

吉林省主要土壤氮磷化肥用量与 配比的试验研究

第五报 氮磷化肥配施及用量对利用率的影响

张 宽 赵景云 王秀芳 吴 巍 胡和云 于天德

(吉林省农业科学院土肥所)

氮磷化肥利用率不是一个常数,而是一个变量。影响氮磷化肥利用率的因素很多,本文是在氮磷化肥用量与配比试验结果的基础上,仅就氮磷化肥配施及氮磷化肥不同用量对玉米吸收、利用氮磷两元素的影响报道如下。

一、氮磷化肥单施与配合施用的利用率

1、氮肥利用率

应用差值法,通过三个玉米田间试验的植株分析结果得出:在中等肥力黑土上,玉米施用经济量范围内的氮磷化肥,其氮肥单施的利用率较低,当配施磷肥后,则可大幅度提高氮肥利用率。在每亩单施氮素17~23.8斤时,其利用率仅仅为15~19%。当配施7~12斤/亩五氧化二磷后,玉米对氮肥的利用率则提高到41~47%,较氮肥单施增加26~28%,见表1~3。

表1 氮肥单施与配施的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸氮总量 (21.84米 ²)					植株吸收肥料氮量		氮肥 利用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0143	0.0435	0.1734	0.0086	0.2398				447
2	N _{23.8} P ₀	0.0474	0.0734	0.2256	0.0106	0.3570	0.1172	3.5781	15.0	483
3	N _{23.8} P ₇	0.0582	0.0912	0.3686	0.0223	0.5603	0.3205	9.7849	41.1	854

表2 氮肥单施与配施的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸氮总量 (20.3~21.6米 ²)					植株吸收肥料氮量		氮肥 利用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0302	0.0808	0.2927	0.0148	0.4190				760
2	N ₂₀ P ₀	0.0576	0.1148	0.3480	0.0183	0.5390	0.120	3.820	19.1	822
3	N ₂₀ P ₁₂	0.0601	0.1277	0.4944	0.0222	0.7040	0.285	9.370	46.9	1217

表 3

氮肥单施与配施的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收氮总量 (21.8米 ²)					植株吸收肥料氮量		氮 肥 利 用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0196	0.0570	0.2220	0.0108	0.3094				577
2	N ₁₇ P ₀	0.0410	0.0777	0.2722	0.0144	0.4053	0.0959	2.9275	17.2	627
3	N ₁₇ P _{0.6}	0.0499	0.0898	0.3999	0.0198	0.5594	0.250	7.6320	44.9	921

从1983年玉米田间试验的植株养分分析结果来看,单施氮肥的玉米,其茎、叶、粒、轴中氮素含量(0.6404%、1.0935%、1.5892%、0.4137%)虽然高于氮磷配施(0.5613%、1.0728%、1.5597%、0.4227%),但因氮磷配施的玉米干物质质量(1958斤/亩),远远超过氮肥单施玉米的干物质总量(1459斤/亩)。所以,氮磷配施的玉米吸氮总量(27.2斤/亩)也远远高于氮肥单施玉米吸氮总量(17.2斤/亩),这就是氮磷配施的玉米产量(1217斤/亩)高于氮肥单施玉米产量(822斤/亩)的原因所在。

2、磷肥利用率

通过两年来在中上等和中等肥力黑土上所进行的氮磷配施与磷肥单施的玉米田间试验结果得出:在施用16~17斤/亩氮肥的基础上,再施用磷肥可提高磷肥的利用率。每亩单施6斤或7.1斤五氧化二磷时的利用率分别为20.9%或14.2%;当施用同量五氧化二磷,再配施氮肥时,玉米对磷肥的利用率则分别提高到37.5%或27.9%。氮磷配施的磷肥利用率较磷肥单施提高13~17%,见表4~5。

