

陇东旱地玉米一膜两季秸秆还田施肥模式优化研究

李科, 马剑

(陇东学院农林科技学院, 甘肃 庆阳 745000)

摘要: 采用“3414”完全设计试验方案, 研究了陇东旱地玉米一膜两季秸秆还田栽培施肥对玉米产量的影响, 以探索其优化施肥模式, 寻找最高产量时N、P₂O₅、K₂O的最佳施用量及其组合。结果表明, 玉米产量预测值与N(X₁)、P₂O₅(X₂)、K₂O(X₃)的施用量三元二次回归方程为: $Y = 9\ 420.968 + 7.699X_1 + 8.738X_2 + 47.622X_3 - 0.002X_1X_2 + 0.011X_1X_3 - 0.018X_2X_3 - 0.014X_1^2 - 0.014X_2^2 - 0.582X_3^2$ 。其理论最佳产量对应的施肥量为: N 270.9 kg/hm²、P₂O₅ 276.9 kg/hm²、K₂O 39.3 kg/hm², 即最佳施肥量的 N、P、K 配施比例为1:1:0.15。

关键词: 玉米; 陇东旱地; 施肥模式优化; 一膜两季; 秸秆还田; 产量

中图分类号: S147.2; S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)12-0066-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.016

Fertilization Optimized Model of One Film Used for Two Seasons with Straw-return of Corn in Dryland East of Gansu

LI Ke, MA Jian

(College of Agriculture and Forestry, Longdong University, Qingyang Gansu 745000, China)

Abstract: In order to understand the corn fertilization optimized model under mulching and straw returning with cultivation in dryland, we conducted a two-season cropping experiment using “3414” random block design. The results showed that the ternary quadratic regression equation between prediction yield value and the application rate of N(X₁), P₂O₅(X₂) and K₂O(X₃) was $y = 9\ 420.968 + 7.699X_1 + 8.738X_2 + 47.622X_3 - 0.002X_1X_2 + 0.011X_1X_3 - 0.018X_2X_3 - 0.014X_1^2 - 0.014X_2^2 - 0.582X_3^2$. The optimal application rate of N, P₂O₅ and K₂O was 270.9 g/hm², 276.9 g/hm², K₂O 39.3 g/hm², respectively. The optimal ratio of N:P₂O₅:K₂O was 1:1:0.15.

Key words: Corn; Dryland East of Gansu; Fertilization optimized model; One film used for two seasons; Straw-return; Yield

庆阳市地处陇东黄土高原, 素有“陇东粮仓”之称, 主要粮食作物为小麦、玉米、大豆等。2019年庆阳市玉米播种面积为17.4万hm², 小麦播种面积为12.7万hm², 玉米是庆阳市第一大粮食作物^[1]。但是, 由于长期“重氮、轻磷、缺钾”的不合理施肥, 使土壤中的氮、磷、钾比例严重失调, 土壤退化加剧, 严重影响了玉米产量的提高^[2-10]。“3414”方案设计吸收了回归最优设计处理数

少、效率高的优点, 是我国推广的测土配方施肥肥料效应田间试验方案, 通过试验、推广及应用, 可以改变以往盲目施肥的现象, 将单一施肥变为以有机肥为基础, 氮、磷、钾等多种元素配合的定量化施肥^[11]。它不仅可以作为完整的三因素试验用于建立三元二次肥料效应回归方程, 而且还可作为3个二因素或3个单因素试验建立二元或一元肥料效应回归方程, 挖掘试验中可以获得

收稿日期: 2021-09-16; 修订日期: 2021-10-12

基金项目: 陇东旱地农作物种质改良及产业化协同创新中心[甘教技(2019)23号]资助。

作者简介: 李科(1966—), 男, 甘肃庆城人, 研究员, 主要从事植物营养调控、旱地水肥管理、旱作栽培与高效施肥等方面的相关研究工作。Email: lk0809@163.com。

的信息,为施肥工作提供科学依据^[12]。朱涛等^[13]研究认为,对于 N、P、K 三因素的肥料试验,首先可配置 NPK 三因素二次肥料效应函数,其次还可配置 NP、NK、PK 3 种二次肥料效应函数,此外还可配置 N、P、K 3 种一元二次肥料效应函数。范晓晖等^[14]成功拟合了 NPK 三元二次方程、NK 二元二次方程和 P 的一元二次方程,得出最优拟合效应方程和理论最佳产量及对应的施肥量。

