

# 玉米最佳施氮量更多取决于气候而不是玉米价格

Bill Deen, Ken Janovicek, John Lauzon, Tom Bruulsema 著

谢玲译 涂仕华校

(国际植物营养研究所成都代表处 原文译自《Better Crops》2015 第二期 P16 – P18)

由于气候变化，玉米产量对氮肥(N)的反应出现年际间变化。最佳施氮量取决于玉米产量效应，同时也取决于化肥与玉米的价格比。在加拿大安大略省埃洛拉镇开展的田间试验表明，6年间玉米最佳施N量因天气而变的数值是价格比的3倍。尽管可根据价格比来调整施N量获取小的利润，但是根据天气情况来调整氮肥则具有更大潜在利润优势和环保优势。

过去10年中玉米价格波动很大。在2011–2013年间，安大略省的农户获得了最高玉米市场价格，然而接下来的2014年和2015年价格却跌到近5年来的最低点。这种市场价格下跌令许多农户不得不重新考虑氮肥施用量。最佳经济施氮量(EONR)取决于氮肥与玉米的价格比。玉米售价下降也使最佳施N量下降，但是农户缺少信息来回答这样的问题，即“到底应该减多少氮肥呢”？我们在这份研究报告中使用了两个数据源来量化最佳经济施N量和价格之间的关系，一个是安大略省的玉米氮肥数据库，另一个是长期施氮试验，同时比较了天气对最佳经济施N量的影响。

## 2013年的极佳玉米生长条件带来了高产和高最佳施N量

安大略省的玉米氮肥数据库含括1962–2013年玉米产量的田间N肥效应试验数据。较早的版本由Janovicek和Steward<sup>[1]</sup>编写。该数据库用于查询生成一个子集，涵盖了1990–2013年间开展的213个田间试验(这些田间试验的前季作物为大豆，食用干豆，牧草(无豆科)和小粒谷物(大多数为冬小麦)，不包括后作(含红车轴草))—试验至少有4个氮肥用量，非缺N处理的玉米籽粒产量都高于493公斤/亩。为了描述N肥的产量效应特征，

表1 加拿大安大略省一般农场的平均支出与收入价格

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
氮肥价格(元/公斤)	8.20	5.30	6.23	7.68	6.96	6.44
玉米价格(元/公斤)	0.77	0.98	1.15	1.23	1.09	0.87
价格比(公斤玉米/公斤氮)	10.7	5.5	5.4	6.3	6.3	7.4

数据来源: McEwan (2015) 和 Kumuduni (2015)。

表2 最佳经济施N量随玉米和氮肥的价格比上升而下降。但该变化不大，除非氮肥价格比玉米价格高得多

价格比 <sup>1</sup> (公斤玉米/公斤氮)	低产试验 <sup>2</sup> 460–669(公斤/亩)		高产试验 <sup>2</sup> 669(公斤/亩)	
	最佳施N量	产量	最佳施N量	产量
	(公斤/亩)			
4.5	8.95	577.21	11.11(149)	773.80
5.4	8.65	573.03	10.74(144)	773.80
6.7	8.20	568.85	10.22(137)	769.62
10.7	6.79	560.48	8.88(119)	761.25
13.7	5.89	547.93	8.06(108)	748.70

注: <sup>1</sup> 2009–2014年安大略省玉米氮肥的平均价格比是6.7; 年平均比值的范围是5.4–10.7。  
<sup>2</sup> n=113和100, 分别指安大略省玉米N数据库中113个低产玉米效应试验和100个高产玉米效应试验。

表 3 不同 N 肥用量下的利润比较

对比情况	2009	2010	2011	2012	2013	2014
实际与平均价格比相比较 <sup>1</sup>	1.51	0.21	0.02	0.02	0.02	0.06
实际 EONR 与 111.2 公斤 N/ 亩 <sup>2</sup> 相比	5.21	6.95	6.86	6.77	46.08	20.91

