回归定量法^[3]研究了土壤肥力与氮肥用量的关系问题。测土施用氮肥的基础研究结果列入表1。具体说明如下:

1. 测土方法的筛选: 经过相关性研究(分析土测值和马铃薯吸氮量之间的相关性)和校验研究(分析土测值和氮肥效应之间的相关性)表明, 内蒙平原灌区可以用土壤碱解氮含量或全氮量(二者选一即可)作为测土施用氮肥的化学指标。

表 1. 土壤氮素丰缺指标及测土施用氮肥推荐表

肥 力 等 级	极 低	低	中	高	极 高
相对产量(%)	<50	50~70	70~90	90~98	>100
全 氮(%)	<0.07	0.07~0.095	0.095~0.135	0.135~0.155	>0.166
碱 解 氮(ppm)	<60	60~80	80~110	110~125	>130
最佳施氮量(公斤/亩)	9	7~9	4~7	2~4	0
氮肥利用率(%)	45	45~33	33~21	21~15	—

2. 土壤供氮丰缺指标: 国际上通常用土测值与作物相对产量之间回归图或回归方程式确定土壤肥力丰缺指标。并规定把相对产量50、70、90所对应的土测值作为土壤供肥力低、中、高的临界值。马铃薯相对产量(y)与土壤碱解氮含量(x)之间的回归方程式为: $y = 177.4e^{-\frac{74.4}{x}}$, 土壤碱解氮低、中、高的临界值分别为60、80、110(ppm); 土壤全氮量(x)与相对产量(y)之间的回归方程为: $y = 166.3e^{0.08x}$, 全氮量低、中、高的临界值分别为0.07%、0.095%、0.135% (有的细分为5级)。

3. 根据土测值确定最佳施肥量: 首先, 为田间氮肥适量试验结果配置氮肥效应回归方程。函数模式的确定是先采用联合国粮农组织推荐的二次式^[1], 不能拟合时再配置1.5次式^[9]。接着, 根据氮肥效应方程求出最佳施肥量。然后, 对土测值与最佳施肥量的关系进行回归校正。土壤碱解氮(x_1)与马铃薯最佳施氮量(y)间的回归方程为: $y = 120.2 - 24.2 \ln x_1$; 全氮量(x_2)与最佳施氮量(y)间的回归方程为: $y = -29.4 - 18.7 \ln x_2$ 。根据回归方程, 可求出任何土测值对应的施肥量, 当然可以列出测土施肥表。从表1看出, 氮肥经济用量、利用率与土壤肥力呈反相关。在肥料供不应求之际, 将肥料用在中低产土壤是提高氮肥利用率较为适宜的。肥力过高的土壤要少施或不施氮肥, 防止施氮过量造成马铃薯徒长, 既降低产量, 也影响品质^[10]。

(二) 影响施氮量的其他因素

土壤条件是决定施氮量的主要因素, 但不是唯一因素。对其他因素的影响不能忽略。

1. 前作 前作是豆科作物, 对土壤氮素消耗极少。若是甜菜则对氮消耗很多。特别是对心土层的消耗十分严重^[11]。前作施

肥情况影响也不同。若施用大量有机肥、氮肥, 次年氮素供给就多(心土、底土有硝态氮之累积), 前作不施肥, 土壤供氮力则降低。以上差别只测耕作层全氮, 而碱解氮含量是难以察觉的。这就需要根据前作种类和施肥情况, 对测土施肥量进行调整。

图1是高肥力土壤上, 甜菜茬和马铃薯茬的氮肥效应曲线。甜菜茬无肥时产量低, 但对氮肥反应良好, 最高产量施肥量每亩6.5公斤。马铃薯茬无肥时产量较高, 氮肥效应不明显, 最高产量的施肥量每亩仅3公斤。

