

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2009)04-0207-06

生态功能材料坡缕石的保水及对马铃薯产量效应研究

蔺海明¹, 刘伟生², 刘学周¹, 王 蒂^{1, 3*}, 宋 颖⁴, 柳明珠²

(1. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 兰州大学化学化工学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃凯迪生态农业科技有限公司, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 坡缕石具有较强的保水性、吸附性和缓释性, 是一种新型的生态功能材料, 在农业上具有广阔的应用前景。为探明其保水及增产效应, 以马铃薯为指示作物进行了其不同配施方式的研究, 结果表明, 坡缕石和保水剂、营养肥料配施能明显促进马铃薯的株高增长、增加茎叶和穴薯鲜重量、提高马铃薯单位面积产量和改善马铃薯品质。坡缕石单施时, 马铃薯产量较对照增产 21.55%; 坡缕石与营养肥料配施时, 马铃薯产量增幅为 36.62%~51.28%; 同时还表现出坡缕石具有保水和提高水分利用率的效应, 可作生态功能新材料应用于生态农业建设之中。

关键词: 生态材料; 坡缕石; 保水效应; 马铃薯; 产量

坡缕石(Palygorskite)又称凹凸棒石(Attapulgite), 在矿物学分类上隶属于海泡石族, 系含水的层、

链、纤维状镁质硅酸盐。理想晶体化学式 $Mg_5Si_8O_{20}(OH)_2(OH_2)_4 \cdot 4H_2O$, 为层链状晶体结构模式^[1,2]。

收稿日期: 2009-01-02

基金项目: 国家科技支撑计划项目“马铃薯优质高效配套生产技术与示范(2006BAD21B05)”；教育部博士点基金项目“坡缕石的增产效应及作用机理研究(200807330006)”。

作者简介: 蔺海明(1953-), 研究员, 博士, 主要从事生态农业的研究。

* 通讯作者: E-mail: wangd@gsau.edu.cn

最早由俄国学者隆夫钦科夫于1862年在乌拉尔矿区的热液蚀变产物中发现这一特殊矿物, 并将其命名为坡缕石。法国学者拉巴朗特(Laporent)于1935年又在美国佐治亚州凹凸堡(Attapulays)和法国莫摩隆(Mormoriron)沉积岩层中发现了此种矿物, 并命名为凹凸棒石。1982年世界矿物命名委

Diagnosis of Potato Nitrogen Nutrition Status by Use of Chlorophyll Meter SPAD-502

Nie Xiangrong, Fan Mingshou

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: The change of potato leaf SPAD value, leaf nitrogen concentration, leaf chlorophyll concentration and potato tuber yield with nitrogen supply was studied in Hohhot by conducting field experiment with the potato variety of Kexin 1. The results showed that leaf SPAD value positively correlated with leaf nitrogen content significantly at potato different growth stages. At tuber initiation stage, tuber bulking stage and tuber starch accumulation stage, both leaf SPAD values and leaf nitrogen contents varied with nitrogen fertilization levels in linear-plateau regression modes, therefore SPAD value could be a good indicator of potato nitrogen nutrition status. Further analysis also showed that relative tuber yield and leaf SPAD correlated in linear-plateau mode, and from the regression mode, threshold SPAD values for the different growth stages of potato were obtained, which are critical for the instruction of nitrogen fertilization in potato by SPAD-502.

