



农民的农业生产多样性对其饮食多样化和营养健康的影响

黄泽颖, 孙君茂, 郭燕枝, 王秀丽, 马云倩

(农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081)

摘要:【目的】我国是大国小农的基本国情,小农户比重大,自产自消(费)程度高,他们的食物生产、消费与营养协调发展是乡村振兴战略的健康保障,调查江苏省、河南省、四川省农民的饮食多样性(人日均摄入的食物种类)以及农业生产多样性(日常生产的食物种类)与饮食多样化和营养健康(BMI)的相关性,旨在为农民良好饮食习惯形成以及农村人力资本建设提供理论依据。【方法】基于随机抽样和分层抽样相结合的问卷调查方法,利用食物频率法从江苏省10个村、河南省10个村、四川省6个村共收集395份农民调查问卷,开展总样本与各省分样本自产食物种类情况、各类食物摄入的来源与数量、每日摄入自产食物的营养状况的描述性分析;根据食物消费与个人健康效用的经济理论,在不存在内生性问题的前提下,采用多元线性回归模型分析农民的农业生产多样性对其饮食多样化的影响和采用Probit模型探讨农民的农业生产多样性对其营养健康的影响。【结果】受访者的农业生产多样性程度不高,平均生产3.37个食物种类,省际差距较小,摄入的食物如水产品、水果类、奶及奶制品、畜禽肉主要来自购买;农民的饮食多样化程度也不高,人日均摄入食物种类3.34个,省际差距较大,摄入自产食物的数量均低于推荐量;在总摄入量中,畜禽肉摄入过多,而奶及奶制品、水产品摄入不充分;农民人日均摄入自产食物获得的营养不均衡,从自产食物获取的能量充足,但获取蛋白质、脂肪、钙、镁、钾、维生素A等营养素较低;近6成农民的BMI值正常,但省际差距较大。农民的饮食多样性、营养健康与农业生产多样性在10%统计水平上有显著的正相关性;农民的年龄、受教育程度、家庭总收入、营养知识认知、市场准入等因素也对饮食多样化有显著影响,而农民的性别、年龄、受教育程度以及食物营养教育等因素对个人的营养健康产生显著影响。【结论】与其他发展中国家一样,我国的农业生产多样性促进了农民的饮食多样化和营养健康。然而,随着我国农业商品化程度和农民非农收入的提高,农民购买食物满足饮食多样化的趋势不可逆转,在水土资源有限的实际情况下提高农民农业生产多样性的可行性不大。因此,鼓励在农村建立规范化的农产品市场,加强食物营养宣传教育提高农民营养知识可能是保障他们饮食多样化和营养健康的可行途径。

关键词: 农业生产多样性; 饮食多样化; 营养健康; 食物频率法; 营养导向型农业

Influence of Farmers' Farm Production Diversity on Their Own Dietary Diversity and Nutritional Health

HUANG ZeYing, SUN JunMao, GUO YanZhi, WANG XiuLi, MA YunQian

(Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081)

Abstract: 【Objective】 One of the basic national conditions in China is 'smallholders in the large country'. The proportion of smallholders is high, and the degree of self-production and self-marketing costs is also high. The coordinated development of smallholders' food production, consumption and nutrition is the health guarantee of rural revitalization strategy. Farmers' dietary

收稿日期: 2019-06-06; 接受日期: 2019-08-21

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP-2019-IFND)

联系方式: 黄泽颖, E-mail: huangzeying@caas.cn. 通信作者郭燕枝, E-mail: guoyanzhi@caas.cn

diversity (types of food eaten per day) and the correlation between farmers' farm production diversity (types of food produced on a daily basis) and their dietary diversity and nutritional health (BMI) were analyzed for providing the theoretical basis for farmers' good eating habits formation and rural human capital construction. 【Method】395 farmers' questionnaires were collected from 10 villages in Jiangsu province, 10 villages in Henan province and 6 villages in Sichuan province based on random sampling and stratified sampling. Descriptive analysis was carried out on the types of food produced by farmers in three provinces, which involved the sources and quantities of all kinds of food intake, and the nutritional status of daily intake of food which produced by farmers. According to the economic theory of food consumption and individual health utility, multiple linear regression model was used to analyze the influence of farmers' agricultural production diversity on their dietary diversity, and Probit model was used to explore the influence of farmers' agricultural production diversity on their nutritional health without the endogeneity. 【Result】The respondents' farm production diversity was not high and 3.37 food types were produced on average, but the inter-provincial gap was small and the intake of food such as aquatic products, fruits, milk and dairy products, livestock and poultry were mainly from the purchase. Farmers also had a low degree of dietary diversity with an average daily intake of 3.34 types of food, but the inter-provincial gap was large. The amount of home-grown food consumed was lower than national recommendation. In total daily intake per capita, livestock and poultry meat intake was too much, while milk and dairy products, aquatic products intake were insufficient. Farmers had nutritional imbalance from daily intake of food produced by themselves. Home-grown food provided plenty of energy, but low intakes of protein, fat, calcium, magnesium, potassium and vitamin A. Nearly 60 percent of farmers had normal BMI but the inter-provincial gap was large. Farmers' farm production diversity had a significant positive correlation with their dietary diversity and nutritional health at the statistical level of 10%. In addition, factors such as farmers' age, education level, total net family income, nutrition knowledge cognition and market access had significant influence on dietary diversity while the factors, such as farmers' gender, age, education level and food nutrition education, had significant influence on individual nutrition health. 【Conclusion】As in other developing countries, farmers' farm production diversity in China promotes their dietary diversity and nutritional health. However, along with agriculture commercialization degree and farmers' non-agricultural income enhancement, the trend of farmers' food purchase to meet the dietary diversity is irreversible and it is not feasible to improve farmers' farm production diversity under the practical condition of limited water and soil resources. Therefore, to encourage the establishment of standardized agricultural products market in rural areas and strengthen the publicity and education of food nutrition to improve farmers' nutrition knowledge may be a feasible way to ensure dietary diversity and nutritional health.

Key words: farm production diversity; dietary diversity; nutrition and health; food frequency method; nutrition-sensitive agriculture

0 引言

【研究意义】农业、营养和健康之间有着密切的联系,人们通过消费农业生产的食物,获得所需的营养,满足人体健康需求^[1]。农民是农业生产主体,他们不仅从农业获得食物,而且也获得了经营性收入^[2]。当前,我国正经历一场营养不良和营养过剩的营养危机,促进居民饮食健康和营养均衡尤为必要。在乡村振兴战略下,人力资本是农村发展的重要因素,改善农民的营养健康状况是总体提升国民素质的重要内容。由此,研究农民的农业生产对个人的食物摄入与营养健康的影响,对在农村开展营养指导消费,消费引导生产具有重要意义。【前人研究进展】国内学者较少涉及该领域,研究比较侧重农民食物摄入量的变化趋势^[3-4]以及包括农业机械化、祖辈隔代溺爱等因素对农民食物营养的影响^[5-6]。但国外学者已开展初步研究,如 MULLER^[7]基于卢旺达的农村调查数据,发现

