

冬小麦氮磷配合施肥联合效应的生理基础

王焘宽 马秀忠 郭全为 何俊英 郭成金

(天津师范大学生物系, 天津)

摘 要

本文在冬小麦氮磷钾经济合理用量和适宜配比的研究条件下, 探讨了氮磷配合施肥联合效应的生理基础。结果表明: 在缺氮少磷的土壤上如果单纯施氮或单施磷植株均生长不好, 这是因为单氮条件下植株首先磷不足, 核酸含量低, 磷代谢受阻。氮虽被吸收并引起硝酸还原酶活性增高, 但蛋白氮含量较低, 说明缺磷又影响氮代谢; 单磷条件下植株首先氮不足, 氮代谢水平低。虽然磷可被吸收, 但核酸含量不高, 也反映缺氮影响磷代谢; 只有氮磷合理配合施用, 植株不同形态含氮磷化合物数量和核酸与蛋白质含量都增高, 这时氮磷比例协调, 氮磷代谢正常, 从而营养机能好, 植株生长健壮, 产量高并表现出联合效应。

前 言

氮磷化肥配合施用试验, 常常发现对粮食作物增产有联合效果, 这样的试验结果已有许多, 但从植物生理学基础上探讨其发生的原因, 还未见有系统的报道。本文在冬小麦氮磷钾经济合理用量和适宜配比的研究条件下, 对比了几种不同的施肥处理, 发现冬小麦在缺氮少磷的土壤上种植, 如果 (1) 单施氮 (不施磷), 则植株全氮量和 NO_3-N 含量, 硝酸还原酶活性均较高, 但蛋白氮并不相应升高; 同时全磷酸和核酸含量低, 植株生长不好; (2) 单施磷 (不施氮) 则植株不同形态含氮化合物和硝酸还原酶活性均低, 虽然含磷量高, 但核酸含量低, 植株生长不好; (3) 只有氮磷合理配合施用, 植株全氮和全磷量较高, 蛋白氮, 非蛋白氮和核酸都较不施氮或磷的处理含量高, 产量远比单施氮或单施磷的效果好, 从而表现出联合效应。

近代生物学的发展已经熟知: 植物生长发育要受核酸和蛋白质合成和代谢的影响。植株体内氮磷比例失调, 将影响和抑制植物细胞的分裂、分化, 生长和扩大, 从而影响植物的形态, 生理生化过程, 如氮代谢, 磷代谢, 酶活性等, 并影响其产量。施用氮磷化肥的增产效应, 其最终结果是调节了植株体内最重要元素氮磷的合理比例, 植株体内某一方面比值过大都不能带来应有的经济效益, 有时反会产生负的影响。

试验设计和方法

一、试验设计

主要设计是在天津市土壤肥料研究所用于化肥试验网的十二个处理中,选出五个处理:CK、 N_0P_2 、 N_2P_0 、 N_2P_2 、 $N_2P_2K_1$ 进行盆栽试验,N、P、K配合用量为: N_2 —12千克N/亩, P_2 —8千克 P_2O_5 /亩, K_1 —4千克 K_2O /亩。1982—1983年重复三次,1983—1984年重复五次,随机排列。

