

半干旱条件下氮磷钾营养元素与 春小麦产量和品质的关系

刘忠民 山 仑 邓西平

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
水利部

Lnanaga Shinobu Sinohara Wataro

(Agriculture Faculty of Tokyo University Mi DoRi1-1-1 Tokyo Japan)

摘 要 2年田间试验结果表明:在半干旱气候条件下,黄绵土单施磷肥增产效果显著,春小麦产量可提高44.6%;单施氮肥增产效果不显著,但氮、磷、钾配合施用,春小麦产量可增加55.4%;施磷或氮磷配合可显著地促进春小麦的生长发育,增加植株高度和叶面积系数,促进春小麦结实小穗发育,提高结实率;磷与钾配合施用可促进春小麦光合产物积累和运转;氮、磷配合施用,可显著改善春小麦品质,与不施肥处理相比,籽粒中氮磷钾含量分别提高18.5%、18.4%、8.1%。

关键词 营养元素 春小麦 产量 品质

Relationship Between N、P、K and Output Quality of Spring Wheat Under the Condition of Semiarid Climate

Liu Zhongmin Shan Lun Deng Xiping

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Lnanaga Shinobu Sinohara Wataro

(Agriculture Faculty of Tokyo University Mi DoRi1-1-1 Tokyo Japan)

Abstract The two-year research results show, under the condition of semiarid climate, P applied in loess soil might increase 44.6% of spring wheat output than without P applied obviously; On the contrary, N applied had no output increasing effect; however, P mixed N and K also enhanced output of 55.4%; the applying P or mixed N promoted the growth and development of spring wheat, at the same time, raised the height of plant and leaf area coefficient of spring wheat, improved spike growth and seed produced rate of spring wheat, P mixed with K might promote the photosynthetic matter accumulation and transportation; as well as, P mixed with N also

improved the quality of spring wheat, compared with no fertilization, N, P and K content in seed under the treatment of P mixed with N might increase of 18.5%, 8.4% and 8.1% respectively.

Key words nutrient element spring wheat output quality

氮、磷、钾元素为植物生长的基本元素。土壤中氮、磷、钾元素含量直接影响作物的生长发育和产量及品质。研究土壤中氮、磷、钾元素对春小麦的影响,一方面可揭示土壤中含氮、磷、钾元素的状况,另一方面,可揭示出这3种元素的相互作用及吸收利用情况,以便制订合理的施肥技术,提高春小麦的产量、品质和效益。

1 试验方法

试验于1989年10月到1991年7月在黄土高原西部半干旱区固原生态站进行。海拔1 765m。年平均气温6.9℃,无霜期152d。年干燥度1.55。试验期间春小麦生产年度降水量:1990年为389.6mm,1991年为430.6mm,属于旱少雨年份。试验地平坦、无径流,土壤为黄绵土。前茬作物:1990年为豌豆,1991年为春小麦。土壤肥力低下,多年不施用有机肥料。试验处理如表1。

表1 试验处理设计

区别	处理	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O(kg/hm ²)
1	NPK	135-135-135
2	O	0-0-0
3	NP	135-135-0
4	NK	135-0-135
5	PK	0-135-135
6	N	135-0-0
7	P	0-135-0
8	K	0-0-135

试验用肥料:尿素(日本产,含N46%),重过磷酸钙(突尼斯产,含P₂O₅47%),硫酸钾(日本产,含K₂O 50%)。

小区面积3.2m²,重复5次,顺序排列。施肥于播种前一年10月下旬进行,先将肥料均匀撒于地表,随即翻入土壤,翻深15~17cm,随后整平待播。12月中旬用畜力镇压器镇压一次。品种为当地抗旱性很强的红芒麦,于3月17日播种,播量500粒/m²深度5~6cm,行距16.5cm。分别于1990年7月24日和1991年7月27日进行收获。收获时每小区各选取1m²植株,进行测产和调查,并将植株籽粒和茎叶分别进行磨碎,分析其氮、磷、钾含量。