农民的食物产量增加会导致自身体质指数 (body mass index, BMI) 提高。但由于农业到消费者营养健康的途径并非直接^[8],国外学者倾向从农民的农业生产多样性 (是指农民同一时期生产的食物种类数量) 开展研究,发现农业生产多样性分别与农民的饮食多样化^[9-11]和营养健康^[12]有显著正相关。虽然农业生产多样性对农民饮食有不同程度的积极影响^[13],但目前的研究结论大都基于肯尼亚、坦桑尼亚、厄瓜多尔、赞比亚等国的传统农业与营养不良情况得出。有些学者认为,在发展中国家,农业生产多样性是营养丰富的主要来源,能带来膳食和营养改善^[14]。【本研究切入点】虽然我国是发展中国家,但与非洲、拉丁美洲等国相比,我国农业集约化水平较高。然而,随着全球农业走集约化生产道路,单一动植物种养殖规模化水平提升,但农业生产多样性和重要营养物质尤其是微量营养素产量自 1960 年以来不断下降,集约化带来的增产不代表人们吃得更好,所以通过农业生产多样性供应多种类

食物必不可少^[15]。在我国,小农户家庭经营是农业基本经营形态,根据第三次农业普查数据,我国小农户数量占到农业经营主体 98%以上,小农从业人员占农业从业人员 90%,小农户经营耕地面积占总耕地面积超过 70%。小农户作为我国农村庞大的群体,生产集约化程度低,利用自留地与承包地自产自足的生产经营格局长期存在,因此,在农业转型升级阶段,我国农民目前的农业生产多样性程度如何?农民从自产环节消费的食物与摄入的营养情况如何?农业生产多样性是否能促进我国农民的饮食多样化与营养健康呢?

本文中,饮食多样化是指每日摄入的食物种类数量,反映了饮食质量^[16]和充分的微量营养素摄入量^[17],认为没有一种食物可提供人体所需的营养,建议每日应摄入谷薯类、蔬菜、水果、肉、蛋、奶、水产品等多种食物^[18]。需要说明的是,个人的饮食多样化不代表完全的营养健康,饮食多样化是保证各类营养素的摄入,但如果出现某类营养素摄入过多或者不足,则出现膳食结构不合理,也会影响营养健康。因此,采用国际上常用的 BMI(体重(kg)/身高(m²))衡量营养健康,BMI 介于 18.5—24 之间属于营养健康,低于 18.5 是消瘦与营养不良,而高于 24 是超重肥胖与营养过剩,均为非营养健康。本研究鉴于 KENNEDY 等^[19]和 WOLDEHANNA 等^[20]采用人日均是否摄入 8 种食物(淀粉类主食、蔬菜、水果、肉类、鱼、鸡蛋、豆类坚果、奶类)来调查农民生产和摄入的食物种类数量,衡量农业生产多样性和饮食多样化的程度。由于《中国居民膳食指南(2016)》的平衡膳食宝塔要求“居民每日需摄入谷薯类、大豆及坚果类、蔬菜类、水果类、蛋类、水产品、奶类、畜禽肉等 8 个食物种类”与国外食物种类相近,需要说明的是本文膳食宝塔中的水、油、盐不计入饮食多样化的范畴。所以,本文采用膳食宝塔的 8 个食物种类来分析农民的农业生产多样性和饮食多样化。【拟解决的关键问题】本研究在理论分析的基础上,基于农业转型背景,利用江苏、河南和四川 3 省农民的问卷调查数据,描述性分析总样本及各省受访农民生产的食物种类(即农业生产多样性情况)、人日均摄入食物的来源结构、数量与营养等情况,再从区域角度分析农业生产多样性对个人饮食多样化与营养健康的影响机制。

1 理论框架与研究假设

1.1 理论框架

结合我国农业商品化生产的实际情况,剖析农业

生产多样性对农民的饮食多样化与营养健康的作用机制,拟根据食物消费与个人健康效用的经济理论^[21]展开分析:

$$U=U(X_f, X_{nf}, H, L) \quad (1)$$

式中, X_f 是农民消费 $N \times F$ 矩阵的食物种类。 F 是消费食物的种类数量,包括农民消费的 j 种自产食物和 k 种市场购买的食物($F=N \times F$), nf 是农民的非食物消费, H 是农民健康状况, L 是农民消耗的休闲时间。农民个人健康状况的表达式如下:

$$H=H(N(X_f), E, D) \quad (2)$$

式中, $N(\cdot)$ 是农民消费 j 种自产食物获得的营养, E 是非食物投入, D 是影响健康的因素。在市场完善的情况下,农民的生产 and 消费决策是分开的^[22],农民可以选择只生产利润最大化的食物,并在市场上购换其他食物。然而,当市场缺失或购买食物存在较大交易成本时,农民将生产更有利可图的食物^[23],尤其在“互联网+农业”的背景下,我国农民将种的有机蔬菜和养的土鸡等初级农产品少量卖给城市消费者。当决定生产食物种类数量 j 时,农民将选择生产最佳的食物种类数量获得利润最大化。如果将生产所得转化为收入,则在消费方面会产生营养效益^[24]。基于上述理论,本文考察农业生产多样性分别对农民饮食多样化和营养健康状况的作用机制,简化的 2 个方程如下:

$$DD_h = \alpha + \beta PD_h + \phi HH_h + \varepsilon \quad (3)$$

$$DA_h = \alpha + \beta PD_h + \phi HH_h + \varepsilon \quad (4)$$

式中, DD_h 为农民个人的饮食多样化, DA_h 为农民个人的营养健康状况, PD_h 为农业生产多样性, HH_h 为影响因素, ε 是误差项。

1.2 研究假设

农民的农业生产多样性与个人的饮食多样化^[9,11-12]和营养健康存在正相关性^[10]。世界银行研究认为,农业影响农民的饮食质量主要来自消费自产的食物和购买食物两种方式^[25]。也就是说,虽然江苏、河南、四川的农业商品化程度不同,但如果农民生产的食物种类越多,在一定程度上越能提高食物资源供给,不管是自产自销还是市场交换,获得饮食多样化的可能性越大,故提出研究假设一(在其他条件不变的情况下,农业生产多样性越高,农民的饮食多样化程度越大,反之,程度越小);进一步讲,农业生产多样性促进了营养丰富食物的生产,保障了农民的营养需求,提高了他们的营养健康水平,于是提出研究假设二(在其他条件不变的情况下,农民的农业生产多样性越高,他们的营养健康水平越好,反之,他们的营养健康状

况越差)。此外,梳理文献发现,居民的饮食多样化和营养健康受性别、年龄、受教育程度、家庭总收入、营养知识认知、市场准入、食物营养教育服务等因素影响^[7,9-12,26],故提出研究假设三(在其他条件不变的情况下,农民的饮食多样化与营养健康状况均受到个人与家庭特征、认知与外部环境等其他因素的显著影响)。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