二、植株测试方法

1、取样部位和时期

鲜样:拔节以前,取地上部全株;拔节以后,取主茎分上下二部分测试。

干样:拔节以前取地上部全株,以后均取主茎。

2、测试方法

(1) 不同形态含氮化合物

全氮量:干样,凯氏半微量蒸馏法。

NO_3-N :鲜样,水提(50:1)酚二磺酸分光光度计法。

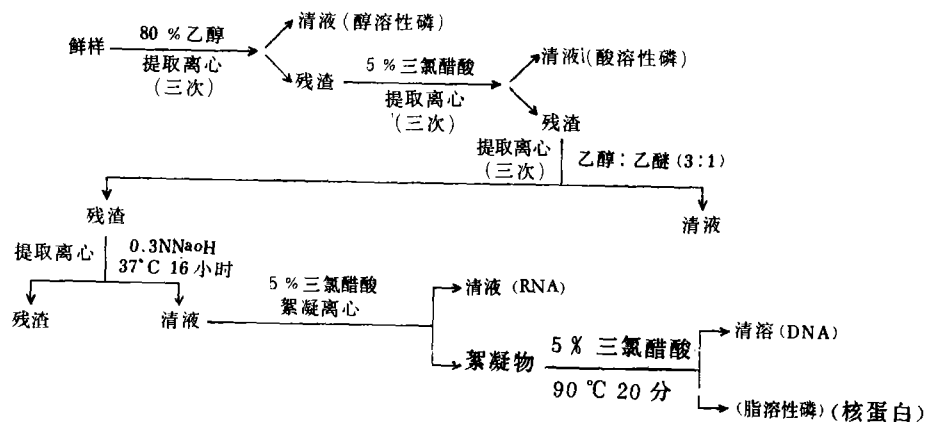
蛋白氮和非蛋白氮:鲜样,加水研磨匀浆,加 $CuSO_4$ 液搅匀,加稀碱液,离心,清液消化蒸馏测值为非蛋白氮,残渣消化蒸馏,测值为蛋白氮。

(2) 硝酸还原酶活性

鲜样,加PH 7.5磷酸缓冲液,分加 H_2O 成0.02M KNO_3 溶液,真空抽气3分钟后置暗室培养(30℃)1小时,取酶液1ml,加1%磺胺溶液和0.02% N—萘基二乙胺盐酸盐溶液,反应30分钟,光电比色计比色。

(3) 不同形态含磷化合物

有机磷分级测定:



各级提取物经消化后，钼兰分光光度计法测磷。

水溶性磷：鲜样，水提（50：1）钼兰分光光度计法。

全磷量：干样，消化、钒钼黄分光光度计法。

三、供试土壤的基础营养性状（表1）

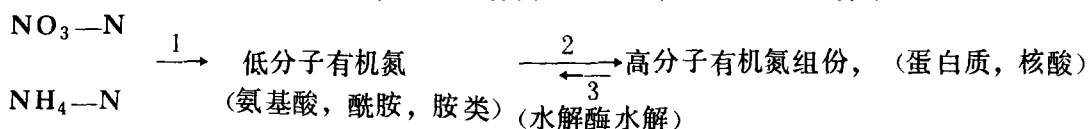
表1 供试土壤的基础营养性状*									
试 验 地 点	日 期	试验方法	代号	土壤名称	有机质%	全氮量%	全钾量%	有效磷 Ppm	碱解氮 mg/100 克土
天津师大	1982—83年	缸栽	I	粗砂	0.21	0.049	0.130	2.1	1.5
天津市土肥所	1982—83年	盆栽	II	潮土	1.14	0.093	0.492	1.5	18.5
天津师大	1983—84年	缸栽	III	潮土	1.19	0.099	0.520	9.7	12.3
天津师大	1983—84年	缸栽	IV	菜园土	1.44	0.340	0.510	130.0	42.1
天津廊坊农科所	1982—84年	大田	V	潮土	1.22	0.093	0.636	2.9	6.2

*各项目均按土壤常规方法测定

结 果 和 讨 论

一、氮营养特征

冬小麦根部摄取无机氮后，将在株体内顺序转化，其过程如一般所述（1）：



冬小麦与土壤供氮能力之间的关系，在冬前幼苗期就有差别（表2），在起身一拔节关键期更为显著（表3）

二、磷营养特征

磷是植物体内的重要营养元素，无机磷被根部吸收后很快转化为有机磷化合物，根据前人资料表明，首先出现核苷酸，包括在酸溶性磷的部分，其次为糖磷酸酯类，包括在醇溶性磷部分，此外形成磷脂类（脂溶性磷部分），核酸（DNA，RNA）和核蛋白等。根部形成的有机磷化合物和余留的无机磷，又可以运输至地上部分继续转化，对植物的细胞分裂，分化，增根，冬小麦的增蘖都有作用。因此，冬小麦在冬前生长30—50天的幼苗（表2）对土壤供磷能力就有明显反应（表4），起身一拔节期缺磷植株（ N_2P_0 处理）还产生“小老苗”

