

农作物的最优种植策略建模*

韦樊睿 张嘉康 刘景蕊 何家文**

南宁学院人工智能学院，南宁 530200

摘要 为提高农作物产量和耕地利用效率，基于华北山区某村庄的耕地资源和大棚种植条件，研究了2024–2030年的农作物最优种植策略。针对不同地块和作物的特点，并综合考虑种植面积、产量、销售价格、成本及市场需求等因素，分滞销浪费和降价销售两种情形，建立了农作物线性规划模型，利用Python求解，确定了不同地块的最优种植方案及利润。然后引入随机因素，分析了成本和价格的波动对种植策略的影响，构建了农作物优化模型，进一步优化了种植方案。接着通过Pearson相关系数分析了农作物间的替代和互补关系，建立了作物替代优化模型，同样通过Python求解，与之前的结果进行了对比分析。研究结果表明，合理的轮作和替代策略能显著提升利润，红薯、黄瓜等作物在经济收益上表现突出。

关键字 优化模型；Pearson相关系数；中值公式

Modeling of Optimal Crop Planting

WeiFanrui ZhangJiangkang LiuJingrui HeJiawen**

College of Artificial Intelligence
Nanning University
Nanning 530200 China

Abstract—To enhance crop yield and cultivated land utilization efficiency, based on the cultivated land resources and greenhouse planting conditions of a village in the mountainous area of North China, investigates the optimal crop planting strategies for the period from 2024 to 2030. Taking into account the characteristics of different land plots and crops, as well as factors such as planting area, yield, selling price, cost, and market demand, the paper establishes a linear programming model for crops under two scenarios: unsalable waste and price-cut sales. The model is solved using Python to determine the optimal planting plans and profits for different land plots. Subsequently, random factors are introduced to analyze the impact of cost and price fluctuations on planting strategies, and a crop optimization model is constructed to further refine the planting plans. Next, the paper uses Pearson correlation coefficients to analyze the substitution and complementary relationships among crops, establishes a crop substitution optimization model, and solves it using Python for comparative analysis with previous results. The findings indicate that reasonable crop rotation and substitution strategies can significantly boost profits, with crops like sweet potatoes and cucumbers performing outstandingly in terms of economic returns.

Key words—constraint conditions; Pearson correlation coefficient; median formula

1 引言

近年来，随着农业现代化进程的不断推进，农作物种植策略优化已成为提升农业生产效率和经济效益的关键问题。在耕地资源有限的情况下，如何科学规划种植方案以实现产量和利润的最大化，是当前农业经济研究的重要课题。国内学者在农业优化领域已开展了一系列研究，并取得了显著进展。

在农作物种植优化方面，赵静和但琦^[1]详细分析了各类数学建模模型，这些模型方法在农业生产中有广泛的应用，为种植优化提供指导。李明华和张伟^[2]在经济作物种植产业发展策略做了相关研究，该研究

成果在区域农业规划领域具有重要的实践意义。徐维超^[3]详细分析了相关性方法，为分析农作物间的相互关联奠定基础。唐沈逸等^[4]构建了一种基于两阶段优化的多目标规划方法，较好地解决了种植和市场不确定性问题。罗晓燕^[5]对循环农业在农作物种植管理中的应用进行研究，提出了资源最大化利用与环境友好型相并存的种植策略方法。王芹^[6]融合多学科交叉的方法，对农作物间优化做了深入研究，探索了资源利用效率提升和生态平衡维持的路径。

考虑华北山区的一个小村庄，该村庄由于耕地资源有限，现有的露天耕地总面积为1201亩，被划分为34个不同种类的地块。此外，村中还设有16个常规大棚和4个智能大棚，每个大棚的面积为0.6亩。这些地块中，平旱地、梯田和山坡地适合每年种植一季作物，而水浇地可以用于种一季水稻或两季蔬菜。

*基金资助：南宁学院横向科研项目(2024HX137, 2024HX146, 2024HX121).南宁学院大学数学虚拟教研室(2023XNJYS08).

