

高明杰,鲁洪威,李婷婷,等. 基于VAR模型的中国马铃薯产量波动影响因素分析[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(4): 63-71.

DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2021.04.008

基于VAR模型的中国马铃薯产量波动影响因素分析

高明杰,鲁洪威,李婷婷,薄沁箐,罗其友

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,北京 100081

摘要 为明确马铃薯产量波动影响因素及其作用机制,保持我国马铃薯产业平稳健康发展,本研究运用VAR模型对1982—2018年影响我国马铃薯产量波动的因素进行分析,揭示我国马铃薯生产影响机制,最后对合理引导我国马铃薯生产平稳发展提出相应对策建议。结果显示:(1)自然因素对产量波动多为负向影响,经济、科技和政策以正向影响为主;(2)自然、科技和市场因素对马铃薯产量波动的影响较大,科技进步与政策影响较为长远。研究认为应从制定适当生产引导政策、提升马铃薯生产效率水平、增强应对自然因素冲击能力、拓展多种马铃薯产品消费途径四个方面采取对策措施,稳定马铃薯生产。

关键词 马铃薯;产量波动;影响因素;VAR模型;生产波动规律;生产效率水平;马铃薯主食化

中图分类号 S 532; F 323.5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2021)04-0063-09

马铃薯是全世界人民喜爱的粮菜兼用作物,为世界人民战胜饥饿、提供均衡营养作出了重要贡献^[1]。马铃薯抗逆性强,比较效益显著,目前我国大部分省(自治区)皆有种植,为我国第四大粮食作物^[2]。2015年马铃薯作为未来主粮被农业农村部正式提出,标志着马铃薯成为继稻米、小麦、玉米之后保障国家粮食安全的重要农产品^[3]。根据联合国粮农组织(FAO)官方数据显示,我国在2001年后成为世界马铃薯第一大生产国,面积和产量均居世界首位^[4]。而我国马铃薯生产的不稳定性较强,产量在年际之间的大幅波动时有发生,从产业链协调发展的角度看,马铃薯生产的波动对全产业链的健康发展构成了挑战。因此,对我国马铃薯生产波动影响因素进行研究,深入分析各种因素对我国马铃薯生产的作用机制,对于保持我国马铃薯产业平稳健康发展具有十分重要的现实意义。

农业是自然和社会经济再生产的过程^[5],通过对过往研究文献的梳理,发现影响产量波动的因素主要包括自然条件、科技、社会经济和政策等四类。在产量波动的时间序列中往往伴随着受科技进步影响的单产波动和农户种植决策导致的面积波动^[6-8]。

农业产量的高低与当年自然条件的状况密切相关,而气候条件的不可预知性就决定了农民在农业生产的过程中应对自然条件变化的困难,诸如旱涝灾害、病虫害、生长期日照时长等常对农业生产造成冲击^[9-10]。化肥、农业机械总动力、机耕面积和有效灌溉面积等体现科技水平的变量对总产量波动具有十分显著的影响^[11-12]。而其他学者^[13-15]通过实证研究,发现了价格对产量波动的影响关系,进一步厘清了影响农产品产量波动的社会经济因素。政策亦是对生产影响因素分析不可忽视的要素。黄季焜等^[16]认为政策因素对农产品生产的影响是直接且深远的,往往会对此后数年整体的农业产业发展产生深远影响。

现有研究主要关注于粮食产量的影响因素分析,而对某些重要农产品的单独研究较少,对马铃薯产量影响的机制研究更为匮乏,并且在影响因素的选取中往往侧重于自然、科技、社会经济和政策某一方面或几个方面,缺乏对农产品生产影响因素的系统性研究。马铃薯生产有着自身的波动规律与影响机制,需要有针对性研究才能得到更有价值的研究成果。本研究通过构建较为全面的影响因素指标体

收稿日期:2021-04-22

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系专项(CARS-9)

高明杰,E-mail:gaomingjie@caas.cn

通信作者:罗其友,E-mail:luoqiyou@caas.cn

系,运用向量自回归模型对 1982—2018 年我国马铃薯产量波动影响作用机制进行研究,以期为指导我国马铃薯生产平稳发展提供决策参考,推动马铃薯主粮化战略顺利实施,提升我国粮食安全保障能力。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 VAR 模型

向量自回归模型简称 VAR 模型,1980 年由克里斯托弗·西姆斯(Christopher Sims)提出^[17]。VAR 模型是用模型中所有当期变量对所有变量的若干滞后变量进行回归,目前此模型已得到广泛应用^[18-20]。

一般表达式为:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B_1 X_{t-1} + \dots + B_r X_{t-r} + \epsilon_t \quad (1)$$

式(1)中, Y_t 是马铃薯产量各影响因素 m 维内生变量向量, X_t 是各影响因素 d 维外生变量向量,内生变量与外生滞后期分别为 p 和 r 阶(A_1, A_2, \dots, A_p)和(B_1, B_2, \dots, B_r)是待估矩阵; ϵ_t 是随机项。

