

肥料对作物产量的贡献

W. M. Stewart 博士

PPI Great Plains, 美国 E-mail:mstewart@ppi-far.org



一些人估计作物产量的 30%-50%要归功于肥料养分的投入。虽然做这种估测很困难但是不管采用什么方法，都先需要设定某些假说。首先面对的一个困难是各种作物对不同肥料养分的增产效应各不相同。比方说，玉米对氮肥的反应比豆类作物，如大豆、花生等要大的多。这个结论也会被许多其它会影响养分利用率的因素混淆，如易变的土壤肥力水平、气候条件和生产措施的变化。然而，我们仍然能够估算出化肥（无机商品肥料）对作物产量的贡献。

德克萨斯州的农工大学及田纳西河谷管理局研究了减少化肥施用量对美国八种主要作物的影响。研究者分析了仅仅停止使用农药（除草剂、杀虫剂、杀菌剂）及无机氮肥后对玉米、棉花、水稻、大麦、高粱、小麦、大豆、花生产量的影响程度。其它作物养分的影响在此情况下并未计算在内。表 1 列举的是单独停止使用氮肥（没有停止使用杀虫剂）在美国对八种主要农作物产量的影响程度。

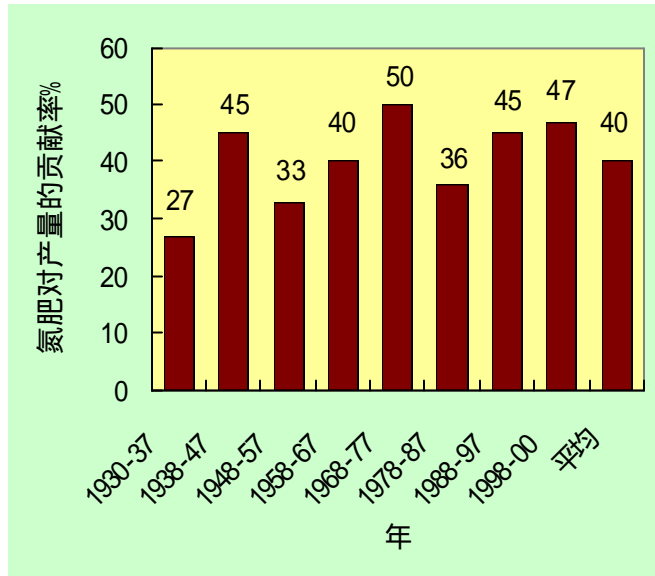
表 1 美国农作物产量在停止使用氮肥后的影响程度（单位：公斤/亩）

作物	产 量		
	基准产量	无氮	减少量%
玉米	510	301	41
棉花	51	32	37
水稻	411	299	27
大麦	168	136	19
高粱	258	209	19
小麦	143	121	16
大豆	152	152	0
花生	171	171	0

来源：Smith et al., 1990。产量数据是从 1987 年美国农业部(USDA)-ERS 报告中得来的。

预计美国玉米的平均产量在不施氮肥的情况下会减少 41%。也就是说，玉米产量的 41%应该归功于氮肥的施用。停止使用所有的农药以及氮肥估计会使玉米产量减少 53%。在棉花的生产中，停止使用氮肥会使产量减少 37%。在六个非豆科作物中不施氮肥后其平均产量减少 26%。

一种估计肥料对作物产量贡献率的方法是，先选择主要作物作为研究对象，用无肥处理作对照，然后计算肥料对产量的贡献比例。在俄克拉荷马州立大学，科学家们从 19 世纪末期就开始研究小麦的施肥。Magruder 试验田建立于 1892 年，是美国大平原区上最早的小麦长期土壤肥力试验，也是全世界最早的试验田之一。就如我们所预料的，从试验田建立以来，肥料处理是在改变的，无机化肥是从 1930 年起每年都施用。从 1930 年到 1946 年无机氮源是硝酸钠 (NaNO_3)，后来改为硝酸铵 (NH_4NO_3)。氮的施用量为 2.5-4.5 公斤/亩。早期的磷是普通过磷酸钙[0-20-0-12 硫 (S)]。在 1968 年它被三元过磷酸钙 (0-46-0) 所替代。在整个研究过程中，磷的用量一直是 2.3 公斤 P_2O_5 /亩。图 1 展示了 71 年中作物的平均产量，有 40%的小麦产量归功于无机形态的 N 和 P。



来源：OSU Soil Fertility Research Highlights, 2000.