**通讯作者：何家文 229043733@qq.com

普通大棚适用于种植一季蔬菜和一季食用菌，而智能大棚能够种植两季蔬菜。结合该村庄目前耕地情况及2023年种植数据^[7]，规划农作物最优种植策略。

针对上述问题，本文做了下面几个假设：

(1) 假设2023年各作物销售量就是2023年各作物产量。

(2) 假设销售单价为销售范围的单价。

(3) 假设除豆类作物会改良土壤之外，其他作物轮种互不影响产量。

基于华北山区某村庄的耕地资源和大棚种植条件，本文根据一些已有的数据和分类方法，分析求解以下问题：

问题一：对于不同地块不同农作物的销售价格，通过考虑每种农作物的种植面积、产量、销售价格以及成本，并分析不同作物的成本和收益的关系，最后分两种情形，分别建立农作物种植优化模型，以确定该乡村2024-2030年农作物的最优种植方案。

问题二：各种农作物在未来销售量、亩产量、种植成本和销售价格上的不确定性及潜在的种植风险。小麦和玉米的销售量预期呈增长趋势，其他农作物的销售量预计变化约为5%。每年的亩产量也会有约10%的波动，种植成本平均每年增长约5%。蔬菜类作物的销售价格预期将上涨，然而食用菌的销售价格则保持稳定或略有下降。我们在问题一的基础上，综合考量上述因素，通过构建随机因素影响的线性规划模型，并根据该模型制定2024至2030年的最优种植策略。

问题三：在现实条件下，农作物之间存在替代和互补关系，而预期销售量、销售价格和种植成本之间也有一定的关联性。基于问题二，我们综合考虑这些相关因素，采用Pearson相关系数来分析同类农作物之间的线性关系^[8]，寻找可以相互替换的农作物，从而构建作物替代的农作物种植优化模型，通过模拟数据进行求解，得出2024至2030年该乡村的最优种植策略，并将其与问题二的结果进行比较分析。

针对文中使用各类变量符号，做如下说明，详见表1。

2 模型的建立与求解

2.1 问题一的模型汇总与求解

考虑到销售单价对种植策略的显著影响，本文对已有的数据^[7]进行了预处理，具体是对销售价格区间 $[x_1, x_2]$ 进行处理，并采用中值公式 $X=(x_1+x_2)/2$ 来进行分析，得出不同地块的农作物的销售价格，部分结果

如表2。

表 1 符号说明

符号	意义
i	作物(1, 2, 3, 4, 5……41)
j	土地(1-6平旱地, 7-20梯田, 21-26山坡地, 27-34水浇地, 35-50普通大棚, 52-54智慧大棚)
$T_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物在第j种土地上的产量
$N_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物在第j种土地上的亩产量
$S_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物在第j种土地上的种植面积
$R_{i,j}$	第i种作物在第j种土地上的销售单价
$M_{i,j}$	第i种作物在第j种土地上的种植成本
$S_{i,j}$	第i种作物在第j种土地上的种植面积
T_n	第n年的作物产量
$R_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物第j种土地的销售单价
$M_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物第j种土地的亩产量
a	变化率
$F_{i,j,n}$	在第n年, 第i种作物第j种土地的销售量
A_n	第n年的总收益

各类农作物未来的预期销售量、种植成本、亩产量及销售价格相对于2023年保持平稳。如果未来产生的农作物种植量超过2023年的预期销售量，超出的部分将无法正常销售。为了优化2024至2030年间乡村农作物的种植方案，我们的目标是每年最大化农作物总销售利润。基于两种处理方式的求解过程如下：

(1) 基于“超过部分因销售不出去而产生浪费”的农作物种植优化模型求解，目标函数为：

$$A_n = \max \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} \sum_{n=1}^7 (\min(T_{i,j,0}, T_{i,j,n}) * R_{i,j} - M_{i,j} * S_{i,j}) .$$

表 2 部分销售价格

种植地块	作物名称	销售单价/(元/斤)
A6	谷子	0.90
B6	谷子	0.95
B8	谷子	0.95
B9	高粱	0.67
B14	大麦	0.70
C1	荞麦	3.50
D7	水稻	1.36
D8	水稻	1.36