2 结果分析

2.1 氮、磷、钾营养元素对春小麦产量及产量构成因素的影响。

2.1.1 对产量的影响 2年试验结果表明(表2),施磷处理对籽粒及生物学产量均显著增产,以氮、磷、钾3种元素配合最优,较不施肥增产55.4%和48.6%。氮、磷配合次之,分别增产51.8%和45.3%,单施磷较不施肥增产44.6%和33.5%,氮、磷、钾3元素配合与氮、磷配合籽粒产量和生物学产量差异均不显著,与单施磷与磷、钾配合有显著的差异。单施氮及氮、钾配合较不施肥籽粒增产8.4%和12.0%,生物学产量增加11.9%和12.9%,但它们较单施磷或钾配合处理均有显著的差异。单施钾的产量最低,较不施肥增产1.2%,生物学产量减产5.3%。这一结果说明,这种土壤磷素极度缺乏,氮素亦很不足,钾素不太富余。因为土壤中极度缺磷,氮、磷营

养元素比例失调,即使施入再多的氮素或钾素也无济于事,不能增产,只有提高土壤中磷素含量,氮的作用才能得以充分发挥,因此氮、磷配合才显示了较大的增产潜力。同样钾素的作用,随氮、磷含量提高和比例得到协调后,也得以充分发挥。说明土壤中钾素含量随氮、磷元素含量提高亦显得不足,需要补充。

表2 籽粒产量及生物学产量 kg/hm²

处理	籽粒产量	增产 (%)	差异显著性	处理	生物学产量	增产 (%)	差异显著性
NPK	1935	55.4	a	NPK	6195	48.6	a
NP	1890	51.8	ab	NP	6060	45.3	a
P	1800	44.6	bc	PK	5640	35.3	b
PK	1755	41.0	c	P	5565	33.5	b
N	1395	12.0	d	N	4710	12.9	c
NK	1350	8.4	de	NK	4665	11.9	c
K	1260	1.2	de	O	4170	0.0	d
O	1245	0.0	e	K	3960	-5.3	d

表3 产量构成因素差异显著性检验结果

处理	有效穗数 (个/m ²)	差异显著性	处理	结实小穗 (个)	差异显著性	处理	千粒重 (g)	差异显著性
NPK	459	a	NP	10.24	a	PK	31.54	a
NP	452	a	P	10.22	a	P	31.37	ab
PK	449	ab	NPK	9.56	ab	NPK	30.20	ab
P	431	bc	NK	9.40	ab	NP	30.05	bc
O	427	cd	PK	9.22	b	K	29.75	bc
NK	425	cd	N	8.96	b	O	29.62	bc
K	410	d	O	8.66	b	N	29.00	bc
N	409	d	K	8.60	b	NK	28.77	c

2.1.2 氮、磷、钾元素对产量构成因素的影响 从表3看出,有效穗数以氮、磷、钾3元素配合及氮、磷2元素配合最优,两者之间差异不显著。单施磷和磷与钾配合次之,前二者较单施磷差异达0.05显著水平,以单施氮或单施钾处理最差。可见氮、磷、钾配合或氮、磷配合均能显著地提高春小麦的成穗率。

结实小穗数以氮、磷配合及单施磷处理最优,其次为氮、磷、钾或氮、钾配合。以磷与钾配合及单施氮或单施钾处理最差,和不施肥没有差异,与前者均达0.05差异显著水平。氮与磷配合和单施磷使结实小穗数较不施肥增加了18%。但是钾与氮、磷配合或分别与氮或磷配合均有使结实小穗数减少的趋势。可见结实小穗数受磷及氮的影响较大,磷促进结实小穗数增加,钾似有抑制结实小穗数增长的负作用。

籽粒重量,以施磷处理均有使籽粒增重的趋势,以磷、钾配合最优,与单施磷、氮与磷配合及氮、磷、钾三元素配合无显著差异。以氮与钾配合千粒重最低。

上述结果说明,产量形成的基本营养元素是磷及氮、磷配合,钾素在氮、磷元素配合比例基本协调情况下对有效穗数和粒重有明显的促进作用,而对结实小穗似有抑制作用。

2.2 春小麦对氮、磷、钾素吸收利用及对植物性状的影响

2.2.1 春小麦对氮、磷、钾元素吸收利用情况 根据分析结果(表4),春小麦籽粒中含氮量平均是茎叶中含氮量的4.56倍;籽粒中含磷量平均是茎叶中含磷量的9.71倍;籽粒中含钾量