图 1 在俄克拉荷马州大学的 Magruder 实验田从 1930-2000 年，N+P 对小麦产量的贡献率。

另一个长期试验现在还在伊利诺斯州立大学进行。从 1876 年以来，就开始在著名的 Morrow 试验站对不同的作物，轮作和肥力处理进行研究和评价。早期的肥力处理包括粪肥，磷矿粉，骨粉磷肥和石灰。1955 年开始施用商品肥料，氮来自尿素、磷来自过磷酸钙、钾来自氯化钾，并结合石灰施用。通过对无肥处理和 N+P+K+石灰的比较，1995 年至 2000 年连作玉米的平均产量（图 2）显示出有 57% 的产量来自 N+P+K+石灰的投入。

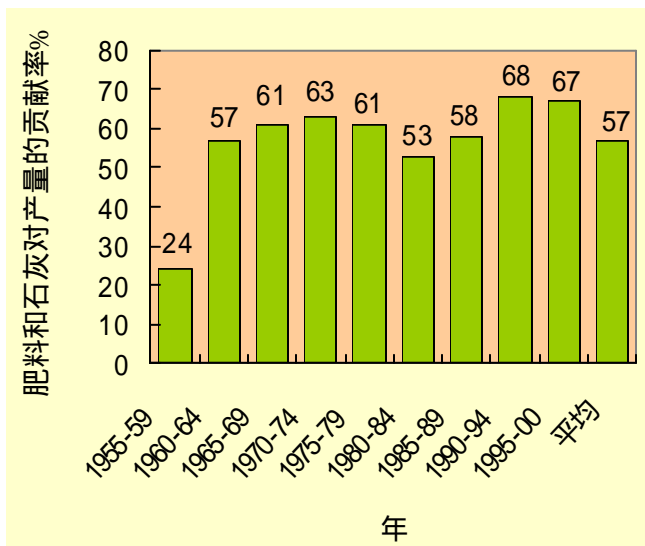


图 2 玉米连作 46 年，N、P 和 K 肥及石灰对玉米产量的贡献（伊利诺斯州立大学的 Morrow 实验站）。

来源: Dr. Harold Reetz, PPI

一项在堪萨斯州西部的长期灌溉试验，研究不同 N 肥用量（0-15 公斤 N/亩，递增幅度为 3 公斤）和 P 肥（0 和 3 公斤 P_2O_5 /亩）施用量对玉米和高粱产量的影响。从 1961-2000 年的 40 多年来，显示出 N 和 P 肥的施用平均生产了 44% 的玉米和 31% 的高粱。表 2 中的数据总结了 40 年来每种肥力处理后两种作物的平均产量以及归功于施肥的产量百分比。

表 2 堪萨斯州西部施用 N 和 P 肥 40 年来（1961-2000）对灌溉玉米和高粱产量的影响及肥料贡献率

肥料用量，公斤/亩		产量，公斤/亩		归功于肥料的产量，%	
N	P_2O_5	玉米	高粱	玉米	高粱
0	0	284	261	—	—
0	3	301	269	5	3
3	0	426	336	33	22
3	3	497	396	43	34
6	0	485	381	41	31
6	3	606	422	53	38
9	0	489	366	42	29
9	3	669	441	57	40
12	0	518	381	45	31
12	3	706	448	60	42
15	0	531	392	46	33
15	3	706	452	59	42

来源：堪萨斯州肥料研究，Schlegel, 1990, 1991, 2000

表 2 中的数据也清楚地显示了作物生产中平衡施肥的重要性。然而，估计肥料对产量贡献率的更实际的方法应当是确定最佳 N 和 P 肥施用量时的贡献率。在这项研究中 N 的经济最佳用量为 12 公斤/亩。绝大多数的年代里，高粱的 N 最佳用量为 6 公斤/亩。能使两种作物达到最佳效益的磷肥用量为 3 公斤 P_2O_5 /亩。40 年来，施用最佳 N 和 P 肥用量对玉米和高粱产量的贡献率分别为 60% 和 38%。

在此讨论的长期实验研究的数据代表了 157 年的作物生产。尽管作物对肥料投入的反应因作物种类，土壤条件，气候和其它因素而差别很大，但减少化肥施用量的研究数据和结果往往都支持了这样的结论：肥料投入对作物产量的贡献率应在 30%-50% 之间。

（注：原文自 NEWS & VIEWS 2002 年 5 月，<http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ppinews>，Great Plains，谢玲译，涂仕华校）。 照片：北美洲的高产向日葵

