

Effects of Different Fertilization Treatments and Tillage Measures on Economic Coefficient of Maize

Zhiqi Yang, Hongchang Wen, Xiping Zhang

Tianshui Agricultural Scientific Research Institute, Tianshui Gansu
Email: yzq19800114@163.com

Received: Apr. 7th, 2018; accepted: Apr. 21st, 2018; published: Apr. 28th, 2018

Abstract

Through four years of field experiments, the economic benefits of different tillage methods and different fertilization levels were carried out on sloping farmland of typical loess soil planting area in Loess Plateau. The results showed that the economic indexes and yield of fertilizer treatment were better than that of non-fertilizer treatment, and the economic indexes and yield of optimized fertilization treatment were higher than that of conventional fertilization. The performance of the whole film mulching cultivation was superior to that of semi-film mulching cultivation, and the performance of ridge culture was superior to that of semi-film cultivation. The optimized fertilization and the whole film double-furrow planting model effectively extended the growth period of maize, and the economic performance was the best, and the yield was the highest, which reached 6686.68~9514.76 kg/hm², and increased by 49.96~64 and 22.44~45.09, respectively. The mode of fertilization is the best model for planting sparse crops on sloping cultivated land in the region, which not only can make the corn stable and have high yield, but also can significantly reduce the surface runoff N, P loss, and reduce nitrogen and phosphorus pollution in farmland.

Keywords

Cropping Pattern, Fertilizing Amount, Loessal Soil, Corn, Economic Benefit

不同的施肥处理与耕作措施对玉米经济系数的影响

杨志奇, 温宏昌, 张喜平

甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水
Email: yzq19800114@163.com

收稿日期: 2018年4月7日; 录用日期: 2018年4月21日; 发布日期: 2018年4月28日

摘要

通过4年田间试验, 在典型黄土高原黄绵土种植区域坡耕地开展不同耕作方式和不同施肥水平对玉米经济效益的研究, 结果表明, 施肥处理均比不施肥处理的经济指标和产量表现好, 而优化施肥处理比常规施肥处理经济指标和产量表现优越, 全膜覆盖栽培经济指标和产量较半膜覆盖栽培表现优越, 而半膜栽培模式下, 垄作比平作表现更加优越。而优化施肥+全膜双垄沟种植模式有效延长了玉米生育期, 各项经济性状表现最优, 产量最高, 达到6686.68~9514.76 kg/hm², 较不施肥料和常规施肥分别提高49.96%~64.00%、22.44%~45.09%, 差异显著。该模式施肥处理为本区域坡耕地种植稀播作物的最佳模式, 既能使玉米稳产高产, 同时又能显著降低地表径流N、P流失量, 减少农田氮、磷污染。

关键词

种植模式, 施肥量, 黄绵土, 玉米, 经济效益

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黄土高原土层深厚、土质疏松, 土地、光热资源丰富, 是我国重要的旱作农业区。全区土地面积的90%左右为丘陵山地和丘陵沟壑, 其中0°~5°的平地仅占10%, 6°~15°的坡地占58%, 25°以上的陡坡地占32%。无灌溉条件的旱地面积大约为1654万hm², 占总耕地面积的87%。该区水土流失严重, 抗御自然灾害风险能力差, 生态环境脆弱[1]。农业生产实践中, 大量存在如偏施氮、磷肥, 而钾肥施用不足, 有机肥施用减少等不合理现象, 不仅造成养分资源浪费、化肥利用率降低, 增产效益和产量的稳定性下降, 甚至对生态环境带来潜在危害[2] [3]。为此, 在天水农科所中梁试验站开展了不同施肥和农作措施对黄绵土区坡耕地玉米经济效益的研究, 分析了不同种植模式及施肥量对坡耕地玉米经济性状及产量的影响, 以为该区及同类型种植区域玉米生产实践提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

供试作物春玉米品种为中单2号。氮肥为尿素(含N 46.4%), 中国石油兰州石化公司生产; 磷肥为过磷酸钙(含P₂O₅ 12%), 云南安宁万合磷肥厂生产。

2.2. 试区概况

试验设在天水市农业科学研究所中梁试验站试验基地(34°05'N, 104°5'E), 该区属半干旱山区, 年平均气温为11.5℃, 海拔1650 m, 降雨量500~600 mm。试验地土壤属中壤黄绵土, 土壤肥力指标为: pH 8.6, 有机质含量11.87 g/kg, 全氮0.76 g/kg, 全磷0.69 g/kg, 速效氮45.6 mg/kg, 速效磷18.55 mg/kg, 速效钾147.8 mg/kg。试验地块为坡耕地, 坡度15°, 坡向东西。