由于直接调查农民个人在过去一年消费各种食物的数量和进食次数等数据容易出现较大误差,所以,本研究首先采用食物频率法设计问卷调查小农户整个家庭在 2017 年的常住人口以及对不同种类食物的进食次数、平均每次食用量、消费总量以及自产、购买、其他等来源比例。假设农民对不同种类食物的进食次数以及自产、购买、其他等来源比例与整个家庭一致,则农民的平均每次食用量、消费总量则通过除以家庭常住人口数获得。为获得代表性数据,选择东中西部一个省份开展预调查和正式调查,并根据我国第三次农业普查的农民标准选取受访对象:(1)种植业方面,一年一熟制地区露地种植农作物的土地 100 亩以下、一年二熟及以上地区露地种植农作物的土地 50 亩以下、设施农业的设施占地面积 25 亩以下;(2)畜牧业方面,生猪年出栏 200 头以下;肉牛年出栏 20 头以下;奶牛存栏 20 头以下;羊年出栏 100 只以下;肉鸡、肉鸭年出栏 10 000 只以下;蛋鸡、蛋鸭存栏 2 000 只以下;鹅年出栏 1 000 只以下;(3)林业方面,经营林地面积 500 亩以下;(4)渔业方面,淡水或海水养殖面积达到 50 亩以下,没有长度 24 m 的捕捞机动船,长度 12 m 的捕捞机动船 2 艘以下,其他方式的渔业经营收入 30 万元以下。2018 年 4 月 25 日至 9 月 28 日,课题组联合河南农业大学、四川农业大学、扬州大学的本科生、硕士生,在河南、四川、江苏省(县)农调队的协助下,从各省随机选取 30 个农民开展实地预调研,根据反馈的信息和建议,课题组结合当地情况删除与实际不符的调查问题,并使问卷表述通俗化。正式调研阶段,根据农调队农村居民固定观察名册,采用随机抽样和分层抽样相结合的问卷调查方法,从河南省开封市祥符区的 10 个村、四川省崇州市、芦山县、资中县的 6 个村、江苏省扬州市江都区、广陵区、宝应县的 10 个村分别选取 100、156、139 个农民开展面对面的入户问卷调查,最终收集有效

问卷 395 份。

总样本的小农经营特征明显,平均每户的耕地面积 3.88 亩,最大面积仅 30 亩,平均每户的畜禽养殖量 3 只,最多仅 62 只。对问卷进行信度和效度分析发现,问卷总体的 Cronbach's α 系数为 0.812,问卷的内部一致性水平比较好,KMO 值为 0.84,Bartlett 球形检验的近似卡方值为 1606.49,自由度为 67, p 值为 0,表明问卷存在共同因素,适合做回归分析。

2.2 研究方法

被解释变量的农民饮食多样化是连续变量,拟采用多元回归模型:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \mu_i \quad i=1, 2, \dots, n$$

式中, Y 为农民个人的饮食多样化, X 为影响饮食多样化的影响因素, k 为解释变量的数目, $\beta_j(j=1,2,\dots,k)$ 为回归系数, β_0 为常数项, μ_i 为随机误差项。

进一步以农民个人是否营养健康作为被解释变量,作为二元离散选择变量,拟考虑应用二元 Probit 模型回归进行参数估计^[27],表达式如下:

$$P(y=1|x) = \Phi(X\beta) = \int_{-\infty}^{X\beta} \phi(t) dt \quad (5)$$

其中, y 表示农民个人是否营养健康, $y=1$ 表示农民个人营养健康, $y=0$ 表示农民个人非营养健康。 X 代表影响农民个人营养健康的因素, β 是待估计的参数向量, $\Phi(\cdot)$ 是标准累积正态分布函数。

3 描述性统计分析结果

总样本农民绝大多数开展农业生产(共 382 个),占 96.71%,其中,生产 4 个食物种类的人数最多,比重接近 1/4,然后依次是 3 个(22.51%)、5 个(19.63%)。从食物种类看,生产大豆及坚果类的人数最多,超过 8 成(325 人),其次是谷薯类(73.16%)、蔬菜(61.52%)、蛋类(36.96%)。就地区差异看(表 1),四川 8 个食物种类均有生产,农业生产多样性高于河南和江苏,这说明,四川的农业商品化程度较低,半自给程度高于其他 2 省。

由表 2 可见,随着我国深化改革开放,江苏、河南、四川的商品经济加快发展,这些省份农民的市场观念增强,非农收入增加,摄入的各类食物主要来自购买,其中,水产品、水果类、奶及奶制品、畜禽肉购买所占的比重均超过 80%,而摄入自产食物的数量均低于平均推荐量,比重不到 50%。从人日均摄入量来看,受访农民的谷薯类、蔬菜类摄入量符合推荐量要求,但畜禽肉摄入过多,而大豆及坚果、水果类、

表 1 总样本农民自产的食物种类

Table 1 Types of foods produced by the total sample farmers

食物种类	江苏	河南	四川
Types of food	Jiangsu	Henan	Sichuan
谷薯类 Potato	小麦、水稻、毛豆 Wheat, rice, edamame	小麦、玉米、红薯、小米、水稻 Wheat, corn, sweet potato, rice, millet, rice	水稻、玉米、小麦、豌豆、红薯、红豆沙、绿豆、豇豆、土豆、青豆 Rice, corn, wheat, peas, sweet potato, red bean paste, mung bean, cowpea, potato, green bean
大豆及坚果 Soy and nut	大豆 Soybean	—	大豆、花生 Soybean and peanut
蔬菜类 Vegetable	菜籽、黄瓜、油菜 Rapeseed, cucumber, rape	菜、蒜、红萝卜 Vegetable, garlic, carrot	西红柿、油菜、黄瓜、佛手瓜、苦瓜、茄子、丝瓜、青椒、白菜、油菜籽、平菇、辣椒、番茄、空心菜、菠菜 Tomato, rape, cucumber, finger-gourd, bitter gourd, eggplant, towel gourd, green pepper, Chinese cabbage, rapeseed, mushroom, pepper, tomato, water spinach, spinach
水果类 Fruit	桃、枇杷、杨梅、葡萄 Peach, loquat, arbutus, grape	西瓜 Watermelon	猕猴桃、红心果、甘蔗、核桃、梨、西瓜、柑、雪橙、韭菜、蓝莓、桃、橘子、葡萄 Kiwi, red fruit, sugar cane, walnut, pear, watermelon, orange, snow orange, leek, blueberry, peach, orange, grape
蛋类 Egg	鸡蛋 Egg	鸡蛋 Egg	鸡蛋 Egg
奶及奶制品 Milk and dairy product	—	牛奶 Milk	牛奶 Milk
水产品 Aquatic product	鱼 Fish	—	鱼 Fish
畜禽肉 Meat and poultry	鸡、鸭、鹅、羊、猪 Chicken, duck, goose, sheep, pig	猪、牛、羊、鸡、鹅、兔、鸭 Pig, cattle, sheep, chicken, goose, rabbit, duck	鸡、鸭、猪、兔、鹅 Chicken, duck, pig, rabbit, goose

调查数据整理 Survey data collation

表 2 总样本农民对各类食物摄入的来源与数量

Table 2 Sources and quantities of all kinds of foods intake by the total sample farmers

