

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2017)02-0092-06

土壤肥料

缓控释肥施用对旱作区全膜马铃薯生长及产量的影响

席旭东¹, 姬丽君^{2*}

(1. 甘肃省定西市种子管理站, 甘肃 定西 743000; 2. 甘肃省定西市安定区农业技术推广服务中心, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为明确缓控释肥的施用对全膜马铃薯关键生长指标及产量的影响, 分别在高(H)、中(M)和低(L)3种施肥条件下进行了2种不同施肥方式即集中沟施(F)与表层撒施(B)的田间试验。结果表明, 缓控释肥施肥水平对旱作全膜马铃薯的主要生长指标(除茎粗)、产量及商品薯率的影响显著, 在施用900 kg/hm²的高肥水平时, 其沟施处理的马铃薯产量、大薯率和商品薯率均达到最大, 分别达43 609 kg/hm²、72.1%和92.7%。施肥方式对马铃薯单株结薯数、大薯数、单株薯重、大薯重、产量和大薯率影响显著, 且在3种施肥水平下, 集中沟施(F)处理的马铃薯产量、大薯率和商品薯率均高于表层撒施(B)处理, 其中在高肥水平下HF处理较HB处理平均增产达2 835 kg/hm², 增产率为6.9%。施肥水平×施肥方式对马铃薯各生长指标和产量影响均不显著。综合来看, 缓控释肥在较高水平的施肥(900 kg/hm²)条件下, 集中沟施处理(HF)有利于旱作区全膜马铃薯产量的提高。

关键词: 缓控释肥; 全膜马铃薯; 产量性状; 产量

Effects of Slow/controlled Releasing Fertilizer on Growth and Yield of Plastic Film Mulched Potato in Dry Farming Area

XI Xudong¹, JI Lijun^{2*}

(1. Dingxi Seed Administrative Station, Dingxi, Gansu 743000, China;

2. Anding Agricultural Technology Extension and Service Center, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: Three levels of High (H), middle (M) and low (L) fertilization of slow/controlled releasing fertilizer, and two application methods of furrow (F) and broadcast (B), were studied in order to understand their effects on main growth index and yield of plastic film mulched potato in field. The fertilizer application level of slow/controlled releasing fertilizer significantly influenced main growth index (except stem diameter), yield and marketable tuber percentage. High level of 900 kg/ha of slow/controlled releasing fertilizer combined with furrow application gave the best results, with potato yield being 43 609 kg/ha, large-sized tuber percentage 72.1% and marketable tuber percentage 92.7%. Also, fertilizer application methods significantly influenced tuber number per plant, large-sized tuber number, tuber weight per plant, large-sized tuber weight, yield and large-sized tuber percentage. Under the three levels of fertilization, furrow application had better potato yield, large-sized tuber percentage and marketable tuber percentage than that of broadcast application, of which the treatment of high application rate combined with furrow application method (HF) increased yield by 2 835 kg/ha (6.9%) compared with the treatment of high application rate combined with broadcast application method (HB). No significant

收稿日期: 2015-08-21

基金项目: 定西市科技计划项目(DX2014N09)。

作者简介: 席旭东(1984-), 男, 农艺师, 硕士, 研究方向为旱作农业应用研究及推广。

*通信作者(Corresponding author): 姬丽君, 农艺师, 硕士, 主要从事旱作农业应用研究及推广, E-mail: jilijun2@126.com。

interaction of application level x application method was found for all the growth indexes and yields. In general, slow/controlled releasing fertilizer applied at high rate (900 kg/ha) and using furrow method is in favor of yield increase of plastic film mulched potato in dry farming area.

Key Words: slow/controlled releasing fertilizer; plastic film mulched potato; yield component; yield

定西市位于甘肃省中部, 海拔 1 640~3 941 m, 年降水量 350~600 mm, 年平均气温 7 ℃, 无霜期 140 d, 属典型的旱作农业区。马铃薯作为全市第一大特色优势产业, 其种植历史悠久, 发展潜力巨大, 比较效益突出, 已成为带动全市农业和农村经济发展, 促进农业增效、农民增收的特色优势产业和战略主导产业, 在甘肃省区域经济发展中发挥了重要的作用。近年来, 以地膜全覆盖为基础的马铃薯旱作高效种植技术作为一种旱作区的重大创新技术, 在很大程度上促进了马铃薯产量的提高。全市马铃薯年播种面积稳定在 20 万 hm^2 以上, 其中地膜马铃薯在 8.7 万~10 万 hm^2 , 且呈增加趋势。但由于在全膜马铃薯种植中, 覆膜时间紧、基肥投入不足, 追肥困难, 加之施肥量不合理, 施肥方式不科学, 致使马铃薯生长过程中肥料供需不平衡, 后期脱肥严重, 病虫害加剧, 产量低而不稳等问题日益凸显, 严重影响着全市马铃薯产业的进一步发展升级, 这也是旱作区马铃薯种植中亟待解决的主要问题之一。