2.3. 试验设计

常规施肥：尿素 228.45 kg/hm²、过磷酸钙 625.05 kg/hm²；优化施肥：尿素 489.15 kg/hm²，过磷酸钙 1249.95 kg/hm²。除 50%的尿素于大喇叭口期追肥外(玉米棵间或行侧深施，距植株 15 cm，施后掩埋)，其余肥料均作基肥。

试验共设 6 个处理：1) 对照处理(CK)，不施任何肥料+横坡平作条膜；2) 常规施肥+横坡平作条膜(CON)；3) 优化施肥+横坡平作条膜；4) 优化施肥+横坡垄作条膜(OPT + TR)；5) 优化施肥+横坡平作全膜(OPT + FM)；6) 优化施肥+横坡双垄沟全膜(OPT + TR + FM + NT)。随机区组，3 次重复，小区面积 30 m²。先铺膜后人工点播，保苗 6 万株/hm²，其它田间管理措施同当地大田。成熟期每小区分别取 10 株测定株高、穗长、穗粒数、千粒重等指标。小区单打单收，籽粒脱粒后试验风选晒干后称干重。种植图见图 1。数据采用软件 Excel 作图，DPS7.05 进行数据显著性分析，并用 LSD 法检验差异显著性。

3. 结果与分析

由表 1 可以看出，在 4 年不同施肥处理下，优化施肥株高、穗位高均优于 CK 和常规施肥处理，其中 OPT + TR + FM + NT 处理表现最好，而 CK 随着试验年限的延续株高成下降趋势，常规施肥和优化施肥处理随年际进行波动，穗位高年度内各处理间差异显著，并随年际间波动。黎裕等指出，适当较低植株高度，抗旱性有提高趋势[4]，也有人认为植株过高会降低种植密度、抗倒伏性和收获指数，过低则影响群体通透性、易患病虫害、降低生物产量；穗位过高易造成植株倒伏，过低则不利于光合产物向穗部的有效运转。只有二者合理组合才能获得高产。主要是 CK 在不施肥状态下，地力消耗比较严重。从玉米植株的高度变化可以看出，在同等密度下，施肥是保证土壤肥力的基础，合理的施肥配合科学的栽培模式是作物生产力的保证。