平均为茎叶中含钾量的32.2%。说明磷素是春小麦用以形成种子最主要的营养元素,其次是氮和钾素。土壤中磷素缺乏是限制春小麦产量的主要原因。因此,在任何土壤条件下,首要考虑的问题应是满足春小麦对磷的需求,半干旱区大部分土壤缺磷是值得重视的。

表4 春小麦植株氮、磷、钾含量 %

处理	籽粒			茎叶		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NPK	2.444±0.1125	0.2716±0.0422	0.2666±0.0273	0.54±0.084	0.0272±0.0060	0.914±0.1016
0	2.118±0.0634	0.244±0.0253	0.275±0.0229	0.450±0.0225	0.0242±0.0016	0.800±0.0424
NP	2.510±0.0917	0.2644±0.0125	0.2974±0.0156	0.530±0.0570	0.0270±0.0046	0.876±0.1610
NK	2.422±0.0492	0.2316±0.0109	0.2938±0.0067	0.600±0.0778	0.0272±0.0031	1.040±0.088
PK	2.066±0.0643	0.2388±0.0167	0.2722±0.0104	0.414±0.0114	0.0220±0.0035	0.808±0.0259
N	2.390±0.0860	0.2404±0.0149	0.2838±0.0156	0.596±0.0635	0.0308±0.0059	0.928±0.0446
P	2.134±0.1493	0.2398±0.0178	0.2734±0.0062	0.404±0.0351	0.0216±0.0029	0.798±0.0286
K	2.078±0.0602	0.2512±0.0181	0.2832±0.0083	0.452±0.0390	0.024±0.0027	0.864±0.0251

表5 春小麦籽粒氮、磷、钾含量差异显著性测验

处理	全氮 (%)	增减 (%)	差异显著性	处理	全磷 (%)	增减 (%)	差异显著性	处理	全钾 (%)	增减 (%)	差异显著性
NP	2.510	18.5	a	NPK	0.2716	11.3	a	NP	0.2974	8.1	a
NPK	2.444	15.4	ab	NP	0.2644	8.4	ab	NK	0.2938	6.8	a
NK	2.422	14.4	ab	K	0.2512	3.0	ab	NPK	0.2866	4.2	ab
N	2.390	12.8	b	0	0.2440	0.0	bc	N	0.2838	3.2	ab
P	2.134	-0.6	c	N	0.2404	-1.5	bc	K	0.2832	3.0	ab
0	2.118	0.0	c	P	0.2398	-1.8	c	0	0.2750	0.0	b
K	2.078	-1.9	c	PK	0.2388	-2.2	c	P	0.2734	-0.6	b
PK	2.066	-2.5	c	NK	0.2316	-5.3	c	PK	0.2722	-1.0	b

由表5知,施用氮、磷、钾元素不同组合可影响春小麦籽粒和茎叶氮、磷、钾元素的含量。施氮处理显著提高了籽粒的含氮量,对改善品质有明显的作用,以氮、磷配合最优,较不施肥提高含氮量18.5%,其次是氮、磷、钾配合及氮、钾配合单施氮处理,分别较不施肥提高15.4%、14.4%和12.8%,差异达到0.01显著水平。单施磷或钾及磷、钾配合,均不能提高籽粒含氮量。

表6 春小麦茎叶氮、磷、钾含量差异显著性测验

处理	全氮 (%)	增减 (%)	差异显著性	处理	全磷 (%)	增减 (%)	差异显著性	处理	全钾 (%)	增减 (%)	差异显著性
NP	0.600	33.3	a	N	0.0308	27.3	a	NK	1.040	30.0	a
N	0.596	32.4	a	NPK	0.0272	12.4	ab	N	0.928	16.0	b
NPK	0.540	20.0	ab	NK	0.0272	12.4	ab	NPK	0.914	14.2	b
NP	0.530	17.8	b	NP	0.270	11.6	ab	NP	0.876	9.5	bc
K	0.452	0.4	c	0	0.0242	0.0	bc	K	0.864	8.0	bc
0	0.450	0.0	c	K	0.0240	-0.8	bc	PK	0.808	1.0	bc
PK	0.414	-8.0	c	PK	0.0220	-9.1	c	0	0.808	0.0	c
P	0.404	-10.2	c	P	0.0216	-10.7	c	P	0.798	-0.3	c