约束条件为：

$$(1) \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} S_{i,j} \leq S_j ;$$

$$(2) S_{i,j,n} \neq S_{i,j,n+1} , \text{其中, } i \in [1, 16] ;$$

$$(3) S_{i,j,n} \neq S_{i,j,n+0.5} , \text{其中, } i \in [17, 41] , n+0.5 \text{表示}$$

半季；

$$(4) \sum_{n=1}^3 \sum_{i \in [1,5] \cup [17,19]} S_{i,j,n} \geq 1, \forall j$$

利用python软件求解，计算得到数据分析如下：

在2024年至2030年期间，由于部分作物未能销售出去，地块A1的种植模式显示出特定的规律：作物的轮作顺序依次为红薯、荞麦和黑豆，每三年进行一次完整的循环。在利润方面，2024年种植红薯可以获得412000元的收益，2025年种植荞麦的利润为324000元，而2026年种植黑豆的收益为268000元。随后，2027年将重新种植红薯，其利润仍保持在412000元，接着在2028年种植荞麦时，利润为324000元，而2029年种植的黑豆则带来258000元的收益；最终，在2030年再次种植红薯，利润再次达到412000元。总体上看，这一周期性的利润波动表明，红薯的盈利能力较强，荞麦紧随其后，而黑豆的利润相对较低。

在出现部分产品滞销的情况下，D1地块在2024年至2030年期间将实行如下种植方案：第一季度种植黄瓜，而第二季度则为大白菜。种植模式以两年为周期进行调整，具体为2024年至2025年、2026年至2027年、2028年至2029年以及2030年的种植方式相同。此外，从四年角度来看，2024年至2027年与2028年至2030年的种植模式也相互一致。每个年度的第一季度黄瓜所带来的利润均为1216500元，而第二季度大白菜的利润则稳定在157500元。小循环中的作物种类及其利润在每次两年周期中均保持不变，而在四年大循环中，这种稳定的模式与获利情况同样得以延续。

在某些作物销售不畅的情况下，根据相关数据，针对E1地块的种植策略在2024年至2030年间安排如下：每年第一季度交替种植刀豆和芸豆，第二季度则统一种植榆黄菇。这个模式每两年重复一次，即2024–2025年、2026–2027年、2028–2029年以及2030年的种植计划一致。具体来说，每年第一季种植刀豆和芸豆的利润有所不同，刀豆的利润为170700元，而芸豆则为90,000元。第二季种植榆黄菇的利润则是固定的，每年均为170700元。在这两年的小循环内，第一季种植的作物和由此产生的利润会交替变化，但第二季种植的作物和利润始终保持不变。由此可见，E1地块的种植模式具有显著的周期性，其利润波动主要取决于不同作物的选择。

在无法销售导致部分产品滞销的情况下，F1地块将于2024年至2030年期间，采取特定的种植模式：每年第一季种植黄瓜和豇豆交替进行，第二季则交替种植茄子和菜花。这个模式每两年形成一个小的循环周期，即2024年和2025年、2026年和2027年、2028年和2029

年以及2030年，这些年份的种植模式是相同的。具体来说，每年第一季种植黄瓜的收益为60900元，而豇豆的收益为15840元；第二季种植茄子和菜花的收益均为65730元。在这两年的循环中，第一季和第二季种植的作物种类以及相应的利润都会有所变化。

(2) 基于“超过部分以2023年销售价格的50%进行降价销售”的农作物种植优化模型目标函数为：

$$A_n = \max \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} \sum_{n=1}^7 (\min(T_0, T_n) * R_{i,j} - M_{i,j} * S_{i,j} + (\max(T_0, T_n) - T_0) * R_{i,j} * 50\%)$$

