农产品供应不确定下的提前采购决策

税文兵，张进梅，何 民

（昆明理工大学 交通工程学院，云南 昆明 650500）

摘 要： 针对“公司 + 农户”模式订单农业供应链中农户故意违约和农业气象灾害导致的供应不确定问题，采用均值—方差方法建立了风险偏好下的农产品提前采购决策模型。考虑了采购成本、农户关系建立成本、生产服务成本、缺货成本和库存成本之间的平衡，同时对农户的选择和签约量进行决策。多个不同规模的算例测试和分析表明：所建立的模型较好反映了气象灾害和农户故意违约对农户选择和签约量的影响，设计的算法能用于实际问题的求解；在不同的风险偏好下，农户的故意违约概率、违约强度和生产能力对农户选择和签约量都有不同程度的影响；在风险偏好下，随着气象灾害发生概率、气象灾害强度、农户故意违约概率和农户违约强度的增加，签约量呈增大趋势。

关键词： 农业气象灾害；农户违约；订单农业；农产品供应链；风险偏好

中图分类号： F323.7 **文献标识码：** A **文章编号：** 1672 - 0202(2017)01 - 0095 - 09

一、引言

农业产业化经营有利于带动广大农户按照市场需求进行专业化、集约化生产，提高农业综合生产效益[1]。因此，农业产业化被广泛认为是我国农业发展的必经之路[2]。在各种农业产业化经营组织模式中，“公司 + 农户”或“公司 + 基地 + 农户”等形式的订单农业所占比例最高，是我国农业产业化发展中的主要形式[3]。订单农业，又称合同农业或契约农业，它是指在农业生产之前，农民与企业或中介组织签订具有法律效力的确定双方权利与义务关系的产销合同，农民根据合同组织生产，企业或中介组织按合同收购农户生产的产品的一种农业协同经营形式[4]。“订单农业”有效缓解了“小农户”与“大市场”之间的矛盾，得到各级政府的大力推广。然而，在实际运营中，较低的农户订单履约率成为阻碍订单农业良性发展的重要问题。根据统计，全国各种形式的订单农业合同违约率超过 80%，其中有 20% 是农户的机会主义行为导致的故意违约[4]。较低的农户订单履约率导致农业企业的原材料供应得不到保证，给企业带来较大的经济损失，进而影响企业从事订单农业的积极性，不利于我国农业产业化的发展。

从农业企业的角度看，订单农业模式要求企业在农产品生产出来前，确定签约对象和数量（即提前采购决策）。我国农业生产和农户的特性导致农业企业实际收到的农产品数量和质量是不确定的。一方面，我国农业生产仍然处于高度依赖气象条件的阶段，农业气象条件的优劣直接影响农产品的产出。中国地处东亚季风区，是世界上主要的“气候脆弱区”之一，也是农业气象灾害的多发区。全国平均每年受灾面积占作物播种面积的 31.1%，造成的经济损失约占国民生产总值的 3% ~6%，干旱、洪涝、冻害是影响作物产量增减的主要农业气象灾害[5]。由于现阶段对灾害性天气预报的准确性难度较大，农业生产防御灾害的能力还十分有限，作物产量的增减依赖于气候条

收稿日期： 2016 - 10 - 11 **DOI：** 10.7671/j.issn.1672 - 0202.2017.01.010

基金项目： 国家自然科学基金项目（71462024）

作者简介： 税文兵（1982—），男，四川乐山人，昆明理工大学交通工程学院讲师，主要研究方向为农产品供应链管理和物流系统优化。E-mail：swbzzq@126.com

件的优劣[5]。另一方面,我国农户数量多、种植规模小、理性有限、违约成本较低,当市场价高于合约价时,会出现部分农户将农产品进行转售、以次充好、隐瞒真实生产信息、不按时交货等机会主义行为[6]。比如,2010 年 10 月乌鲁木齐洋葱普遍减产,市场洋葱价格上涨,签订契约的种植农户为了获得更高的经济利益,普遍抬高洋葱的收购价格,造成了农户大规模的违约现象,而洋葱的收购方却只能以高于合同价的市场价格收购,造成了收购方巨大的经济损失[7];2012 年,陕西省西眉县奇峰公司在四五月份和猕猴桃果农签了订单交了定金,到 10 月份收购季,当市场价格高于合同价的时候,果农把订单合同丢到一边,将猕猴桃卖给其他收购商,奇峰只好与果农重新商谈价格[8]。奶制品"三聚氰胺"、"毒豇豆"、"瘦肉精"等农产品质量安全事件是农户违约比较极端的例子。农产品市场价格的波动和农户的个体差异,使得企业很难准确预知某个农户是否会发生故意违约的机会主义行为。