一膜两季秸秆还田免耕栽培即在前茬作物收获后不翻耕土壤,将秸秆覆盖在地膜上,第 2 年将秸秆放在地膜两侧行间,在原来地膜上继续种植下茬作物^[15-17]。该技术不仅节省了人力,而且可以减少大气蒸发量,将有限的土壤水分最大限度地蓄积保存于土壤中,以保证早春作物播种、生长所需要的水分,有效促进土壤与作物需水良性循环,解决了播期土壤水分亏欠的矛盾,达到蓄墒、保墒,变被动抗旱为主动抗旱;同时还能够将秸秆中的养分归还土壤,提高土壤肥力,改善土壤理化性质,有效提高微生物数量和土壤酶活性,给提升玉米植株生长和最终产量形成创造良好的条件,从而提高玉米产量^[18-23]。研究发现,在免耕覆盖条件下,土壤大团聚体主要通过影响土壤水分和曝气,导致微生物群落更多地向真菌和厌氧菌转移,从而有效促进土壤有机碳的积累^[24]。免耕覆盖还田显著增加了土壤养分来源(土壤 C 和 N 含量),改善土壤物理环境(水分和孔隙度)^[25];对根际微生物群落组成和植物生长有一定的影响^[26]。田磊等^[27]研究发现,秸秆还田能显著提高玉米根际土壤细菌的多样性与丰富度指数,并能够提升地力,减少化肥投入,降低空气污染及环境负荷^[28],有利于农业高效生产和生态环境的可持续发展。我们在前人研究的基础上,开展了旱地玉米一膜两季秸秆还田栽培优化施肥试验,旨在建立该模式下的

肥料效应回归方程,获得玉米最佳产量及对应的施肥量和氮磷钾施肥比例,为陇东旱地玉米秸秆还田栽培提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在陇东学院农林科技学院试验田进行。试验区处于暖温带半干旱大陆性气候区,四季分明,雨量充沛。当地海拔为 1 421 m,年平均降水量 545.8 mm,且降水集中在 7、8、9 月。年平均气温 8.5~10.7℃,无霜期 135 d,年日照时数为 2 540.4 h。试验地土壤类型为黑垆土,质地为壤土,0~20 cm 土层土壤含有机质 14.30 g/kg、全氮 0.74 g/kg、全磷 0.67 g/kg、全钾 14.20 g/kg、碱解氮 33 mg/kg、有效磷 11 mg/kg、速效钾 272 mg/kg, pH 8.14。容重为 1.2 g/cm³。

1.2 供试材料

指示玉米品种为甘鑫 217,由武威甘鑫物种有限公司生产并提供。供试氮肥为尿素(含 N 46%),由甘肃刘家峡化工集团有限责任公司生产并提供;磷肥为普通过磷酸钙(含 P₂O₅ 14%)由甘肃白银虎豹化工有限公司生产并提供;钾肥为硫酸钾(含 K₂O 52%),由青海盐湖工业股份有限公司生产并提供;商品有机肥(总养分 N+P₂O₅+K₂O ≥ 5%,OM ≥ 45%),由庆阳中盛华盛有机肥厂生产并提供。

1.3 试验设计

试验采用“3414”随机区组设计^[29],在施用商品有机肥 750 kg/hm²的基础上,设氮肥、磷肥、钾肥 3 个因素 4 水平(见表 1),3 次重复。小区面积为 26.68 m² (6.67 m × 4.00 m),8 行区,行距 0.5 m,株距 0.3 m,区距 0.5 m,区道 1.0 m,试验地四周设保护行(2.0 m)。采用人工点播的方法播种,商品有机肥、磷肥、钾肥全部作基肥,尿素 60%作基肥,其余 40%在大喇叭口期追施。玉米收获后将秸秆覆盖在地膜上,下年播种