Key Words: potato; SPAD values; nitrogen nutrition diagnose

员会认为坡缕石和凹凸棒石两者在晶体结构及化学成分上相同, 属同一矿物种, 并统一定名为坡缕石^[1]。

坡缕石具有很强的吸附性、缓释性、分散性、悬浮性、离子强交换性^[2-4], 在农业上具有广阔的应用前景, 学术界认为是种典型的生态功能材料。西方国家研究认为, 坡缕石是全世界稀缺的非金属矿产资源, 已探明的储量只有14亿t, 主要分布于中国、美国、法国、澳大利亚、土耳其、乌克兰、塞内加耳和印度等国。我国于1976年首次在江苏发现坡缕石粘土矿之后, 相继在皖、甘也发现该矿, 其中甘肃省的远景储量就有11亿t, 占全世界储量的79%^[5-7]。近年来在农作物上试验初步表明, 坡缕石材料具有节水^[8]、改良土壤^[9-14]和保护环境^[15-17]的作用。在我国, 水资源短缺已成定局, 作为用水量占80%的农业用水必须要提高其利用率, 让有限的农业水资源满足农业生产的需要, 农业节水是长期的战略任务^[8]。若采用坡缕石为土壤保水剂或种子包衣剂, 减少水资源浪费, 提高水资源利用效率, 应是节水农业发展的新途径。作为我国的主要粮菜兼用型作物马铃薯, 前人对其进行过栽培方式、灌水制度和需肥规律方面的研究, 然而对坡缕石在丰产栽培方面的研究较少^[18-21]。本研究目的是为进一步探明生态功能材料坡缕石的保水效应及与复配肥、保水剂配施对马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)的增产机理, 为开辟坡缕石生态功能材料的应用领域提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 小区设计

试验采用随机区组设计, 设8处理, CK(空白)、F 每公顷施复配肥900 kg、P1 每公顷施坡缕石900 kg、P1 + F 每公顷施坡缕石900 kg + 复配肥900 kg、P2 + F 每公顷施坡缕石1 800 kg + 复配肥900 kg、P3 + F 每公顷施坡缕石2 700 kg + 复配肥900 kg、B + F 每公顷施保水剂60 kg + 复配肥900 kg、B + F + P2 每公顷保水剂60 kg + 复配肥900 kg + 坡缕石1 800 kg。每处理3次重复, 小区面积60 m², 密度每公顷6.6万株, 采用宽窄行种植, 宽行60 cm, 窄行40 cm, 每小区栽8行, 每行50株, 株距33 cm。区间距50 cm, 四周设1 m保护行。

1.2 试验地点概况

试验地选在甘肃省永登县中川镇, 试验区属半干旱气候区的下限, 海拔平均1 900 m, 年均气温5.8 ℃, 年日照时数2 700 h, 年均降水量260 mm, 年均蒸发量1 800 mm。供试土壤为碱性灰钙土, 土壤耕层(0~20 cm)含有机质4.0 g·kg⁻¹。土地平坦, 肥力均匀。

1.3 试验材料

试验材料坡缕石产自甘肃临泽县原矿, 加工规格为120目; 复配肥含N 13.8%, P₂O₅ 7.0%, K₂O 13.5%, 折合商品肥比例为尿素30%(N 46%), 普钙43%(P₂O₅ 16%), 硫酸钾27%(K₂O 50%)。施用的复配肥和坡缕石与化肥复配肥均为金昌化肥公司按的比例做成的颗粒肥, 保水剂由兰州大学化学化工学院提供。马铃薯品种为“LK99”。

1.4 田间管理

试验于2007年5月26日播种, 播前按处理设计小区施肥。5月15日、6月15日各灌水1次, 小区总灌水量13.5 m³。全生育期锄草3次, 9月29日收获。

1.5 项目测定

具体调查项目为株高、穴结薯数、穴薯鲜重、商品率。从7月10日开始每隔1月在每小区选择长势一致且有代表性的植株10株测株高; 挖取3株进行穴结薯数、穴薯鲜重和地上部分鲜重的测定; 收获时按小区单收计产并按照大薯(100 g以上)、中薯(50~100 g)、小薯(50 g以下)分等, 计算商品率; 每个处理取10 cm、20 cm、30 cm深处的土壤测土壤重量含水量; 用水比重法测定淀粉含量和干物质含量。