约束条件与基于“超过部分因销售不出去而产生浪费”的农作物种植优化模型的约束条件一样。

利用python软件求解，计算得到数据分析如下：

超过部分以2023年销售价格的50%进行降价销售的情况下，A1地块在2024年至2030年期间，作物的种植顺序为红薯、小麦、绿豆，每三年为一个循环。2024年种植红薯的利润为206000元，2025年种植小麦的利润为188000元，2026年种植绿豆的利润为155400元。2027年再次种植红薯，利润仍为206000元；2028年种植小麦，利润为188000元；2029年种植绿豆，利润为155400元。2030年又回到种植红薯，利润还是206000元。总体来看，A1地块的种植规律较为稳定，利润也相对稳定。红薯的利润相对较高，小麦次之，绿豆的利润相对较低。

“超出预期销售量的部分以2023年售价的50%进行折扣处理”意味着尽管其售价较低，但仍可以为这些商品带来一定的收入，从而减轻损失，并在一定程度上实现利润。相对而言，“超出部分由于无法销售而造成的浪费”则表明这些商品完全无法销售，既不产生任何收入，也带来了损失，导致利润进一步下降。概括而言，前者有助于在一定程度上回收部分损失，并且可能获得相对较高的利润；而后者则会造成更大的利润损失，所得利润可能较低甚至出现负值。

2.2 问题二的模型汇总与求解

问题二的目标函数旨在最大化年度利润的前提下，找到最优的种植策略。这一点与问题一的目标函数存在明显区别。问题二的评估标准不仅仅是产量的比较，而是综合考量了各种作物的关键数据，如预期销售量、单位面积产量、种植成本的变化、市场价格的不稳定性以及种植过程中可能遭遇的风险等，从而构建出一个更加精细化和精准的目标函数：

$$A_n = \max \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} \sum_{n=1}^7 (F_{i,j,n} * R_{i,j,n} - M_{i,j,n} * S_{i,j,n})$$

约束条件：

- (1) $F_{i,j,n} = F_{i,j,0} * (1+a)^n$, 其中, $F_{i,j,0} = T_{i,j,0}$, $i \in \{6, 7\}$, a 介于5%~10%;
- (2) $F_{i,j,n} = F_{i,j,0} * (1+a)^n$, 其中, $F_{i,j,0} = T_{i,j,0}$, $i \in [1, 5] \cup [8, 41]$, a 介于-5%~5%之间;
- (3) $N_{i,j,n} = N_{i,j,0} * (1+a)^n$, 其中, a 介于-10%~10%之间;
- (4) $M_{i,j,n} = M_{i,j,0} * (1+a)^n$, 其中, a 为5%;
- (5) $R_{i,j,n} = R_{i,j,0} * (1+a)^n$;
- (6) $F_{i,j,n} \leq T_{i,j,n}$ 。

从2024年到2030年, E1地块的种植结构设定如下: 第一季采用刀豆与芸豆轮作, 而第二季则一致种植榆黄菇。在此期间, 刀豆的年利润存在波动并整体上升, 从2024年第一季的207214.9元增至2030年第一季的646414.1元。同样地, 芸豆的利润也呈现出波动模式, 在2025年第一季为146883.7元, 并在2029年第一季达到468214.2元。榆黄菇的第二季利润相对稳定, 但呈现下降趋势, 从2024年第二季的227356.1元降至2030年的167127.6元。通过这种种植策略, E1地块实现了季节性作物的多样化种植, 使得每年都有两种不同作物轮流种植。

在2024年到2030年间, F1地块的作物种类和种植顺序经历了变化。第一季主要轮作黄瓜和包菜, 而第二季则以芸豆、黄瓜和豇豆为主。黄瓜的利润随着年份的推进出现了显著波动, 从2024年第一季的143767.3元, 到2027年, 第一季增长至1003834.5元, 直至2030年第一季大幅攀升至6946652.4元。包菜的收益也表现出显著增长: 从2025年第一季的257946.9元, 到2028年第一季达到了1794523.5元。芸豆的利润相对稳定, 在2024年第二季和2026年第一季均维持在65246.3元。豇豆的收益在2027年第二季和2029年第一季均为366140.4元, 于2030年第二季稍微下降至347833.4元。该地块的种植策略体现了种植作物的多样性, 各作物的利润变化差异明显。黄瓜和包菜的利润增长尤为显眼, 而芸豆和豇豆的收益则较为稳定。