籽粒中磷含量,以氮、磷、钾3元素配合最优,较不施肥提高11.3%,差异显著。其次为氮、磷配合及单施钾处理,分别提高8.4%和3.0%,与不施差异不显著。单施氮或单施磷及磷与钾、氮与钾配合都不能提高籽粒的含磷量,可见氮、磷配合能显著提籽粒的含磷量,而钾素参与氮、磷配合有促进含磷量提高的作用。

钾素在籽粒中的含量,不仅与施用钾肥有关,与氮、磷配合亦有明显的关系。以氮、磷配合最优,其次为氮、钾配合,氮、磷、钾配合及单施钾肥。唯氮、磷配合及氮、钾配合与不施肥差异达到0.05显著水平,比不施肥提高含钾量8.1%和6.8%。

表6的数据表明:施氮处理茎叶中的含氮量均有提高,以氮与钾配合及单施氮最高,较不施肥分别提高33.3%和32.4%,达0.01显著水平。其次为氮、磷、钾配合及氮、磷配合处理,亦达显著水平。不含氮处理茎叶中的氮量没有增加。但以氮与钾配合及单施氮处理籽粒中的含氮量比较,茎叶中含氮量的提高率远远大于籽粒中含氮量的提高率(14.4%和12.8%),由此可以认为没有磷素配合,茎叶中较多的氮素未能转运到籽粒中去。

茎叶中磷素含量,以单施氮最高,较不施肥提高27.3%,差异达显著水平。氮与磷、氮与钾、氮与磷、钾配合,茎叶中含磷量都有所提高,但与不施肥差异不显著。从单施氮茎叶中磷含量的提高率远大于籽粒中磷的提高率可知,由于土壤中磷素不足,氮、磷营养比例失调,使大量磷素没能及时转运于籽粒中去而存于茎叶之中。

钾在茎叶中的含量,以氮与钾配合最高,较不施肥提高30.0%,差异极显著。其次为单施氮和氮、磷、钾配合处理,亦达显著水平。可以看出,氮素对钾素被吸收利用有明显的促进作用。增施钾肥不仅使茎叶中含钾量提高,同时可提高籽粒中的含钾量。

表7 不同处理春小麦生理、生态性状差异

处理	株高 (cm)	差 异 显著性	处理	叶面积 系数	差 异 显著性	处理	株干重 叶面积	差 异 显著性
NP	82.3	a	NP	1.365	a	PK	0.0384	a
NPK	81.9	a	NPK	1.102	b	NPK	0.0367	ab
P	80.4	ab	N	0.976	b	P	0.0363	ab
PK	77.7	b	PK	0.975	b	NP	0.0355	ab
NK	77.0	bc	NK	0.965	b	K	0.0344	ab
N	73.4	cd	P	0.954	b	0	0.0337	bc
0	72.9	cd	K	0.867	c	NK	0.0318	bc
K	70.7	d	0	0.848	c	N	0.0306	c

2.2.2 氮、磷、钾营养元素对春小麦生理生态性状影响 从表7可以看出,不同处理组合对春小麦植株高度、叶面积系数及比叶面积有明显的影响。植株高度,以氮与磷配合及氮、磷、钾3元素配合最高,与不施肥差异达极显著水平,平均高12.3%和12.9%。单施钾处理植株高度最低,比不施肥低3.0%。单施磷处理略低于氮磷配合处理,但高于磷与钾、氮与钾配合处理。可见氮与磷配合促进了植株生长高度,钾与氮、钾与磷配合,植株生长虽有促进,但不及氮、磷、钾配合或氮与磷配合作用大。