食物种类	摄入量	自产的比例	自产的摄入量	占平均推荐量的比例	购买的比例	购买的摄入量	其他的比例	其他的摄入量	推荐量
Types of food	Intake	Percent of own	Homegrown	Percent of the average	Purchase	Intake from	The percentage	Other intake	Recommended
	(g·d ⁻¹)	production	intake	recommended volume	percentage	purchase	of the rest	(g·d ⁻¹)	(g·d ⁻¹)
		(%)	(g·d ⁻¹)	(%)	(%)	(g·d ⁻¹)	(%)	(g·d ⁻¹)	
谷薯类 Potato	342.29	22.64	77.49	23.84	75.12	257.13	2.24	7.67	250-400
大豆及坚果 Soy and nuts	22.22	24.06	5.35	17.83	70.02	15.56	5.92	1.32	25-35
蔬菜类 Vegetable	380.37	45.62	173.52	43.38	53.67	204.14	0.71	2.70	300-500
水果类 Fruit	73.31	2.78	2.04	0.74	95.44	69.97	1.78	1.30	200-350
蛋类 Egg	49.49	39.37	19.48	43.29	58.42	28.91	2.21	1.09	40-50
奶及奶制品 Milk and dairy products	37.89	2.61	0.99	0.33	94.20	35.69	3.19	1.21	300
水产品 Aquatic product	37.69	0.6	0.23	0.40	96.6	36.41	2.8	1.06	40-75
畜禽肉 Meat and poultry	115.89	13.55	15.70	27.30	85.49	99.07	0.96	1.11	40-75

推荐量来自《中国居民膳食指南（2016）》的中国居民平衡膳食宝塔，平均推荐量是上限和下限推荐量的算术平均值；通过摄入频率乘以次进食量除以周期所含天数计算每种食物的人日均摄入量。下同
The recommended amount comes from the balanced diet pagoda of Dietary Guidelines for Chinese Residents (2016). The average recommendation is the arithmetic mean of upper and lower recommendation. Average daily intake of each food is calculated by frequency of intake multiplying by number of days per intake divided by number of days per cycle. The same as below

品、水果进行消费，而在自产食物中倾向消费蔬菜，摄入的奶类制品主要来自他人的赠送和与其他人的互换。从人日均摄入量看，谷薯类、畜禽肉的摄入量达到推荐量，而大豆及坚果、蔬菜类、水果类、奶及奶制品、水产品的摄入不足，但蛋类摄入量稍多。从摄入来源看，受访农民人日均摄入自产食物量均低于推荐量，最高不超过 32%，而仅从购买渠道摄入的谷薯类、蛋类符合推荐量。

从表 5 可见，四川受访农民倾向从市场购买水果进行消费，而较偏好消费自产的蔬菜，从人日均摄入量来看，谷薯类、大豆及坚果的摄入量合理，水果类、蛋类、奶及奶制品、水产品的摄入不足，而蔬菜类、畜禽肉摄入过多，尤其是畜禽肉超过推荐量上限的 1.16 倍。从摄入来源看，从自产渠道摄入的蔬菜类、畜禽肉均符合推荐量，而摄入其他自产食物低于推荐量，而仅从购买渠道摄入的畜禽肉超过推荐量。

表 5 四川受访农民各类食物摄入的来源与数量

Table 5 Sources and quantities of all kinds of foods intake by the interviewed farmers in Sichuan province

食物种类	摄入量	自产的比例	自产的摄入量	占平均推荐量的比例	购买的比例	购买的摄入量	其他的比例	其他的摄入量	推荐量
Types of food	Intake	Percent of own	Homegrown	Percent of the average	Purchase	Intake from	The percentage	Other intake	Recommended
	(g·d ⁻¹)	production	intake	recommended volume	percentage	purchase	of the rest	(g·d ⁻¹)	(g·d ⁻¹)
		(%)	(g·d ⁻¹)	(%)	(%)	(g·d ⁻¹)	(%)	(g·d ⁻¹)	
谷薯类 Potato	346.71	30.07	104.26	32.08	66.71	231.29	3.22	11.16	250-400
大豆及坚果 Soy and nut	31.10	33.1	10.29	34.30	64.66	20.11	2.24	0.70	25-35
蔬菜类 Vegetable	527.01	63.25	333.33	83.33	36.22	190.88	0.53	2.79	300-500
水果类 Fruit	90.89	4.09	3.72	1.35	93.50	84.98	2.41	2.19	200-350
蛋类 Egg	32.57	58.74	19.13	42.51	40.55	13.21	0.71	0.23	40-50
奶及奶制品 Milk and dairy product	48.63	1.16	0.56	0.19	1.22	0.59	97.62	47.47	300
水产品 Aquatic product	29.98	1.07	0.32	0.56	86.38	25.90	12.56	3.77	40-75
畜禽肉 Meat and poultry	161.78	44.33	71.72	124.73	53.31	86.24	2.36	3.82	40-75

表 6 结果表明，总样本农民每日摄入自产食物的能量未超过参考推荐量和营养纲要目标，从地区看，四川受访农民摄入的能量（601.57 kcal）过多，比参考推荐量和营养纲要目标上限分别高出 64.58 kcal 和 52.64 kcal；对于碳水化合物（糖类）摄入量，河南受访农民的平均摄入量合理，江苏受访农民摄入量不足，但四川受访农民的摄入量超标 18.63 g。蛋白质、脂肪、钙、镁、钾、维生素 A 等营养素方面，受访农民的平均摄入量均低于参考推荐量和营养纲要目标，其中，四川受访农民的摄入量均高于江苏与河南的受访者，这说明，受访农民每日摄入自产食物获取的营养尚不均衡，已成为一大危险因素。

表 2 的描述性分析可知，随着市场经济发展，我国受访农民倾向从杂货店、农贸市场、超市、网络等多个渠道购买所需的食物，而并非完全自产自足，大

致可见，依靠市场逐渐成为农民饮食多样化提高的主要途径，而农业生产多样性的自产自足是饮食多样化的补充和辅助。因此，所在村市场准入（所在村与最近食物/食品市场的距离）程度不同，本文还需推断性统计，量化农业生产多样性、市场准入对饮食多样化的贡献程度。此外，结合上述理论框架可知，市场完善和缺失影响农民的农业生产多样性。江苏、河南、四川的农村市场完善程度不一（表 3—5），有必要分省开展农业生产多样性对饮食多样化的影响。个人营养健康方面，受访农民摄入自产食物的数量均低于参考推荐量，但加上市场购买的总摄入量却出现膳食结构不合理问题，如肉蛋摄入过多，而奶及奶制品摄入不足等，因此，农业生产多样性是否能促进个人营养健康还需推断性统计检验。

表 6 总样本农民每日摄入自产食物的营养状况

Table 6 Sources and quantities of all kinds of foods intake by the total sample farmers