（表3），这时株体内不同形态的含磷化合物数量也有明显不同（表5）

由上述植株氮磷分析资料表明：缺氮少磷土壤，单施氮，植株 NO_3-N ，全氮量高，硝酸还原酶活性高，但蛋白氮含量低，全磷量，核酸含量低，反应植株代谢不正常，磷代谢受抑制，植株生长不好，从盆栽和田间试验都看到缺磷土壤上单施氮肥造成“小老苗”，此种苗小，起身一拔节延迟，叶瘦窄，硬，色暗。我们于1982年曾用营养液培养发现：在缺磷条

表 2 不同施肥处理对冬小麦冬前植株氮素营养状况和苗情影响

试验代号 取样日期	处 理	全 N %	NO ₃ ⁻ -N ppm	非蛋白氮 %	蛋白氮 %	硝酸还原酶活性*		植株生长情况	
						加H ₂ O	加0.02 MKNO ₃	干重克 / 30株	评 定
III 1983. 11. 22	CK	2.55	24	0.04	0.38	0.3	0.8	1.88	株小, 无分蘖
	N ₂ P ₀	2.63	39	0.07	0.39	0.4	1.1	2.17	株小, 叶窄, 0.5分蘖
	N ₂ P ₂	3.36	54	0.08	0.49	1.6	2.1	3.27	壮0.9分蘖
	N ₂ P ₂ K ₁	3.44	78	0.09	0.49	0.9	1.7	4.28	壮1.5分蘖
	N ₀ P ₂	2.41	39	0.07	0.41	0	0.7	3.00	株矮, 叶宽, 0.8分蘖
IV 1983. 11. 17	CK	3.81	59	0.09	0.56			2.40	旺0.8分蘖
	N ₂ P ₀	3.98	115	0.09	0.52			3.19	旺1.4分蘖
	N ₂ P ₂	3.71	140	0.10	0.54			2.58	旺1.3分蘖
	N ₂ P ₂ K ₁	3.71	94	0.09	0.55			2.93	旺1.4分蘖
	N ₀ P ₂	3.79	100	0.09	0.52			2.85	旺1.3分蘖

表 3 1984年冬小麦起身期植株氮素营养状况和苗情

III 1984. 4. 6	CK	3.21	77	0.11	0.47	1.33	3.33	1.05	苗小弱矮
	N ₂ P ₀	3.73	175	0.17	0.54	4.26	8.66	1.10	苗小瘦绿 (小老苗)
	N ₂ P ₂	3.78	82	0.11	0.56	0.26	3.53	4.25	壮, 叶深绿
	N ₂ P ₂ K ₁	3.72	75	0.09	0.55	0.90	5.06	4.00	壮, 叶深绿
	N ₀ P ₂	2.78	71	0.09	0.42	0.26	2.26	1.50	黄绿
IV 1984. 4. 8	CK	4.47	483	0.14	0.54	14.66	22.46	3.83	绿
	N ₂ P ₀	4.05	365	0.11	0.61	15.20	17.06	4.36	绿
	N ₂ P ₂	4.15	418	0.18	0.53	16.00	17.86	4.00	淡绿
	N ₂ P ₂ K ₁	4.22	390		0.56	12.60	15.60	2.83	淡绿
	N ₀ P ₂	4.08	410	0.12	0.57	13.46	17.06	4.03	绿稍深