2 结果与分析

2.1 坡缕石、复配肥和保水剂对马铃薯株高的影响

施用坡缕石材料、保水剂和N、P、K复配肥对马铃薯株高会产生一定的影响, 马铃薯株高的增长基本随时间的增加而增长, 然后由于地上部分枯萎而有所降低的趋势。8月10日测定, 株高以每公顷施复配肥900 kg的处理最高, 为51.60 cm, 比CK的28.50 cm高23.10 cm, 施保水剂60 kg + 坡缕石1 800 kg + 复配肥900 kg、坡缕石900 kg + 复配肥900 kg、坡缕石1 800 kg + 复配肥900 kg、保水剂60 kg + 复配肥900 kg、坡缕石2 700 kg +

复配肥900 kg 处理和坡缕石 900 kg 处理的株高依次为 48.7、47.40、42.50、42.00、39.50 和 39.07 cm, 分别比对照高 20.2、19.20、14.00、13.50、11.00 和 10.57 cm(图1)。在马铃薯生育期, 除单施复配肥的处理株高增长明显外, 凡施坡缕石材料和保水剂的处理株高均高于CK, 表明施用坡缕石材料和保水剂有使马铃薯株高增高的作用。

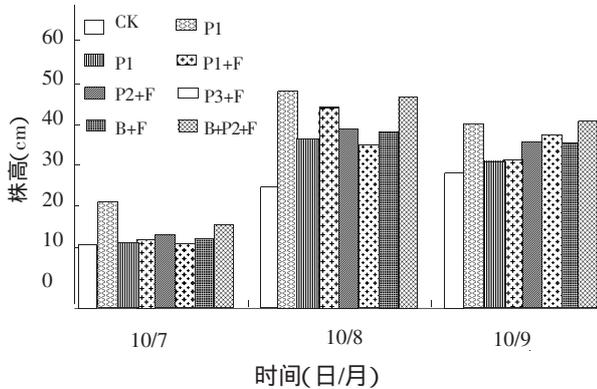


图1 坡缕石、复配肥和保水剂施用量对马铃薯株高的影响

2.2 坡缕石、复配肥和保水剂对马铃薯茎叶鲜重和穴鲜薯鲜重的影响

施用了坡缕石材料、保水剂和复配肥的处理马铃薯茎叶鲜重均高于 CK, 且不管是坡缕石材料单施, 还是坡缕石材料与复配肥配施的处理, 其茎叶鲜重均高于施用复配肥的处理, 试验区在 8 月份遇旱, 但只要施用了坡缕石材料和保水剂的茎叶、鲜重都高于施用复配肥处理和 CK, 说明坡缕石材料同保水剂一样有保水抗旱的作用, 而且施坡缕石 900 kg + 复配肥 900 kg 的茎叶鲜重始终高于其他处理, 表明坡缕石材料和复配肥合理配施能增加马铃薯茎叶中的物质积累, 延缓其衰老。据 8 月 10 日测定, 施坡缕石 900 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 60 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 2 700 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 60 kg + 坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 900 kg 和复配肥 900 kg 处理的茎叶鲜重依次为每穴 450.0、290.0、256.7、246.77、246.7、237.7 和 163.3 g, 分别比 CK 的 150.7 g 增加 2 99.3、139.3、106.0、96.0、96.0、87.1 和 12.7 g(表 1)。

从表 1 看出, 无论施坡缕石、复配肥还是保水剂的处理都明显提高马铃薯穴鲜薯重, 进而提高土壤水分的利用率和马铃薯产量。从 8 月 10 日、9

月 10 日和 9 月 29 日 3 次测定结果分析, 这一趋势始终是一样的。据 9 月 29 日测定, 马铃薯穴薯鲜重以每公顷复配肥 900 kg 的处理最高, 每穴为 351.11 g, 比 CK 的 200.00 g 要高 151.11 g, 其余处理依次为保水剂 60 kg + 坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 900 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 60 kg + 复配肥 900 kg 和坡缕石 2 700 kg + 复配肥 900 kg, 穴薯鲜重分别为 345.00、313.33、300.00、291.67、291.67 和 286.11 g, 分别比对照高 145.00、113.33、100.00、91.67、91.67 和 86.11 g。

