

黄土高原旱区长期施肥条件下 土壤钾素形态空间分布特征及有效性研究

李芳林¹, 郝明德^{1,2}, 李燕敏¹, 高长青³

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 长武县农业技术推广中心, 陕西 长武 713600)

摘要: 在黄土高原南部旱地长期肥料定位试验的基础上研究了土壤钾素空间分布特征及其有效性。结果表明: 长期施肥后土壤中特殊吸附性钾(SAK)和非特殊吸附性钾(NSAK)储量增加, 但水溶性钾(WSK)和非交换性钾(NEK)则有明显的下降, 单施 N 水溶性钾下降了 48.24%, 单施 P 下降 32.32%, NP 配施和 NPK 配施分别下降 10.61% 和 17.93%, 非交换性钾降幅为 8.56%~24.91%。增施钾肥可以缓解因长期施肥作物生长所携出的钾素, 增加耕层土壤中的水溶性钾、非特殊吸附性钾及特殊吸附性钾。相关分析结果表明, 土壤不同形态钾素对速效钾的重要性依次为 WSK>NSAK>SAK>NEK, 土壤速效钾与水溶性钾、非特殊吸附性钾呈显著相关, 与特殊吸附性钾和非交换性钾无显著相关性。

关键词: 长期施肥; 土壤钾素形态; 空间分布; 有效性; 黄土高原旱区

中图分类号: S143.3; S158 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0127-05

钾是植物必需的营养元素之一, 也是土壤中含最高的大量营养元素之一。土壤中钾的植物有效性取决于土壤钾素的存在形态和分布状况。长期施肥不仅影响土壤钾素数量的变化, 也影响其空间分布状况。研究土壤钾素的化学特性是管理土壤和合理施用钾肥的基础^[1]。土壤钾素的形态分级研究始于 20 世纪 50 年代, 国外学者 Bear 等^[2~5]对土壤供钾能力和不同形态钾的有效性做了大量的研究, 目前国内关于土壤钾素研究进展的报道也很多^[6~11], 但关于土壤钾素化学特性的研究主要集中在表层及浅层养分含量上, 有关长期施肥条件下土壤钾素形态空间分布特征的研究尚不多见。金继运^[6]等把土壤钾素中交换性钾按位置和有效性不同划分为活性不同的非特殊吸附性钾和特殊吸附性钾两种形态, 进而把土壤钾素分为水溶性钾、非特殊吸附性钾、特殊吸附性钾、非交换性钾和矿物钾 5 种形态, 使土壤钾素的研究进入了一个新的发展时期, 大大地促进了土壤钾素形态分级、空间分布和有效性的研究。本文以黄土高原南部旱地肥料长期定位试验为基础, 采用金继运钾素化学形态分析的方法, 研究长期施肥对土壤钾素形态空间分布的影响, 旨在为同类地区土壤管理和合理施用钾肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验概况

长期肥料定位试验位于黄土高原中南部的陕西省长武县十里铺村旱地上, 开始于 1984 年。所在区域属暖温带大陆型季风气候, 属半湿润易旱地区, 是典型的雨养农业区, 在黄土旱区具有一定代表性。该区多年(1957~2000 年)平均降水量为 578.5 mm, 年际间差异较大, 54% 的降水集中在 7~9 月份, 年均气温 9.1℃。1984 年试验开始时, 0~20 cm 土壤有机质含量为 10.5 g/kg, 全 N 含量为 0.57 g/kg, 碱解氮含量为 37.0 mg/kg, 全磷含量为 0.66 g/kg, 有效磷含量为 2.3 mg/kg, 速效钾含量为 129.3 mg/kg, pH 8.3。2006 年土壤基本理化性状见表 1。

1.2 试验设计

选取长期肥料定位试验的 5 个处理: (1)CK(不施肥); (2)N(单施氮肥, N 90 kg/hm²); (3)P(单施磷肥, P₂O₅ 90 kg/hm²); (4)NP(N 90 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm²); (5)NPK(N 90 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²)。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 5.5 m×4 m=22 m²。试验所用氮肥为尿素(N 46%), 磷肥为过磷酸钙(P₂O₅ 16.17%), 钾肥为