* 硝酸还原酶活性单位: NO₂⁻μg/g 鲜样/小时

件下小麦根尖有丝分裂指数降低 (表 6)。1983年取盆栽试验植株叶片制作石蜡切片进行维管束数量观察, 缺磷植株维管束个数少 (表 7), 这些资料进一步说明缺磷条件下抑制氮代谢, 磷代谢, 尤其核酸复制受阻, 因而减缓细胞分裂, 就叶片生长发育而言, 则影响叶原基的分化, 叶下表皮细胞数目和叶维管束数目的减少, 从而影响植株的生长发育。缺氮少磷土壤单施磷, 则首先反映出缺氮性状, 植株叶色黄绿, 同时植株内部不同形态含氮化合物和硝酸还原酶活性均低 (表 2 和 3), 反映氮代谢水平低, 虽然全磷量高但核酸含量并不高, 反映磷代谢也不正常, 植株生长也不好; 可见植株体内氮、磷含量应有适当协调比例, 任何一种元素含量过高, 而另一种元素含量不足, 氮磷比例失调都不能发挥其正常的代谢和营养功

表 4 不同施肥处理对冬小麦前植株磷素状况的影响

试验代号 和取样日期	处 理	全P %	水溶P ppm	醇溶P %	酸溶P %	醇醚溶P %	RNA %	DNA %	核蛋白 %	醇溶P + 酸溶P %
III 1983. 11. 22	CK	0. 275	38	0. 0138	0. 0097	0. 0056	0. 0075	0. 0034	0. 0006	0. 0235
	N ₂ P ₀	0. 275	19	0. 0238	0. 0294	0. 0088	0. 0100	0. 0016	0. 0005	0. 0532
	N ₂ P ₂	0. 975	125	0. 0219	0. 0322	0. 0066	0. 0121	0. 0038	0. 0005	0. 0541
	N ₂ P ₂ K ₁	1. 025	100	0. 0316	0. 0372	0. 0053	0. 0155	0. 0044	0. 0012	0. 0638
	N ₀ P ₂	0. 800	106	0. 0263	0. 0388	0. 0034	0. 0131	0. 0038	0. 0014	0. 0651
IV 1983. 11. 17	CK	1. 800	225	0. 0409	0. 0681	0. 0041	0. 0144	0. 0047	0. 0012	0. 1090
	N ₂ P ₀	1. 800	350	0. 0459	0. 0638	0. 0050	0. 0150	0. 0047	0. 0018	0. 1097
	N ₂ P ₂	1. 800	381	0. 0441	0. 0638	0. 0047	—	—	—	0. 1079
	N ₂ P ₂ K ₁	1. 800	400	0. 0267	0. 0666	0. 0047	0. 0150	0. 0044	0. 0013	0. 0933
	N ₀ P ₂	1. 800	406	0. 0500	0. 0650	0. 0050	0. 0147	0. 0044	0. 0013	0. 1150

表 5 1984年冬小麦起身期植株磷素营养状况

试验代号 和取样日期	处 理	全 P %	水溶P %	醇溶P %	酸溶P %	醇醚溶P %	PNA	DNA	核蛋白	醇溶P + 酸溶P %
III 1984. 4. 6	CK	0. 194	106	0. 0076	0. 0099	0. 0030	0. 0080	0. 0035	0. 0010	0. 0175
	N ₂ P ₀	0. 211	56	0. 0066	0. 0206	0. 0023	0. 0084	0. 0035	0. 0007	0. 0272
	N ₂ P ₂	0. 519	138	0. 0213	0. 0277	0. 0042	0. 0130	0. 0050	0. 0011	0. 0490
	N ₂ P ₂ K ₁	0. 563	96	0. 0171	0. 0241	0. 0016	0. 0109	0. 0042	0. 0010	0. 0412
	N ₀ P ₂	0. 441	164	0. 0159	0. 0297	0. 0049	0. 0090	0. 0035	0. 0007	0. 0456
IV 1984. 4. 8	CK	0. 600	339	0. 0204	0. 0473	0. 0061	0. 0148	0. 0042	0. 0012	0. 0677
	N ₂ P ₀	0. 594	275	0. 0155	0. 0425	0. 0038	0. 0157	—	0. 0005	0. 0580
	N ₂ P ₂	0. 613	435	0. 0194	0. 0454	0. 0059	0. 0140	—	0. 0009	0. 0648
	N ₂ P ₂ K ₁	0. 631	328	0. 0245	0. 0488	0. 0057	0. 0073	0. 0034	0. 0006	0. 0733
	N ₀ P ₂	0. 648	380	0. 0182	0. 0402	0. 0027	0. 0120	0. 0027	0. 0007	0. 0584