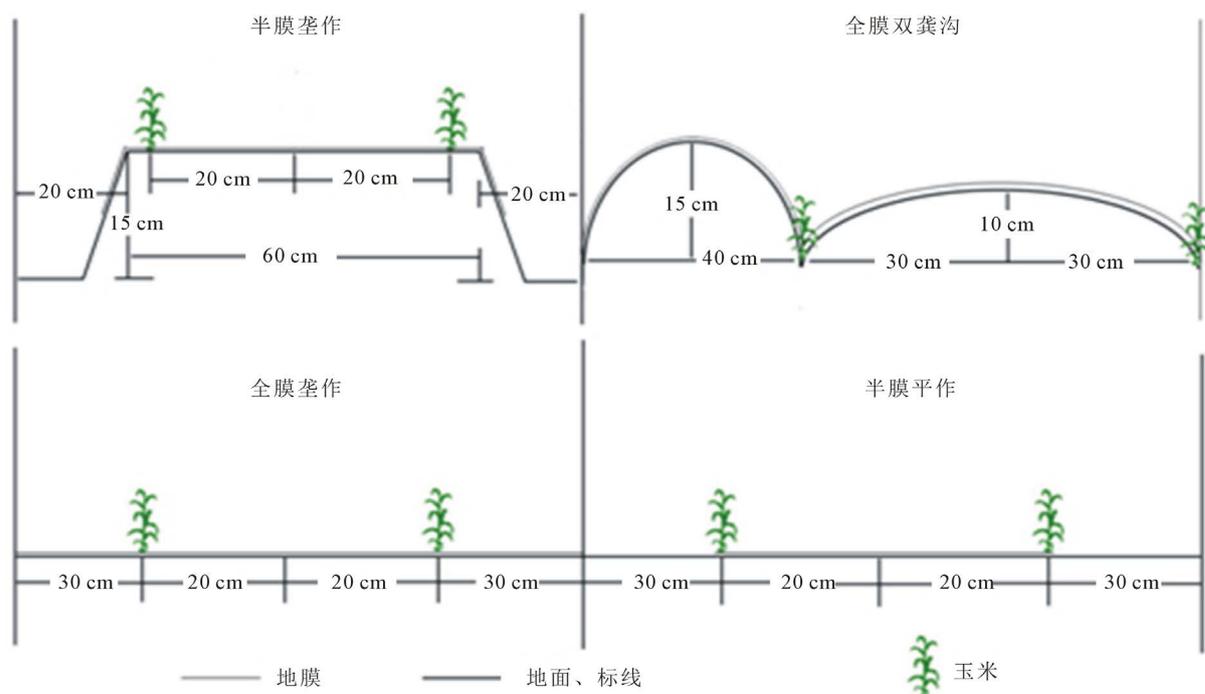


Figure 1. Trial Planting diagram
图 1. 试验种植图

由表 2 可以看出, 在 4 年不同施肥和栽培处理下, 优化施肥穗长和穗粗均优于 CK, 其中优化施肥处理在 2013、2014、2016 三年中表现最好, 2015 年穗长表现最好的为优 OPT, 其余处理均与对照差异达显著水平, 其余处理之间基本无差异; 4 年综合表现优化施肥处理均优于常规施肥处理和 CK, 优化施肥处理间差异不显著。穗长和穗粗 OPT + TR + FM + NT 与 CK 差异分别为 3.59~7.59 cm、2.05~3.59 cm; 穗长和穗粗 OPT 与 CK 差异分别为 1.33~4.57 cm、0.65~2.31 cm; 研究发现不管是优化施肥处理和常规施肥处理对玉米的穗长和穗粗都有一定的影响, 相比之下穗粗的生物学性状比穗长的生物学性状更加稳定, 也可以说不同的施肥和栽培处理对穗长的影响大于穗粗。

由表 3 中可以看出所有处理均比 CK 的穗行数和穗粒数均有不同程度的增加, 差异最为显著的是 OPT + FM 和 OPT + TR + FM + NT 处理穗行数分别比对照增加 1.25~1.55 行、1.26~1.81 行, 穗粒数分别比对照增加 5.01~14.41 粒、6.38~17.43 粒, 发现随着试验年限的延长各处理与 CK 差异的显著性增加, 其主要原因是多年不施肥, 土壤不能给玉米的生长发育提供有效的养分, 从而影响玉米的行粒数。

粒重是关系到玉米产量和品质的一个非常重要的因子。粒重的变化取决于内部因素与外部条件的相互作用, 内部因素既品种基因型; 外部条件则含有两方面的内容: 一是栽培管理及地力方面, 二是气象因子方面。由表 4 可以看出 500 粒重, 优化施肥处理 4 年均比 CK 和 CON 表现优越, CON 比 CK 增加

Table 1. Effects of different fertilizer treatments and cultivation pattern on plant height and ear height in maize
表 1. 不同的施肥处理和栽培模式对玉米株高和穗位高的影响

处理	2013 年		2014 年		2015 年		2016 年	
	株高(cm)	穗位高(cm)	株高(cm)	穗位高(cm)	株高(cm)	穗位高(cm)	株高(cm)	穗位高(cm)
CK	206.87cB	62.46bB	207.71cB	61.46bB	197.34cC	66.49cB	197.22eD	70.35dD
CON	212.66cB	63.97bB	211.5cB	63.97bB	222.01bBC	74.83bB	215.4cC	82.73cC
OPT	213.10cB	64.93bB	212.27cB	65.93bB	226.80bB	75.83bAB	220.73cdBC	85.87bcBC
OPT + TR	220.03cB	69.7bB	217.73cB	71.7bB	247.64aAB	76.93bAB	225.50bcBC	89.53abABC
OPT + FM	245.13bA	82.7aA	240.83bA	83.7aA	247.15aAB	84.88aAA	231.62bAB	91.04abAB
OPT + TR + FM + NT	245.13bA	82.7aA	240.83bA	83.7aA	247.15aAB	84.88aAA	231.62bAB	91.04abAB

注: 数值后不同小写字母分别表示处理间差异达 5% 和 1% 显著水平。

Note: Different small or capital letters after the value indicate that the difference between treatments is 5% and 1% respectively.