时把玉米秸秆放置在地膜两侧行间。其他管理措施同当地大田。

表 1 “3414”试验设计方案

编号	处理	因子编码			施肥量/(kg/hm ²)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
T2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2	0	210.0	46.8
T3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2	138.0	210.0	46.8
T4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2	276.0	0	46.8
T5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2	276.0	105.0	46.8
T6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2	276.0	210.0	46.8
T7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2	276.0	315.0	46.8
T8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0	276.0	210.0	0
T9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1	276.0	210.0	23.4
T10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3	276.0	210.0	70.2
T11	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2	414.0	210.0	46.8
T12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2	138.0	105.0	46.8
T13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1	138.0	210.0	23.4
T14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1	276.0	105.0	23.4

1.4 指标测定与方法

1.4.1 土壤理化性质 施肥播种前采集 0~20 cm 土层样品备用。土壤有机质用重铬酸钾容量法 - 外加热法测定^[30], 土壤全氮用开氏法(全自动定氮仪)测定^[30], 土壤全磷用氢氧化钠融熔 - 钼锑抗比色法测定^[30],

土壤全钾用氢氧化钠融熔 - 火焰光度法测定^[30], 土壤碱解氮用碱解扩散法测定^[30], 土壤有效磷用碳酸氢钠提取 - 钼锑抗比色法测定^[30], 土壤速效钾用醋酸铵浸提 - 火焰光度法测定^[30], 土壤 pH 用电位法测定^[31], 土壤容重用环刀法测定^[31]。

1.4.2 产量性状 在玉米成熟后, 各小区分别选择 10 株有代表性的植株自然晒干后考种, 分别测定其果穗重、穗粒重及千粒重, 统计计算穗行数、行粒数、穗粒数。根据各小区玉米田间测产和考种结果计算理论产量。

理论产量 = (每 hm²穗数 × 穗粒数 × 千粒重) / (1 000 × 0.85)

1.5 数据处理

试验数据采用 Excel 2010 软件进行统计处理, 采用 DPS 9.5 软件进行方差分析、回归分析及显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理下的玉米产量

由表 2 可得出, 2018—2019 年不同处理的玉米平均折合产量为 9 452.6~12 736.3 kg/hm², 其中 T6 处理平均折合产量最高, 为

表 2 不同施肥处理的玉米产量

编号	处理	折合产量/(kg/hm ²)		
		2018年	2019年	2 a 平均
T1	N ₀ P ₀ K ₀	9 833.2	9 071.9	9 452.6 i I
T2	N ₀ P ₂ K ₂	11 415.8	11 512.3	11 464.1 h H
T3	N ₁ P ₂ K ₂	12 855.2	11 730.0	12 292.6 bc BC
T4	N ₂ P ₀ K ₂	12 725.0	10 457.4	11 591.2 gh GH
T5	N ₂ P ₁ K ₂	12 071.5	12 464.1	12 267.8 c BC
T6	N ₂ P ₂ K ₂	12 822.7	12 649.8	12 736.3 a A
T7	N ₂ P ₃ K ₂	12 607.5	12 373.1	12 490.3 b AB
T8	N ₂ P ₂ K ₀	11 854.7	11 376.7	11 615.7 gh FGH
T9	N ₂ P ₂ K ₁	12 785.0	12 198.5	12 491.8 b AB
T10	N ₂ P ₂ K ₃	12 438.3	11 525.2	11 981.8 de DE
T11	N ₃ P ₂ K ₂	12 208.2	12 173.1	12 190.6 cd CD
T12	N ₁ P ₁ K ₂	11 865.0	11 670.5	11 767.7 fg EFG
T13	N ₁ P ₂ K ₁	12 443.0	11 584.1	12 013.6 de CDE
T14	N ₂ P ₁ K ₁	12 323.8	11 438.1	11 880.9 ef EF

12 736.3 kg/hm², 较 T1 处理增产 34.7%; T9 处理次之, 为 12 491.8 kg/hm², 较 T1 处理增产 32.2%; 再次是 T7 处理, 为 12 490.3 kg/hm², 较 T1 处理增产 32.1%。对玉米平均折合产量进行方差分析可知, 处理间、年份间、处理与年份互作的差异均达到极显著水平 ($P=0.000\ 1 < 0.01$), 说明区组间差异不显著 ($P=0.486\ 4 > 0.05$)^[32]。进一步进行 Duncan 多重比较可知, 所有处理平均折合产量均极显著高于 T1 处理, T6 处理与 T9 处理差异显著, T9 处理、T7 处理、T3 处理间差异均不显著。