表 1 坡缕石、复配肥和保水剂施用量对马铃薯茎叶和穴薯鲜重的影响

处理	8 月 10 日		9 月 10 日		9 月 29 日	
	茎叶(g)	穴薯(g)	茎叶(g)	穴薯(g)	茎叶(g)	穴薯(g)
CK	150.67	96.67	56.67	150.00	10.49	200.00
F	163.33	185.33	66.67	320.00	20.56	351.11
P1	237.78	122.22	83.33	248.89	40.32	286.11
P1+F	450.00	296.67	133.33	208.33	41.95	313.33
P2+F	256.67	146.67	100.00	125.00	36.75	300.00
P3+F	246.67	183.33	133.33	200.00	37.66	291.67
B+F	290.00	210.00	100.00	250.00	40.22	291.67
B+F+P2	246.67	255.00	100.00	233.33	41.63	345.00

施用了坡缕石、保水剂和复配肥处理的马铃薯穴薯鲜重都高于 CK, 单施坡缕石材料的处理比 CK 每穴高 86.11 g, 增幅达 43.0%。坡缕石材料与复配肥以及保水剂配施的处理穴薯鲜重普遍高于保水剂与复配肥配施的处理, 表明坡缕石材料发挥了保水和增产的双重效应。

2.3 坡缕石、复配肥和保水剂对马铃薯品质和产量的影响

马铃薯品质一般用其干物质和淀粉含量来衡量, 提高品质的途径一是培育高淀粉和高干物质含量的马铃薯品种, 二是采用栽培措施提高品质。本试验的结果为干物质含量以坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg 和单施复配肥 900 kg 处理的最高, 均为 23.22%, 比 CK 的 17.17% 要高 6.05%, 其他处理依次为保水剂 60 kg + 坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、

保水剂60 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 2 700 kg + 复配肥900 kg、坡缕石900 kg、坡缕石900 kg + 复配肥 900 kg, 马铃薯干物质含量分别为 22.19、22.16、21.18、20.16 和 19.92%, 分别比CK 高5.02、4.99、4.01、2.99 和2.75%(表2)。

表 2 坡缕石、复配肥和保水剂施用量对马铃薯干物质、淀粉含量和产量的影响

处理	干物质含量(%)	淀粉含量(%)	公顷产量(kg)	较 CK 增减	
				(kg)	(%)
CK	17.17	13.41	9358.59eE	-	-
F	23.22	17.45	16397.73aA	7039.14	75.22
P1	20.16	14.39	11375.51dD	2016.92	21.55
P1+F	19.92	14.15	14158.08bcBC	4799.49	51.28
P2+F	23.22	17.45	13533.27cBC	4174.68	44.61
P3+F	21.18	15.42	12785.38cdCD	3426.79	36.62
B+F	22.16	16.42	13435.31cBCD	4076.72	43.56
B+F+P2	22.19	16.45	15282.83abAB	5924.24	63.30

注:表中大写字母表示 0.01 水平的显著性,小写字母表示 0.05 水平的显著性(新复极差法)。

马铃薯淀粉含量的趋势同干物质含量一致,也是以坡缕石每公顷 1 800 kg + 复配肥 900 kg 和单施复配肥900 kg 处理的最高,为 17.45%,比CK 的 13.41% 高 4.04%,其余处理依次为保水剂 60 kg + 坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 60 kg + 复配肥900 kg、坡缕石2 700 kg+复配肥900 kg、坡缕石900 kg、坡缕石 900 kg + 复配肥900 kg, 马铃薯淀粉含量分别为 16.45、16.42、15.42、14.39 和 14.15%, 分别比CK 高3.04、3.01、2.01、0.98 和 0.74%(表 2)。