收稿日期: 2009-01-04

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD05B07, 2006BAD09B042); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-424-3, KSCX1-YW-N15-04)

作者简介: 李芳林(1983-), 男, 广西桂林人, 硕士研究生, 主要研究方向为土壤肥力与环境研究。E-mail: lf510@163.com。

* 通讯作者: 郝明德(1957-), 男, 陕西华县人, 研究员, 博士生导师, 主要从事土壤肥力与黄土高原综合治理研究。E-mail: mdhao@ms.iswc.ac.cn。

硫酸钾(K_2O 60%)。所有肥料于小麦播种前一次性撒施地表,翻入土中。本试验于 2006 年 9 月采集小

麦连作 0~300 cm(每 20 cm 一层)土壤样品,风干过筛后备用。

表 1 2006 年土壤基本理化性状

Table 1 The basic physical and chemical properties of soil in 2006 (0~20 cm)

处理 Treatment	有机质 O·M· (g/kg)	全氮 Total N (g/kg)	碱解氮 Availabl N (mg/kg)	全磷 Total P (g/kg)	速效磷 Available P (mg/kg)	全钾 Total K (g/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)
CK	12.16	0.73	44.44	0.76	4.07	16.94	160.69
N	11.84	0.80	52.55	0.78	6.13	17.32	146.67
P	11.04	0.71	43.02	1.25	40.6	17.11	151.92
NP	13.14	0.80	60.66	1.01	18.18	16.96	132.49
NPK	13.62	0.96	57.38	0.94	25.70	16.79	191.78

1.3 测定方法

关见中在对养分含量的变化土壤钾形态分级:水溶性钾用蒸馏水浸提;非交换性钾是 1 mol/L 硝酸浸提与 1 mol/L 乙酸铵浸提之差^[12];交换性钾是 1 mol/L 乙酸铵浸提与水溶性钾之差;非特殊吸附性钾是 0.5 mol/L 乙酸镁浸提与水溶性钾之差;特殊吸附钾为 1 mol/L 乙酸铵浸提钾与 0.5 mol/L 乙酸镁浸提钾之差值^[6];全钾用 HF-HClO₄ 熔融^[12]。各级钾的浸提液均用火焰光度计测定。

2 结果与分析

2.1 长期施肥条件下不同形态钾素在土壤剖面中的变化

2.1.1 水溶性钾含量的变化 土壤水溶性钾(Water soluble potassium, WSK)是以离子形态存在于土壤溶液中的钾,是土壤中活动性最高的钾,可以为植物直接吸收利用,是植物钾素营养的直接来源^[6],但这部分钾素含量很低,只是植物所需钾量的很小部分^[13]。

黄土旱区土壤水溶性钾剖面分布特征明显(图 1),耕层土壤水溶性钾含量均最高,耕层以下含量逐渐降低,在深层含量有由弱上升趋势,但基本趋于稳定。耕层水溶性钾以单施 N 含量最低,为 20.43 mg/kg,比 CK 降低了 13.06 mg/kg,且在整个 0~300 cm 土壤剖面均低于对照,最低含量出现在 120~140 cm 土层,仅为 2.9 mg/kg,相当于耕层的 14.19%,与同层 CK 相比下降 50.34%。单施 P 耕层水溶性钾含量为 31.38 mg/kg,较 CK 降低 2.11 mg/kg,最低值出现在 220~240 cm 土层,为 3.05 mg/kg,相当于耕层的 9.72%。NP 配施耕层水溶性钾含量为 21.34 mg/kg,较 CK 降低了 12.15 mg/kg,但在 100~180 cm 土层较 CK 提高了 25.72%~153.75%,低谷出现在 240~260 cm 土层,为 7.25 mg/kg,相当于耕层含量

的 17.46%。在 NP 配施基础上加施钾肥,可以显著提高 0~40 cm 表层土壤水溶性钾含量,0~20 cm、20~40 cm 土层较 CK 分别提高了 16.08%和 15.76%,但对 40 cm 以下土层影响不明显,最低值出现在 160~180 cm,为 2.63 mg/kg,只相当于耕层的 6.77%。