Table 2. Effects of different fertilizer treatments and cultivation pattern on maize ear length and ear diameter
表 2. 不同的施肥处理和栽培模式对玉米穗长和穗粗的影响

处理	2013 年		2014 年		2015 年		2016 年	
	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)
CK	19.54c	13.63cC	18.99c	13.22cC	15.52cB	13.59bB	14.68cC	11.81dC
CON	20.87bc	14.28bcBC	20.55bc	14.03bcBC	20.09bA	15.90aA	18.27bB	13.87cB
OPT	22.12ab	14.47bcABC	21.86ab	14.55bcABC	21.13aA	16.23aA	19.33bAB	14.00cB
OPT+TR	21.84ab	14.53bABC	22.03ab	14.58bABC	20.64abA	16.5aA	20.23abAB	14.23bcAB
OPT + FM	22.56ab	15.52aAB	22.60ab	15.33aAB	20.89abA	16.52aA	21.49aA	15.14abAB
OPT + TR + FM + NT	23.13a	15.68aA	23.33a	15.87aA	20.49abA	16.58aA	22.07aA	15.4aA

注: 数值后不同小写字母分别表示处理间差异达 5% 和 1% 显著水平。

Note: Different small or capital letters after the value indicate that the difference between treatments is 5% and 1% respectively.

Table 3. Effects of different fertilizer treatments and cultivation pattern on ear rows and row grains.**表 3.** 不同的施肥处理和栽培模式对玉米穗行数和行粒数的影响

处理	2013 年		2014 年		2015 年		2016 年	
	穗行数(行)	行粒数(粒)	穗行数(行)	行粒数(粒)	穗行数(行)	行粒数(粒)	穗行数(行)	行粒数(粒)
CK	12.99bA	39.49bB	13.00bA	38.99bB	13.01cB	31.81bB	12.52bB	27.77cB
CON	13.4abA	44.03aAB	13.33abA	44.21aAB	13.73bcAB	43.59aA	13.53aAB	39.67bA
OPT	13.8abA	45.37aAB	13.65abA	45.33aAB	13.61bcAB	45.51aA	13.8aA	40.7abA
OPT+TR	13.86abA	45.7aA	13.77abA	45.51aA	13.45bcAB	44.78aA	13.97aA	41.47abA
OPT+FM	14.27aA	44.5aA	14.26aA	45.77aA	14.26abA	44.02aA	14.07aA	42.19abA
OPT + TR + FM + NT	14.27aA	45.87aA	14.28aA	45.86aA	14.59aA	44.93aA	14.33aA	44.2aA

注: 数值后不同小写字母分别表示处理间差异达 5% 和 1% 显著水平。

Note: Different small or capital letters after the value indicate that the difference between treatments is 5% and 1% respectively.

Table 4. Effects of different fertilizer treatments and cultivation pattern on bald length and 500-grain weight in maize**表 4.** 不同的施肥处理和栽培模式对玉米秃顶长和 500 粒重的影响

处理	2013 年		2014 年		2015 年		2016 年	
	秃顶长(cm)	500 粒重(g)	秃顶长(cm)	500 粒重(g)	秃顶长(cm)	500 粒重(g)	秃顶长(cm)	500 粒重(g)
CK	1.26aA	129.67eD	1.30aA	129.66eE	2.14aA	125eD	2.32aA	125.05dC
CON	0.97abAB	137deCD	1.01abAB	137.01deDE	1.10bAB	136.33dCD	0.81bB	136.67cdBC
OPT	0.66abcAB	141.67cdBCD	0.82abcAB	147.05cdCD	1.00bAB	142cdBC	0.52bcB	141.67cBC
OPT+TR	0.85abcAB	150bcBC	0.77abcAB	148.33bcBC	1.06bAB	147.33bcBC	0.48bcB	146.67bcB
OPT+FM	0.23bcAB	155bAB	0.21bcAB	155.33bB	1.11bAB	154.33bB	0.44bcB	155bAB
OPT + TR + FM + NT	0.06cB	168.33aA	0.05cB	168.67aA	0.71bB	168.33aA	0.42cB	168.33aA

注: 数值后不同小写字母分别表示处理间差异达 5% 和 1% 显著水平。

Note: Different small or capital letters after the value indicate that the difference between treatments is 5% and 1% respectively.