能, 以致植株籽粒、茎、叶氮磷含量和植株经济性状都有影响 (表 8), 籽粒品质中氨基酸含量也有差异 (表 9)。单施氮条件下籽粒氮高磷低, 脯氨酸含量增高, 脯氨酸含量往往在不利的代谢生理中, 如干旱和盐渍条件下都可增加植株脯氨酸的含量, 这与高氮低磷营养不协调是一致的。单施磷条件下, 籽粒磷高氮低, 缺氮籽粒中各种氨基酸含量均有减少, 而胱氨酸略高于N₂P₂K₁处理。在缺氮少磷土壤上只有氮磷配合施用得当, 植株体内不同形态氮、磷化合物含量都较高, 植株生长健壮, 这反映植株氮磷代谢正常, 营养机能好, 同时, 籽粒

表 6 不同营养成分对冬小麦 *

处 理	N ₇₀ P ₄₀	N ₇₀ P ₂₀	N ₇₀ P ₄	N ₇₀ P ₀	说 明
项 目					
有丝分裂指数*	3.90	4.1	1.9	1.9	营养液. N. P. 数值为ppm.
根 数 (条)	16.0	16.8	15.5	12.0	四个处理, 三次重复
株高 高 (cm)	40.3	39.0	34.8	22.3	生长40天的幼苗

* 有丝分裂指数% = $\frac{\text{有丝分裂细胞数}}{\text{小区细胞总数}} \times 100\%$ (选10个小区为一组, 镜检统计)

表 7 低磷土壤上不同施肥条件对冬小麦植株叶片维管束发育的影响 *

试验代号	处 理	株高 (厘米)	叶 长 (厘米)	叶 宽 (厘米)	长/ 宽	叶片维管束数 (个)	干 重 克/ 30株	说 明
取样日期								
I	CK	16	4.7	0.40	11.8	14.0 (9)	1.5	N ₁ : 6 千克N/亩
	N ₃ P ₀ K ₁	19	6.2	0.40	15.4	17.8 (9)	2.3	N ₂ : 12 千克N/亩
1983.4.8	N ₂ P ₂ K ₁	24	5.1	0.45	11.3	25.3 (10)	2.8	N ₃ : 18 千克N/亩
	N ₁ P ₃ K ₁	21	5.9	0.50	11.8	23.6 (10)	2.2	P ₂ : 8 千克P ₂ O ₅ /亩 P ₃ : 12 千克P ₂ O ₅ /亩

* 维管束数目: 心叶下第二展开 中段制作石蜡切片, 每5片平均数, 括号为叶片叶龄值

表 8 不同施肥处理对氮磷缺乏土壤冬小麦植株经济性状的影响

试验代号 和取样日期	处 理	植株氮磷含量 %				植 株 性 状					
		籽 粒		茎 叶		株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	有效小穗 (个)	无效小穗 (个)	分蘖数 (个)	产 量 克/ 30株
		N	P	N	P						
III 1984. 6. 7	CK	2. 51	0. 81	0. 5 2	0. 15	42. 5	3. 79	7. 3	0. 4	0	5. 96
	N ₂ P ₀	3. 02	0. 58	0. 6 3	0. 23	42. 2	4. 63	8. 5	0. 6	0	6. 56
	N ₂ P ₂	2. 58	0. 68	0. 6 2	0. 17	51. 8	5. 92	11. 8	0. 6	0. 30	16. 50
	N ₂ P ₂ K ₁	2. 53	0. 56	0. 6 5	0. 14	51. 2	5. 88	12. 1	0. 5	0. 35	16. 32
	N ₀ P ₂	2. 23	0. 81	0. 5 5	0. 21	46. 8	4. 11	7. 8	0. 7	0	6. 26