<sup>1</sup> 表 1 中每年实际价格比与试验期间的平均价格比 6.7 相比较。

<sup>2</sup> 11.2 公斤 N/ 公顷的施氮量是加拿大艾大略省玉米 N 计算器根据能获取的平均产量计算器推荐的。

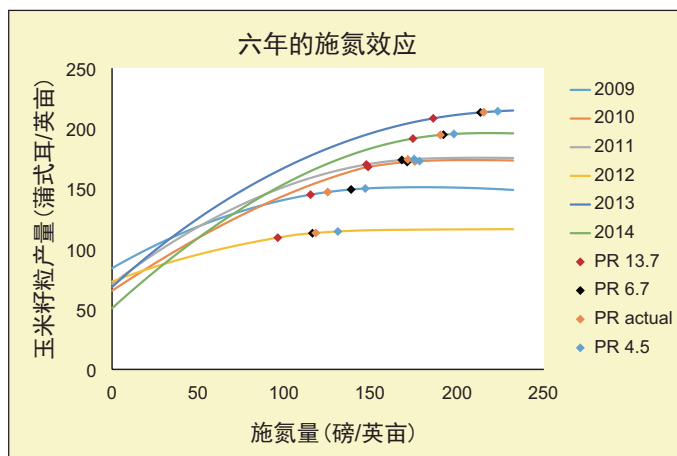


图 1 该图是安大略省埃洛拉镇玉米施氮效应的产量拟合曲线。图中的点代表不同价格比的玉米最佳经济施 N 量，其变化范围在 4.5 - 13.7 公斤玉米 / 公斤 N。1 磅 = 0.454 公斤，1 英亩 = 6.069 亩，1 蒲式耳玉米 = 25.401 公斤。

来自安大略省玉米氮肥数据库的数据使用了二次平台反应模型来拟合。

2009 年在加拿大省埃洛拉镇上开展了一个玉米长期连作试验。试验土壤为圭尔夫壤土，pH 7.7，其中粉沙 48%，粘粒 20%，有机质为 4.5%。在 6 年试验期间农艺管理措施保持不变，除 2010 年秋天用板犁代替了耢刀耕作外。前 5 年试验使用的玉米杂交品种是先锋 38B14，2014 年换成了 Delcalb DKC39-97。试验期间天气是年际间变化的主要因子。播种时所有试验小区都施用 2 公斤 N/ 亩作为启动肥。每年施用额外的 N 肥，使四个试验小区的年施 N 总量达到 5.82, 9.63, 14.56 和 17.32 公斤 N/ 亩。这些氮肥在施用时间上包括播种前的基肥和播种后的追肥，并且记录了前作玉米的不同施 N 量。将 N 肥效应的产量数据按时间和历史进行平均。试验重复 4 次，每年的产量曲线图都有 160 个数据点作支撑。产量曲线采用“作物养分效应工具 V4.5” ( Bruulsema, 2015 ) 来拟合，该工具使用了五个反应函数的 R<sup>2</sup> - 加权平均值，提供了各种情况下更精确，更详细的效益比较。

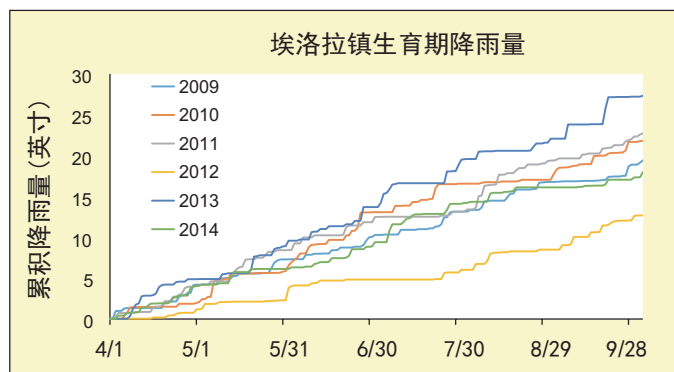


图 2 不同年份玉米生长期降雨累计量的差异说明了玉米产量和最佳施氮量的主要变化。1 磅 = 0.454 公斤，1 英亩 = 6.069 亩，1 蒲式耳玉米 = 25.401 公斤。

价格比 ( PR ) 被定义为玉米价格除以化肥价格。最佳经济施 N 量被定义为最后一次 N 肥增量产生的玉米产量在价值上与施用的氮肥的成本等值，这一施 N 量被称作最佳经济施 N 量。