采用向量自回归模型(VAR)研究从 1982—2018 年包含自然、科技、社会和政策等各变量对我国马铃薯产量波动的影响,进而得出各影响因素之间的动态互动关系。

在运用时间序列数据建立 VAR 模型的过程中,如果数据不平稳,会导致出现伪回归结果,使得分析结论失去实际含义^[21]。在建模前我们先采用 ADF 检验法对不同变量时序数据进行平稳分析以检测各时序数据是否平稳。在此之前需剔除数据异方差的影响,首先对不包括政策变量的其余所有自变量和因变量分别取对数。在确定完 VAR 模型的滞后阶数,对模型协整检验通过后,还需要检验 VAR 模型的稳定性,才能确定建立的模型与实际相符。AR 根图法可以进一步检验方程是否存在一定的稳定性。VAR 模型不是理论分析模型,在实际应用中,常常不分析变量间的影响,而是分析模型受到特定冲击时对经济系统产生的影响,我们称之为脉冲响应法^[22-25]。运用脉冲响应分析能更直观地说明各种变量之间的动态交互关系,发现在滞后 10 期后脉冲响应量趋于稳定,因此,选择脉冲响应的滞后期数为 10。

1.2 数据来源与指标构建

1)数据来源。本研究涉及的 1982—2018 年我国马铃薯产量、成灾面积、耕地面积、化肥施用量、农业机械总动力、机耕面积、有效灌溉面积、农村人均可支配收入、城镇化水平、和价格指数数据来自历年的《中国农村统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国农业统计年鉴》《新中国 60 年统计资料汇编》《中国机械工业年鉴》和国家统计局“年度分省数据库”。涉及的年均降雨量、年均气温和日照时长来自国家气象信息中心各地区地面气象监测站数据要素集。

2)指标构建。参考已有文献对生产波动影响因素的选取,根据指标的代表性和可获得性,从影响马铃薯产量的自然、科技、社会经济和政策四个方面构建产量波动影响因素指标体系。其中自然条件指标包括年均降雨量 X_1 (mm)、年均气温 X_2 ($^{\circ}\text{C}$)、日照时长 X_3 (h)、马铃薯成灾面积 X_4 (km^2)、耕地面积 X_5 (km^2);科技因素指标包括马铃薯化肥施用量 X_6 (万 t)、马铃薯农业机械总动力 X_7 (万 kW)、马铃薯机耕面积 X_8 (km^2)、马铃薯有效灌溉面积 X_9 (km^2);社会经济因素指标包括农村人均可支配收入 X_{10} (元)、城镇化水平 X_{11} (%)、农业生产资料价格指数 X_{12} (%)、农业生产者价格指数 X_{13} (%);政策因素指标采用虚拟变量 X_{14} (0,1);马铃薯产量指标采用历年马铃薯总产量 Y (折粮/万 t)。

其中马铃薯成灾面积、马铃薯化肥施用量、马铃薯农业机械总动力、马铃薯机耕面积和马铃薯有效灌溉面积指标无法从统计数据中直接获取,本研究进行了估算。估算方法为(以马铃薯成灾面积为例):马铃薯成灾面积=马铃薯种植面积/农作物种植面积 \times 成灾面积,其余数据估算方法相同。

2 结果与分析

2.1 中国马铃薯产量时序变化

我国马铃薯生产经历了一个较为曲折的发展过程,从有官方统计数据的 1982 年以来我国马铃薯总产量从最初的不足 500 万 t(折粮,下同)发展到 2018 年的近 1 800 万 t,年均增长 3.76%。由图 1 可知,我国马铃薯总产量是一个波动增长的过程,不同年份产量波动较为明显。根据马铃薯产量增速变化

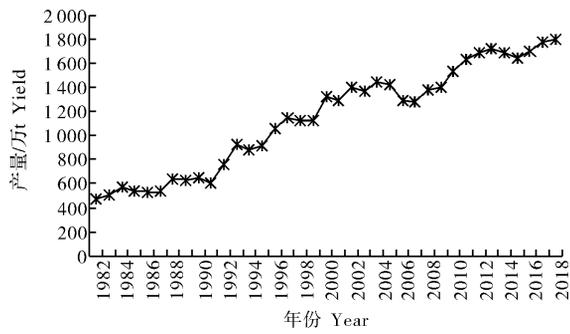


图 1 我国马铃薯产量时序变化

Fig.1 Time series change of potato production in China

可知,1982 年以来共有 22 a 我国马铃薯生产处于扩张期,占总年数的 61.11%,其余 14 a 马铃薯产量为负增长,处于收缩期。我国马铃薯产量年际间波动较为显著,而影响我国马铃薯产量时序变化的原因

并无量化分析的科学定论。因此,有必要构建计量模型定量分析马铃薯产量波动影响机制。

2.2 中国马铃薯产量波动影响因素分析

1) 平稳性检验。由表 1 可知,原始序列是一阶单整的,符合 VAR 模型构建的要求,可以对各变量构建向量自回归模型。

2) 滞后阶数确定和 VAR 模型结果。确定 VAR 模型的滞后期是关系模型有效性的关键环节,由表 2 中 AIC 和 SC 信息值可知,模型的滞后阶数取值为 1。据此对各变量进行一阶滞后向量自回归,VAR 模型回归方程的可决系数 R^2 基本都大于 90%,说明模型的拟合度较好,VAR 模型可有效反映各变量间的动态互动关系。