2.2 拟合三元二次方程

利用 DPS9.5 软件对玉米平均折合产量进行多元二次回归方程拟合, 得到玉米折合产量预测值 (Y) 与对应自变量 $N(X_1)$ 、 $P_2O_5(X_2)$ 、 $K_2O(X_3)$ 的施用量三元二次回归方程为:

$$Y=9\ 420.968+7.699X_1+8.738X_2+47.622X_3-0.002X_1X_2+0.011X_1X_3-0.018X_2X_3-0.014X_1^2-0.014X_2^2-0.582X_3^2$$

式中 Y 为折合产量, X_1 为施氮量, X_2 为施磷量, X_3 为施钾量, 该回归方程的相关系数 $R^2=0.99$, 调整后的相关系数 $X_1^2=0.97$ 。对该回归方程进行显著性检验, $F=28.09$, 通过了 F 测验, $P=0.002\ 9 < 0.05$, 达到显著水平^[33], 表明玉米产量与肥料 N 、 P_2O_5 、 K_2O 的施用量之间有显著的回归关系; 一次项系数为正值, 二次项系数为负值, 符合肥料报酬递减律^[34], 说明成功拟合典型 NPK 三元二次肥料效应函数可以确定 N 、 P 、 K 肥的最大施肥量和最佳施肥量, N 、 P 、 K 肥施用量与产量有显著的回归关系。

依据三元二次回归方程计算最佳施肥量为: $N\ 270.9\ kg/hm^2$ 、 $P_2O_5\ 276.9\ kg/hm^2$ 、 $K_2O\ 39.3\ kg/hm^2$, 其最高产量为 $12\ 608.7\ kg/hm^2$ 。决定系数为 $0.984\ 43$, 剩余途径系数为 $0.124\ 79$ 。

2.3 拟合二元二次方程

2.3.1 N 、 P 互交效应方程 根据 T2 处理、T3 处理、T4 处理、T5 处理、T6 处理、T7 处理、T11 处理和 T12 处理, 分析以 K_2O 为 2 水平时 N 、 P_2O_5 的互交效应。

$$Y=9\ 250.572+13.247X_1+14.484X_2-0.020X_1X_2-0.017X_1^2-0.0193X_2^2$$

回归方程相关系数 $R^2=0.99$, 调整后的相关系数 $R^2=0.97$, $F=25.46$, 通过了 F 测验, $P=0.038\ 2 < 0.05$, 达到显著水平, 表明玉米产量与肥料 N 、 P_2O_5 的施用量之间有显著的回归关系, 且符合肥料报酬递减律, 说明成功拟合典型 NP 二元二次肥料效应函数。

从图 1 可以看出, 根据 NP 回归方程计算最佳施肥量为 $N\ 235.3\ kg/hm^2$ 、 $P_2O_5\ 254.6\ kg/hm^2$, 其最高产量为 $12\ 652.9\ kg/hm^2$ 。决定系数为 $0.984\ 53$, 剩余途径系数为 $0.124\ 36$ 。

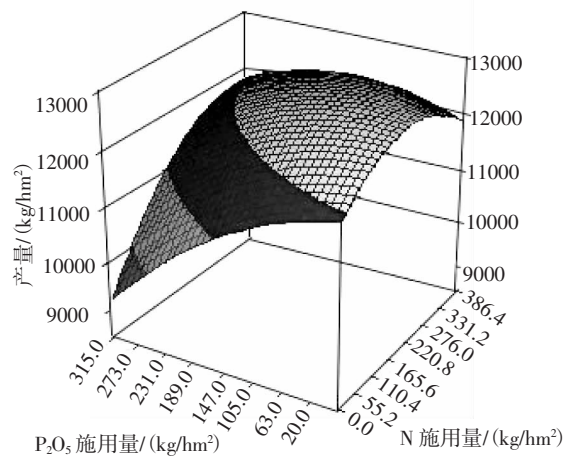


图 1 N 、 P 的互交效应

2.3.2 N 、 K 互交效应方程 根据 T2 处理、T3 处理、T6 处理、T8 处理、T9 处理、T10 处理、T11 处理和 T13 处理, 分析以 P_2O_5 为 2 水平时 N 、 K_2O 的互交效应。

$$Y=9\ 468.121+12.673X_1+75.137X_3-0.073X_1X_3-0.018X_1^2-0.707X_3^2$$

回归方程相关系数 $R^2=0.99$, 调整后的相关系数 $R^2=0.97$, $F=26.43$, 通过了 F 测验, $P=0.036\ 9 < 0.05$, 达到显著水平, 表明