营养素 Nutrients	参考推荐量 Reference recommendation	营养纲要 2020 年目标 The 2020 goal of the nutrition program	三省 Three provinces	江苏 Jiangsu	河南 Henan	四川 Sichuan
能量 Energy (kcal)	536.99	525.06-548.93	348.30	266.08	313.44	601.57
蛋白质 Protein (g)	65	78	15.36	10.7	12.56	30.64
脂肪 Fat (g)	67.3	—	7.22	4.51	5.64	18.09
碳水化合物/糖类 Carbohydrates/sugars (g)	50-65	—	56.69	46.37	54.44	83.63
钙 Calcium (mg)	800	—	169.41	88.58	83.75	310.69
镁 Magnesium (mg)	330	—	84.87	57.32	62.50	145.86
钾 Potassium (mg)	2000	—	618.98	365.51	376.62	1149.13
维生素 A Vitamin A (μg)	800	—	151.75	85.70	79.78	257

能量及主要营养素推荐量来自《中国居民膳食营养素参考摄入量速查手册（2013 版）》，以标准人为 18 岁从事轻体力活动的成年男子作为标准人，能量选用 EER 标准，蛋白质、脂肪、糖类、钙、镁、钾、维生素 A 选用 RNI 标准，脂肪参考摄入量以能量的 25% 进行折算；营养纲要是指《中国食物与营养发展纲要（2014—2020 年）》，8 大种类食物的营养素按照《中国食物成分表（2009）》每百克食物的可食系数和营养素含量换算并进行加总

Recommended amounts of energy and major nutrients are from Quick Check Manual of Reference Intake of Dietary Nutrients for Chinese Residents (2013 edition). The standard person is an adult male engaged in light physical activity at the age of 18. EER standard is chosen for energy. RNI standard is used for protein, fat, sugar, calcium, magnesium, potassium and vitamin A. The reference fat intake is converted to 25% of energy. The outline of nutrition refers to Outline of China's Food and Nutrition Development (2014-2020). The nutrients of the 8 types of food are converted and added according to the edible coefficient and nutrient content per 100 g of food in China Food Composition Table (2009)

4 推断性统计分析与结果

从农民饮食多样化的均值和方差(标准差的平方)比较发现(表 7)，均值大于方差，均不符合负二项回归模型(方差大于均值)、泊松回归模型(方差等于均值)的假设条件。因此，采用多元线性回归模型进行 OLS 分析比较合理。农业生产多样性方面，目前平均每个受访者自产的食物种类 3.37 个，另外 4—5 个食物种类主要依靠市场渠道获得(平衡膳食宝塔共有 8 类食物)。据调查，每个受访农民人日均摄入的食物种类 3.34 个，饮食多样化程度不高，其中，四川受访农民是 3.46 个，江苏是 3.32 个，河南 3.19 个，三省之间的差距很小。平均来看，接近 60% 的受访者营养健康，BMI 处在正常范围，其中，四川营养健康的受访者比例是 67.31%，江苏是 58.27%，河南是 48%，可见，3 省间的差距较大，四川受访农民的营养健康程度最高，而河南受访农民的营养健康问题较为突出。性别方面，41% 的受访者为男性，女性的比重较大，受访者中多数为中年人，平均年龄 56 周岁，总体的受教育程度不高，以初中文化为主，平均每个受访者的家庭年总纯收入为 2.93 万元。营养知识了解方面，采用《中国居民膳食指南（2016）》的 6 句核心内容考察受访农民的了解程度发现，每个受访者平均了解 4

个核心内容，可见，受访者了解程度较好。市场准入方面，受访者购买食物的半径在 3 km 范围内，所在村与最近食物/食品市场的距离平均 2.45 km。公共服务方面，一半以上的受访者表示，他们所在村有人员过来开展食物营养健康教育，为他们提供膳食营养指导和服务。

本文采用计量软件 Stata15.0 进行多元线性回归和 Probit 回归，为缩小异方差，接近正态分布，对家庭总纯收入取对数进行研究，在回归分析时，采用稳健标准误进行估计。模型回归过程中，很可能因为随机干扰项存在异方差、解释变量之间多重共线、内生性问题而违背基本假定，使回归结果存在偏差^[28]。为检验是否存在异方差问题，采用怀特(White)检验发现(表 8—9)，Chi2 值对应的 P 值大于 0.1，接受原假设，说明模型不存在异方差。其次，采用方差膨胀因子法(VIF)检验多重共线性发现，最大的 vif 小于 10 且平均的 vif 大于 1，模型不存在多重共线性。最后采用 Hausman 内生性检验发现，chi2 值对应的 P 值大于 0.1，接受原假设，说明表 8 和表 9 的模型不存在内生性问题，可直接采用回归结果进行分析。

多元线性回归结果如表 8 所示，总样本、江苏、河南、四川分样本的农业生产多样性对农民的饮食多样化在 10%统计水平上均产生显著的正向影响，这与

表 7 研究变量的统计概况
Table 7 Statistical overview of research variables

变量名称 Variable name	变量 Variable	变量的解释 Variables interpretation	变量的说明与赋值 Description and assignment of variables	均值 Mean	标准差 Standard deviation
因变量 Dependent variable	农民的饮食多样化 Farmers' dietary diversity	人日均摄入的食物种类 The type of food daily intake per capita	计数变量 Counting variable	3.34	1.18
	农民营养健康状况 Farmers' nutritional health	健康 ($18.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\leq\text{BMI}<24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) , 不健康 ($<18.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 和高于 $24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) Healthy ($18.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\leq\text{BMI}<24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), unhealthy (below $18.5\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ and above $24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	分类变量: 不健康=0; 健康=1 Categorical variables: unhealthy =0; Health = 1	0.59	0.49
关键解释变量 Key explanatory variable	农业生产多样性 Farm production diversity	农民生产的食物种类 The kinds of food farmers produce	计数变量 Counting variable	3.37	1.48
控制变量 Control variable	性别 Gender	—	分类变量: 女=0; 男=1 Categorical variables: Female = 0; Male = 1	0.41	0.49
	年龄 Age	—	连续变量: 周岁 Continuous variables; Age	56.38	12.51
	受教育程度 Education	目前的最高教育程度 Current highest education level	虚拟变量: 小学以下文化水平=1; 否=0 Dummy variable: Education level below primary school =1; No = 0	0.21	0.40
			虚拟变量: 小学文化水平=1 ; 否=0 Dummy variable: Education level below primary school =1; No= 0	0.30	0.46
			虚拟变量: 初中文化水平=1 ; 否=0 Dummy variable: Junior middle school education level =1; No = 0	0.36	0.48
			虚拟变量: 高中、中专、职高文化水平=1 ; 否=0 Dummy variable: High school, technical secondary school, vocational high school education level =1; No= 0	0.10	0.31
			虚拟变量: 大专及以上=1 ; 否=0 Dummy variable: College degree and above =1; No= 0	0.03	0.17
	家庭总纯收入 Total net household income	—	连续变量: 万元 Continuous variable: Ten thousand yuan	2.93	2.74
	营养知识认知 Knowledge of nutrition	对《中国居民膳食指南(2016)》中(1)食物多样、谷物为主;(2)吃动平衡、健康体重;(3)多吃蔬果、奶类、大豆;(4)适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉;(5)少油少盐、控糖限酒;(6)杜绝浪费,兴新食尚的认知情况 The known advices from Dietary Guidelines for Chinese Residents (2016), (1) Food variety, mainly grains; (2) The balance between diet and activity for healthy weight; (3) Eat more fruits, vegetables, milk and soy; (4) Eat fish, poultry, eggs, lean meat appropriately; (5) Less oil, less salt, less sugar and less wine; (6) Put an end to waste and start new diets	计数变量: 全部了解=6; 以此类推, 全部不了解=0 Counting variable: Understand all=6; And so on, understand none=0	3.97	1.87
	市场准入 Market access	所在村与最近食物/食品市场的距离 The distance between the village and the nearest food market	连续变量(公里) Continuous variable (km)	2.45	2.68
	食物营养教育服务 Food and nutrition education service	是否有人过来开展食物营养健康教育 Whether health education of food and nutrition was carried out	分类变量: 否=0; 是=1 Categorical variables: No=0; Yes= 1	0.53	0.50