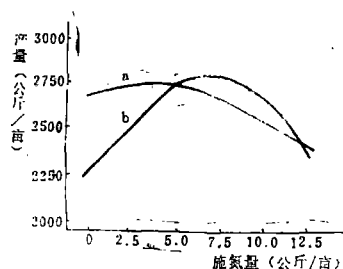


图1. 不同前茬的氮肥效应曲线
a. 马铃薯茬; b. 甜菜茬

2. 灌溉 水分条件是影响氮肥效应的极重要的因素。现蕾期开始的块茎形成阶段是马铃薯需水的临界期。现蕾期浇水与整个生育期不浇水的氮肥效应函数及有关指标列入表2。旱作时, 氮肥效应较差, 最佳施氮量每亩4公斤左右, 每亩纯收益10~30元, 氮肥利用率20~43%; 现蕾期浇一次水, 最佳施氮量每亩6~9公斤, 纯利润每亩33~48元, 氮肥利用率47~57%。本文提供的测土施肥结果是现蕾期浇水条件下取得的。用于旱作时, 要进行调整。

3. 密度 密度的高低左右着光合作用效率, 影响土壤产量潜力的发挥, 进而关系到氮肥的效应。试验表明, 密度在每亩3000株和5000株条件下, 氮肥效应函数截然不同(见表3)。密度由每亩3000株提高到

播种, 每亩5000株左右; 有更耐肥的品种; 前作是甜菜或高粱; 希望通过综合措施达到更高产量目标者。

3. 下列情况之一者应用低档施氮量:

前作是豆科作物或大量施用有机肥料者; 只能进行贮水灌溉, 现蕾水没保证者; 因盐碱、杂草、病虫危害限制产量潜力发挥者; 肥料涨价而产品没提价者。

表 4. 马铃薯氮肥用量推荐表 (公斤/亩)

肥 力 等 级	极低	低	中	高	极高
碱解氮(ppm)	<60	60~80	80~110	110~125	>130
高档施氮量	11	9~11	6~9	5~6	3
低档施氮量	7	5~7	2~5	0~2	0
中档施氮量	9	7~9	4~7	2~4	0

(四) 以地定产, 以产定肥^[12]

当无测土条件时, 可采用以地定产, 以产定肥的方法确定施氮量。其办法是建立土壤基础产量与施肥最高产量间的经验公式, 根据基础产量算出产量目标。我们用呼市平原区33个肥料试验, 以双曲线为函数模式, 求出马铃薯基础产量 (x) 对施肥最高产量

(y) 间的回归方程为: $y = \frac{1000x}{311 + 0.108x}$, $S = 480$, $R^2 = 0.817$ (产量用每亩公斤表示算出的回归系数)。将基础产量代入 x 值, 就可求出产量目标 y 值。有了产量目标则可

以通过下式以产定肥。氮肥用量(公斤/亩)

$$= \frac{0.0044(y-x)}{Ef}$$

式中,

0.0044^[13]——生产 1 公斤薯块需氮量 (公斤);

y ——产量指标 (公斤/亩);

x ——基础产量 (公斤/亩);

Ef ——氮肥利用率。

根据以上公式和氮肥利用率^[13], 将不同土壤基础产量的产量目标及施氮量列入表 5, 供无测土条件的水浇地应用。

表 5. 根据基础产量预测产量指标及其施氮量 (公斤/亩)

基 础 产 量		750	1000	1500	2000	2500	3000	3250
中档	产量指标	1400	1675	2350	2680	2970	3210	3355
	施肥量(N)	7.0	8.5	9.0	7.5	7.3	3.0	2.0
高档	产量指标	1700	1900	2600	3000	3200	3400	3500
	施肥量(N)	10.0	10.0	11.5	9.5	8.5	6.5	4.4

二、氮肥施用方式

马铃薯的氮素营养期大体上是 100 天。

其吸收动态规律是^[13]: 苗期, 吸收总氮量的 13%; 块茎形成期, 是一生中吸氮强度最高

表 2. 水分条件对氮肥效应的影响

年度	处 理	氮肥效应回归方程	最高产量 施 肥 量 (公斤/亩)	最佳施肥量 (公斤/亩)	最佳施肥量时		氮肥利用率 (%)
					产 量 (公斤/亩)	纯利润 (元/亩)	
1982	现蕾水	$y = 2517 + 247.4x - 37.2x^{1.5}$	10.0	8.8	2062	47.73	57
	旱 作	$y = 2166 + 582.6\sqrt{x} - 86.1x$	5.7	4.3	1566	29.70	43
1984	现蕾水	$y = 3780 + 174.9x - 6.8x^2$	6.5	5.9	2449	33.19	47
	旱 作	$y = 3867 + 79.8x - 3.7x^2$	5.4	4.5	2142	10.15	20