表 1 影响因素指标平稳性检验

Table 1 Influencing factor index stationarity test

序列 Sequences	ADF 统计量 ADF statistics	显著水平临界值 Critical value of significance levels			(C, T, K)	平稳性 Stationarity
		1%	5%	10%		
		$\ln X_1$	-8.429	-4.235		
$D(\ln X_1)$	-7.562	-2.635	-1.951	-1.611	001	平稳 Stationary
$\ln X_2$	-4.069	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	平稳 Stationary
$D(\ln X_2)$	-7.713	-3.639	-2.951	-2.614	C00	平稳 Stationary
$\ln X_3$	-7.437	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	平稳 Stationary
$D(\ln X_3)$	-3.827	-4.324	-3.581	-3.225	CT7	平稳 Stationary
$\ln X_4$	-1.558	-3.633	-2.948	-2.613	C01	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_4)$	-7.917	-4.253	-3.548	-3.207	CT1	平稳 Stationary
$\ln X_5$	-1.069	-3.627	-2.946	-2.612	C00	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_5)$	-5.780	-2.633	-1.951	-1.611	CT0	平稳 Stationary
$\ln X_6$	-2.053	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_6)$	-7.834	-2.633	-1.951	-1.611	000	平稳 Stationary
$\ln X_7$	-2.511	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_7)$	-7.337	-2.633	-1.951	-1.611	000	平稳 Stationary
$\ln X_8$	-4.610	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	平稳 Stationary
$D(\ln X_8)$	-8.912	-2.633	-1.951	-1.611	000	平稳 Stationary
$\ln X_9$	-3.973	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	平稳 Stationary
$D(\ln X_9)$	-9.406	-4.244	-3.544	-3.205	CT0	平稳 Stationary
$\ln X_{10}$	-2.007	-3.639	-2.951	-2.614	C02	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_{10})$	-3.608	-3.639	-2.951	-2.614	C01	平稳 Stationary
$\ln X_{11}$	-1.640	-4.235	-3.540	-3.202	CT0	非平稳 Nonstationary
$D(\ln X_{11})$	-2.002	-2.635	-1.951	-1.611	001	平稳 Stationary
$\ln X_{12}$	-3.359	-3.627	-2.946	-2.612	C00	平稳 Stationary
$D(\ln X_{12})$	-5.953	-2.633	-1.951	-1.611	000	平稳 Stationary
$\ln X_{13}$	-3.314	-3.627	-2.946	-2.612	C00	平稳 Stationary
$D(\ln X_{13})$	-6.185	-2.635	-1.951	-1.611	000	平稳 Stationary
X_{14}	0	-2.631	-1.950	-1.611	000	非平稳 Nonstationary
$D(X_{14})$	-5.916	-3.633	-2.948	-2.613	C00	平稳 Stationary

注:(C, T, K)中 C 为含截距, T 为含趋势, K 为滞后期, 0 为没有截距或趋势。Note: In (C, T, K), C means intercept, T means trend, K means lag, and 0 means no intercept or trend.

表 2 模型滞后阶数

Table 2 Model lag order

滞后期 Lag	赤池准则 AIC	施瓦茨准则 SC
0	-36.895 42	-35.663 79
1	-53.716 57*	-43.863 56*

注: * 表示最优滞后阶数。Note: * Represents the optimal lag order.

3) 方程稳定性检验。由图 2 可见, 检验后发现所有特征根都位于单位圆内, 即 AR 根模的倒数皆小于 1, 证明所构造的 VAR 模型具有稳定性, 因此后续可进行脉冲响应研究和方差分解分析。