玉米产量与肥料 N、K₂O 的施用量之间有显著的回归关系，且符合肥料报酬递减律，说明成功拟合典型 NK 二元二次肥料效应函数。

从图 2 可以看出，根据 NK 回归方程计算最佳施肥量为 N 276.2 kg/hm²、K₂O 38.9 kg/hm²，其最高产量为 12 679.7 kg/hm²。决定系数为 0.985 09，剩余途径系数为 0.122 11。

2.3.3 P、K 互交效应方程 根据 T4 处理、T5 处理、T6 处理、T7 处理、T8 处理、T9 处理、T10 处理和 T14 处理，分析以 N 为 2 水平时 P₂O₅、K₂O 的互交效应。

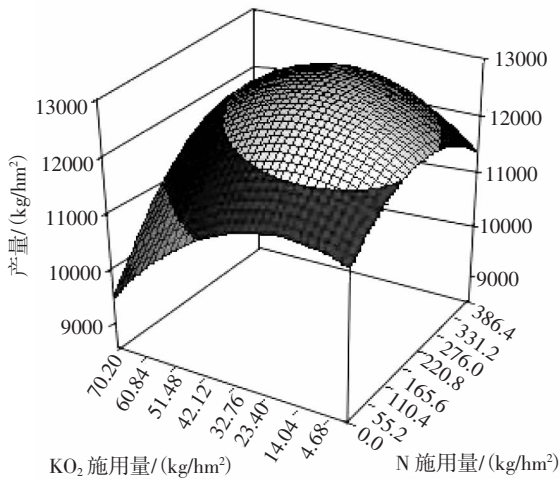


图 2 N、K 的互交效应

$$Y=9\ 238.117+15.549X_2+83.294X_3-0.132X_2X_3-0.020X_2^2-0.715X_3^2$$

回归方程相关系数 $R^2=0.99$ ，调整后的相关系数 $R^2=0.98$ ， $F=36.23$ ，通过了 F 测验， $P=0.027\ 1<0.05$ ，达到显著水平，表明玉米产量与肥料 P₂O₅、K₂O 的施用量之间有显著的回归关系，且符合肥料报酬递减律，说明成功拟合典型 PK 二元二次肥料效应函数。

从图 3 可以看出，根据 PK 回归方程计算最佳施肥量为 P₂O₅ 276.3 kg/hm²、K₂O 32.8 kg/hm²，其最高产量为 12 753.0 kg/hm²。决定系数为 0.989 08，剩余途径系数为 0.104 49。

2.4 拟合一元二次方程

2.4.1 N 效应方程 根据 T2 处理、T3 处理、T6 处理和 T11 处理，得到在 P₂O₅、K₂O

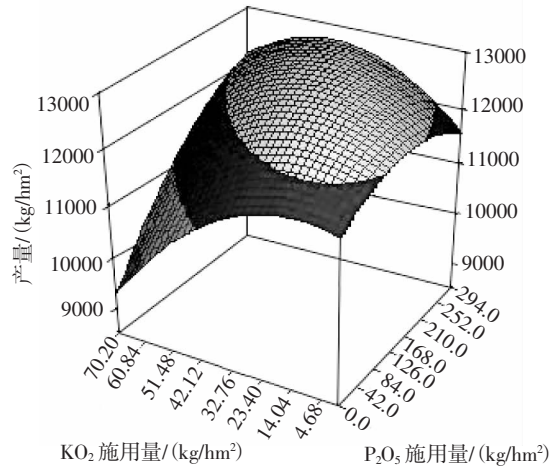


图 3 P、K 的互交效应

水平不变的情况下，N 施用量和产量之间的一元二次方程。

$$Y=11\ 433.870+9.369X_1-0.018X_1^2$$

回归方程相关系数 $R^2=0.99$ ，调整后的相关系数 $R^2=0.97$ ， $F=22.33$ ，未通过 F 测验， $P=0.148\ 0>0.05$ ，差异不显著，表明玉米产量与肥料 N 的施用量之间回归关系不显著 [17]，但符合肥料报酬递减律，说明 N 的一元二次肥料效应函数方程拟合成功。