缓控释肥作为一种新型肥料, 具有肥效缓慢释放, 养分供应期长, 利用率高等突出特点, 是近年来肥料科学研究的热点问题之一^[1-7]。缓控释肥的使用, 可以有效降低氮源损失, 减少施肥对土壤、水源的污染, 对提高资源利用效率和实现农业可持续发展有着十分重要的意义^[8]。目前国内外对缓控释肥的研究主要集中在养分释放特征, 养分利用效率, 生产工艺等方面^[9-13]。有研究表明, 缓控释肥的使用对马铃薯有较好的增产效果, 能够较明显的改善马铃薯品质, 并在一定程度上减少了肥料成本与生产劳动成本的投入^[14-18]。目前, 缓控释肥在定西市旱作农业中的应用研究处于起步阶段, 有关应用研究较少, 尤其是在旱作区全膜马铃薯中的应用研究尚无报道。为了掌握缓控释肥对旱作区全膜马铃薯生长及产量的影响, 探讨研究了 3 种不同施肥水平下表

层撒施、集中沟施 2 种施肥方式对马铃薯主要生长指标及产量的影响, 为缓控释肥在全膜马铃薯乃至旱作区以地膜覆盖为基础的旱作高效农业中的推广应用提供一定的理论依据, 为提高肥料利用效率、提高马铃薯产量, 改善马铃薯品质寻求新的途径和方法。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

田间试验于 2014 年 4 月 25 日至 10 月 5 日在甘肃省定西市临洮县连湾乡羊嘶川村进行, 该村位于临洮县东北部, 海拔 2 480 m, 属半干旱二阴区, 无霜期 130 d, 年平均降水量 400~530 mm, 年平均气温 4.5 ℃。土壤类型为黄绵土, 试验区土壤质地疏松、肥力中等。0~20 cm 耕层有机质 10.4 g/kg, 全氮 0.66 g/kg, 速效氮 68 mg/kg, 速效磷 12 mg/kg, 速效钾 189 mg/kg, pH 7.5。前茬作物为玉米。

1.2 试验材料

供试材料为马铃薯良种‘陇薯 6 号’原种, 由定西市农业科学研究院提供。高效缓控释肥(N:P₂O₅:K₂O = 22:8:12)由山东金正大集团公司生产提供。各处理基础肥料均按腐熟农家肥 50 000 kg/ hm^2 施用, 结合播种覆膜前的整地翻耕施入土壤。

1.3 试验方法

1.3.1 处理方法

试验设 2 个因素, 分别是缓控释肥施肥水平和施肥方式。施肥水平设低肥(L)、中肥(M)和高肥(H)3 个水平, 施肥量分别为 600, 750 和 900 kg/ hm^2 。施肥方式分为撒施(B)和沟施(F)。撒施方式是在播种覆膜前将缓控释肥均匀撒于地表, 然后翻耕于土壤, 翻耕深度 17~20 cm, 沟施方式是在覆膜时, 将肥料开沟施于大垄中间, 开沟深度 20~25 cm。试验共设 6 个处理, 3 次重复, 共 18 个小区, 小区面积 4.8 m × 12 m = 57.6 m^2 , 随机区组排列, 具体处理见表 1。

采用黑膜双垄全覆盖膜侧沟播种方式, 膜宽 1.2 m。2014年4月10日统一旋耕、施肥、覆膜, 4月25日点播, 种植前用宝大森 1 000 倍液拌种, 晾干后播种。种植密度 55 cm × 35 cm, 保苗 3 460 株/667m²。走道 30 cm, 保护行 50 cm。生长期根据田间情况进行锄草和病虫害防治, 于2014年10月5日统一采挖测产, 产量按照实际小区鲜重计算。