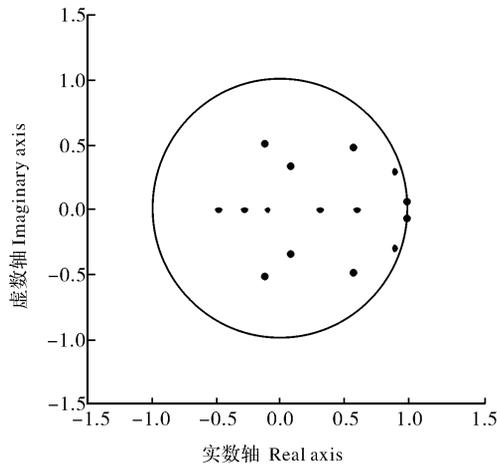


图 2 VAR 模型稳定性检验

Fig.2 VAR model stability test

4) 脉冲响应分析。将各变量对我国马铃薯产量的影响进行脉冲响应分析, 结果如图 3 所示。

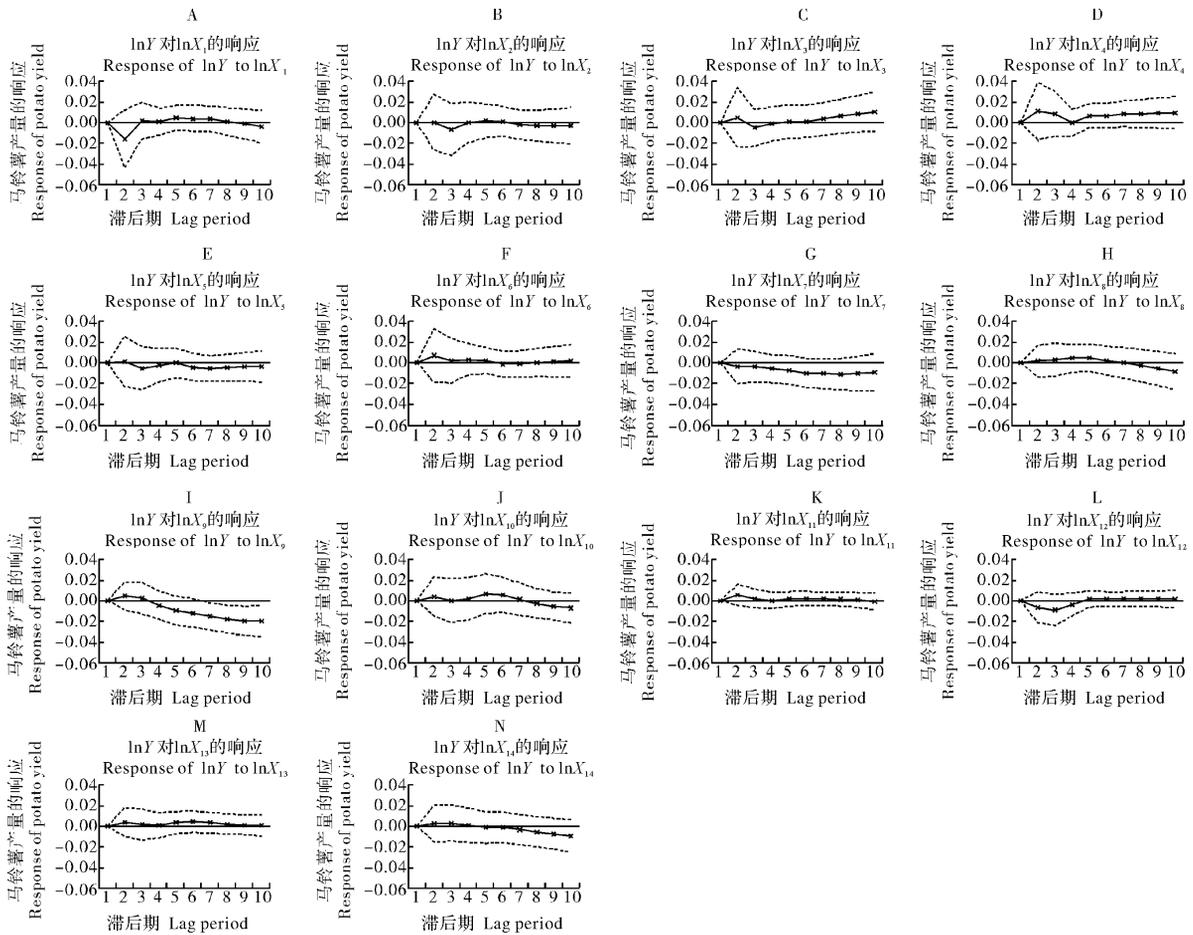
在自然因素影响方面, 由图 3A 可知, 年均降雨量(X_1)对马铃薯产量有较为明显的负向影响, 作为一般需水性作物, 在马铃薯生长期仅需要 400 mm 左右的降雨即可满足其正常生长, 在播种期降雨多会导致种薯块茎坏死, 生长期雨水过多往往会导致晚疫病的发生。由图 3B 可知, 年均气温(X_2)对马铃薯产量表现为负向影响, 但影响并不显著, 各地因气候条件的不同, 气温略有差别, 但年际间的变化并不明显。由图 3C 可知, 从长期来看日照时长(X_3)对马铃薯产量有正向影响作用。日照时长关系到营养成分的积累, 进而影响产量。由图 3D 可知, 马铃薯成灾面积(X_4)对马铃薯产量表现为正向效应, 马铃薯成灾面积较大, 当年价格行情较好, 使得马铃薯种植获利空间增大, 种植面积有所增加。由图 3E 可知, 耕地面积(X_5)对马铃薯产量影响并不明显, 马铃薯种植面积占总耕地面积的比例仅为 4% 左右, 且我国耕地面积的减少主要集中在东部地区的

经济发达地区, 而马铃薯大多种植在中西部地区, 因此, 全国耕地面积的变化对马铃薯总产量的影响并不明显。

在科技因素影响方面, 由图 3F 可知, 化肥施用量(X_6)对马铃薯产量冲击后, 马铃薯产量在第二期出现了显著增长, 第三期后影响效应逐渐减弱, 说明马铃薯化肥施用量增加对马铃薯产量的正向影响是较为明显的, 肥料对马铃薯增产响应效果显著。由图 3G 可知, 马铃薯(X_7)农业机械总动力的影响效应为负, 农业机械的使用往往伴随着农业生产规模的增加, 表现为农业生产由精耕细作向粗放式发展。由机械总动力增加所体现的农业生产集约化水平的提升, 对马铃薯总产量具有一定的负面冲击。由图 3H、3I 可知, 马铃薯机耕面积(X_8)和有效灌溉面积(X_9)对马铃薯产量在第二期、第三期均表现为正向效应, 并在此后效应逐渐减弱。马铃薯机械化耕作和在生长期内进行有效的水分灌溉会对马铃薯增产产生一定的正向效应, 机耕面积和有效灌溉面积增加表明我国农业现代化水平的整体提升。

在社会经济因素影响方面, 由图 3J 和 3K 可知, 农村人均可支配收入(X_{10})和城镇化水平(X_{11})对马铃薯产量冲击后产量在第二期都表现为增加, 并在此后渐趋稳定。随着农村人均可支配收入的增加, 在市场效益的驱动下, 农民增加了马铃薯这种高投入、高产出的作物种植。并且随着城镇化水平的提高, 马铃薯多样化食品的市场需求逐渐增加。由图 3L 和 3M 可知, 农业生产资料价格指数(X_{12})和农业生产者价格指数(X_{13})对马铃薯产量冲击后, 马铃薯产量分别表现为负向效应和正向效应。农业生产资料价格指数增加意味着马铃薯生产成本的提升, 压缩了马铃薯种植利润, 影响农户种植意愿, 马铃薯产量最终减少。而农业生产者价格指数增加, 意味着马铃薯市场价格行情向好, 在市场利益的驱动下, 农户扩大了马铃薯的种植进而增加了马铃薯产量。

在政策因素影响方面, 由图 3N 可知, 政府政策(X_{14})对马铃薯产量施加一个标准差冲击后, 马铃薯产量在第二期、第三期开始增加, 并在此后影响趋势逐渐减弱。政府对农业产业的支持政策往往会促进某一农产品的生产进而导致农产品产量的增加, 但在市场需求没有扩大的情况下, 产量增加最终都会使得价格下降, 并导致收益减少, 因此影响产量的仍然是市场效益。



实线为脉冲响应函数图像,表示马铃薯产量对影响因素变量冲击产生的响应;虚线表示正负两倍的标准差偏离区间。The solid line is the image of impulse response function, which represents the response of potato yield to the impact of influencing factors. The dotted line indicates a deviation of plus or minus two times the standard deviation.