农业气象灾害和农户的故意违约导致的农产品供应不确定对农产品的提前采购决策有重要的影响。当采购过多超过需求时,不仅会产生额外的库存持有本,而且还会出现由于超过农产品保质期直接当垃圾处理的情形;当采购不足时,又会由于缺货而产生销售损失。因此,在农业气象灾害和农户故意违约双重风险下,如何选择农户确定农产品提前采购量,成为农业企业必须解决的重要问题。目前,关于风险环境下提前采购决策研究根据决策者的风险偏好可以分为两类:风险中性下的提前采购决策和风险偏好下的提前采购决策。

风险中性下的提前采购决策模型,一般以期望成本最小为目标,对订货量进行决策。Karlin 等最早研究了随机供应下的报童模型,模型假设收到的实际订单数量是一个概率分布已知的随机变量,只对是否订货进行决策[9]。Shih 研究供应产品有缺陷并退回供应商情况下的订货量决策问题,产品的缺陷率是概率分布已知随机变量[10]。Ehrhardt 等将 Shih 模型中的库存持有和缺货成本一般化,并讨论了需求服从均匀分布和负指数分布下的最优订货策略[11]。Gerchak 等研究了随机供应下的多周期报童模型,并分析了初始库存对订货量的影响[12]。Henig 等研究了订货成本依赖于订货量和实际收到数量情况下的单周期和多周期报童模型,证明对于单周期报童模型,存着一个与随机补货无关的最佳订货点[13]。Ciarallo 等研究了随机生产能力下的最优订货策略,假设生产能力是分布已知的随机变量[14]。Inderfurth 等讨论了均匀分布的产出和需求下的生产—库存问题,分析了最优生产策略的特性[15]。Rekik 等在 Inderfurth 的模型基础上考虑了"加"和"乘积"两种类型的随机产出,讨论了需求和产出是正态分布下的最佳订货策略。Maddah 等考虑缺陷产品能够以较低的价格出售情况下的最佳订货策略[16]。Okyay 等研究了需求、产出和生产能力存在着相关性情况下的订货模型,分析了最优订货数量的特征[17]。Agrawal 等研究了随机产出下多供应商的报童问题,模型同时对供应商的数量和每个供应商的签约量进行决策[18]。Merzifonluoglu 等同时考虑供应商的固定签约成本和生产能力约束,设计了基于 KKT 条件的分支定界算法,然而其目标函数的构建是有缺陷的[19]。

风险偏好下的采购决策模型根据风险测度方法的不同可以分为效用函数模型、风险价值(Value at Risk)模型、条件风险价值(Conditional Value at Risk)模型和均值—方差(Mean-Variance,MV)模型。Markotwiz 最早采用 MV 方法研究具有随机产出的投资组合问题[20]。Lau 首先在报童模型框架下引入均值—标准差目标函数[21]。Berman 同样采用 MV 方法研究不同风险偏好对订货量的影响,发现风险厌恶的订货量要小于风险中性的,而风险喜好的订货量要大于风险中性的[22]。Choi 等在 Lau 的基础上,考虑了三种风险偏好,并着重研究了缺货成本对订货量的影响[23]。随后,Choi 等在 MV 目标函数下研究了多周期的报童模型[24]。Xue 等采用 MV 方法研究了不同风险偏好决策者对不可靠供应下的采购决策的影响[25]。

综上所述,很多学者从不同的角度对风险环境下的提前采购决策进行了研究,也取得了大量

的成果。然而,这些研究成果并不能很好解决订单农业生产中面临的提前采购决策问题,主要表现在两方面:①现有研究大都以工业产品生产为背景,假设需求或供应是概率分布已知的连续型随机变量,而在订单农业生产过程中面临的气象灾害和农户故意违约风险很难用连续型随机变量来刻画;②现有的研究没有考虑实际采购中的能力约束,而在农业生产中除了最大生产能力约束外,往往还有最小生产能力约束。本文针对订单农业的供应同时受到自然气象灾害和农户故意违约双重风险影响的特性,采用离散随机变量刻画自然灾害和农户故意违约发生的概率,考虑农户生产能力的区间限制,分别建立风险中性和风险偏好下的提前采购决策模型,同时对农户的选择和订单签约量进行决策。根据影响农户选择因素的定性判断,设计求解风险偏好下提前采购决策模型的启发式算法,并对算法的性能进行了比较。分析了决策者风险偏好、农户违约概率、农户违约强度、气象灾害发生概率和气象灾害强度五个因素对农产品订购量的影响。

二、模型的建立

模型以公司选择农户并签订订单合同——农户按订单生产至生产完成——公司按订单合同收购规定数量的农产品量这一过程所发生的相关成本之和最小为目标函数。在这一过程中,所涉及到的成本包括农户供应关系建立成本、农户生产服务成本、采购成本、不足采购产生的缺货成本、和过多采购产生的库存成本或损失五个部分。其中,农户供应关系建立成本是公司与农户签约建立供应关系所产生的成本;农户生产服务成本是公司对农户进行全程的生产技术指导以确保农户供应质量所产生的成本。