1.3.2 测定方法

盛花期分别测定株高、茎粗、主茎数和叶面积指数(LAI), 每小区随机选取 20 株进行测定, 取平均值, 叶面积指数采用剪纸称重法测定;

单株结薯数: 成熟期每小区挖取 20 株, 计算块

茎个数;

单株薯重: 成熟期每小区挖取 20 株, 分株称量块茎重量;

产量: 成熟期按小区单收, 计产;

商品薯率(%) = 大中薯鲜重/薯块总鲜重 × 100;

大薯率(%) = 大薯鲜重/薯块总鲜重 × 100;

大中小薯按: 小薯 < 50 g、50 g ≤ 中薯 ≤ 100 g、大薯 > 100 g 计。

1.4 统计分析

试验数据用 SPSS 程序进行方差分析, 方差分析包括施肥方式、施肥水平以及二因素之间交互效应, 多重比较采用 Duncan 法。

表 1 缓控释肥施用水平和方式

Table 1 Application level and method of slow/controlled releasing fertilizer

施肥水平 Fertilization level	施肥方式 Fertilization method	施肥量(kg/hm ²) Fertilization amount (kg/ha)	处理方式 Treatment method
低肥(L) Lower fertilization	B F	600 600	在播种覆膜前将缓控释肥均匀撒于地表, 然后翻耕于土壤, 翻耕深度 17~20 cm。 在覆膜时, 将肥料开沟施于大垄中间, 开沟深度 20~25 cm。
中肥(M) Middle fertilization	B F	750 750	在播种覆膜前将缓控释肥均匀撒于地表, 然后翻耕于土壤, 翻耕深度 17~20 cm。 在覆膜时, 将肥料开沟施于大垄中间, 开沟深度 20~25 cm。
高肥(H) Higher fertilization	B F	900 900	在播种覆膜前将缓控释肥均匀撒于地表, 然后翻耕于土壤, 翻耕深度 17~20 cm。 在覆膜时, 将肥料开沟施于大垄中间, 开沟深度 20~25 cm。

2 结果与分析

2.1 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯地上生长指标的影响

将高效缓控释肥不同施肥方式和施肥水平对马铃薯地上生长指标的影响列于表 2。统计分析结果表明, 施肥水平对马铃薯地上株高、主茎数、叶鲜重及叶面积指数的影响显著 ($P < 0.05$), 但施肥方式、施肥水平 × 施肥方式对所测定统计的 5 项地上生长指标的影响不显著 ($P > 0.05$)。高肥时 5 项地上生长指标的值均高于中、低肥处理, 且高肥处理的株高、叶鲜重和叶面积指数均与中、低肥处理呈显著性差异水平。2 种施肥方式相比, 除低肥时的茎粗指标外, 其余各

指标在 3 种施肥水平下, 其沟施方式(F)的指标值均高于撒施方式(B)的指标值, 但在 3 种施肥水平下, 2 种施肥方式间的各项地上生长指标值均表现为不显著。高肥时 HF 处理的株高、茎粗、主茎数、叶鲜重和叶面积指数较中肥时 MF 和低肥时 LF 处理分别提高了 4.1%、4.5%、4.7%、11.3%、20% 和 6.5%、14.7%、9.5%、20.4%、33.1%。

2.2 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量构成因子的影响

高效缓控释肥不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量形成指标的影响统计分析见表 3。由表 3 可知, 除小薯重外, 缓控释肥施肥水平对马铃薯产量的其他各项形成指标的影响均达到显著水

表2 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯地上生长指标的影响
Table 2 Effects of different fertilization levels and methods on aboveground growth index of potato