氮肥利用率系指氮肥施用量为每亩5公斤(N)时的利用率; 回归系数是产量用每亩斤表示时算出

表 3. 密度对氮肥效应的影响 (n=4)

土壤	密 度 (株/亩)	氮肥效应回归方程	最高产量 施 肥 量 (公斤/亩)	最佳施肥量 (公斤/亩)	最佳施肥量时		氮肥利用率 (%)*
					产 量 (公斤/亩)	纯利润 (元/亩)	
高 产 田	5000	$\hat{y} = 5071 + 193.4x - 5.53x^2$	8.8	8.0	3373	49.79	61
	3000	$\hat{y} = 4460 + 174.9x - 6.56x^2$	6.7	6.0	2307	30.20	48
一 般 田	5000	$\hat{y} = 4195 + 185.7x - 6.57x^2$	7.0	6.5	2749	38.35	53
	3000	$\hat{y} = 3364 + 165.1x - 7.07x^2$	5.8	5.3	2159	27.50	42

* 系指施氮量为5公斤/亩(N)时的氮肥利用率

5000株, 最佳施肥量提高1.5~2公斤, 每亩增产量提高175~263公斤, 每亩纯利润增加10.8~19.6元、氮肥利用率提高11~13%。

4. 磷肥水平 当有磷肥配合时, 可以显著提高氮肥的肥效。一般田上氮肥单施的氮肥效应函数为: $y = 2297 + 206.7x - 6.4x^2$, 其最佳施氮量为每亩7.5公斤。而有磷肥配合时, 氮肥效应函数为: $y = 2538 + 155.2x - 3.9x^2$, 最佳施氮量为每亩9公斤。

(三) 氮肥施用量的推荐

以上诸因素中, 土壤的影响是主要的, 不同土壤之间施氮量最多相差每亩10公斤。第二位的是水分因素, 浇水与不浇水之间每亩可相差4.5公斤。再次是密度、前作、磷肥配合等。此外, 粮食的单价与肥料的单价

也影响最佳施肥量, 当粮食价格低, 肥料价格上涨时, 可适当降低施肥量。反之, 则应当适当提高施肥量。无论在什么情况下, 施肥量都不应超过最高产量施肥量。

我们以测土施肥研究结果(表1)为主要根据, 结合其他影响因素, 将推荐施肥量分为高、中、低3档(表4)。对其编制和应用说明如下:

1. 测土施肥的田间试验是在水浇地(贮水灌溉1次, 现蕾期浇水1次), 密度为每亩3000株, 不施有机肥, 管理水平中等的条件下完成的。将表1的结果列入推荐施肥表的中档。一般的农户可用中档施肥量。

2. 有下列情况之一者应用高档施肥量, 栽培技术有明显进步者, 如采用宽窄行

的时期;吸收总氮量的35%;块茎增长期吸氮强度仍然较高,吸收总氮量的35%;淀粉累积期吸氮强度下降,吸收总氮量的9%。根据这种需要,氮肥的施用应该采用基肥、种肥、追肥相结合的方式。基肥满足整个营养期对氮肥的需要,种肥满足苗期,追肥满足营养盛期之需要。内蒙地区马铃薯多采用犁开沟后点籽的办法,结合播种将有机肥料一并施入省工省事,兼有种肥、基肥之效。氮肥是结合播种作种肥好,还是结合浇水(降雨)作追肥好,要视条件而定。

田间试验表明,在生育期中有灌溉条件时,氮肥用于现蕾期深施追肥比作种肥平均每亩增产 320 公斤,达 $P=0.01$ 的显著水平。追肥的氮肥利用率平均47%,比种肥高22%。