(一)模型的假设及其参数设置

模型假设:(1)农业气象灾害和农户故意违约是相互独立的;(2)农户与农户之间的违约事件是相互独立的;(3)公司同种农产品的收购单价统一;(4)与公司签约的农户均位于同一区域。

模型参数 I:生鲜农产品农户的集合,某个农户用 i 表示;

C:农产品的收购价格(元/kg);

S_i:农户 i 的最大生产能力(在正常情况下由种植规模决定的农产品生产数量)(kg);

M_i:农户 i 的最小生产能力(kg)

D:总需求量(kg);

a_i:单位农户契约建立成本(元/户);

k:单个生产周期内农户单位生产技术服务成本(元/kg);

P:导致所有农户都可能失效的农业气象灾害发生概率;

R:农业气象灾害导致的灾害强度,即受灾农产品的数量占总数量的比例;

P_i:农户 i 故意违约的概率;

R_i:农户 i 故意违约导致的损失强度,即农户 i 不能提供的数量占总数量的比例;

L:单位缺货成本(元/kg);

H:当供应量大于需求时的单位库存成本或损失(元/kg);

S:实际供应量(kg);

λ:反映决策者风险偏好程度的系数;

N:农户的总数量(户)。

决策变量

Q_i:公司与农户 i 的签约量(kg);

X_i:是否与农户签约,$X_i=1$ 表示公司与农户 i 签约,$X_i=0$ 表示公司不与农户签约。

(二)实际供应量均值和方差计算

在自然灾害和农户故意违约影响下,农户的实际供应量往往小于签约量,而且是不确定的。根据自然灾害发生概率和强度、农户故意违约发生概率和强度,可以得到实际供应量的均值和方差计算公式,如下所示:

$$E(S) = (1-R)P\sum_{i=1}^{N} Q_i(1-P_i) + (1-P)\sum_{i=1}^{N} Q_i(1-R_i)P_i + (1-P)\sum_{i=1}^{N} Q_i(1-P_i) + (1-R)P\sum_{i=1}^{N} Q_i(1-R_i)P_i \quad (1)$$

$$D(S) = \sum_{i=1}^{N}[Q_i(1-R) - E(S)]^2P(1-P_i) + \sum_{i=1}^{N}[Q_i(1-R_i) - E(S)]^2P_i(1-P) + \sum_{i=1}^{N}[Q_i - E(S)]^2(1-P_i)(1-P) + \sum_{i=1}^{N}[Q_i(1-R_i)(1-R) - E(S)]^2P_iP \quad (2)$$

实际供应量的期望值和方差都由四部分组成,分别是发生气象灾害不发生农户故意违约,不发生气象灾害发生农户故意违约,气象灾害和农户故意违约都发生以及两者都不发生。

(三)风险中性下的采购决策模型

根据上述分析,建立以期望总成本最小为目标,同时对农户选择和订单量进行决策的数学规划模型。

$$Min\ CE(S) + \sum_{i=1}^{N} a_iX_i + k\sum_{i=1}^{N} Q_i + L[D - E(S)] + H[E(S) - D] \quad (3)$$

$$s.t. \quad Q_i \leqslant S_iX_i, \forall i \in I \quad (4)$$

$$Q_i \geqslant M_iX_i, \forall i \in I \quad (5)$$

$$X_i \in \{1,0\}, \forall i \in I \quad (6)$$

目标函数(3)表示总的期望成本,包括期望采购成本、供应关系建立成本、生产服务成本、期望缺货成本和期望库存成本或损失成本;约束条件(4)和(5)表示公司与农户签约的订购量不能超过最大和最小能力限制;约束条件(6)为0-1整数变量约束,表示公司与农户签约或者不签约。

(四)风险偏好下的采购决策模型

采用均值—方差的方式刻画决策者的风险偏好。成本的方差计算如下:

$$D\left[CS + \sum_{i=1}^{N} a_iX_i + k\sum_{i=1}^{N} Q_i + L(D-S) + H(S-D)\right] = C^2D(S) - L^2D(S) + H^2D(S) = (C^2 - L^2 + H^2)D(S) \quad (7)$$

反应决策者风险偏好的均值—方差模型如下:

$$MinCE(S) + \sum_{i=1}^{N} a_iX_i + k\sum_{i=1}^{N} Q_i + L[D - E(S)] + H[E(S) - D] + \lambda(C^2 - L^2 + H^2)D(S) \quad (8)$$

s.t. (4),(5),(6)