施用了坡缕石、保水剂和复配肥处理的干物质和淀粉含量都高于 CK,单施坡缕石处理的干物质和淀粉含量分别比 CK 高 2.99%、0.98%,表明坡缕石能改善马铃薯品质,其中坡缕石 1 800 kg+复配肥 900 kg 处理的干物质和淀粉最高,说明坡缕石材料和复配肥合理配施更有利于提高马铃薯品质。保水剂与复配肥配施后也提高了品质,但坡缕石材料和保水剂、复配肥配施的处理的干物质和淀粉含量要高于保水剂与复配肥配施的处理,进一步说明在施肥的基础上配施坡缕石材料有提高马铃薯品质

的作用。

马铃薯产量以复配肥 900 kg 处理最高,为 16 397.73 kg,比 CK 的 9 358.59 kg 要高 7 039.14 kg,增产达75.22%。其次为保水剂60 kg+坡缕石 1 800 kg+复配肥900 kg 的处理,产量为15 282.83 kg,比CK 高5 924.24 kg,增产达63.30%,其余依次为坡缕石 900 kg + 复配肥900 kg、坡缕石2 700 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 60 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 2 700 kg + 复配肥900 kg 和坡缕石900 kg, 分别比 CK 高4 799.49、4 174.68、4 076.72、3 426.79 和 2 016.92 kg·hm⁻², 增产量依次为 51.28、44.61、43.56、36.62 和 21.55%(表 2)。施用了坡缕石材料、保水剂、复配肥的处理产量都高于 CK;单施坡缕石处理也比 CK 增产21.55%,表明施用坡缕石材料能提高马铃薯产量;坡缕石材料、保水剂和复配肥配施处理的产量比保水剂和复配肥配施处理的产量高1 847.52 kg,表明坡缕石材料有促进土壤保水和提高马铃薯对水分的利用率进而增产的作用;坡缕石材料与复配肥配施的处理出现了随坡缕石材料的用量增加而产量降低的现象,这是因为坡缕石材料越多,使化肥缓释的效用越强,影响了化肥肥效的原因。

2.4 坡缕石、复配肥和保水剂对马铃薯商品率的影响

马铃薯商品率以复配肥 900 kg 的处理最高,为88.10%,比 CK 的 67.63%高 20.47%,其余处理依次为坡缕石 900 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石2 700 kg + 复配肥900 kg、坡缕石 900 kg、保水剂 60 kg+坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg 和保水剂 60 kg + 复配肥 900 kg, 商品率分别为 84.55、79.62、79.06、79.04、75.29 和70.49, 分别比 CK 高 16.92、11.99、11.43、11.41、7.66 和2.86%(表3)。

施用了坡缕石材料、保水剂、复配肥的处理商品率都高于 CK;坡缕石材料和复配肥配施与单施复配肥的处理商品率高于施用了保水剂的处理,这可能是由于保水剂的包裹过厚影响了化肥肥效。

2.5 坡缕石、复配肥和保水剂对土壤含水量的影响

据 9 月 29 日取样测定,坡缕石材料和保水剂与复配肥配施对土壤含水量的影响表现为 10~20 cm 处土壤含水量各处理变化不明显,这是因为马铃薯生长后期降水过多的原因。在 30 cm 深处表

表3 坡缕石、复配肥和保水剂施用量对马铃薯商品率的影响

处理	大薯(%) ≥100g	中薯(%) 50~100g	小薯(%) <50g	商品率(%)
CK	51.08	16.55	32.37	67.63
F	75.78	12.32	11.90	88.10
P1	56.22	22.82	20.96	79.04
P1+F	54.55	20.00	25.45	74.55
P2+F	54.14	25.48	20.38	79.62
P3+F	60.73	18.32	20.94	79.06
B+F	49.18	21.31	29.51	70.49
B+F+P2	54.60	20.69	24.71	75.29