根据 N 效应回归方程计算最佳施肥量为 N 259.7 kg/hm²，其最高产量为 12 650.4 kg/hm²。决定系数为 0.978 10，剩余途径系数为 0.148 00。

2.4.2 P 效应方程 根据 T4 处理、T5 处理、T6 处理和 T7 处理，得到在 N、K₂O 水平不变的情况下，P₂O₅ 施用量和产量之间的一元二次方程。

$$Y=11\ 565.880+9.605X_2-0.021X_2^2$$

回归方程相关系数 $R^2=0.99$ ，调整后的相关系数 $R^2=0.97$ ， $F=27.84$ ，未通过 F 测验， $P=0.1328>0.05$ ，差异不显著，表明玉米产量与肥料 P₂O₅ 的施用量之间回归关系不显著，但符合肥料报酬递减律，说明 P₂O₅ 的一元二次肥料效应函数方程拟合成功。

根据 P 效应回归方程计算最佳施肥量为 P₂O₅ 229.6 kg/hm²，其最高产量为 12 668.3

kg/hm²。决定系数为 0.982 36，剩余通径系数为 0.132 83。

2.4.3 K 效应方程 根据 T6 处理、T8 处理、T9 处理和 T10 处理，得到在 N、P₂O₅ 水平不变的情况下，K₂O 施用量和产量之间的一元二次方程。

$$Y=11\ 597.330+58.001X_3-0.744X_3^2$$

回归方程相关系数 $R^2=1.00$ ，调整后的相关系数 $R^2=0.99$ ， $F=55.92$ ，未通过 F 测验， $P=0.094\ 1 > 0.05$ ，差异不显著，表明玉米产量与肥料 K₂O 的施用量之间回归关系不显著，但符合肥料报酬递减律，说明 K₂O 的一元二次肥料效应函数方程拟合成功。

根据 K 效应回归方程计算最佳施肥量为 K₂O 39.0 kg/hm²，其最高产量为 12 727.0 kg/hm²。决定系数为 0.991 14，剩余通径系数为 0.094 14。

3 结论与讨论

试验结果表明，不同处理玉米的平均折合产量为 9 452.6 ~ 12 736.3 kg/hm²，所有施肥处理的折合产量均极显著高于不施肥处理，增产幅度为 21.3% ~ 34.7%，增产幅度较大。除不施肥对照外，其他处理均施用了一定量的氮素，而空白对照区为无氮无磷无钾区，无论是施用商品有机肥，还是秸秆还田，都不能满足作物养分临界期和最大效益期对氮素的需求，从而导致对照不施肥产量下降，使其他处理产量均极显著高于对照不施肥。李旭等^[35]通过“3414”肥效试验得出施用适量的氮、磷、钾肥能够显著增加玉米产量，增产幅度为 9.5% ~ 54.0%，并且氮、磷、钾肥对玉米的增产率顺序由大到小依次为氮、钾、磷。刘淑军等^[36]采用“3414”设计方案进行玉米田间试验，得出玉米产量与氮、磷、钾的施用量呈显著相关，N₂P₁K₁ 处理玉米产量最高，为 5 759.5 kg/hm²，较对照不施肥增产 59.5%，若只考虑单因素的影响，对玉米的增产效果是氮肥最大，其次为

磷肥，钾肥最小。

本试验成功拟合了典型 NPK 三元二次方程及 NP、PK、NK 的二元二次方程，而 N、P、K 的一元二次方程未能通过显著性检验，但仍符合肥料报酬递减律，说明一元二次肥料效应方程拟合成功。其主要原因是玉米生产过程中无法避免其他客观自然环境的干扰，并且一元二次方程是在两个因素固定的基础上拟合另一个因素的一元二次方程，而这两个固定因素的搭配比例并非最佳的，因此一元二次方程未能通过显著性检验。本试验虽然一元二次方程未能通过显著性检验，但都成功拟合出全部方程，并计算出最高产量及对应施肥量。玉米产量预测值与 N(X₁)、P₂O₅(X₂)、K₂O(X₃)的施用量三元二次回归方程为： $Y=9\ 420.968+7.699X_1+8.738X_2+47.622X_3-0.002X_1X_2+0.011X_1X_3-0.018X_2X_3-0.014X_1^2-0.014X_2^2-0.582X_3^2$ 。其最佳理论产量对应的施肥量为 N 270.9 kg/hm²、P₂O₅ 276.9 kg/hm²、K₂O 39.3 kg/hm²，即最佳施肥量的 N、P、K 配施比例为 1 : 1 : 0.15，最佳产量为 12 608.7 kg/hm²。这与范晓晖等^[14]、金昆等^[37]、孔义祥等^[38]、张文明等^[39]的研究结果相似。