5.35%~8.5%，其余处理比 CK 增加 8.74% 以上，尤其 OPT + TR + FM + NT 处理 4 年均比 CK 增加 22.97% 以上，说明施肥可以增加玉米的粒重，不同的覆膜方式也能影响到玉米的粒重。

而秃顶长则与粒重成反比，其优化施肥处理 4 年均比 CK 和 CON 表现缩减，可以看出施肥对作物的生长发育和授粉也可以产生影响，不但影响到玉米授粉的完全性，也可以导致玉米穗的发育不良，所以，合理的施肥是保证玉米高产和稳产的基础。

由表 5 中可以看出不同的施肥和栽培处理中，优化施肥处理产量表现均优于常规施肥 CK，而在优化施肥处理中处理 OPT + TR + FM + NT 在 4 年产量表现最佳，其次为 OPT + FM、OPT + TR、OPT、CON 与 CK 相比，各施肥处理均能有效提高玉米产量，OPT + TR + FM + NT 处理 4 年比 CK 提高 49.96%~64%，比 CON 提高 22.44%~45.09%，其产量比较表见图 2。

4. 结论

施肥不但可以影响春玉米的籽粒产量，还可以影响春玉米的生物产量和经济指标，但在不同的栽培方式下春玉米的籽粒产量和经济指标又表现出不同的结果，所以，本研究认为在黄土高原黄绵土雨养农业区陡坡地春玉米的种植过程中，必须在合理施肥的基础上配合科学的栽培方式才能取得可观的经济效益。

Table 5. Effects of different fertilizer treatments and cultivation pattern on maize grain yield
表 5. 不同的施肥处理和栽培模式对玉米籽粒产量的影响

处理	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
CK	3481.74eE	3425.05dD	3715.19cB	2541.27eE
CON	5579.46dD	6990.16cC	5536.10bA	3671.84dD
OPT	6169.75cC	7220.28cBC	6049.69abA	4545.61cCD
OPT+TR	6726.70bB	7827.25bB	6603.30aA	4875.77cBC
OPT+FM	6803.40bB	9074.54aA	7050.19aA	5792.90bAB
OPT + TR + FM + NT	7193.60aA	9514.76aA	7423.71aA	6686.68aA

注：数值后不同小写字母分别表示处理间差异达 5% 和 1% 显著水平。

Note: Different small or capital letters after the value indicate that the difference between treatments is 5% and 1% respectively.