## 结果

年度间的价格比变化很大 ( 表 1 )，即使是基于年平均价格。2009 - 2014 年平均玉米价格除以平均氮肥价格得出的价格比为 6.7 公斤玉米 / 公斤 N。考虑到在每一年中，有些农户会比其他农户投入更多的肥料而获得较少的收益，因此在表 2 中我们把价格比扩展到了更宽的范围，即基于市场肥料报价变化的一半，而假定玉米价格波动为 ±10%。最佳施氮量的变化，相对于价格比 6.7，当价格比增加到最高值时变为最大 ( 仅 2009 年出现 )。这些变化在低产试验和高产试验中的反应相似。减少最佳经济施 N 量带来的是玉米产量降低。针对高肥料价格和低玉米价格的情况，农户减少肥料用量时预见到了 3% - 5% 的减产 ( 参见表 2 的价格比 )。

在埃洛拉镇的田间试验中，玉米产量对 N 肥用量的反应每年都大不相同 ( 图 1 )。每年玉米产量对水分利用

率的反应可以相差 448.33 公斤 / 亩 ( 100 蒲式耳 / 英亩 ) ( 图 2 )。2012 年最干旱, 玉米的产量和最佳经济施 N 量都最低。2013 年产量最高, 因为在 6 月下旬和 7 月上旬出现了罕见的高降雨量。尽管上一年 ( 2012 年 ) 干旱, 2013 年的最佳施 N 量最高。

6 年来最佳施 N 量的变化范围为 8.80 – 16.07 公斤 N / 亩 ( 118 – 215 磅 N / 英亩 ) ( 图 1 )。年际间产量变化为一年内因调整极值而形成的平均价格比的三倍。因为年际间变化由天气所致, 因而很难预测。尽管如此, 还是可以通过查询每年 6 月中旬的降雨量而看出一些产量变化的端倪 ( 图 2 )。另一方面, 利用模型工具也可以预测这段时间的氮素矿化和损失量。农户就可以在除 6 月中旬外的其它生长季节施用氮肥。这些数据指出, 还有很大潜在的机会来改善最佳 N 肥用量, 即使用模型工具把实际和预报的天气数据相结合, 从而做出玉米季中氮肥使用决策。

在实施实际最佳经济施氮量的情况下, 不同 N 肥用量下的利润比较列于表 3, 并与安大略省玉米氮肥计算器

推荐的 11.2 公斤 N / 亩 ( 150 磅 N / 英亩 ) 用量相比较。这些潜在利润数值是通过图 1 的效应曲线和表 1 价格计算出来的。强调年际间变异得到的利润增值远远大于仅根据每年实际价格比而做出调整的利润。

当环境因素的影响也被纳入施肥决策时, 强调氮肥效应与天气关联变化产生的效益将会进一步增加。测定土壤硝态氮及其对土壤有机氮的长期影响将在今后的文章中逐一报道。Roy<sup>[4]</sup> 等人报道了两年来对土壤氧化亚氮释放的监测情况。如何使氮肥用量满足每年作物需求, 减少土壤中过剩有效 N 的损失, 还存在很大的探索空间。

Deen 博士 ( E – mail: bdeen@uoguelph.ca ) 和 Janovicek 博士任职于加拿大圭尔夫大学植物农业学院。Lauzon 博士任职于加拿大圭尔夫大学环境科学研究学院。

## 参考文献

- [1] Janovicek, K.J. and G.A. Stewart. In Proceedings of the 34th North Central Extension-Industry Soil Fertility Conference. Des Moines, IA, USA., 2004, 12–19.
- [2] Kumuduni, 2015. Historical Provincial Estimates by Crop, Ontario Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs, [http://www.omafra.gov.on.ca/english/stats/crops/estimate\\_hist\\_metric.htm#Grain\\_Corn](http://www.omafra.gov.on.ca/english/stats/crops/estimate_hist_metric.htm#Grain_Corn), Accessed October 20, 2014.
- [3] McEwan, K. 2015. Ontario Farm Input Monitoring Project, University of Guelph, Ridgetown, ON, Canada. [http://www.ridgetownc.uoguelph.ca/research/research-reports-profile.cfm?profile=mcewan&name=Ken McEwan](http://www.ridgetownc.uoguelph.ca/research/research-reports-profile.cfm?profile=mcewan&name=Ken%20McEwan) Accessed 30 March 2015.
- [4] Roy, A.K., C. Wagner-Riddle, et al. Can. J. Soil Sci., 2014, 94:563–573.