参考文献：

- [1] 豆新社. 庆阳市玉米种子市场现状及建议[J]. 中国种业, 2013(8): 48-49.
- [2] 滕树川. 玉米施用氮磷钾肥与产量形成的关系试验浅析[J]. 耕作与栽培, 2002(2): 40-41.
- [3] 戴静, 康宇. 氮磷钾配施对玉米主要性状和产量的影响及其施肥规律[J]. 山西农业科学, 2007(10): 62-64.
- [4] 欧昌梅. 氮、磷、钾不同配比施用对玉米产量的影响探讨[J]. 基层农技推广, 2015, 3(9): 11-15.
- [5] 史桂清, 石书亚, 赵颖佳, 等. 氮磷钾施用方式对夏玉米植株、产量和土壤养分的影响[J]. 中国农业通报, 2019, 35(13): 23-30.
- [6] 李天银, 潘玉鑫, 马艳. 金昌地区紫花苜

- 着“3414”肥效试验[J]. 甘肃农业科技, 2018(4): 38-41.
- [7] 王希恩, 张光耀, 韩瑜, 等. 天水市山旱地冬小麦氮磷钾肥效应研究[J]. 甘肃农业科技, 2019(7): 58-61.
- [8] 朱建强, 路宏中, 马静, 等. 氮磷钾配施对酒泉市紫花苜蓿种子产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(5): 8-14.
- [9] 冯守疆, 赵连芝, 刘占鑫, 等. 氮磷钾与有机肥配施对谷子产量和品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2019(12): 28-30.
- [10] 牛慧婷, 冯炜弘, 尹燕, 等. 沼渣与化肥配施对甘蓝品质产量及土壤质量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(2): 49-53.
- [11] 吕贻忠, 李保国. 土壤学实验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 44-46; 287-295.
- [12] 王圣瑞, 陈新平, 高祥照, 等. “3414”肥料试验模型拟合的探讨[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 409-413.
- [13] 朱涛, 张中原, 李金凤, 等. 应用二次回归肥料试验“3414”设计配置多种肥料效应函数功能的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(3): 211-215.
- [14] 范晓晖, 刘文婷, 陈慕松, 等. 基于 R 语言的水稻“3414”肥效试验统计分析[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(13): 67-71.
- [15] 梁曦, 任俊林, 冯荔. 旱地玉米全膜覆盖一膜两季免耕栽培模式研究[J]. 现代农业科技, 2012(13): 20-21.
- [16] 张雷, 牛建彪, 张成荣, 等. 旱地玉米双垄全膜覆盖“一膜用两年”免耕栽培模式研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(2): 8-11, 16.
- [17] 马海灵, 郭有琴, 王泽宇, 等. 全膜双垄沟播玉米-谷子一膜两年用栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2015(10): 53-54.
- [18] 高燕, 张延, 郭亚飞, 等. 不同秸秆还田模式对土壤有机碳周转的影响[J]. 土壤与作物, 2019, 29(1): 93-101.
- [19] 邱琛, 韩晓增, 陆欣春, 等. 东北黑土区玉米秸秆还田对土壤肥力及作物产量的影响[J]. 土壤与作物, 2020(3): 277-286.
- [20] 慕平, 张恩和, 王汉宁, 等. 不同年限全量玉米秸秆还田对玉米生长发育及土壤理化性状的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(3): 291-296.
- [21] 周怀平, 杨治平, 李红梅, 等. 秸秆还田和秋施肥对旱地玉米生长发育及水肥效应的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(7): 1231-1235.
- [22] 徐莹莹, 王俊河, 刘玉涛, 等. 秸秆不同还田方式对土壤物理性状、玉米产量的影响[J]. 玉米科学, 2018, 26(5): 78-84.
- [23] 杨丽娟. 临洮县玉米全膜双垄沟播一膜两年用穴播冬小麦栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2015(11): 91-92.
- [24] ZHANG X F, XIN X L, ZHU A N, et al. Linking macroaggregation to soil microbial community and organic carbon accumulation under different tillage and residue managements [J]. Soil and Tillage Research, 2018 (178): 99-107.
- [25] LOU Y L, LIANG W J, XU M G, et al. Straw coverage alleviates seasonal variability of the topsoil microbial biomass and activity [J]. Catena, 2011, 86(2): 117-120.
- [26] LI J, LI M, GAO X, et al. Corn straw mulching affects *Parthenium hysterophorus* and rhizosphere organisms [J]. Crop protection, 2018(113): 90-96
- [27] 田磊, 石少华, 张建峰, 等. 长期化肥施用与秸秆还田对玉米根部相关 AMF 和细菌的群落结构多样性的影响[J]. 土壤与作物, 2017, 6(4): 291-297.
- [28] YIN H J, ZHAO W Q, LI T, et al. Balancing straw returning and chemical fertilizers in China: role of straw nutrient resources [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018(81): 2695-2702.
- [29] 陆欣, 谢英荷. 土壤肥料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 303-305.
- [30] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 25-114.
- [31] 吕贻忠, 李保国. 土壤学实验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 44-46; 133-136.
- [32] 徐向宏, 何明珠. 试验设计与 Design-Ex-