图 3 马铃薯产量对各变量冲击脉冲响应结果

Fig.3 Impulse response function of potato yield to various variable shocks

5) 方差贡献率分析。由图 4 可知,在不同滞后时期各因素对马铃薯生产影响程度有所不同,且各变量方差贡献率变化趋势也不尽相同。在各变量中,年均降雨量(X_1)在第二期对马铃薯产量方差贡献率最大(3.3%)。这说明在当期降雨量较其他因素对马铃薯产量的影响更显著,且降雨量对马铃薯生产的影响在第二期达到最大,随后逐年影响效应减弱。

此外,在第二期马铃薯成灾面积(X_4)对马铃薯生产的冲击仅次于降雨量,方差贡献率为 1.63%,说明马铃薯成灾面积对马铃薯生产随后的冲击影响同样很大。由于自然气候因素造成的马铃薯成灾面积对马铃薯的产量有较为直接的影响,负面冲击往往在当年就能显现出来,遭受了自然灾害冲击的马铃薯产量会出现不同幅度的下降。

年均气温(X_2)对马铃薯产量的影响在第二期、

第三期达到最大,此后影响效应逐渐减弱。但气温在所有变量的方差贡献率中占比重量较小,说明相比于其他影响因素,气温在马铃薯产量总体波动中的影响效应非常有限,这与年际间气温的稳定性密不可分。

日照时长(X_3)对马铃薯产量冲击的方差贡献率较小,且不同时期对马铃薯产量的影响较为稳定。我国幅员辽阔,自然条件空间差异大,日照时长对个别地区马铃薯产量的影响较为明显,而放眼全国这种影响效应则较为稳定。

耕地面积(X_5)和化肥施用量(X_6)对马铃薯产量的方差贡献率较小,并且不同时期的变化较为稳定,说明耕地面积和化肥投入对马铃薯产量的影响效应较为稳定。马铃薯农业机械总动力(X_7)对总产量的冲击在最初并不显著,但随着时间的推移,影

响效应有不断增大的趋势。随着以马铃薯机械总动力为表征的马铃薯现代化耕种水平不断提升,马铃薯产量也会受到影响,并且现代化水平较其他因素对马铃薯产量的影响效应更为长久。马铃薯机耕面积(X_8)对马铃薯产量的影响效应较小且稳定,说明机械耕作对马铃薯产量的总体影响并不明显。

马铃薯有效灌溉面积(X_9)对总产量冲击的方差贡献率在最初占比较小,但随着时间的推移,方差贡献率有逐渐扩大的趋势,说明有效灌溉面积对马铃薯产量的影响是一个逐步加深的过程,马铃薯生产基础设施的建设与完善对马铃薯产量的影响是深远且广泛的。

由图4可知,以农村人均可支配收入(X_{10})和城镇化水平(X_{11})为表征的社会发展水平对马铃薯产量的影响效应较小,说明社会发展水平对马铃薯产量的影响并不是决定性因素,伴随着农村人均可支配收入的增加和城镇化水平的提升,以马铃薯为主粮的部分经济不发达地区居民会减少对马铃薯的消费,但由于社会发展水平的提升,人们对马铃薯精深加工品的需求增加,又刺激了高品质马铃薯的生产,两种力量两相抵消,最终表现为社会发展水平对马铃薯产量的影响并不显著。

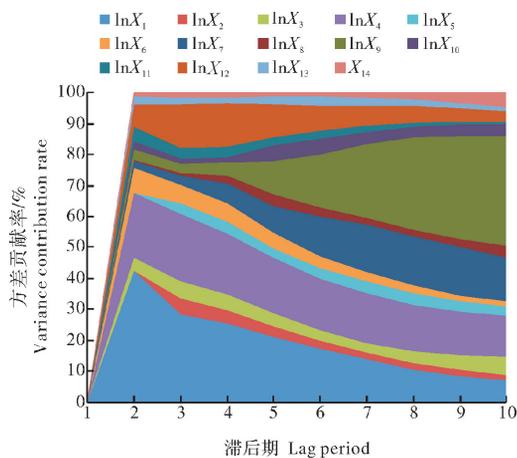


图4 各变量不同滞后期的方差贡献率

Fig.4 Variance contribution rate of each variable in different lag periods

市场因素中农业生产资料价格指数(X_{12})对马铃薯产量的影响效应在第三期达到最大,并在此后影响效应逐步减弱。农业生产资料价格指数在第三期对马铃薯产量的方差贡献率仅次于降雨量和成灾面积。说明由农业生产资料价格指数所体现的马铃薯生产成本变化对马铃薯产量在第三期有较为显著