2.3 问题三的模型汇总与求解

利用Pearson相关系数评估同类作物间线性相关性的统计量, 其公式为:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

表 3 豆类相关分析

	黄豆	黑豆	红豆	绿豆	爬豆
黄豆	1 (0.000***)	0.745 (0.000***)	0.592 (0.000***)	0.258 (0.019**)	0.684 (0.000***)
黑豆	0.745 (0.000***)	1 (0.000***)	0.814 (0.000***)	-0.077 (0.491)	0.18 (0.106)
红豆	0.592 (0.000***)	0.814 (0.000***)	1 (0.000***)	-0.172 (0.122)	-0.182 (0.101)
绿豆	0.258 (0.019**)	-0.077 (0.491)	-0.172 (0.122)	1 (0.000***)	0.479 (0.000***)
爬豆	0.684 (0.000***)	0.18 (0.106)	-0.182 (0.101)	0.479 (0.000***)	1 (0.000***)

注: ***、**、*分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平

通过进行Pearson相关性分析, 可以明确了各种豆类之间的关联强度和显著性水平, 结果如表3所示。首先, 值得一提的是, 同种豆类之间(例如黄豆与黄豆)的相关系数为1, 并且显著性水平极低($p < 0.001$), 显示出数据的高度一致性和可靠性。在不同豆类的关联分析中, 发现黄豆与黑豆、红豆之间的正相关性较为显著($r=0.745, p < 0.001$; $r=0.592, p < 0.001$), 表明这三种豆类在某一特定属性上具有较大的相似性。此外, 黑豆与红豆之间也存在很强的正相关关系($r=0.814, p < 0.001$), 进一步强调了它们之间紧密的联系。相比之下, 绿豆与爬豆的相关性相对较弱。尤其是绿豆, 其与其他豆类的相关性仅中等($r=0.258, p < 0.05$)。显示出在某些属性上的差异。值得注意的是, 绿豆与黑豆的相关性甚至为负且不显著($r=-0.077, p > 0.05$), 这可能反映了它们在营养成分、市场定位或消费者偏好等方面的不同。爬豆与绿豆之间具有显著的正相关性($r=0.479, p < 0.001$), 而与其他豆类的相关性则较弱或方向不一, 这提示爬豆在某些特定属性上可能更接近于绿豆, 但总体上仍保有自身的独特性。

对小麦、玉米、黍子、高粱、谷子和荞麦六种谷物的产量和属性进行Pearson相关性分析, 结果如表4所示。首先, 小麦与玉米、高粱、谷子之间表现出强烈的正相关关系(相关系数分别为0.749、0.787、0.961和0.682, p 值均小于0.001), 这表明它们在某些环境或农业管理因素下可能具有相似的反应, 例如土壤条件、气候变化或农艺措施。值得注意的是, 小麦与谷

对小麦、玉米、黍子、高粱、谷子和荞麦六种谷物的产量和属性进行Pearson相关性分析, 结果如表4所示。首先, 小麦与玉米、高粱、谷子之间表现出强烈的正相关关系(相关系数分别为0.749、0.787、0.961和0.682, p 值均小于0.001), 这表明它们在某些环境或农业管理因素下可能具有相似的反应, 例如土壤条件、气候变化或农艺措施。值得注意的是, 小麦与谷