现为保水剂 60 kg + 坡缕石 1800 kg + 复配肥 900 kg 处理土壤含水量最高, 为 13.33%, 比CK的 10.47%高 2.86%, 其余处理依次为坡缕石 2 700 kg + 复配肥 900 kg、坡缕石 900 kg + 复配肥 900 kg、保水剂 900 kg + 复配肥 900 kg 和坡缕石 1 800 kg + 复配肥 900 kg, 土壤含水量分别为 12.70、11.43、11.19 和 10.79%, 分别比 CK 高 2.23、0.96、0.72 和 0.32%(表 4)。

表4 坡缕石、复配肥和保水剂施用量对土壤含水量的影响

处理	土壤含水量(%)		
	10 cm	20 cm	30 cm
CK	13.09	12.37	10.47
P1+F	12.87	12.81	11.43
P2+F	13.47	12.78	10.79
P3+F	13.76	12.23	12.70
B+F	13.18	12.10	11.19
B+F+P2	13.30	12.82	13.33

坡缕石 2 700 kg 材料、保水剂和复配肥配施的处理在 30 cm 处的土壤含水量高于保水剂和复配肥配施的处理, 表明坡缕石 2 700 kg 材料有利于土壤含水量的提高。

3 讨论

坡缕石和保水剂、营养肥料配施能明显促进马铃薯的株高增长、增加茎叶和穴薯鲜重量、提高马铃薯单位面积产量。坡缕石单施时, 马铃薯产量较对照增产 21.55%; 坡缕石与营养肥料配施时, 马

铃薯产量增幅为 36.62%~51.28%, 但有随坡缕石施用量的增加马铃薯增产幅度下降的趋势, 其原因可能是由于坡缕石缓释的效用影响了化肥的肥效发挥; 坡缕石和复肥配施与保水剂和复肥配施比较, 坡缕石和复肥配施马铃薯增产率高 7.72 个百分点。表明施用坡缕石具有促进马铃薯茎叶物质合成和向块茎转移积累的作用, 并在一定的程度上延缓马铃薯植株衰老。

坡缕石和保水剂、营养肥料配施能有效改善马铃薯的品质, 能提高马铃薯干物质和淀粉含量。单施坡缕石的马铃薯干物质和淀粉含量分别比对照提高 2.99% 和 0.98%, 表明坡缕石材料具有改善马铃薯品质功效。干物质含量和淀粉最高的是施坡缕石 1 800 kg 和复配肥 900 kg 的处理, 分别达到 23.22% 和 17.45%。坡缕石材料有利于提高马铃薯品质, 原因可能与其本身含有各种有益微量元素有关。同时, 也大大提高了马铃薯的大薯率和商品率。

坡缕石材料有改良土壤, 减少土壤水分蒸发, 提高水分利用率的作用。试验在后期遇旱的情况下, 凡施用了坡缕石材料和保水剂的马铃薯茎叶和穴薯鲜重都高于对照, 证明坡缕石材料同保水剂一样有保水抗旱的作用, 这在马铃薯抗旱栽培中有重要的推广意义。能提高水分利用率的机理是坡缕石本身为纳米级多孔结构材料, 其保水性能远高于其他材料。

研究表明: 坡缕石生态功能材料具有促进马铃薯营养和生殖生长、增加马铃薯产量、改善马铃薯品质、提高土壤水分利用率的综合效应, 为发展绿色农业、生态农业, 减少化学肥料用量和保护生态环境、走环境友好型的现代农业之路提供了替代材料, 但这仅仅是一种直观的表现, 其增产机理还需作进一步的深入研究, 为开发坡缕石这一新型生态功能材料提供理论支撑。

[参 考 文 献]

- [1] 郑自立, 宋绵新, 易发成, 等. 中国坡缕石[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [2] 杜敬梅. 纳米凹凸棒土性质及其改性机理的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2004.
- [3] 孙福. 凹凸棒石的开发应用[J]. 建材工业信息, 1994(8): 8.