2.1.2 非特殊吸附性钾含量的变化 非特殊吸附性钾(Non-specifically adsorbed potassium, NSAK)是指土壤胶体表面上吸附的,且能被 Ca²⁺、Mg²⁺等所交换的钾^[14]。一般用 0.5 mol/L 中性 Mg(OAC)₂ 进行浸提测定,数值上等于 Mg(OAC)₂ 浸提钾与水溶性钾之差^[6]。

从剖面上看,各施肥处理土壤非特殊吸附性钾含量的变化特征明显(图 2),由耕层往下含量逐渐降低,至 60~80 cm 处均降到最低值,相当于耕层含量的 14.85%~70.65%,80 cm 以下各处理含量先增加后略有下降,最终维持在与耕层相当的水平。

施肥对耕层土壤非特殊吸附性钾含量的影响较大,以 NPK 配施效果最明显。0~20 cm 土层以 NPK 配施含量最高,为 26.29 mg/kg,较 CK 增加 199.43%,较单施 N 增加 83.08%,较单施 P 增加 240.76%,较 NP 配施增加 367.70%;20~40 cm 土层以单施 N 含量最高,NPK 配施次之。CK、单施 N 下降幅度不大,含量分别为 7.24 mg/kg 和 12.30 mg/kg,单施 P、NP 配施及 NPK 配施下降幅度较大,分别下降了 63%、40%和 60%;40~60 cm 土层仍以单施 N 含量最高,NPK 配施次之,单施 P、NP 配施和 CK 的差别不大;60~80 cm 土层各处理均出现最低谷,相当于耕层的 14.85%~70.65%;80 cm 以后各处理含量先增加后略有下降,并最终稳定在 7.00~11.00 mg/kg 之间。

施肥促进作物生长,增加生物量,进而增加土壤中钾素的携出,如无外源钾素的及时补充则会增加土壤钾素出现亏缺的几率,单施 N 土壤钾素含量维

持不变的原因可能与土壤中较多的 NH_4^+ 与 K^+ 竞争,从而促进土壤矿物中钾素的释放有关;单施 P 肥作物分蘖较少,从土壤中携出的钾素较少,深层土壤中钾含量较高;NP 配施后作物生长迅速,大量钾素

随作物生长携出土壤,从而造成土壤中钾素的亏缺;配施钾肥可缓解造成的钾素亏缺状况,这在土壤中缺钾的地区显得尤为重要,但是如何施钾及施钾量的多少还需进一步研究。

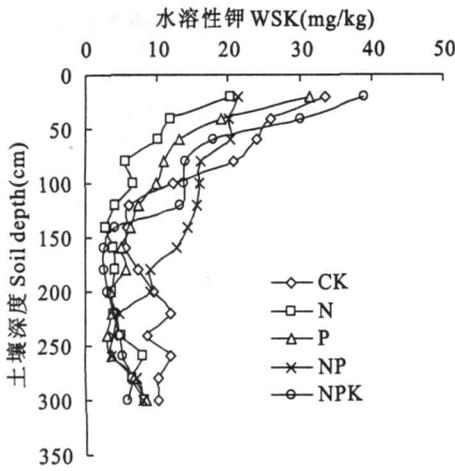


图1 水溶性钾的空间分布特征

Fig.1 Spatial distribution characteristics of water soluble potassium

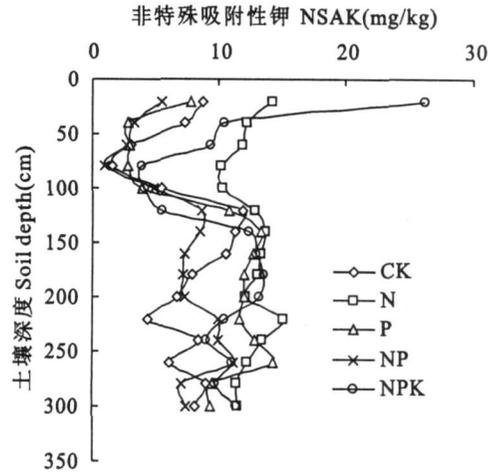


图2 非特殊吸附钾的空间分布特征

Fig.2 Spatial distribution characteristics of non-specifically adsorbed potassium