施肥水平 Fertilization level	施肥方式 Fertilization method	株高(cm) Plant height	茎粗(cm) Stem diameter	主茎数(No.) Main stem number	叶鲜重(g) Leaf fresh weight	叶面积指数(LAI) Leaf area index
低肥(L) Lower fertilization	B	76.0 ± 0.47 c	1.03 ± 0.04 c	4.96 ± 0.05 d	327.2 ± 5.78 d	3.62 ± 0.06 c
	F	76.8 ± 0.42 bc	1.02 ± 0.03 c	5.05 ± 0.05 cd	329.8 ± 6.46 cd	3.65 ± 0.08 c
中肥(M) Middle fertilization	B	77.6 ± 0.46 bc	1.06 ± 0.04 bc	5.10 ± 0.09 cd	349.3 ± 7.32 bc	3.89 ± 0.10 bc
	F	78.6 ± 0.30 b	1.12 ± 0.02 abc	5.28 ± 0.10 bc	356.8 ± 4.74 b	4.05 ± 0.08 b
高肥(H) Higher fertilization	B	81.2 ± 0.95 a	1.14 ± 0.03 ab	5.46 ± 0.08 ab	389.8 ± 6.91 a	4.61 ± 0.15 a
	F	81.8 ± 1.00 a	1.17 ± 0.03 a	5.53 ± 0.06 a	397.2 ± 6.56 a	4.86 ± 0.10 a
显著性检验(P) Significance test						
施肥水平 Fertilization level		0.000	0.089	0.007	0.000	0.000
施肥方式 Fertilization method		0.169	0.248	0.367	0.286	0.100
施肥水平 × 施肥方式 Fertilization level × fertilization method		0.955	0.321	0.667	0.907	0.572

注: 平均数后数字为标准误。同列后不同小写字母表示差异达0.05显著水平。下同。

Note: Number after treatment means is standard error. Means in the same columns followed by different small letters indicate significantly different at 0.05 level. The same below.

表3 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量构成因子的影响
Table 3 Effects of different fertilization levels and methods on yield components of potato

施肥水平 Fertilization level	施肥方式 Fertilization method	单株结薯数 (No.) Tuber number per plant	大薯数(No.)	中薯数(No.)	小薯数(No.)	单株薯重(g)	大薯重(g)	中薯重(g)	小薯重(g)
			Large-sized tuber number	Middle-sized tuber number	Small-sized tuber number	Tuber weight per plant	Large-sized tuber weight	Middle-sized tuber weight	Small-sized tuber weight
低肥(L) Lower fertilization	B	7.5 ± 0.12 c	2.3 ± 0.07 e	2.8 ± 0.09 a	2.3 ± 0.11 a	643.8 ± 13.65 c	325.6 ± 20.20 c	247.9 ± 2.57 a	70.3 ± 5.41 a
	F	7.5 ± 0.09 bc	2.7 ± 0.10 d	2.7 ± 0.07 ab	2.2 ± 0.12 a	662.3 ± 8.12 c	374.9 ± 11.82 c	212.2 ± 29.7 b	75.3 ± 7.72 a
中肥(M) Middle fertilization	B	7.7 ± 0.13 bc	3.3 ± 0.07 c	2.4 ± 0.12 bc	2.0 ± 0.09 ab	729.2 ± 6.51 b	479.1 ± 15.92 b	182.0 ± 14.68 c	68.1 ± 8.99 a
	F	7.8 ± 0.10 b	3.7 ± 0.09 b	2.3 ± 0.11 bc	1.8 ± 0.12 b	742.5 ± 17.08 b	501.1 ± 23.75 b	180.2 ± 10.11 c	61.2 ± 8.54 a
高肥(H) Higher fertilization	B	7.9 ± 0.03 b	3.9 ± 0.33 b	2.3 ± 0.17 bc	1.6 ± 0.13 b	806.0 ± 4.21 a	557.4 ± 5.09 a	188.8 ± 8.42 bc	59.9 ± 8.04 a
	F	8.0 ± 0.03 a	4.3 ± 0.58 a	2.2 ± 0.15 c	1.6 ± 0.12 b	836.6 ± 16.47 a	596.2 ± 13.4 a	185.6 ± 3.83 bc	54.9 ± 4.80 a
显著性检验(P) Significance test									
施肥水平 Fertilization level		0.001	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.158
施肥方式 Fertilization method		0.049	0.000	0.248	0.268	0.017	0.017	0.070	0.711
施肥水平 × 施肥方式 Fertilization level × fertilization method		0.460	0.899	0.919	0.693	0.803	0.703	0.111	0.695

平, 施肥方式对马铃薯的单株结薯数、大薯数、单株薯重和大薯重的影响也达到显著水平, 施肥水平 × 施肥方式对马铃薯产量形成指标的影响均不显著; 从施肥水平看, 高肥时, 其单株结薯数、大薯数、单株薯重和大薯重均高于中、低肥处理, 在沟施 HF 处理表现出最大值, 为 8.0 个、4.3 个、836.6 g 和 596.2 g, 且单株薯重和大薯重均与中、低肥处理间呈显著性差异水平。但中小薯数和重量又低于低肥处理值, 这说明缓控释肥在高肥处理时有利于马铃薯单株薯数, 尤其是大薯数及重量的形成; 从施肥方式看, 除在低肥时, 2 种方式的单株结薯数表现为相同外, 其主要产量构成因子的单株结薯数和单株薯重、大薯数和大薯重均表现为 F 处理高于 B 处理, 且在高肥时 HF 和 HB 处理间的单株结薯数和大薯数均呈现显著性差异水平。