表 8 多元线性回归结果分析

Table 8 Analysis of multiple linear regression results

解释变量 Explanatory variable	三省（模型 1） Three provinces (Model 1)		江苏（模型 2） Jiangsu (Model 2)		河南（模型 3） Henan (Model 3)		四川（模型 4） Sichuan (Model 4)	
	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic
农业生产多样性 Farm production diversity	0.84	1.87*	0.96	1.81*	0.78	1.62*	0.86	1.84*
性别 Sex	-0.14	-1.07	-0.22	-0.94	-0.26	-0.93	0.03	0.13
年龄 Age	-0.01	-1.90*	-0.02	-2.07**	-0.01	-0.89	-0.01	-1.04
受教育程度（baseline=小学以下） Education (baseline=Below primary school)								
小学 Primary school	0.04	0.23	0.51	1.74*	0.37	1.04	0.20	0.79
初中 Junior high school	0.33	1.85*	0.01	0.03	0.16	0.44	0.66	2.26**
高中专 The high school	-0.04	-0.18	0.79	1.90*	0.48	1.04	0.49	1.42
大专及以上 College degree or above	-0.20	-0.57	0.94	1.79*	—	—	1.11	3.11***
家庭总纯收入（加对数） Total net household income (Plus logarithmic)	0.17	2.56**	0.21	1.83*	0.17	1.03	0.18	1.60
营养知识认知 Nutritional knowledge cognition	0.09	2.87***	0.18	3.27***	-0.03	-0.41	0.05	1.10
市场准入 Market access	-0.04	-1.77*	-0.04	-0.63	-0.01	-0.20	-0.07	-1.40
食物营养教育服务 Food nutrition education service	0.08	0.71	0.11	0.46	0.01	0.03	0.06	0.28
常数项 Constant term	2.11	2.53**	2.77	2.03**	2.41	1.24	1.91	1.40
样本量 Sample Size	395		139		100		156	
F 统计值 F statistics	5.45***		4.18***		0.84*		2.12**	
R ²	0.43		0.45		0.38		0.39	
Root MSEE	1.11		1.10		1.18		1.07	
最大的 vif The biggest vif	2.14		2.53		2.12		2.85	
平均的 vif Mean vif	1.40		1.64		1.54		1.54	
怀特检验的 Chi2 值 Chi2 value of White test	52.87		66.05		58.08		45.38	
Hausman 内生性检验的 Chi2 值 Chi2 value of Hausman endogeneity test	0.81		0.73		0.69		0.71	

*、**和***分别表示在 0.1、0.05 和 0.01 显著性水平下显著。下同

*, ** and *** are significant at the significance level of 0.1, 0.05 and 0.01 respectively. The same as below

研究假设一相符，这是因为，我国农村市场经济逐渐增强，农民所在村到最近的食物/食品市场平均不到 3 km，且调研发现，多数农民还会在自留地种植作物和饲养畜禽，结合本文理论框架，在农村市场存在的情况下，我国农民可以选择种养若干种类食物，除自给自足外，还有少量销售到周边市场换购其他种类食物，促进饮食多样化，同时，影响系数在 0.1 水平差异显著，也反映了农民从自产以外渠道补充食物种类的必要性。在其他条件不变的情况下，当生产的食物种类每增加 1 个，每个受访农民日摄入食物的种类平

均增加 0.84 个，可见，受访农民生产的食物并非全部自给自足，还有一部分用于家庭成员食用、交换与销售。3 省比较来看，江苏每个受访者日摄入食物种类数量较多（0.96 个），其次是四川（0.86 个）、河南（0.78 个）。这表明，总样本生产的食物种类越多，越能提高食物资源供给量，使他们的饮食多样化越高。此外，年龄、受教育程度、家庭总纯收入、营养知识认知、市场准入等因素影响显著，与研究假设三吻合。年龄方面，受访农民的年龄越大，他们的饮食多样化程度越低，同样，3 省比较来看，唯有江苏受访农民

的年龄因素有显著影响,且影响方向为负;受教育程度方面,与小学以下文化水平相比,初中文化水平受访农民的教育水平较高,其饮食多样化程度越大,这是因为个人较高的教育水平不仅提高了他/她的健康知识水平,还降低了与饮食多样化的认知成本^[29];家庭总纯收入方面,受访农民的家庭总纯收入每增加1%,他们每日摄入的食物种类将增加0.17个,同样,仅有江苏受访农民的家庭总纯收入有显著影响,当家庭总纯收入每增加1%,他们每日摄入的食物种类将增加0.21个;营养知识认知方面,受访者的营养知识认知在0.1统计水平上发挥正向显著的作用,这表明,在其他条件不变的情况下,受访者的营养知识认知水平越高,对饮食多样化的营养均衡作用了解越多,当他们对《中国居民膳食指南(2016)》的核心内容多了解1个,他们每日摄入的食物种类将增加0.09个,同样,3省中仅有江苏受访农民的营养知识认知有显著影响,当多了解1个核心内容,他们每日摄入的食物种类将增加0.18个;市场准入方面,受访农民所在村与最近食物/食品市场的距离在0.1的统计性水平上对他们的饮食多样化产生负向显著的影响,当所在村与最近食物/食品市场的距离减少1 km,受访农民每日摄入食物的种类将平均增加0.04个,这说明在农村社区,与食物/食品市场的距离较远在一定程度上限制农民的饮食多样化,因此,市场合理布局与交通设施发展尤为必要^[30]。然而,各省受访者的市场准入因素未发挥显著影响。通过比较模型1的显著影响因素的系数大小发现,农业生产多样性对农民饮食多样化具有较强的影响,然后依次是受教育水平、家庭总纯收入、营养知识认知、市场准入、年龄。由此可见,与市场准入因素相比,受访农民的农业生产多样性对饮食多样化的贡献程度较大,这说明如果受访农民生产的食物种类丰富,除了部分用于自给自足,还有部分在就近市场互换其他种类食物,促进饮食多样化。