2.1.3 特殊吸附性钾含量的变化 土壤特殊吸附性钾(Specifically adsorbed potassium, SAK)是指2:1型粘土矿物楔形位上特殊吸附,不能被 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等所交换,但能被 NH_4^+ 所交换或通过水分子之间形成氢键进行的电子传递过程而释放的钾,它与土壤非特殊吸附性钾一起构成土壤交换性钾,可以被作物直接吸收利用,是土壤速效钾的主要组成部分^[6]。0~20 cm 土层特殊吸附性钾含量以 NPK 配施含量最高(图 3),较 CK 提高 44.79%,NP 配施提高 9.93%,单施 N 提高 6.12%,单施 P 降低 9.92%;20~40 cm 土层特殊吸附性钾含量均出现不同程度下降,下降幅度为 4.9%~24.5%,NPK 配施下降幅度最大;40~80 cm 土层有小幅度上升,提升幅度为 0.17%~10.72%;80 cm 以下又开始下降直到保持基本平衡。

综合以上分析可以看出,化肥单施效果不及化肥配施,化肥配施又以施钾效果明显,增施钾肥显著提高了耕层土壤的特殊吸附性钾含量,但在剖面内的变化幅度很大,可能与长期淋溶,在土壤形成累积层有关。

2.1.4 非交换性钾含量的变化 土壤非交换性钾(Non-exchangeable potassium, NEK)主要是指易风化含钾矿物晶格内含有的钾和土壤内固钾矿物所固定的钾,是土壤中不能被其它离子所交换的,通常用 1 mol/L 的硝酸煮沸浸提^[6]。非交换性钾是土壤速效

钾的储备形态,在一定条件下可以逐渐转化为速效钾。另外,在不施钾或者施钾不足条件下非交换性钾是作物钾素营养的主要来源,是评价土壤长期供钾潜力的主要指标。

长期施肥后土壤非交换性钾在剖面中的分布不同于以上三种形态的钾(图 4)。施肥处理的土壤非交换性钾在 0~300 cm 各土层均低于不施肥处理,各处理均有随土层深度增加而下降的趋势,其中不施肥下降缓慢,施肥的处理呈波浪状下降,变化幅度较大。化肥单施和配施之间的变化规律又有所不同,单施 N 和单施 P 在 0~100 cm 下降幅度较小,100 cm 以下开始大幅度下降,最高降幅分别为 50.68%和 47.59%;NP 配施后土壤非交换性钾含量 20~40 cm 土层下降了 8.55%,后略有回升,80 cm 以后开始大幅下降,最大降幅为 30.82%;增施钾肥后,20~40 cm 土层土壤交换性钾下降 14.37%,40~80 cm 略有回升,升幅仅为 2.10%~6.46%,80 cm 以下土层最大降幅可达 34.78%。

2.2 施肥对钾素累积的影响

长期施肥后土壤中不同形态钾素的累积量变化不一(表 2)。施用化肥土壤水溶性钾累积量有所降低,单施 N 下降了 48.24%,单施 P 下降 32.32%,NP 配施和 NPK 配施分别下降 10.61%和 17.93%。增施钾肥能提高耕层水溶性钾累积量,在 0~60 cm 土层中 NPK 配施水溶性钾较 CK 提高 4.32%;NP 配施

能提高 60~200 cm 土层水溶性钾累积量,较 CK 提高 37.12%;200~300 cm 土层各处理水溶性钾含量较 CK 均下降,下降幅度为 39.93%~51.46%。NP 配施的非特殊吸附性钾累积量与 CK 差异不明显,单施 N、P 以及 NPK 配施有显著提高,较 CK 分别提高 70.51%、25.83% 和 48.37%,NPK 配施在 0~60

cm 土层,提高幅度最明显,较 CK 提高 141.44%。施化肥能提高土壤特殊吸附性钾含量,0~300 cm 土壤特殊吸附性钾总累积量上升了 20%~32.07%,增施钾肥效果最明显,总累积量提高了 32.07%。施肥后土壤非交换性钾含量均降低,降幅为 8.56%~24.91%,增施钾肥降幅最小,单施 N 降幅最大。