叶面积系数,同样以氮与磷配合最优,达1.365,与其他处理差异极显著。以单施钾处理最低,仅0.867,与不施肥无差异。氮与磷配合较单施磷叶面积系数增大41.3%,较单施氮处理增大39.9%。可见叶面积的大小受氮素的影响较大,而磷是不可缺少的元素,氮与磷配合能大幅度提高叶面积系数。

比叶面积(植株干重/叶面积),以磷与钾配合最优,单施氮最差。氮、磷、钾3元素配合的比叶面积略小于氮与磷配合;氮与磷配合亦略小于单施磷处理。看来钾素对春小麦的干物质积累和转运确实起到了促进作用,氮使叶面积增大,却相对减小了比叶面积。

3 结果与讨论

(1)在本试验条件下,单施磷素对春小麦有显著的增产作用,单施氮的增产作用不明显,单施钾素则有减产的趋势,以氮与磷配合及氮、磷、钾3元素配合的增产效果最优。

(2)磷素是影响春小麦产量的主要营养元素,在产量形成的各个环节都起重要作用。单施磷或磷与氮配合施用更能发挥增产效能,可显著地促进春小麦的生长发育,增加植株高度,扩大叶面积系数,促进春小麦结实小穗发育,提高结实率。磷与钾配合可促进春小麦光合产物积累和转运,提高比叶面积及籽粒重量。氮、磷、钾3元素配合施用,可显著提高春小麦的成穗率。

(3)施用氮肥可明显地提高春小麦籽粒中氮素含量,改善品质,以氮与磷配合最优,单施氮或氮与钾配合施用也有提高籽粒含氮量的作用,但由于磷素营养供给不足,使春小麦茎叶中有大量的氮和磷素积累,不能及时向籽粒转运,从而降低产量和品质。籽粒中磷含量只有在磷与氮或氮、磷、钾3元素配合施用情况下才可得到显著提高,钾素有促进籽粒中磷含量提高的作用。

(上接第17页)

5 小 结

本文较为系统的分析与黄土丘陵综合开发利用有关的主要环境因子(能量、温度、水分)随地形地貌的微变化。

(1)随着坡向的差异,地表活动层离太阳辐射、气温及地温的平均值及瞬时均有差异。北坡太阳辐射的最少,温度最低,位相落后。

(2)0~2m 土层土壤含水量以阴向坡(东坡及北坡)高,阳向坡低,但深层(1~2m 土层)有相反趋势。

(3)坡地水量平衡中天然降水4%为径流耗失,年内土壤水分平均增量仅占降水0%~12%。降水主要消耗于蒸发散失。

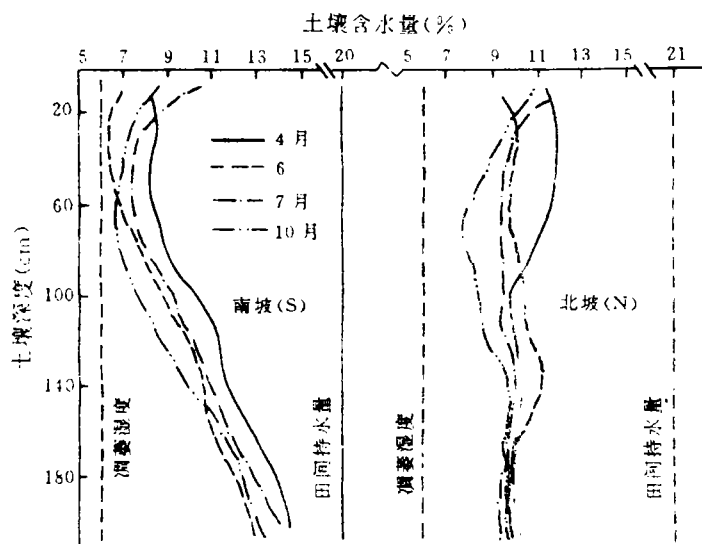


图6 坡地土壤含水量时间变化

参考文献

- 1 E. N. 罗曼诺娃. 基本气候要素的小气候变化. 北京: 科学出版社, 1981