生育期不浇水时的氮肥效应,种肥显著优于追肥。

结论是:水地马铃薯,氮肥作现蕾期追肥,有机肥结合播种作基肥;旱地马铃薯,氮肥要以种肥为主,看天追肥为辅。碳铵、尿素作种肥时,应特别注意肥料种子不见面的原则,要相隔5厘米以上,严防烧种。追肥应结合培土,以穴深施。

三、追肥以穴深施

人们对碳铵的深施覆土比较重视,对尿

素往往表施。我们的试验表明,尿素深施与表施的肥效有显著差异。深施比表施平均($n=8$)每亩增产 113 公斤,氮肥利用率达53%,比表施提高10%;每亩纯收益28.9元,比表施高5.2元。

追肥时以苗穴施后,结合培土即可达到覆土的作用,并不费工。凡铵态氮肥皆应以穴深施。

四、氮肥品种的选择

人们普遍认为,马铃薯对铵态氮肥的反应优于硝态氮肥,而铵态氮肥中又以硫铵较为理想。近年来,有些同志认为,旱地马铃薯以碳铵作种肥效果最好。一些资料报道,碳铵的肥效要高于尿素3倍以上,高于硝铵5倍以上。我们的试验表明,碳铵、尿素、硫铵的肥效无显著差异(表6),它们都是马铃薯适宜的氮肥品种,是同样有效的。

尽管如此,我们仍然认为,马铃薯利用碳铵作种肥(相隔5~7厘米)是一项行之有效的措施,应该继续推广应用。因为我国生产的氮肥品种主要是碳铵,用于马铃薯种肥巧妙地解决了碳铵的深施问题,而又不费工本。并不是碳铵作种肥的肥效比尿素或硫铵好。

表 6. 不同品种氮肥的产量(公斤/亩)及增产效果(每亩施氮5公斤)

重复	1984年				1985年			
	对照	碳铵	尿素	硫铵	对照	碳铵	尿素	硫铵
1	1913	2156	2193	2268	934	1346	1300	1400
2	1733	2175	2239	2212	933	1317	1266	1234
3	1681	2175	2250	2306	893	1300	1334	1367
平均	1793	2169	2237	2262	920	1321	1300	1334
增产(公斤/亩)	0	376	444	469	0	401	380	414
一公斤N增产(公斤)	—	75.2	89.0	90.6	1	29	76	83

显著性测定: 碳铵与尿素间 $t=0.96$; 硫铵与尿素间 $t=1.16$; 硫铵与碳铵间 $t=1.72$ 。差异均不显著

讨 论

在氮、磷、钾肥料三要素中, 氮肥施用的定量化更显重要。由于国内外至今还没有象磷、钾那样的理想的土壤氮素测定方法, 所以许多国家的测土施肥不包括氮肥。看来, 在近期内, 在全国甚至全省范围内确定一个统一的测定土壤氮素的方法以指导施肥是困难的。但是, 在不同的生态条件下, 找出各自适用的测土方法是可以办到的。比如碱解氮含量(包括硝态氮), 不仅被我们的试验证明是一个和作物吸氮量以及氮肥效应有较好相关性的测定指标, 而且也被吉林^[7]、湖北、山东、河南等省区的试验研究所证明。

测土施肥可以减少施肥的盲目性。土壤测定是实现施肥定量化的主要依据。但是, 我们不应该忘记, 土壤肥力不是决定施肥量的唯一因素。如何以土测值为主线, 指出其他主要影响因素与施肥量之间的定量关系, 建立一个反映综合因素的施肥方程, 是我们应该研究的课题。本文给同一土测值提供高、中、低3个施肥量, 就是一种解决问题