子的相关性最高（r值为0.961）。玉米也与小麦、高粱、谷子和荞麦之间表现出显著的正相关关系，显示出其在农业生产体系中与其他作物的紧密联系。不妨

指出，玉米与荞麦的相关系数较高（r值为0.801），这或许表明它们在生长周期资源利用方面具有协同效应。

表 4 谷物相关分析

	小麦	玉米	黍子	高粱	谷子	荞麦
小麦	1 (0.000***)	0.749 (0.000***)	0.000 (NaN)	0.787 (0.000***)	0.961 (0.000***)	0.682 (0.000***)
玉米	0.749 (0.000***)	1 (0.000***)	0.000 (NaN)	0.501 (0.000***)	0.735 (0.000***)	0.801 (0.000***)
黍子	0.000 (NaN)	0.000 (NaN)	0.000 (NaN)	0.000 (NaN)	0.000 (NaN)	0.000 (NaN)
高粱	0.787 (0.000***)	0.501 (0.000***)	0.000 (NaN)	1 (0.000***)	0.831 (0.000***)	0.366 (0.001***)
谷子	0.961 (0.000***)	0.735 (0.000***)	0.000 (NaN)	0.831 (0.000***)	1 (0.000***)	0.672 (0.000***)
荞麦	0.682 (0.000***)	0.801 (0.000***)	0.000 (NaN)	0.366 (0.001***)	0.672 (0.000***)	1 (0.000***)

注：***、**、*分别代表1%、5%、10%的显著性水平

相对而言，黍子与其他所有作物之间的相关性均不显著（相关系数为0.00，p值为NaN），这表明黍子的属性可能受独特且独立的环境或管理因素影响，没有与其他作物直接关联的迹象。这一发现有助于在制定农业策略时考虑黍子的特殊性。此外，高粱与小麦、玉米、谷子之间表现出显著的正相关关系，而与荞麦的相关性则较低（r值为0.366），这或许反映了它们在生态位或资源利用策略方面的差异。除了黍子外，所有其他作物之间均表现出显著正相关关系，强调了它们在多作物系统中的关键作用。各种农作物之间相关性分析，可知道他们存在一定的替代和互补关系，同时其预期销售量也与销售价格和种植成本有着一定的关联。文中将4、7、29、35、37对的作物编号进行替代，构建了作物替代的农作物种植优化模型。

根据农作物之间的相关性及各变量之间的相关性，从而得到目标函数：

$$\max A_n = \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} \sum_{n=1}^7 (R_{i,j,n} * T_{i,j,n} - M_{i,j,n} * S_{i,j,n})$$

其中， $T_{i,j,n} = N_{i,j,n} * S_{i,j,n}$

约束条件：

$$(1) \sum_{i=1}^{41} S_{i,j,n} \leq S_j, \forall j, n ;$$

$$(2) S_{i,j,n} + S_{i,j,n+1} < 1, \forall i, j, n \quad (\text{满足重茬情况}) ;$$

$$(3) \sum_{n=1}^3 \sum_{i \in [1,5] \cup [17,19]} S_{i,j,n} \geq 1, \forall j ;$$

(4) $S_{i,j,n} \geq S_{\min}$, $\forall i, j, n$ ，其中 S_{\min} 为每种作物在单个地块种植的最小面积；

元。豇豆在2027年第二季的利润为366140.4396元，2029年第一季增长到466140.4396元，并在2030年第二

$$(5) T_n = \sum_{i=1}^{41} \sum_{j=1}^{54} T_{i,j,n} \leq F_n, \forall n ;$$

(6) $S_{\min} = aS_{i,j,n}, \forall j, n$ ，其中 S_{\min} 为每种作物在单个地块种植的最小面积，i仅表示可替代的农作物；

(7) 假设预期销售量与销售价格正相关，且满足线性关系 $F_{i,n} = a_i R_{i,j,n} + b_i$ 则有：

$$F_{i,n} \geq a_i R_{i,j,n} + b_i, \forall i, j, n ;$$

假设预期销售量与销售价格负相关，且满足线性关系 $F_{i,n} = c_i M_{i,j,n} + d_i$ 则有：

$$F_{i,n} \geq c_i M_{i,j,n} + d_i, \forall i, j, n .$$

利用SPSS进行Pearson相关性分析及python软件求解，计算所得数据及相关分析如下：

在2024年至2030年间，E1地块将采取轮作方式，每年的第一季交替种植刀豆和芸豆，而第二季则统一种植榆黄菇。刀豆的年利润虽然有所波动，但整体趋势向上。芸豆的盈利情况也呈现出一定的波动性。相比之下，榆黄菇的利润在这些年中保持相对平稳。总体来看，这一轮作模式不仅稳定，还能确保获得可观的经济收益。