的影响,且对种植决策的影响存在一定的时滞。农业生产者价格指数(X_{13})对马铃薯产量的影响效应较小,且方差贡献率较为稳定。政策因素(X_{14})对马铃薯产量波动的影响效应随着时间的推移有增大趋势,表明政策对马铃薯产量有较为长期的影响,并存在一定的时滞。

3 研究结论与对策建议

3.1 研究结论

通过VAR模型对1982—2018年我国马铃薯产量波动影响因素进行量化研究,得到马铃薯产量波动与自然、科技、社会和政策系统要素间存在的动态响应规律,具体如下:

1)自然因素对产量波动多为负向影响,经济、科技和政策以正向影响为主。降雨量增多、年均气温增加对马铃薯生产有负向影响,日照时长增加对马铃薯产量有正向作用,耕地面积对产量影响不显著,化肥施用量对马铃薯产量有显著正向影响,集约化水平对马铃薯总产量有负面冲击,马铃薯机耕面积、有效灌溉面积和政府政策都为正向效应,农村人均可支配收入和城镇化水平都为正向效应,农业生产资料价格指数和农业生产者价格指数分别表现为负向效应和正向效应。

2)自然、科技和市场因素对马铃薯产量波动影响贡献较大,科技进步与政策影响较为长远。在第二期降雨量对马铃薯生产的影响最大;马铃薯成灾面积对马铃薯生产的方差贡献率较大;年均气温对马铃薯产量的影响先增后减;日照时长对产量影响较为有限;耕地面积和化肥投入影响效应较为稳定;马铃薯农业机械总动力开始影响较小,但随时间推移影响效应增大;机耕因素贡献并不显著;有效灌溉面积影响逐步加深;社会发展水平对马铃薯产量影响效应较小;农业生产资料价格指数在第三期有较显著影响;生产者价格因素影响程度一般;政策的长期影响存在时滞。

3.2 对策建议

1)尊重马铃薯生产波动规律,制定适当生产引导政策。了解马铃薯生产波动客观规律,并在尊重马铃薯生产波动规律的基础之上发挥政策和措施的引导作用。全国各级农业主管部门应充分认识马铃薯产量波动规律,采取适当的生产引导措施,在马铃薯产量的“低谷期”适当采取相应措施刺激生产,如

马铃薯生产者补贴政策、种薯补贴和良种推广措施。而在马铃薯产量波动的“高峰期”,为避免出现“薯贱伤农”的局面,最大限度平抑薯价下跌,政府应采取一定措施,减少市场中马铃薯流通量,如加大政策性采购,对马铃薯种植户建冷藏库入窖给予一定的补贴资金^[25]。

2)提高马铃薯生产效率水平,提升马铃薯种植现代化水平。相比于其他发达国家,我国马铃薯产业大而不强,第一约束即为生产效率水平。对于我们这样一个耕地资源有限的国家,依赖土地密集投入发展的产业是不符合比较优势的,以此来维持的产量增长和产业发展也是不可持续的^[26]。因此,应不断提升我国马铃薯生产技术效率,提高单产水平。通过构建灵活有效的脱毒种薯推广应用体系,提升病虫害防治水平,促进马铃薯生产的适度规模化,引进先进生产力要素来推动我国马铃薯生产效率水平的整体提升。

3)增强抵御自然因素冲击能力,加强主产区自然气象监测预警。自然条件是马铃薯生产波动的主要影响因素,作为主要分布在中西部地区的农作物,降雨、光照和自然灾害对其生产有显著影响。通过各级农业主管部门与气象、应急管理局等部门的沟通协调,建立联动工作体系^[27]。充分利用气象监测部门的预警系统,对马铃薯主产区(种植区)提供及时有效的气象、灾害预警预报,增强种植户抵御自然灾害灾害冲击的能力。

4)提升消费能力,拓展多种马铃薯产品消费途径。受饮食习惯影响,目前相比于国外,国内马铃薯消费的数量和方式还需要进一步提升^[28]。应充分发挥政府和市场的消费引导能力,加大对马铃薯主食化产品的宣传,引导人们逐渐接受马铃薯产品^[29]。食品科研机构和企业应加大马铃薯产品开发创新,不断丰富马铃薯产品种类,生产出更多符合我国居民消费习惯的马铃薯产品。

参考文献 References

[1] 刘洋,高明杰,张萌,等.2016年中国马铃薯生产成本收益分析及建议[J].农业展望,2017,13(5):44-47.LIU Y,GAO M J,ZHANG M,et al.Cost-benefits analysis of China's potato production in 2016 and suggestions[J].Agricultural outlook,2017,13(5):44-47(in Chinese with English abstract).

[2] 马力阳,罗其友,高明杰.山地地区不同规模农户马铃薯生产技术效率研究:基于甘肃、重庆、广东453个农户的实证分析[J].华中农业大学学报(社会科学版),2019(4):72-80,172.MA L Y,LUO Q Y,GAO M J.Technical efficiency of potato production farmers in different scales in mountainous areas:an empirical analysis on 453 farmers in Gansu,Chongqing and Guangdong[J].Journal of Huazhong Agricultural University (social sciences edition),2019(4):72-80,172(in Chinese with English abstract).

[3] 万晓宁,孙爱军.中国鲜、冷藏马铃薯出口贸易的比较优势及影响因素研究[J].中国农业资源与区划,2016,37(6):70-75,132.WAN X N,SUN A J.Analysis of comparative advantage and influential factors of China's export of fresh or chilled potatoes[J].Chinese journal of agricultural resources and regional planning,2016,37(6):70-75,132(in Chinese with English abstract).