定西旱作区马铃薯覆光-生物双降解膜种植模式 试验初报

杜梅香

(定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000)

摘要: 以马铃薯品种青薯 9 号为指示品种, 在定西旱作区利用光-生物降解膜进行马铃薯不同种植模式比较试验。结果表明, 大垄微沟覆膜种植的马铃薯折合产量最高, 为 54 850 kg/hm², 较对照无垄平作增产 32.6%; 单株块茎重最重、单株块茎数最多, 大薯率最高, 为 70.7%。综合考虑认为, 在定西旱作区马铃薯生产中, 宜选用光-生物降解膜进行大垄微沟覆膜种植模式。

关键词: 马铃薯; 光-生物双降解膜; 大垄微沟覆膜种植; 无垄平作种植; 产量

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)12-0073-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.12.017)

Planting Mode of Potato Covered with Light – biodegradable Plastic Film in Dingxi Dryland Area

DU Meixiang

(An Ding District Agricultural Technology Extension and Service Center, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: A comparative experiment was conducted on different potato planting modes in dingxi dryland area using photodegradable film with Qingshu 9 as the indicator variety. The results showed that the potato yield was 54 850 kg/hm² with large ridge and micro-furrow mulching, which increased by 32.6% compared with the control.

收稿日期: 2021-05-05; **修订日期:** 2021-09-27

作者简介: 杜梅香(1977—), 女, 甘肃定西人, 高级农艺师, 主要从事平衡施肥研究与农业技术推广工作。Email: 985040813@qq.com。

- pert、SPSS 应用[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 9-57.
- [33] 赵斌, 王勇, 路钰, 等. 多元二次肥料效应函数极值的判别及函数优化[J]. 杂粮作物, 2001(2): 42-45.
- [34] 范晓晖, 刘文婷, 陈慕松, 等. 基于 R 语言的水稻“3414”肥效试验统计分析[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(13): 67-71.
- [35] 李旭, 杜晓明, 洛俊峰, 等. 基于“3414”试验设计的玉米氮、磷、钾效应研究[J]. 吉林农业, 2019(2): 062-063.
- [36] 刘淑军, 黄晶, 梁海军, 等. 玉米“3414”肥料试验的产量及产值效益分析[J]. 湖南农业科学, 2012(17): 51-53; 57
- [37] 金昆, 曾德志, 李慧, 等. 大安区水稻“3414”肥料效应研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(21): 1-8.
- [38] 孔义祥, 程琳琳, 崔振玲, 等. 应用“3414”试验建立冬小麦测土配方施肥指标体系[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 197-203.
- [39] 张文明, 邱慧珍, 张春红, 等. 陇东烤烟“3414”施肥效果及推荐施肥量研究[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(5): 191-195.
- (本文责编: 郑立龙)