如表9所示,总样本农民和各省分样本农民的农业生产多样性对他们的营养健康在0.1的统计水平上产生显著的正向影响,这与研究假设二相符,这表明农民生产的食物种类增多,不管是自给自足还是市场换购,都能尽量摄入人体所需的宏量和微量营养素,从而改善自身的营养状况。此外,个人的性别、年龄、受教育程度以及食物营养教育等因素的影响显著,与研究假设三比较吻合。受访农民的性别在0.1的水平上有显著影响,与男性受访农民相比,女性受访农民

的营养健康概率较高;在省际之间,除四川外,江苏、河南的女性受访农民分别在0.05、0.1的统计水平上比男性受访农民有较为显著的营养健康水平;总样本的年龄因素没有产生显著影响,但唯有四川受访农民的年龄在0.01统计水平上产生负向显著的影响,这表明随着四川受访农民的年龄增长,他们的营养健康水平越低;受教育程度方面,与小学以下文化受访农民相比,小学文化水平与大专及以上受访农民的营养健康状况均不显著,而初中文化水平与高中专受访农民分别在0.05和0.1的统计水平上有较显著的营养健康状况;在省际之间,只有河南受访农民的高中专文化水平在0.1的统计水平上有显著的正向影响,这说明与河南小学以下文化水平受访农民相比,河南高中专文化水平受访农民有显著较好的营养健康水平;食物营养教育方面,受访农民所在村有人员过来开展食物营养健康教育对他们的营养健康水平在0.05统计水平产生正向显著的影响,省际之间,唯有江苏受访农民所在村有开展食物营养教育服务在0.01统计水平产生正向显著的影响。

5 结论及政策启示

基于江苏、河南、四川3省共395个农民的食物生产、摄入与营养健康的调查数据分析发现,在大国小农的国情下,农业生产多样性促进了农民的饮食多样化和营养健康,因此,腾出土地种养可食用的动植物能进一步促进农业生产多样性。但事实上,农民的食物消费更多来自市场购买而非完全自产自消(费),加上江苏、河南、四川等多数省份的土地资源有限,单纯要求农民种养多种食物保障饮食多样化和营养健康是封闭的思维,可行性不高。政策层面,2019年2月我国出台的《关于促进小农户和现代农业发展有机衔接的意见》提出将小农户引入现代农业发展轨迹的要求,我国农业集约化、适度规模化、标准化的趋势不可逆转,虽然农业生产集约化带来的增产不代表人们吃得更好^[15],但饮食多样化改善人类健康不仅涉及农业生产,还关乎市场、教育等政策制定^[31],本文的实证研究结果也发现,农民的营养知识认知、市场准入与食物营养教育服务分别是影响个人饮食多样化和营养健康的显著因素,因此,除了农业生产多样性,多种类食物供给的市场保障和营养宣教促进农民的营养知识认知更可能是解决他们饮食多样化与营养健康问题的可行途径,具体政策建议如下:

表 9 Probit 回归结果分析
Table 9 Probit regression analysis

解释变量 Explanatory variables	三省（模型 5） Three provinces (Model 5)		江苏（模型 6） Jiangsu (Model 6)		河南（模型 7） Henan (Model 7)		四川（模型 8） Sichuan (Model 8)	
	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic	Coef.	t 统计量 t statistic
农业生产多样性 Farm production diversity	0.05	1.84*	0.05	1.65*	0.12	1.78*	0.15	1.79*
性别 Sex	-0.41	-2.76***	-0.59	-2.10**	-0.52	-1.69*	-0.24	-0.97
年龄 Age	-0.01	-1.46	0.01	0.54	-0.01	-0.94	-0.04	-3.02***
受教育程度（baseline=小学以下） Education (baseline=Below primary school)								
小学 Primary school	0.06	0.29	-0.52	-1.41	0.26	0.63	0.06	0.18
初中 Junior high school	0.42	2.10**	0.11	0.28	0.38	0.97	0.41	1.12
高中专 The high school	0.51	1.80*	0.53	1.05	1.01	1.74*	0.28	0.54
大专及以上 College degree or above	0.61	1.36	0.84	1.28	—	—	—	—
家庭总纯收入（加对数） Total net household income (Plus logarithmic)	-0.04	-0.55	0.01	0.03	-0.07	-0.39	-0.16	-1.19
营养知识认知 Nutritional knowledge cognition	0.03	0.87	0.08	1.21	0.01	0.05	0.01	0.07
市场准入 Market access	-0.04	-1.41	-0.10	-1.30	-0.03	-0.76	-0.05	-0.86
食物营养教育服务 Food nutrition education service	0.27	1.99**	0.86	3.03***	-0.37	-0.99	0.38	1.58
常数项 Constant term	1.31	1.29	-0.61	-0.36	0.93	0.41	3.77	2.21**
样本量 Sample size	395		139		100		156	
Wald 统计值 Wald statistic	31.11***		25.64***		10.80		19.09**	
伪 R ² Pseudo R ²	0.06		0.13		0.07		0.12	
Log pseudolikelihood	-251.38		-82.21		-64.27		-86.77	
最大的 vif The bigges vif	2.14		2.53		2.12		2.85	
平均的 vif Mean vif	1.40		1.64		1.54		1.54	
怀特检验的 Chi2 值 Chi2 value of White test	69.60		69.03		58.70		40.41	
Hausman 内生性检验的 Chi2 值 Chi2 value of Hausman endogeneity test	1.32		1.19		1.10		1.13	

（1）建立健全农产品市场体系，丰富食物供给。根据农民饮食多样化程度不高的问题，有关部门应根据地区差异，充分供应富含蛋白质、钙、维生素 A 的食物以及牛奶、水果等摄入不足的食物资源，通过加强农村交通、通讯等基础设施和市场配套设施建设，建立健全农贸市场、超市等农产品市场体系，破解农村食物资源供给与需求不平衡的难题，促进居民形成良好的饮食习惯。

（2）加强食物营养宣教，提高农民的营养健知识水平。针对农民对畜禽肉、蛋类摄入过量，而蔬菜、水果尤其水产品、奶及奶制品摄入严重不足的问题，农业部门和卫生部门应定期组织公共营养服务小组下

乡积极开展膳食营养教育，根据农民喜闻乐见的信息内容和接收方式，以生动有趣、通俗易懂的文字、图片、视频宣传营养过剩和不足的危害性，推荐农民每日增加蔬果、水产品及奶的摄入量，引导农民重视合理膳食。

References

[1] KADIYALA S, HARRIS J, HEADEY D, YOUSEF S, GILLESPIE S. Agriculture and nutrition in India: Mapping evidence to pathways. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2014, 1331: 43-56.