的半定量过渡办法。有待进一步向定量化完善。

在水浇地上, 结合浇现蕾水以穴深施氮肥是提高氮肥利用率的好方法。旱地则应结合播种作种肥施入碳铵、尿素或硫酸铵均可, 肥效无明显差异。

参 考 文 献

- [1] G.W. Cooho:《高产施肥》, 科学出版社, 1978。
- [2] L.M. Walsh, J.D. Beaton: 土壤测定和植物分析, 农业出版社, 1982。
- [3] 周鸣铮: 测土施肥的科学基础,《土壤通报》, 15卷, 8期。
- [4] [澳] D.R. 伊文思著:《化肥手册》, 农业出版社, 1984。
- [5] 黄德明等: 北京郊区测土施肥技术的研究,《华北农学报》, 第1卷, 第1期。
- [6] 高炳德: 内蒙平原灌区春小麦测土施用磷肥的研究,《土壤通报》, 16卷, 1985, 4期。
- [7] 周相澄等: 吉林省主要旱田土壤有效氮测定方法探讨,《土壤通报》, 1986, 6。
- [8] 高炳德等: 内蒙平原灌区测土施用氮肥的基础研究,《内蒙农业科技》, 1985, 3。
- [9] 高炳德: 应用氮肥效应函数对马铃薯最佳施肥量的研究,《马铃薯》, 1984, 1。
- [10] 高炳德: 马铃薯产量形成与营养条件的关系,《马铃薯杂志》, 1986, 1。
- [11] 过琦: 甜菜对氮素吸收量的研究,《甜菜糖业科技动态》, 105期。
- [12] 高炳德: 应用养分平衡后对马铃薯配方施肥的研究,《内蒙农牧学院学报》, 1987。
- [13] 高炳德: 马铃薯营养特性的研究,《马铃薯》, 1981, 4。

STUDIES ON THE TECHNIQUES OF NITRATE FERTILIZER APPLICATION IN POTATOES

Gao Bingde

(Inner Mongolia College of Agriculture and Animal Husbandry, Hohhot)

ABSTRACT

The relationship between nitrate fertilizer application and cultivated conditions such as soil fertility, preceding crop, plant density and irrigation etc. was studied in this paper. A table in which how the amount of nitrate fertilizer manured to potato fields was determined according to the amount of

辽宁省马铃薯繁育体系建设研究报告

张和鸣 执笔

(大连市农业科学研究所)

摘 要

建立健全良种繁育体系,是推广应用脱毒薯的必要条件。3年来,本溪所已完成高山地区3级繁育体系的研究;大连所建立了春繁夏播2年4级的繁育体系;蚕业所建立了冷藏夏播3级繁育体系;建平示范场建立了高海拔3级繁育体系。以上4种体系各具特色,为推广脱毒薯提供了可行的模式。

利用脱毒薯可以成功地避免由于病毒浸染而引起马铃薯退化,已为国内外科研和生产实践所证明。但是,由于脱毒薯也能再次感染病毒导致减产,因此,建立与健全相应的繁育体系,延长脱毒薯的使用年限,这是推广应用脱毒薯的必要条件与根本保证。

1984年,辽宁省科委下达了“脱毒马铃薯开发研究”课题,并组织以本溪市马铃薯研究所为主的协作攻关组,重点研究在我省

不同地理气候条件下的代表地区,建立切实可行的繁育体系。按照原订计划的安排,3年来,本溪所已完成高山地区3级繁育体系的研究,建立了脱毒薯的3级繁育体系;大连所建立了春繁夏播2年4级的繁育体系;蚕业所建立了冷藏夏播3级繁育体系;建平示范场建立了高海拔3级繁育体系。以上4种体系各具特色,为全省推广繁育脱毒薯提供了可行的模式。

alkali hydrolysis nitrogen in the soil and other factors, was suggested. Another table was put forward based on the basic yield or yield goal when there were no conditions for the determination of nitrogen in the soil.

The methods of fertilizer placement were also studied. The results indicated that the effect of the nitrate fertilizer used as addition fertilizer was better than used as seed fertilizer if the potatoes were irrigated during the growing season, however, the reverse was true if the potatoes were not irrigated. In addition, when the urea was used as addition fertilizer, the effect of working the fertilizer into ridges was better than laying it on the ridges.