表 4

磷肥单施与配施的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收磷总量 (30米 ²)					植株吸收肥料磷量		磷 肥 利 用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0065	0.0227	0.1755	0.0042	0.2089				679
2	N ₀ P ₆	0.0131	0.0299	0.2196	0.0036	0.2653	0.0564	1.2532	20.9	745
3	N ₁₆ P ₆	0.0108	0.0209	0.2734	0.0052	0.3103	0.1012	2.2487	37.5	1004

表 5

磷肥单施与配施的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收磷总量 (21.84米 ²)					植株吸收肥料磷量		磷 肥 利 用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0022	0.0064	0.0690	0.0016	0.0792				541
2	N ₀ P _{7.1}	0.0029	0.0079	0.0990	0.0022	0.1120	0.0330	1.007	14.2	657
3	N ₁₇ P _{7.1}	0.0044	0.0116	0.1252	0.0030	0.1442	0.0659	1.984	27.9	899

二、氮磷化肥利用率与其用量的关系

1、氮磷不同量级的氮肥利用率

氮磷化肥用量是影响玉米对氮磷两要素利用率的主要因素之一,氮肥利用率是随着施

肥量的变化而变化，当氮磷化肥在一定量级范围内时，氮肥利用率是随着氮肥用量的增加而降低（见表6），氮肥利用率与其用量呈极显著的负相关，模拟二者关系的函数模式可用对数曲线方程 $y = 133.2 - 29.3 \ln X$ （见图1）来表示。当五氧化二磷用量在10斤/亩时，氮肥利用率是随着磷肥用量的增加而增加，氮肥利用率与磷肥用量呈极显著的正相关，模拟二者关系的模式可采用对数曲线方程 $y = 17.996 + 11.59 \ln X$ 来表示；当五氧化二磷用量超过16斤/亩之后，氮肥利用率降低（见表7）。此时，模拟五氧化二磷用量与氮肥利用率之间关系的函数模式可采用二次抛物线方程 $y = 24.64 + 3.59x - 0.115x^2$ 来表示（见图2）。通过以上图表可以清楚看到：氮素化肥利用率的最高值，并不在氮磷化肥最佳用量范围之内。如图1中氮素用量与玉米产量的施肥效应函数模式为 $y = 657.95 + 18.29x - 0.34x^2$ ，应用此方程求得的氮素最佳用量为20.1斤/亩，在图1氮肥利用率对数曲线上可查到亩施20.1斤氮素时的利用率是介于41~45%之间。在对数曲线上明显看到这个值小于施氮量20.1斤/亩以下各处理的利用率。同样道理，应用图2中施肥效应函数求得最佳施磷量为12.1斤/亩，与其量相对应的氮肥利用率为47.2%。在图2对数曲线上明显看到这个值小于施磷量为12.1~16斤/亩各处理的氮肥利用率。综上所述，在中等肥力黑土上，氮磷化

表6 氮肥不同量级的利用率

处理代号	处 理	植株各部应吸收氮总量 (21.94米 ²)					植株吸收肥料氮量			氮肥利用率 (%)	产量 (G/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计(斤)	小 区(斤)	折 区(斤)	亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0145	0.0435	0.1734	0.6086	0.2398					595
2	N _{10.2} P ₇	0.0418	0.0759	0.3287	0.0189	0.4653	0.2255	8.8845	87.5	303	
3	N ₁₇ P ₇	0.0526	0.0856	0.3329	0.0204	0.4915	0.2517	7.6640	45.2	368	
4	N _{23.8} P ₇	0.0582	0.0912	0.3886	0.0223	0.5603	0.3205	9.7849	41.1	393	
5	N _{30.6} P ₇	0.0772	0.0926	0.4054	0.0194	0.5946	0.3548	10.8320	35.4	370	
6	N _{37.4} P ₇	0.0785	0.1021	0.3665	0.0160	0.5632	0.3234	9.8723	26.2	313	