[2] RUEL M T, ALDERMAN H. Nutrition-sensitive interventions and programmes: How can they help to accelerate progress in improving

- maternal and child nutrition? *The Lancet*, 2013(382): 536-551.
- [3] 曹志宏, 秦帅. 基于灰色关联模型的郑州市农村居民食物消费演变及其影响因素分析. *郑州轻工业学院学报(社会科学版)*, 2018, 19(5): 90-95.
- CAO Z H, QIN S. Analysis of food consumption evolution and its influencing factors of rural residents in Zhengzhou city based on grey correlation model. *Journal of Zhengzhou University of Light Industry (Social Science Edition)*, 2018, 19(5): 90-95. (in Chinese)
- [4] 王柳森, 郭春雷, 张一平, 张继国, 杜文雯, 王志宏. 1991—2011年中国 9 省(自治区)农民食物摄入变化趋势. *环境与职业医学*, 2018, 35(6): 495-499.
- WANG L S, GUO C L, ZHANG Y P, ZHANG J G, DU W W, WANG Z H. Food consumption trends of farmers from 9 provinces (autonomous regions) in China in 1991-2011. *Journal of Environment and Occupational Medicine*, 2018, 35(6): 495-499. (in Chinese)
- [5] 周晓时, 李谷成. 对农村居民“食物消费之谜”的一个解释——基于农业机械化进程的研究视角. *农业技术经济*, 2017(6): 4-13.
- ZHOU X S, LI G C. An explanation of the "food consumption mystery" of farmers - based on the research perspective of agricultural mechanization process. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017(6): 4-13. (in Chinese)
- [6] 刘贝贝, 青平, 肖述莹, 廖芬. 食物消费视角下祖辈隔代溺爱对农村留守儿童身体健康的影响——以湖北省为例. *中国农村经济*, 2019(1): 32-46.
- LIU B B, QING P, XIAO S Y, LIAO F. The influence of grandparents' indulgence on the health status of the left-behind children in rural areas from Hubei province. *Chinese Rural Economy*, 2019(1): 32-46. (in Chinese)
- [7] MULLER C. Do agricultural outputs of partly autarkic peasants affect their health and nutrition? Evidence from Rwanda. *Food Policy*, 2009, 34(2): 166-175.
- [8] BABU S C, MTHINDI G B. Household food security and nutrition monitoring: The Malawi approach to development planning and policy interventions. *Food Policy*, 1994(19): 272-284.
- [9] HERFORTH A. Promotion of traditional African vegetables in Kenya and Tanzania: A case study of an intervention representing emerging imperatives in global nutrition[D]. Ithaca: Cornell University, 2010.
- [10] OYARZUN P J, BORJA R M, SHERWOOD S, PARRA V. Making sense of agrobiodiversity, diet, and intensification of smallholder family farming in the highland Andes of Ecuador. *Ecology of Food and Nutrition*, 2013, 52(6): 515-541.
- [11] KUMAR N, HARRIS J, RAWAT R. If they grow it, will they eat and grow? Evidence from Zambia on agricultural diversity and child undernutrition. *The Journal of Development Studies*, 2015, 51(8): 1060-1077.
- [12] REMANS R, FLYNN D F B, DECLERCK F, DIRU W, FANZO J, GAYNOR K, LAMBRECHT I, MUDIOPE J, MUTUO P K, NKHOMA P, SIRIRI D, SULLIVAN C, PALM C A. Assessing nutritional diversity of cropping systems in African villages. *PLoS ONE*, 2011(6): e21235.
- [13] SIBHATHU K T, KRISHNA V V, QAIM M. Production diversity and dietary diversity in smallholder farm households. *PNAS*, 2015, 112(34): 10657-10662.
- [14] ARIMOND M, WIESMANN D, BECQUEY E, CARRIQUIRY A, DANIELS M C, DEITECHLER M. Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in resource-poor settings. *The Journal of Nutrition*, 2010(140): 2059-2069.
- [15] HERRERO M, THORNTON P K, POWER B, BOGARD J R, REMANS R, FRITZ S, GERBER J S, NELSON G, SEE L, WAHA K, WASTON R A, WEST P C, SAMBERG L H, STEEG J, STEPHENSON E, WIJK M, HAVLIK P. Farming and the geography of nutrient production for human use: A transdisciplinary analysis. *Lancet Planet Health*, 2017(1): 33-42.
- [16] ARIMOND M, RUEL M T. Dietray diversity is associated with child nutritional status: Evidence from 11 demographic and health surveys. *The Journal of Nutrition*, 2004(134): 2579-2585.
- [17] MOURSI M M, ARIMOND M, DEWEY K, TRECHE S, RUEL M T, DELPEUCH F. Dietary diversity is a good predictor of the micronutrient density of the diet of 6- to 23-month-old children in Madagascar. *The Journal of Nutrition*, 2008(138): 2448-2453.
- [18] RUEL M T. Operationalizing dietary diversity: A review of measurement issues and research priorities. *Journal of Nutrition*, 2003, 133 (Suppl. 2): 3911-3926.
- [19] KENNEDY G, BALLARD T, DOP M. Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. United Nations, Food and Agriculture Organization, Nutrition and Consumer Protection Division, New York, 2011.
- [20] WOLDEHANNA T, BEHRMAN J R. Early childhood nutrition and children's cognitive outcomes: Evidence from rural and urban Ethiopia (2013-08-20)[2019-03-15]. https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=CSAE2013&paper_id=813, 2013.
- [21] PITT M M, ROSENZWEIG M R. Health and nutrient consumption across and within farm households. *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 67(2): 212-223.
- [22] SINGH I, SQUIRE L, STRAUSS J. A survey of agricultural

- household models: Recent findings and policy implications. *The World Bank Economic Review*, 1986, 1(1): 149-179.
- [23] TAYLOR J E, ADELMAN I. Agricultural household models: Genesis, evolution and extensions. *Review of Economics of the Household*, 2002, 1(1): 33-58.
- [24] JONES A D, SHRINIVAS A, BEZNER-LERR R. Farm production diversity is associated with greater household dietary diversity in Malawi: Findings from nationally representative data. *Food Policy*, 2014(46): 1-12.
- [25] HAWKES C, RUEL M T. From agriculture to nutrition: Pathways, synergies, and outcomes. Washington, DC: Agriculture and Rural Development Department, The World Bank, 2007.
- [26] 倪国华, 郑风田. 西式快餐、肥胖与公共健康危机——基于行为经济学偏好理论的实证分析. *中国农村经济*, 2011(9): 37-48.
- NI G H, ZHENG F T. Western fast food, obesity and public health crisis: An empirical analysis based on behavioral economics preference theory. *Chinese Rural Economy*, 2011(9): 37-48. (in Chinese)
- [27] GREENE W H. *Econometric Analysis*. 7th edition. NJ: Prentice Hall Publishing, 2012: 817-821.
- [28] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- CHEN Q. *Advanced Econometrics and Stata Applications*. 2nd edition. Beijing: Higher Education Press, 2014. (in Chinese)
- [29] GRONAU R, HAMERMESH D. The demand for variety: A household production perspective. *The Review of Economics and Statistics*, 2008, 90(3): 562-572.
- [30] LIU J, SHIVELY G E, BINKLEY J K. Access to variety contributes to dietary diversity in China. *Food Policy*, 2014 (49): 323-331
- [31] FRISON E A, SMITH I F, JOHNS T, CHERFAS J, EYZAQUIRRE P B. Agricultural biodiversity, nutrition, and health: Making a difference to hunger and nutrition in the developing world. *Food and Nutrition Bulletin*, 2006(27):167-179.

(责任编辑 李云霞, 杨鑫浩)