2.3 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量及商品薯率的影响

高效缓控释肥不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量及商品薯率的影响统计分析见表 4。由表 4 可知, 缓控释肥施肥水平对产量及商品薯率的影响均达显著水平, 施肥方式对产量和大薯率的影响呈显著水平, 但对商品薯率的影响不显著。施肥水平 × 施肥方式对产量及商品薯率影响均不显著。高肥时产量、大薯率和商品薯率均高于中、低肥, 其中在高肥时的 HF 处理产量、大薯率和商品薯率均达最高, 折合产量达 43 609 kg/hm², 大薯率达 72.1%, 商品薯率达 92.7%。2 种施肥方式相比, 在 3 种施肥水平下, F 处理的产量、大薯率和商品薯率均高于 B 处理, 其中在高、中肥水平下, F 和 B 处理间产量呈显著性差异水平, 高、中肥水平下 F 处理较 B 处理平均增产分别为 2 835 和 2 811 kg/hm², 增产率分别为 6.9% 和 7.9%。

表 4 不同施肥水平和施肥方式对马铃薯产量及商品薯率的影响

Table 4 Effects of different fertilization levels and methods on yield and marketable tuber percentage of potato

施肥水平 Fertilization level	施肥方式 Fertilization method	小区产量 (kg/57.6m ²) Plot yield	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	大薯率(%) Large-sized tuber percentage	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
低肥(L) Lower fertilization	B	187.03 ± 4.11 e	32 470 ± 712.98 e	50.6 ± 3.16 d	87.7 ± 0.53 b
	F	192.08 ± 2.35 e	33 347 ± 408.72 e	56.9 ± 1.46 c	88.6 ± 1.24 b
中肥(M) Middle fertilization	B	202.47 ± 4.22 d	35 151 ± 732.47 d	65.0 ± 1.66 b	90.7 ± 1.17 ab
	F	218.66 ± 1.73 c	37 962 ± 299.50 c	68.2 ± 1.47 ab	91.8 ± 1.05 a
高肥(H) Higher fertilization	B	234.86 ± 2.53 b	40 774 ± 439.40 b	69.3 ± 0.68 ab	92.3 ± 0.82 a
	F	251.19 ± 2.60 a	43 609 ± 450.81 a	72.1 ± 1.16 a	92.7 ± 0.52 a
显著性检验(P) Significance test					
施肥水平 Fertilization level		0.000	0.000	0.000	0.002
施肥方式 Fertilization method		0.000	0.000	0.015	0.315
施肥水平 × 施肥方式 Fertilization level × fertilization method		0.150	0.150	0.562	0.906

3 讨论

作物由于在其生育期缺乏足够养分或在后期出现脱肥现象而导致的减产问题较为普遍, 尤其在以秋

季覆膜施肥的旱作种植区更为严重。针对旱作区全膜马铃薯种植中高效缓控释肥的合理施肥水平和施肥方式进行研究探讨。试验结果表明, 高效缓控释肥施肥水平对旱作全膜马铃薯地上主要生长指标(除茎粗)、

主要产量构成因子(除小薯重)及商品薯率等的影响均呈现出显著性差异水平,在施用900 kg/hm²的高肥水平时,其沟施处理HF的马铃薯产量、大薯率及商品薯率均达到最大,分别可达43 609 kg/hm²、72.1%和92.7%。施肥方式对马铃薯地上生长指标的影响未达到显著性差异水平,但对马铃薯地下主要生长指标单株结薯数、单株薯重、大薯数及重量,以及整体产量和大薯率均表现出显著性差异。这可能与缓控释肥的缓慢控制释放性以及集中沟施和表层撒施对肥料养分吸收利用时间及程度等有关,由于肥料养分的控制释放,加之集中沟施有利于作物的吸收利用,因此在马铃薯生长后期发挥了较好的养分补充作用,致使对后期地下块茎及产量的影响较前期地上生长指标的影响大,从而表现出差异显著性。这与前人的研究结论有相同之处^[19-22]。另外,缓控释肥施肥水平和施肥方式的交互作用对马铃薯地上生长指标及产量的影响均不显著,说明缓控释肥施肥方式和水平间交互作用的影响不明显。