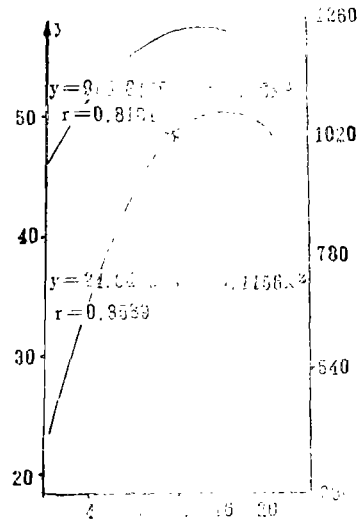
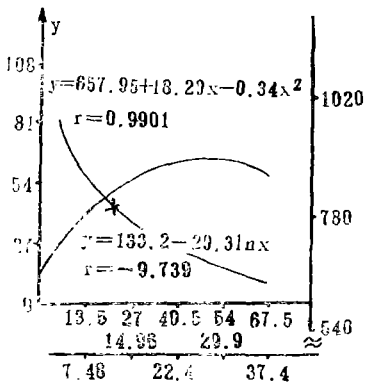


图1 氮肥利用率与氮肥用量的关系

图2 氮肥利用率与磷肥用量的关系

表 7

磷肥不同量级的氮肥利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收氮总量 (19~22米 ²)					植株吸收肥料氮量		氮 肥 利 用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0302	0.0808	0.2927	0.0148	0.419				760
2	N ₂₀ P ₄	0.0471	0.1900	0.4602	0.0207	0.637	0.218	7.59	37.90	1171
3	N ₂₀ P ₈	0.0665	0.1247	0.4805	0.0203	0.692	0.273	9.18	45.9	1197
4	N ₂₀ P ₁₂	0.0601	0.1277	0.4944	0.0222	0.704	0.285	9.37	46.9	1217
5	N ₂₀ P ₁₆	0.0747	0.1515	0.5142	0.0206	0.761	0.342	11.64	58.2	1204
6	N ₂₀ P ₂₀	0.0600	0.1223	0.4914	0.0215	0.695	0.276	9.61	48.1	1202

肥采用最佳用量时，其氮肥利用率（因单磷处理玉米吸氮量少于无肥处理。所以，以无肥处理玉米吸氮量为对照）的变化区间为41~47%，氮肥利用率平均值为45%，此数在不同施肥量级中不是最高值。

在中上等肥力黑土上，在配施6~10.3斤/亩五氧化二磷的基础上，每亩施用16或27.3斤氮素时，其氮肥利用率变化区间为33~36%，平均为35.2%。

2、氮磷不同量级的磷肥利用率

在亩施17或20斤氮素的基础上，磷肥的利用率（因单氮处理玉米吸磷量低于无肥处理。所以，以无肥处理玉米吸磷量作为对照）是随着五氧化二磷用量的增加而降低。当五氧化二磷用量在4~6斤/亩时，其利用率可高达34.8%或37.5%（见表9~10）；当五氧化二磷用量增加到20斤或15斤/亩时，其利用率则降低到19.2%或12%（见表8~9）。从图3和图4更清楚地看到在亩施17斤或20斤氮素基础上，五氧化二磷用量与磷肥利用率呈对数负相关，二者关系的数学式可采用对数曲线方程，即 $y = 34.25 - 7.62 \text{LN} X$ 和 $y = 45.08 - 9.51 \text{LN} X$ 。通过图3和图4可以看到磷肥利用率的最高值也不在磷肥的最佳施肥量范围之内。根据图3和图4中施肥效应函数 $y = 617.2 + 57.7x - 2.3x^2$ 和 $y = 976.8 + 39.27x - 1.46x^2$ 求得的磷肥最佳用量分别为11.6和12.1斤/亩。用这两个磷肥最佳量，分别在图3和图4中的磷肥利用率对数曲线上查找相应的磷肥利用率，得出在17和20斤/亩氮的基础上，最佳施磷量下的磷肥利用率变化区间为18~21%，平均为19.4%。当五氧化二磷用量高于最佳施磷量时，其利用率更低；当五氧化二磷用量低于最佳施磷量时，磷肥利用率均高于19.4%。所以，最佳施磷量下的利用率不是最高值。