[4] 王瑞波,高明杰,张晴.基于“一带一路”倡议的中国马铃薯国际贸易策略选择[J].世界农业,2017(9):157-162.WANG R B,GAO M J,ZHANG Q.China's potato international trade strategy selection based on the "Belt and Road" initiative[J].World agriculture,2017(9):157-162(in Chinese with English abstract).

[5] 乔秀杰,吕晓,张全景.基于LMDI的山东省粮食产量影响因素分解[J].山东农业科学,2016,48(7):164-168.QIAO X J,LÜ X,ZHANG Q J.Decomposition of grain yield influencing factors in Shandong Province based on LMDI[J].Shandong agricultural sciences,2016,48(7):164-168(in Chinese with English abstract).

[6] 李新旺,王树涛,门明新,等.基于EMD的河北省粮食产量波动及其成因的时空多尺度分析[J].自然资源学报,2009,24(11):1994-2004.LI X W,WANG S T,MEN M X,et al.Fluctuation-analysis of grain output in Hebei Province and theits causes fluctuationat of grain multi-timeoutput and space scale based on in Hebei Province empirical mode decomposition method and[J].Journal of natural resources,2009,24(11):1994-2004(in Chinese with English abstract).

[7] 徐海亚,朱会义.基于自然地理分区的1990—2010年中国粮食生产格局变化[J].地理学报,2015,70(4):582-590.XU H Y,ZHU H Y.Spatial change of China's grain production based on geographical division of natural factors during 1990—2010[J].Acta geographica sinica,2015,70(4):582-590(in Chinese with English abstract).

[8] 李婷婷,李文娟.我国玉米空间格局演变及其影响因素研究进展[J].中国农业资源与区划,2021,42(2):87-95.LI T T,LI W J.Research progress on the evolution of maize spatial pattern and its influencing factors in China[J].Chinese journal of agricultural resources and regional planning,2021,42(2):87-95(in Chinese with English abstract).

[9] 刘忠,黄峰,李保国.基于经验模态分解的中国粮食单产波动特

- 征及影响因素[J].农业工程学报,2015,31(2):7-13. LIU Z, HUANG F, LI B G. Analysis on characteristics and influential factors of grain yield fluctuation in China based on empirical mode decomposition[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(2): 7-13 (in Chinese with English abstract).
- [10] 李青松, 邓素君, 徐国劲, 等. 河南省粮食产量波动特征及影响因素分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(18): 226-230. LI Q S, DENG S J, XU G J, et al. Analysis of the characteristics and influencing factors of grain output in Henan Province[J]. Chinese agricultural science bulletin, 2015, 31(18): 226-230 (in Chinese with English abstract).
- [11] 龙方, 杨重玉, 彭澧丽. 粮食生产波动影响因素的实证分析: 以湖南省为例[J]. 农业技术经济, 2010(9): 97-104. LONG F, YANG C Y, PENG L L. An empirical analysis of the factors affecting food production fluctuations: taking Hunan Province as an example[J]. Journal of agrotechnical economics, 2010(9): 97-104 (in Chinese).
- [12] 聂雷, 郭忠兴, 汪险生, 等. 我国主要粮食作物生产重心演变分析[J]. 农业现代化研究, 2015, 36(3): 380-386. NIE L, GUO Z X, WANG X S, et al. The evolution analysis of the grain production concentration in China [J]. Research of agricultural modernization, 2015, 36(3): 380-386 (in Chinese with English abstract).
- [13] 高明杰, 张萌, 罗其友. 我国马铃薯价格波动的时空差异性研究[J]. 价格理论与实践, 2017(10): 104-107. GAO M J, ZHANG M, LUO Q Y. Research on the spatio-temporal differences of potato price fluctuations in China [J]. Price theory and practice, 2017(10): 104-107 (in Chinese with English abstract).
- [14] 李辉尚, 马娟娟, 沈辰, 等. 我国马铃薯价格波动规律研究: 基于 X-12 和 H-P 滤波法的实证分析[J]. 中国蔬菜, 2017(2): 60-66. LI H S, MA J J, SHEN C, et al. Study on the fluctuation rule of potato price in China: the empirical analysis based on X-12 and H-P filtering model [J]. China vegetables, 2017(2): 60-66 (in Chinese with English abstract).
- [15] 蔡海龙. 我国马铃薯价格波动的原因探析[J]. 价格理论与实践, 2013(9): 64-65. CAI H L. Analysis on the reasons of potato price fluctuation in China [J]. Price theory and practice, 2013(9): 64-65 (in Chinese).
- [16] 黄季焜, 杨军, 仇焕广. 新时期国家粮食安全战略和政策的思考[J]. 农业经济问题, 2012, 33(3): 4-8. HUANG J K, YANG J, QIU H G. Thinking of national food security strategy and policy in the new era [J]. Issues of agricultural economy, 2012, 33(3): 4-8 (in Chinese).
- [17] YAN M, AN Z. The impacts of high-frequency US uncertainty shocks on China's investment and bank loans: evidence from mixed-frequency VAR [J]. Applied economics letters, 2021, 28(1): 15-22.
- [18] 王玉斌, 蒋俊朋, 王晓志, 等. 中国粮食产量波动影响因素实证分析[J]. 北京农学院学报, 2007, 22(4): 38-41. WANG Y B, JIANG J P, WANG X Z, et al. Positive analysis of influencing factors of grain output fluctuation in China [J]. Journal of Beijing University of Agriculture, 2007, 22(4): 38-41 (in Chinese with English abstract).
- [19] ALSAEDI Y H, TULARAM G A. The relationship between electricity consumption, peak load and GDP in Saudi Arabia: a VAR analysis [J]. Mathematics and computers in simulation, 2020, 175: 164-178.
- [20] 邓宗兵, 封永刚, 张俊亮, 等. 中国粮食生产空间布局变迁的特征分析[J]. 经济地理, 2013, 33(5): 117-123. DENG Z B, FENG Y G, ZHANG J L, et al. Analysis on the characteristics and tendency of grain production's spatial distribution in China [J]. Economic geography, 2013, 33(5): 117-123 (in Chinese with English abstract).
- [21] 陈慧中, 徐梦洁, 刘勤. 河南省粮食产量波动及其影响因素分析[J]. 江西农业大学学报(社会科学版), 2010, 9(1): 60-65. CHEN H Z, XU M J, LIU Q. Analysis on grain production fluctuations and influence factors in Henan Province [J]. Journal of Jiangxi Agricultural University (social sciences edition), 2010, 9(1): 60-65 (in Chinese with English abstract).
- [22] WANG Y H, ZHU J M, JIN Y, et al. The impact of foreign direct investment on the upgrading of China's industrial structure based on the VAR model [J]. International journal of computational and engineering, 2020, 5(2): 251-254.
- [23] CUENCA J, CUTILLAS-LOZANO J M, GIMÉNEZ D, et al. Exploiting heterogeneous parallelism on hybrid metaheuristics for vector autoregression models [J/OL]. Electronics, 2020, 9(11): 1781 [2021-04-22]. <http://dx.doi.org/10.3390/electronics9111781>.
- [24] MARTELLI F, CIRLINI M, LAZZI C, et al. Solid-state fermentation of *Arthrospira platensis* to implement new food products: evaluation of stabilization treatments and bacterial growth on the volatile fraction [J/OL]. Foods, 2020, 10(1): 67 [2021-04-22]. <https://doi.org/10.3390/foods10010067>.
- [25] 刘洋, 罗其友. 我国马铃薯批发市场价格波动性研究[J]. 中国蔬菜, 2011(7): 14-19. LIU Y, LUO Q Y. Research on the price volatility of potato wholesale market in China [J]. China vegetables, 2011(7): 14-19 (in Chinese).
- [26] 孙鹤, 施锡铨. 制度变迁与粮食生产的长波[J]. 中国农村观察, 2000(1): 37-46, 80. SUN H, SHI X Q. Discovery of grain production's long waves and role of institutional changes [J]. China rural survey, 2000(1): 37-46, 80 (in Chinese with English abstract).
- [27] 马国勇, 范艺文, 贾宁. 中国马铃薯生产影响因素的实证分析[J]. 统计与决策, 2016(13): 136-139. MA G Y, FAN Y W, JIA N. An empirical analysis of factors affecting potato production in China [J]. Statistics & decision, 2016(13): 136-139 (in Chinese).