综合来看,高效缓控释肥在较高水平施肥条件下(900 kg/hm²),采用集中沟施的方式进行施肥将有助于旱作区全膜马铃薯产量的提高。但仅在3种不同施肥水平和2种不同施肥方式下,研究了缓控释肥对马铃薯生长指标和产量的影响,尽管在900 kg/hm²的高肥水平时,出现了产量的最大值,但未找到轨点值。因此,对于缓控释肥在全膜马铃薯栽培中的最大施肥量以及其他施肥方式等方面有待进一步的探索研究。

[参 考 文 献]

- [1] 刘兵. 缓-控释肥料的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(8): 2341-2342.
- [2] 张德奇, 季书勤, 王汉芳, 等. 缓-控释肥料的研究应用现状与展望[J]. 耕作与栽培, 2010(3): 46-48.
- [3] Li X Y, Gong J D, Gao Q Z, *et al.* Incorporation of ridge and furrow method of rainfall harvesting with mulching for crop production under semiarid conditions[J]. *Agricultural Water Management*, 2001, 50(3): 173-183.
- [4] Wang X L, Li F M, Jia Y, *et al.* Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature[J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 78(3): 181-194.
- [5] 郝万晨. 缓释肥料的开发[J]. 应用化工, 2003, 32(5): 8-10.
- [6] 廖宗文, 刘可星, 王德汉, 等. 发展有中国特色的控释肥[J]. 中国农业科技导报, 2001, 3(4): 71-75.
- [7] 王恩飞, 崔智多, 何璐, 等. 我国缓控肥研究现状和发展趋势[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(21): 12762-12764, 12767.
- [8] 陈应许. 推广环保型缓释肥是实现农业与环境保护协调发展的重要举措[J]. 中国产业, 2011(8): 18.
- [9] 熊又升, 陈明亮, 熊桂云, 等. 包膜控释肥养分释放速率测定方法研究[J]. 华中农业大学学报, 2000, 19(5): 442-445.
- [10] 陈剑慧, 曹一平, 许涵, 等. 有机高聚物包膜控释肥氮释放特性的测定与农业评价[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 44-47.
- [11] 杜建军, 廖宗文, 宋波, 等. 包膜控释肥养分释放性评价方法的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 16-21.
- [12] 尹洪斌, 石元亮. 缓释肥料的研制及其缓效性评价[J]. 土壤通报, 2006, 37(2): 411-413.
- [13] 刘亚青, 薛怀清, 张斌. 高分子马铃薯专用缓释肥的制备及肥效研究[J]. 中北大学学报: 自然科学版, 2006, 27(3): 249-252.
- [14] 周瑞荣, 孙锐峰, 肖厚军, 等. 缓释肥在马铃薯中的应用效果[J]. 西南农业学报, 2010, 23(5): 1763-1765.
- [15] 苟久兰, 何佳芳, 周瑞荣, 等. 缓释肥与有机肥配施对马铃薯产量及养分吸收的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(12): 151-153.
- [16] 胡莹莹, 张明, 宋付朋. 缓控肥中磷素在马铃薯上的效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(2): 174-177.
- [17] 杨奎奎, 胡辉, 张光旭, 等. 黔西北马铃薯缓释肥施用效果初报[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(5): 64-66.
- [18] 唐拴虎, 黄旭, 解开治, 等. 马铃薯应用缓释肥效果研究[J]. 广东农业科学, 2008(6): 7-9.
- [19] 郭恒, 陈占全, 张亚丽, 等. 全膜覆盖条件下缓释氮肥对马铃薯干物质及产量的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(6): 37-41.
- [20] 杨天海, 侯再芬, 谢小燕, 等. 不同缓控释肥用量对黑膜覆盖玉米产量的影响[J]. 耕作与栽培, 2015(3): 43-44.
- [21] 李宗新, 王庆成, 齐世军, 等. 控释肥对玉米高产的应用效应研究进展[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 127-130.
- [22] 彭玉, 孙永健, 蒋明金, 等. 不同水分条件下缓控释氮肥对水稻干物质和氮素吸收、运转及分配的影响[J]. 作物学报, 2014, 40(5): 859-870.