表 9 不同施肥处理对氮磷地乏土壤植株籽粒氨基酸组成的影响 (单位: 克/100克样本)

氨基酸组成	处 理	$N_0 P_0 K_0$	$N_3 P_0 K_1$	$N_1 P_3 K_1$	$N_2 P_2 K_1$
Asp		0.72	0.93	0.62	0.77
Thr		0.40	0.53	0.34	0.43
Ser		0.60	0.84	0.50	0.66
Glu		4.52	6.95	3.69	5.15
Gly		0.56	0.71	0.46	0.58
Ala		0.49	0.67	0.42	0.51
Cys		0.15	0.08	0.13	0.10
Val		0.60	0.81	0.52	0.65
Met		0.20	0.27	0.16	0.20
Ileu		0.48	0.70	0.41	0.54
Leu		0.88	1.25	0.74	0.99
Tyr		0.39	0.57	0.33	0.45
Phe		0.58	0.90	0.49	0.71
Lys		0.38	0.46	0.33	0.39
NH ₃		0.50	0.81	0.42	0.63
His		0.28	0.40	0.23	0.32
Arg		0.65	0.90	0.59	0.73
Pro		1.28	2.15	1.03	1.55
Trp		—	—	—	—

* 北京农业大学 P35-50 氨基酸自动分析仪测定 (1983.6 取自试验 I)

产量高 (表 8) 品质好 (表 9), 并有联合效应。如果土壤肥力高再施用氮磷肥料, 则植株体内从营养含量和酶活性看, 各处理之间差异不明显, 反映所施肥料无明显效果。

几年来田间和盆栽试验结果表明, 欲得到氮磷配合的联合效应, 在缺氮少磷土壤上基施氮磷以 2:1 较好 (表 10), 施氮过多或施磷过多都影响经济产量或效益。与此同时植株在起身一拔节期全氮全磷比值维持在 8—10 之间最佳 (表 10), 植株 N/P 比过大 (>10) 属高氮型, 比例过小 (<8) 属高磷型, 这时植株体内氮磷比例失调就不能发挥株体内氮磷应有的生理效应和联合增产效应。

结 语

表10 几种土壤和施肥条件下, N P基肥用量和冬小麦起身一拔节期植株 N/ P比与产量的关系 *

试验 代号	处 理	施 N 量 千克/ 亩	施 P 量 千克/ 亩	N/ P	植 株 起 身 一 拔 节 期			苗 情	产 量 克/30株
					全 N %	全 P %	N / P		
I	N ₁ P ₃ K ₁	3.6	5.2	0.68	2.65	0.281	5.43	叶薄色淡 N低P高	9.3
	N ₂ P ₁ K ₁	7.2	1.8	4.00	3.41	0.263	12.97	N高P低	9.0
	N ₂ P ₂ K ₁	7.2	3.5	2.05	3.11	0.388	8.61	正 常	12.6
	N ₂ P ₃ K ₁	7.2	5.2	1.37	4.00	0.463	8.60	正 常 N高P低	9.3
	N ₃ P ₀ K ₁	10.8	0	—	3.46	0.125	22.18	苗小叶窄 N高P低	3.0
	C K	0	0	—	2.40	0.286	8.54	苗 小 N低P低	3.9
II	N ₀ P ₃ K ₀	0	5.2	—	2.26	0.426	5.31		4.9
	N ₂ P ₁ K ₀	4.7	1.8	2.69	3.93	0.350	11.26		13.5
	N ₂ P ₂ K ₀	4.7	3.5	1.37	3.79	0.412	9.20		4.7
	N ₃ P ₃ K ₀	7.2	5.2	1.37	4.10	0.562	7.31		15.1
	N ₃ P ₀ K ₀	7.2	0	—	3.74	0.250	14.96		9.3
	C K	0	0	—	3.21	0.188	17.07		7.3
III	N ₀ P ₂ K ₀	0	3.5	—	2.78	0.441	6.30		6.3
	N ₂ P ₂ K ₀	7.2	3.5	2.05	3.78	0.519	7.28		16.5
	N ₂ P ₂ K ₁	7.2	3.5	2.05	3.72	0.563	6.61		16.3
	N ₂ P ₀ K ₀	7.2	0	—	3.73	0.211	17.68		6.6
	C K	0	0	—	3.21	0.194	16.65		6.0
IV	N ₀ P ₁ K ₀	0	2.6	—	1.20	0.141	8.51	苗小早衰 低N低P	143.5
	N ₃ P ₂ K ₀	14.4	6.1	2.29	2.42	0.238	10.17	正 常	320
	N ₅ P ₄ K ₀	26.0	11.3	2.29	2.15	0.209	10.29	正 常	366
	N ₃ P ₀ K ₀	14.4	0	—	2.11	0.181	11.66	苗小贪青 N高P低	168
	C K	0	0	—	1.72	0.141	12.20	苗小早衰 低N低P	168