在2024年至2030年期间，F1地块的作物种植品种和顺序呈现出多样化的趋势。第一季主要种植包菜、菜花和黄心菜，而第二季则以芸豆、包菜和豇豆为主。包菜的利润在各年份间具有显著的波动，2024年第一季利润为118265.102元，到2027年第一季增长至462120.1835并在2029年第二季进一步攀升至862120.1835元。菜花在2025年第一季和2026年第二季的利润均为174730.0613元。芸豆在2024年第二季的利润为65246.33229元，2026年第一季增至75246.33229元进一步达到566140.4396元。至于黄心菜，其利润在2028年第一季为817021.2374元，2030年第一季则显著

增加至3851991.062元。总体来看，菜花、芸豆和豇豆的利润相对稳定，但也表现出一定增长的趋势。

2.4 问题一与问题二对比

从2024年到2030年，E1地块每年都会种植作物，第一季的主要作物是刀豆和芸豆，第二季则种植榆黄菇。刀豆的利润在不同年份存在差异，但在2024年和2026年等某些年份，利润为0，表明这些年的收益与基准情况持平。芸豆的利润在2025年和2027年等年份也为0，同样意味着其收益与基准情况没有变化。而榆黄菇在各个年份的利润均为正数，但从2025年起，利润差开始显现，并逐年扩大，到2030年达到-60228.47539元。利润差的出现意味着榆黄菇在某些年份的利润相对于之前的基准情况有所下降。

从2024年到2030年，F1地块种植了多种作物，包括包菜、菜花、芸豆、豇豆和黄心菜。在此期间，不同作物每年所产生的利润波动显著。举例来说，包菜在2024第一季度的利润为118265.102元，而到2027年第一季度这一数值提高至462120.1835元。另一方面，黄心菜的利润也经历了显著变化，从2028年第一季度的817021.237元大幅上升至2030年第一季度的3851991.062元。通过分析利润差这一差异，能够更清晰地理解不同年份和作物之间的利润波动情况。例如，包菜在2024年第一季度的利润差为25502.19266元，这意味着其利润比基准值多了25502.19266元；而在2025年第二季度，包菜的利润差则为-74497.80734元，即低于基准值74497.80734元。F1地块的种植安排导致了利润的明显波动。某些作物在某些年份利润急剧增长，而在其他年份则可能出现下降的情况。这些波动反映

了种植策略对不同作物利润的显著影响。

3 结束语

本文通过建立农作物最优种植策略模型，综合运用Pearson相关系数、因子分析等方法，结合SPSS和Python软件，对不同地块的农作物种植方案进行了优化。研究结果表明，合理的轮作和替代策略能够有效提升利润，同时考虑了未来销售、产量、成本及价格的不确定性，为农业决策提供了科学依据。未来可进一步结合更多实际数据，优化模型参数，以增强策略的实用性和适应性。

参 考 文 献

- [1] 赵静,但琦.数学建模与数学实验(第五版)[M].北京:高等教育出版社, 2020: 31-32
- [2] 李明华, 张伟. 农业经济作物种植模式优化与效益分析[J]. 中国农业科学, 2023, 56(8): 1523- 1534.
- [3] 徐维超. 相关系数研究综述[J]. 广东工业大学学报, 2012, 29(3):12-17.
- [4] 唐沈逸, 王文杰, 张琥, 等. 基于两阶段优化的农作物种植策略分析[J]. 智慧农业导刊, 2025, 5(5): 1-10.
- [5] 罗晓燕. 农作物种植管理中循环农业的探索研究[J]. 耕作与栽培, 2024, 44(2): 1-8.
- [6] 王芹. 农作物间作种植模式的优化研究[J]. 河北农机, 2024(14): 1-7.
- [7] 全国大学生数学建模竞赛组委会. 2024 “高教社杯”全国大学生数学建模竞赛赛题 [EB/OL]. [2024-09-05].https://www.mcm.edu.cn/html_cn/node/a0c1fb5c31d43551f08cd8ad16870444.html.
- [8] 李鸿秀,唐子峰,黄纪,等.基于机器学习的蔬菜类商品的自动定价及补货策略模型[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1): 21-27.