- [28] 刘俊霞,贾金荣.中国马铃薯国际贸易趋势分析[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2012,12(4):57-62.LIU J X, JIA J R. Analysis on trend of China's international trade for potato [J]. Journal of Northwest A&F University (social science edition), 2012, 12(4): 57-62 (in Chinese with English abstract).
- [29] 梁丹辉,刘合光.中国马铃薯国际竞争力比较分析[J].湖北农业科学,2015,54(23):6102-6106.LIANG D H, LIU H G. Comparative analysis on international competitiveness of Chinese potato trade [J]. Hubei agricultural sciences, 2015, 54(23): 6102-6106 (in Chinese with English abstract).

VAR model-based analyses of factors affecting fluctuation of potato yield in China

GAO Mingjie, LU Hongwei, LI Tingting, BO Qinqing, LUO Qiyou

Institute of Agricultural Resources and Regionalization, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract Potato, as an industry that enriches the people in the central and western regions of China, plays an important role in increasing income of farmers and boosting the prosperity of the industry in the context of shifting "agriculture, rural areas and farmers" work to comprehensively facilitate the rural revitalization strategy in China. With the development of potato industry in China, the impact of its yield fluctuations on the coordinated development of the upstream and downstream of the industrial chain is increasing as well. To clarify the factors affecting the fluctuation of potato yield and to explore its mechanism is of great practical significance for maintaining the stable and healthy development of potato industry in China. The VAR model was used to analyze the factors affecting the fluctuation of potato yield in China from 1982 to 2018. The mechanism influencing potato production in China was revealed. The corresponding measures and advices for rationally guiding the stable development of potato production in China were proposed. The results showed that rainfall and other natural factors had mostly negative impact on the fluctuation of yield. The social and economic development characterized by urbanization and the level of per capita disposable income of farmers, and the scientific and technological progress and policy factors characterized by mechanical farming and irrigation area had mainly positive influences. Natural conditions, scientific and technological progress and market factors had a greater impact on fluctuations of potato yield, and technological progress and policies had a long-term impact on potato yield. It is recommended to respect the fluctuation rules of potato production and make appropriate policies of guiding production. Promoting the transformation of potato production to per unit yield through improving the efficiency level of potato production. The ability to resist the impact of natural factors, to monitor the natural weather and to warn the main production areas in advance should be strengthened. The steady and healthy development of the potato industry should be promoted by adopting measures in four respects including improving consumption capacity and expanding consumption channels for a variety of potato products.

Keywords potato; the fluctuation of yield; influencing factors; VAR model; law of production fluctuation; production efficiency level; staple food of potato

(责任编辑:赵琳琳)