- [4] 蔡元峰, 薛纪越. 铜在坡缕石中的吸附位置和吸附机理研究[J]. 地质论评, 2006, 52(1): 107-112.
- [5] 杨利营, 盛京. 凹凸棒粘土的研究开发与应用[J]. 江苏化工, 2001, 29(6): 33-37.
- [6] 魏荣道, 崔娇. 甘肃临泽凹凸棒石粘土矿开发应用研究[J]. 甘肃科学学报, 2005, 17(3): 43-45.
- [7] 唐源清. 凹凸棒石粘土矿研究现状综述[J]. 甘肃冶金, 2004, 26(2): 83-85.
- [8] 蔺海明, 邱黛玉. 坡缕石在生态修复及绿色农业中应用研究进展[J]. 甘肃农业, 2007(6): 61-63.
- [9] Sally B, Chaney R, Judith H, et al. In situ treatment to reduce the phyto- and bioavailability of lead, zinc, and cadmium[J]. J Environ Qual, 2004, 33: 522-531.
- [10] Urszula K, Rufus L C. Amelioration of nickel phytotoxicity in muck and mineral soils[J]. J Environ Qual, 2001, 30:1949-1960.
- [11] Cheng S F, Zeng Y H. In situ immobilization of cadmium and lead by different amendments in two contaminated soils [J]. Water, Air, and Soil Pollution, 2002, 140: 73-81.
- [12] 胡钟胜, 章钢娅, 王广志, 等. 改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的的研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 233-238.
- [13] 杨秀红, 胡振琪, 高爱林, 等. 凹凸棒石修复铜污染土壤[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 4(25): 629-631.
- [14] 郝秀珍, 周东美, 王玉军, 等. 泥碱和化学肥料处理对黑麦草在铜尾矿砂上生长影响的研究[J]. 土壤学报, 2004, 41(4): 645-648.
- [15] 杨飞华, 王肇嘉. 粘土矿物在环境治理中的应用[J]. 矿产保护与利用, 2005.(5): 21-24.
- [16] 王世泰. PAL 材料在畜牧业生产中的应用效果[J]. 四川畜牧兽医, 2004, 31(168): 26-28.
- [17] 彭同江, 刘福生, 李国武, 等. 非金属矿物在环保中的应用[J]. 建材工业信息, 2002,4: 11-12.
- [18] 王凤新, 康跃虎, 刘士平. 滴灌与沟灌马铃薯覆膜效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4): 99-102.
- [19] 陆立银. 马铃薯地膜种植生态效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 97-99.
- [20] 田媛, 李凤民, 刘效兰. 半干旱区不同垄沟集雨种植马铃薯模式对土壤蒸发的影响[J]. 应用生态学报, 2007,18(4): 795-800.
- [21] 何华, 赵世伟, 陈国良. 不同水肥条件对马铃薯肥料 N 利用率的影响[J]. 应用生态学报, 2000,11(2): 235-239.

Effect of Ecological Function Material Palygorskite on Water-retention and Yield of Potato

Lin Haiming¹, Liu Weisheng², Liu Xuezhou¹, Wang Di^{1,3}, Song Ying⁴, Liu Mingzhu²

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 3. Gansu Key Lab of Crop Improvement and Germplasm Enhancement, Lanzhou, Gansu 730070, China; 4. Gansu Kai-Di Eco-agricultural Technology Co., Ltd., Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Palygorskite is a new ecological function material with good water retention property, absorbability and slow-releasing effect, so it has wide application prospect in agriculture. To understand its water-retention and yield-increasing effect, the experiment has been made on potato. The combined application of palygorskite, water retaining agent and nutrition fertilizer could effectively increase the indexes of potato in plant height, weight of stem and leaf, and tuber yield based on both plant and unit area. They also could improve its quality. Application of only palygorskite could increase the yield by 21.55% compared with control, and application with nutrition fertilizer could increase yield by 36.62%~51.28%. Palygorskite also showed good effect of water-retention and increasing water use efficiency. Therefore, it can be used as new ecological function material in eco-agricultural construction.

Key Words: ecological material; palygorskite; water-retention effect; potato; yield