表 8

磷肥不同量级的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收磷总量 (21.84米 ²)					植株吸收肥料磷量		磷 肥 利 用 率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计 (斤)	小 区 (斤)	折 亩 (斤)		
1	N ₀ P ₀	0.0024	0.0076	0.0787	0.0018	0.0905				577
2	N ₁₇ P _{4.8}	0.0040	0.0095	0.1078	0.0019	0.1232	0.0327	0.9983	20.8	878
3	N ₁₇ P _{7.2}	0.0042	0.0113	0.1201	0.0028	0.1384	0.0479	1.4616	20.3	911
4	N ₁₇ P _{9.6}	0.0044	0.0101	0.1330	0.0027	0.1502	0.0597	1.8226	19.0	921
5	N ₁₇ P ₁₅	0.0054	0.0112	0.1302	0.0027	0.1495	0.0590	1.8013	12.0	979

表 9

磷肥不同量级的利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收磷总量 (19~22米 ²)					植株吸收肥料磷量			磷肥利用率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计(斤)	小 区(斤)	折 亩(斤)			
1	N ₀ P ₀	0.0036	0.0109	0.1047	0.0018	0.12				760	
2	N ₂₀ P ₄	0.0048	0.0143	0.1387	0.0024	0.16	0.04	1.39	34.8	1171	
3	N ₂₀ P ₈	0.0056	0.0160	0.1470	0.0022	0.17	0.05	1.68	21.0	1197	
4	N ₂₀ P ₁₂	0.0058	0.0176	0.1660	0.0024	0.19	0.07	2.30	19.2	1247	
5	N ₂₀ P ₁₆	0.0075	0.0215	0.1776	0.0026	0.21	0.09	3.06	19.1	1204	
6	N ₂₀ P ₂₀	0.0077	0.0212	0.1963	0.0020	0.23	0.11	3.83	19.2	1202	

从以上的试验结果可以清楚看到, 在氮磷采用最佳施肥量时, 玉米对氮磷化肥的利用率并不最高, 氮磷化肥利用率的最高值往往出现在对作物采用亏量的施肥处理中。所以, 通常所说的“提高化肥利用率”并不是通过不合理的降低施肥量来实现, 更不是盲目加大施肥量, 而采用超高量。因为超过最佳施用量, 后增加那部分化肥不仅不能增产增收, 反而会导致氮磷化肥利用率的降低。

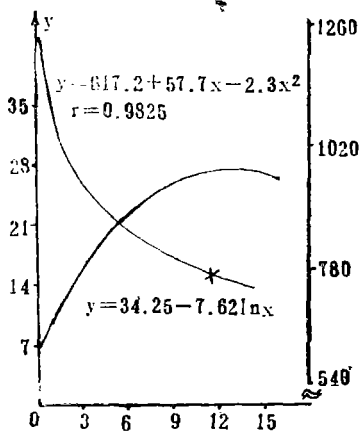


图 3 磷肥利用率与磷肥用量的关系

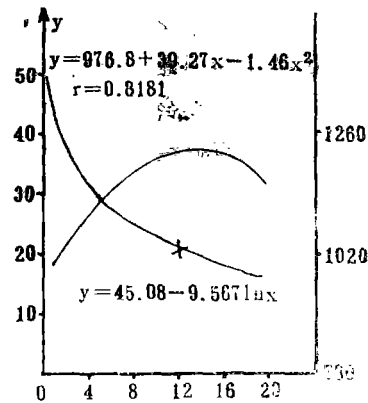


图 4 磷肥利用率与磷肥用量的关系

表 10

氮磷不同量级的磷肥利用率

处理代号	处 理	植株各部位吸收磷总量 (30米 ²)					植株吸收肥料磷量			磷肥利用率 (%)	产 量 (斤/亩)
		茎(斤)	叶(斤)	粒(斤)	轴(斤)	合 计(斤)	小 区(斤)	折 亩(斤)			
1	N ₀ P ₀ K ₀	0.0065	0.0227	0.1755	0.0042	0.2089				679	
2	N ₁₀ P ₈ K ₀	0.0108	0.0209	0.2734	0.0052	0.3103	0.1012	2.2487	37.5	1004	
3	N _{27.5} P _{10.5} K ₂₄	0.0107	0.0236	0.2539	0.0047	0.2931	0.0842	1.8709	18.3	1041	