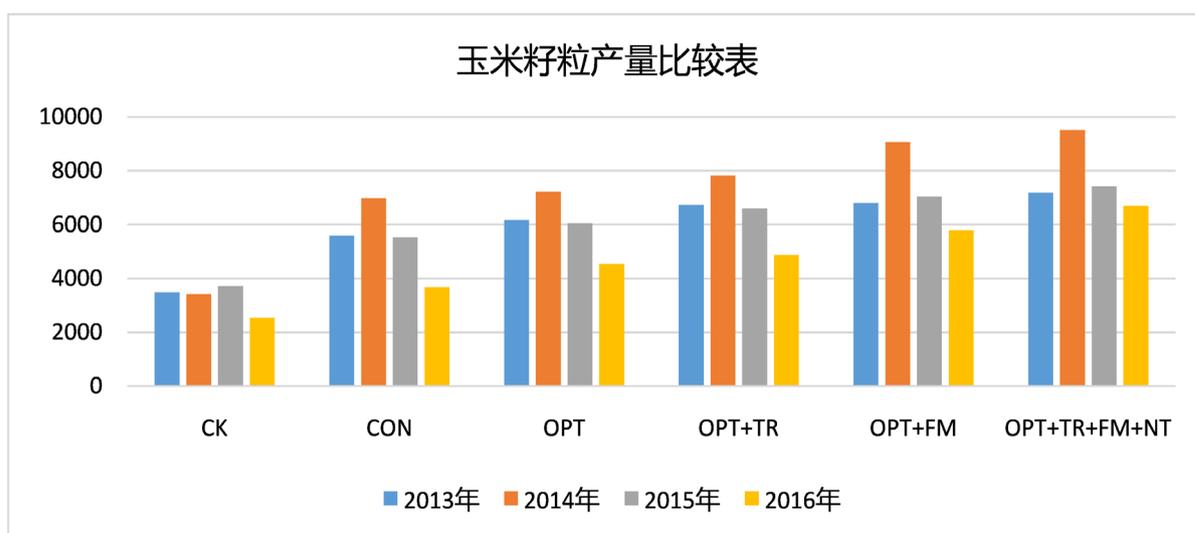


Figure 2. Comparison of maize grain yields

图 2. 玉米籽粒产量比较表

经过连续四年研究结果表明在不同施肥量和种植模式下其对玉米生育期及经济性状的影响不同，种植模式变化趋势为全膜双垄沟 > 全膜平作 > 条膜垄作 > 条膜平作，施肥量变化趋势为 OPT > CON > CK。OPT + TR + FM + NT 处理产量表现最高，为 6686.68~9514.76 kg/hm²，较 CK 和 CON 分别提高 49.96%~64.00%、22.44%~45.09%，且整个玉米生长季产生的径流量也最少；从玉米植株的高度变化可以看出，在同等密度下，施肥是保证土壤肥力的基础，合理的施肥配合科学的栽培模式是作物生产力的保证；在 4 年不同施肥和栽培处理条件下，优化施肥穗长和穗粗均优于 CK，其余处理均与对照差异达显著水平，4 年综合表现优化施肥处理均优于常规施肥处理和 CK，优化施肥处理间差异不显著。穗长和穗粗 OPT + TR + FM + NT 与 CK 差异分别为 3.59~7.59 cm、2.05~3.59 cm；穗长和穗粗 OPT 与 CK 差异分别为 1.33~4.57 cm、0.65~2.31 cm；由表 3 中可以看出所有处理均比 CK 的穗行数和穗粒数均有不同程度的增加，差异最为显著的是 OPT + FM 和 OPT + TR + FM + NT 处理穗行数分别比对照增加 1.25~1.55 行、1.26~1.81 行，穗粒数分别比对照增加 5.01~14.41 粒、6.38~17.43 粒，发现随着试验年限的延长各处理与 CK 差异的显著性增加，其主要原因是多年不施肥，土壤不能给玉米的生长发育提供有效的养分，从而影响玉米的行粒数；粒重是关系到玉米产量和品质的一个非常重要的因子。由表 4 可以看出 500 粒重，优

化施肥处理 4 年均比 CK 和 CON 表现优越, CON 比 CK 增加 5.35%~8.5%, 其余处理比 CK 增加 8.74% 以上, 尤其是 OPT + TR + FM + NT 处理 4 年均比 CK 增加 22.97% 以上, 说明施肥可以增加玉米的粒重, 不同的覆膜方式也能影响到玉米的粒重; 而秃顶长则与粒重成反比, 其优化施肥处理 4 年均比 CK 和 CON 表现缩减, 可以看出施肥对作物的生长发育和授粉也可以产生影响, 不但影响到玉米授粉的完全性, 也可以导致玉米穗的发育不良。因此, 坡耕地玉米种植的最佳模式的施肥处理为尿素 489.15 kg/hm², 过磷酸钙 1249.95 kg/hm² 配合全膜双垄沟播技术, 既能提高作物产量, 又能有效减少养分随地表径流流失而污染环境。本试验前人研究也表明玉米秸秆产量的变化趋势与籽粒产量变化趋势基本一致, 也表现为优化施肥各处理高于不施肥处理和常规施肥处理[5]。

基金项目

公益性行业(农业)科研专项主要农区农业面源污染监测预警与氮磷投入阈值研(201003014-7)部分内容; 天水市科技计划支撑。

参考文献

- [1] 俄胜哲. 西北半干旱黄绵土去长期施肥作物产量及土壤质量响应[D]: [博士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2012.
- [2] 郭胜利, 党庭辉, 郝明德. 施肥对半干旱地区小麦产量、NO₃-N 积累和水分平衡的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 754- 760.
- [3] 袁新民, 同延安, 杨学云, 等. 施用磷肥对土壤 NO₃-N 累积的影响[J]. 植物营养与肥科学报, 2000, 6(4): 397-403.
- [4] 黎裕, 王天宇, 刘成, 等. 玉米抗旱品种的筛选指标研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 210-215.
- [5] 罗照霞, 杨志奇, 马忠明, 等. 耕作措施对玉米的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(11): 19-21.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjas@hanspub.org