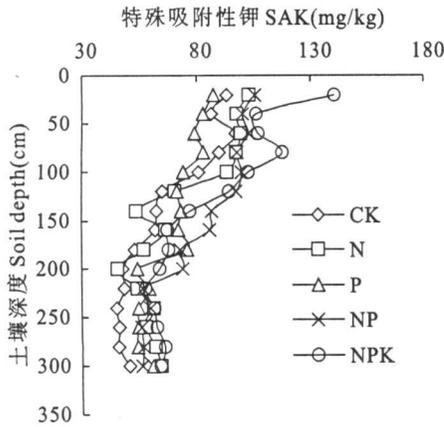


图 3 特殊吸附性钾的空间分布特征

Fig.3 Spatial distribution characteristics of specifically adsorbed potassium

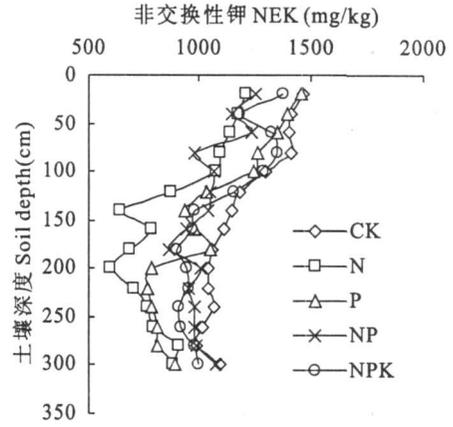


图 4 非交换性钾的空间分布特征

Fig.4 Spatial distribution characteristics of non-exchangeable potassium

表 2 施肥对钾素累积的影响(g/m^2)

Table 2 Effect of fertilization on accumulation of different K forms

钾素形态 K forms	土层 Soil layer (cm)	处理 Treatment				
		CK	N	P	NP	NPK
水溶性钾 WSK	0~60	21.67	11.08	16.54	16.07	22.60
	60~200	17.60	8.10	12.66	24.13	13.99
	200~300	13.76	8.27	6.68	7.20	6.92
非特殊吸附性钾 NSAK	0~300	53.02	27.44	35.89	47.40	43.52
	0~60	4.97	10.01	3.51	3.00	11.99
	60~200	14.36	22.29	17.59	11.63	17.11
特殊吸附性钾 SAK	200~300	9.36	16.60	14.99	11.84	13.45
	0~300	28.68	48.90	36.09	26.47	42.55
	0~60	71.94	78.01	64.89	80.05	91.79
非交换性钾 NEK	60~200	119.92	125.81	131.04	159.46	153.25
	200~300	61.72	78.16	74.06	74.43	81.51
	0~300	253.58	281.98	269.99	313.94	326.54
	0~60	1114.04	916.26	1093.04	945.55	1011.25
	60~200	2147.94	1494.21	1900.96	1806.86	1975.11
	200~300	1356.34	1057.30	1053.69	1293.52	1236.45
	0~300	4618.32	3467.77	4047.69	4045.93	4222.81

2.3 土壤有效钾与不同形态钾素的相关性分析

土壤速效钾与不同形态钾素之间存在一定的相关关系。从表 3 可以看出,土壤速效钾与土壤中水溶性钾(WSK)、非特殊吸附性钾(NSAK)之间呈显著相关,与特殊吸附性钾(SAK)相关,与非交换性钾

(NEK)无相关性,所以土壤中不同形态的钾对速效钾的重要性为 $WSK > NSAK > SAK > NEK$ 。由此可以表明,土壤速效钾和不同形态钾素之间是相互影响和相互制约的。在土壤不同形态钾素之间,NSAK 和 SAK 之间达到显著相关,其它形态钾素之间不存