* 第IV试验 N₃: 14.4公斤 N/ 亩; N₅: 26公斤/ 亩P₁: 6公斤 P₂O₅/ 亩; P₂: 14公斤 P₂O₅/ 亩; P₄: 26公斤 P₂O₅/ 亩

产量单位是公斤/ 亩。

冬小麦植株不同形态含氮含磷化合物含量和酶活性, 与不同肥力土壤和施肥均有密切关系, 并影响整个植株生长发育产量和品质。在缺氮少磷的土壤上单施氮或单施磷都得不到正常的经济效益。只有在氮磷合理配合施用下既能促进植株正常而健壮的生长, 又能取得产量上的联合效应。这是因为植株体内氮代谢、磷代谢、酶活性, 包括蛋白质, 酶、核酸的合成与代谢, 都需在比例适当的氮磷配合下才能正常进行, 生理过程顺畅无阻。植株体内氮磷任一种元素过量或不足所需, 不仅影响该元素本身同时也影响另一元素的代谢, 从而影响该元素的作用的发挥, 以致影响该元素应有的经济效益。这一点可作为对在不同土壤上进行氮磷经

济合理用量和适宜配比条件下取得联合效应时的生理学基础的理解。

参 考 文 献

E. A. Kirkby. 1982. 氮素供应与植物生长的关系。土壤学进展 1982, 2—28—37。

PHYSIOLOGICAL FOUNDATION OF COMBINING EFFECT OF FERTILIZATION OF N- P COMBINATIONS ON WINTER WHEAT

Wang Daokuan Ma Xiuzhong

Guo Quanwei He Junying Guo Chengjin

(Department of Biology, Normal university of Tianjin, Tianjin)

ABSTRACT

The study discussed the physiological foundation of supplementary effect for fertilization of N—P combinations in winter wheat, which base on a regimen of economic and rational fertilizations with that appropriate ratio of N. P. K. elements. The result shows that if N or P fertilizer applies alone in the soil of N—P deficiency, the plants grow poorly. Because of, when N fertilizer applied alone, the P deficiency appeared in plants firstly, the content of nucleic acid was lower and inhibited the P metabolism. Even though the N was absorbed and it results in the natrate reductase increased, the content of protein- N was lower. It indicated the P deficiency also effected the N- metabolism in plants. On the other hand, when P fertilizer applied alone, the N deficiency appeared in plants firstly, while the N- metabolism was maintained at a low level. Though the P was absorbed, the content of nucleic acid was low. It indicated the N- deficiency affected the P- metabolism in plants. Only in the status, when the N and P fertilizer was applied by combination of rational rate and ratio, the contents of different form of N and P compounds involved the nucleic acid and protein both were higher. And only at that time, the N: P ratio was a coordinative proportion, the N and P metabolism was maintained at a normal level. Thus the function of N- P nutriets was maintained well. The plants were vigorous and high yield will be attained.

Key word: Winter wheat; Nitrogen nutrition; Phosphorus nutrition; Combining effect