三、小 结

1、在中等肥力的黑土上, 玉米单施氮肥 (N: 17~23.8斤/亩), 其利用率很

低，仅仅为15~19%。而配施7~13斤/亩五氧化二磷后，氮肥的利用率则可提高到41~47.4%，平均为44.3%。可见，氮磷化肥配合施用较氮肥单施提高氮肥利用率26~28%，平均为27.2%。

2、在中等或中上等肥力黑土上，玉米单施磷（ P_2O_5 ：6~7.1斤/亩）肥，其利用率仅仅为14~20.9%。当配施氮肥（N：16~17斤/亩）后，玉米对磷肥的利用率则提高到27.9~37.5%，平均为32.7%。氮磷化肥配合施用可较磷肥单施提高磷肥利用率13.7~19.3%，平均提高15.2%。

3、氮磷化肥配合施用时，氮肥的利用率是随着氮肥用量的增加而降低，二者呈极显著的负相关，模拟二者关系的函数式，可用对数曲线方程 $y = a + bLNX$ 来表示。而氮肥利用率随着磷肥用量的增加而增加，当五氧化二磷用量在16斤/亩之内时，磷肥用量与氮肥利用率呈极显著正相关；当五氧化二磷用量再增加时氮肥利用率降低，此时，磷肥用量与氮肥利用率呈二次曲线关系，模拟二者关系的函数式可采用二次抛物线方程，即 $y = a + bx + cx^2$ 。磷肥利用率是随着磷肥用量的增加而降低，二者呈负相关，模拟二者关系的数学模式，也可采用对数曲线方程 $y = a + bLNX$ 来表示。

4、在中等肥力黑土上，施用最佳量氮磷化肥时，氮肥利用率的变化区间为41~47.4%，平均值为45%；而在中上等肥力的黑土上，氮肥利用率变幅在33~36%之间，平均为35.2%。在氮磷最佳施肥量范围内，磷肥利用率变幅在18~21%之间，平均为19.4%。

氮磷最佳施肥量下的利用率，并不是氮磷化肥利用率的最高量。氮磷化肥利用率的最高值，往往出现在低于最佳施肥量的亏量处理中。大于氮磷最佳施肥量的超高量不仅会造成作物减产，而且，还会导致氮磷化肥利用率的大幅度降低。

氮磷化肥最佳施肥量下的利用率虽然不是利用率的最高值，但它是氮磷化肥获得最高经济效益下的利用率。因此，目前不论是在测土施肥工作中引用利用率这个参数时，还是在进行提高氮磷化肥利用率的试验研究或生产实践中，都应十分注意氮磷化肥在最佳用量下的利用率。

欢迎订阅《福建农业科技》

《福建农业科技》根据“开放、改革、搞活”的精神，自1986年起除继续努力反映福建农业科技水平和亚热带农业生产特色，着重报道农业科技内容和基本保留原有的专栏外，将用较多篇幅介绍周期短的、能适应我省农业结构改革、乡镇企业和专业户生产水平的、收效快的“短、平、快”的科技信息与增产增收经验，并增辟《科技述评》、《科研管理》、《农产品信息》和《信息反馈》等新专栏，以适应读者多方面的需要。

《福建农业科技》最适宜农业技术干部、管理干部、农业院校师生和农村科技户阅读。双月刊，逢双月出版。代号：34—15。16开本 每册0.25元，全年1.5元。全国各邮局（所）均有收订。