在显著相关性。

表3 土壤速效钾及各钾素形态间的相关关系
Table 3 Correlation coefficients among different K forms

钾素形态 K forms	速效钾 Avail. K	水溶性钾 WSK	非特殊吸附性钾 NSAK	特殊吸附性钾 SAK	非交换性钾 NEK
速效钾 Avail. K	1.0000				
水溶性钾 WSK	0.8832*	1.0000			
非特殊吸附性钾 NSAK	0.8691*	0.5453	1.0000		
特殊吸附性钾 SAK	0.7078	0.4089	0.8844*	1.0000	
非交换性钾 NEK	0.4614	0.8079	-0.0286	-0.1973	1.0000

注: * 表示显著相关。Note: * Indicates correlation significance at 0.05 level.

3 结论

1) 长期施用化肥对黄土旱区耕层土壤不同形态钾含量影响差异明显:增施钾肥可以显著提高水溶性钾含量,NPK配施水溶性钾含量为38.87 mg/kg,较对照提高了16.08%,单施N、P以及NP配施耕层水溶性钾含量较对照均不同程度降低,降幅分别为38.99%、6.29%和36.27%;NPK配施还能显著提高耕层土壤非特殊吸附性钾含量以及特殊吸附性钾含量,其含量分别为26.29 mg/kg和140.35 mg/kg,较CK增加了199.43%和44.79%,单施N耕层土壤非特殊吸附性钾和特殊吸附性钾含量也高于CK,较CK分别高出64%和10.32%,效果没有增施钾肥明显,单施P土壤非特殊吸附性钾和特殊吸附性钾皆低于CK,NP配施能提高耕层土壤特殊吸附性钾含量却降低了非特殊吸附性钾含量,增减幅度分别为12.94%和37.19%;各施肥处理的土壤非交换性钾均低于CK,降幅为1.01%~17.84%。

2) 从剖面分布来看,不同形态钾素变幅不一。水溶性钾、特殊吸附性钾和非交换性钾都具有由耕层向下逐渐降低的趋势,且单施N、P的水溶性钾和非交换性钾含量在0~300 cm剖面都低于CK;施肥后非特殊吸附性钾的峰值一般出现在120 cm以下土层,但增施钾肥显著提高了耕层非特殊吸附性钾含量,因此NPK配施土壤剖面的非特殊吸附性钾有双峰表现。

3) 施用化肥对各形态钾素在空间上的累积影响大体一致。施肥的水溶性钾和非交换性钾的累积量均降低,单施N下降了48.24%和8.56%,单施P下降32.32%和12.36%,NP配施下降了10.61%和12.39%,NPK配施下降了17.93和24.91%,虽然增施钾提高了0~60 cm土层水溶性钾的累积量,但总量上还是较CK有所下降;施肥能提高土壤非特殊吸附性钾和特殊吸附性钾的累积量,增施钾肥增幅显

著,NPK配施较CK分别提高了70.51%和32.07%。

4) 进行相关分析表明,土壤不同形态钾素对速效钾的重要性依次为WSK>NSAK>SAK>NEK,由此可以看出,土壤水溶性钾可称为土壤的有效钾源,非特殊吸附态钾是土壤的潜在钾源。

参考文献:

- [1] Franzen D W, Hofmann V L, Halvorson A D, et al. Sampling for site specific farming: Topography and nutrient constructions [J]. Better Crop, 1996, 80(3): 14-18.
- [2] Robert D. Munson. Potassium in Agriculture [M]. Madison, Wis: American Society of Agronomy, 1968: 189-202.
- [3] Hart C E. Effect of potassium deficiency upon translocation of C in detached blade of sugarcane [J]. Plant Physiol, 1970, 45: 183-187.
- [4] Bear. Role of potassium in plants: Potassium for agriculture [J]. Potash and Phosphate Institute, 1980, 3(5): 3-8.
- [5] Kirkman J H, Basker A, Surapaneni A, et al. Potassium in the soils of New Zealand—a review [J]. New Zealand J Agri Res, 1994, 37: 207-227.
- [6] 金继运. 土壤钾素研究进展 [J]. 土壤学报, 1992, 30(1): 94-101.
- [7] 杨振明, 阎飞, 韩丽梅. 土壤钾素研究的新进展 [J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(3): 99-106.
- [8] 谢建昌, 周健民. 我国土壤钾素研究和钾肥使用的进展 [J]. 土壤, 1999, 31(5): 244-245.
- [9] 梁成华, 魏丽萍, 罗磊. 土壤固钾与释钾机制研究进展 [J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 679-684.
- [10] 徐晓燕, 马毅杰, 张瑞平. 土壤中钾的转化及其与外源钾相互关系的研究进展 [J]. 土壤通报, 2003, 34(5): 489-492.
- [11] 潘大伟, 梁成华, 杜立宇. 土壤含钾矿物的释钾研究进展 [J]. 土壤通报, 2005, 36(2): 253-258.
- [12] 鲍士旦, 史瑞和. 土壤农化分析 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [13] 谢建昌, 周健民. 钾与中国农业 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2000.
- [14] 黄绍文, 金继运, 王泽良, 等. 北方主要土壤钾形态及其植物有效性研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 1998, (2): 156-164.

(英文摘要下转第142页)

方法[M].北京:科技出版社,1983,308—309.

究[D].南京:南京农业大学,2002.

[19] 孙传范,曹卫星.小麦氮素利用效率的生理生态与氮肥调控研究

Effect of application of urea-urease inhibitor on grain yield and N use efficiency of wheat

WANG Gui-liang¹, XIAO Yan-bo², YE You-liang^{1*}, LI Huan-huan¹,
SHANG Yun-feng³, BAI Bo⁴, MENG Yun-tong⁴

(1. College of Resources and Environment, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 45002, China;

2. School of Chemistry and Biotechnology, Yunnan Nationalities' University, Kunming, Yunnan 650550, China;

3. Xuchang Soil and Fertilizer Research Station, Xuchang, Henan 461100, China;

4. Henan Pingan Seed Company, Wenxian, Henan 410825, China)

Abstract: In order to guarantee the high yield of grain and improve the nitrogenous fertilizer utilization efficiency, an experiment was conducted in Wenxian and Xuchang of Henan province to compare the effects of nitrogenous fertilizer with different concentration of urease inhibitor on wheat. The results showed: (1) The great effects on groups developments and dry matter accumulation was in jointing stage and anthesis, with 0.12‰ urea-urease inhibitor was the best. (2) Urea with 0.12‰ urease inhibitor made the highest yield, and improved the number of ear of wheat and the weight of the seeds. (3) Urea with urease inhibitor get higher RE, PFP and AE than conventional urea use, and urea with 0.12‰ urease inhibitor made the highest.

Keywords: urease inhibitor; N use efficiency; winter wheat; yield

(上接第 131 页)

Research on characteristics of spatial distribution and availability of soil potassium forms under long-term fertilization in the dryland of the Loess Plateau

LI Fang-lin¹, HAO Ming-de^{1,2}, LI Yan-min¹, GAO Chang-qing³

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Changwu Agricultural Technology Extension Center, Changwu, Shaanxi 713600, China)

Abstract: Research on characteristics of spatial distribution and validity of soil potassium was carried out in the long-term orientation fertilization experiment. The result showed that there was significant increase of specifically adsorbed potassium (SAK) and non-specifically adsorbed potassium (NSAK) reserves, while the water soluble potassium (WSK) and non-exchangeable potassium (NEK) were obviously decreased. The WSK decrease were 48.24% in the single N treatment, 32.32% in the single P treatment, 10.61% in the combination of N and P treatment, and 17.93% in the NPK treatment. The NEK decrease ranged from 8.56% to 24.91% compared to the non-potassium applying treatment. The applying of potassium could supplement the potassium lost during the plant growing, and increase the content of WSK, NSAK and SAK in the top soil. Correlation analysis results showed that soil available K was significantly correlated with the WSK and NSAK, but not significant correlated with the SAK and NEK.

Keywords: long-term fertilization; soil potassium form; spatial distribution; availability; dryland of the Loess Plateau