目标函数(8)由成本的均值和方差两部分组成。其中,$\lambda = 0$ 时为风险中性,$\lambda < 0$ 时为风险喜好,$\lambda > 0$ 时为风险厌恶。约束条件与风险中性下的采购决策模型相同。

三、模型求解

风险偏好下的采购决策模型属于非线性整数规划模型,也属于典型的 *NP* 困难问题。当候选农户数量较大时,用精确算法求解模型,需要较长的时间。实际当中,候选的农户数量一般都较大,因此需要设计一种能快速求解较大规模问题的启发式算法。根据我们的观察,农户的选择和

签约量主要受农户故意违约率、最大生产能力、故意违约强度以及供应关系建立成本的影响,具体表现为:农户故意违约率越低越容易被选中;供应关系建立成本越低越容易被选中;相同故意违约率情况下,最大生产能力越大越容易被选中;相同故意违约率,相同最大生产能力情况下,违约强度约小,越容易被选中;在生产能力小于需求量情况下,签约量一般等于生产能力。根据上述观察和判断,设计了如下的启发式算法:第一步:根据农户生产能力、故意违约概率、违约强度和供应关系建立成本,计算每个农户是否被选中的评估值 *SEL*,计算公式如下:

$$SEL_i = \frac{S_i}{(P_i + R_i)a_i}$$

第二步:根据每个农户的 *SEL* 值,将候选农户从大到小的顺序排序;第三步:在排序后的农户集合中,逐一选择农户作为签约对象;第四步:将拟签约农户的最大生产能力作为签约量,直到总的签约量超过需求。

流程如图 1 所示。

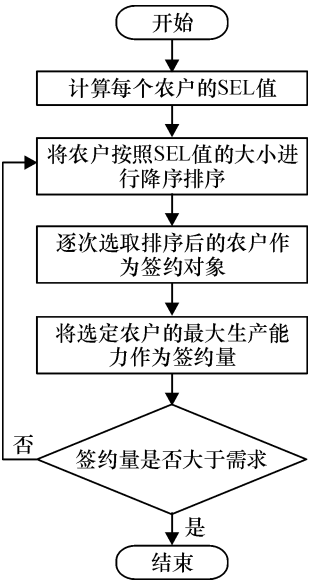


图 1　启发式算法的流程

四、算例测试与分析

某农业开发有限公司是国家级重点农业龙头企业,主营西兰花、西生菜等生鲜蔬菜的生产、加工及销售,通过“公司 + 农户”订单农业模式与当地农户合作进行生鲜蔬菜的生产,产品主要销往东南亚国家和国内大中城市。每年企业会根据市场需求情况,决定种植的菜品种类和数量,然后对签约农户进行种前的培训和发放生产资料;在农户种植过程中,企业定期检查蔬菜的生长情况,并提供技术指导;在蔬菜成熟后,企业按照订单价格收购农户的蔬菜。一方面,当地农业气象灾害时有发生,导致蔬菜产出的是不确定的;另一方面,在蔬菜成熟时,常有其它蔬菜收购商以高于原签约价格购买,在利益驱使下,会有部分农户故意违约将蔬菜卖给出价更高的收购商。龙头企业面临的问题是如何在农业气象灾害和农户故意违约双重风险下,选择农户和确定签约量,实现尽可能降低自己的损失。本文以此为背景设计了若干算例对启发式算法性能进行评价,并对相关参数变化对签约量和农户选择的影响进行分析。

(一)启发式算法性能评价

为了对所设计的启发式算法性能进行评价,设计了 10 组算例,每一组算例的候选农户数由 10 到 100 各不相同。农户的最小生产能力设定为 100 单位;最大生产能力有 500、1000、1500 单位三种取值,其中前 5 个农户生产能力为 1500 单位,后续 5 个为 1000 单位,剩下的为 500 单位;农户的故意违约概率和违约强度是[0.1,0.6]之间均匀分布的随机数;所有农户的供应关系建立成本设为 100;其它参数的取值如表 1 所示。

表 1　算例的相关参数取值

C	λ	*k*	*L*	*H*	*R*	*P*	*D*
10	−0.5	2	11	5	0.8	0.01	10000

启发式算法程序采用 Matlab7.10 软件的 M 语言编写,与之对比的是商业优化求解软件 Lingo11.0。算法评价指标是目标函数值和运算时间。得到的目标函数值越小说明算法精度越高,运算时间越小说明算法的搜索效率越高。8 组算例的求解结果如表 2 所示。

表2 不同农户规模算例求解结果

农户数量 n	Lingo 计算结果		启发式算法		目标函数值
	目标函数值	运算时间(s)	目标函数值	运算时间(s)	相对差距
n=30	-5.62E+09	8	-5.48E+09	0.0024	2.47%
n=40	-7.62E+09	16	-7.42E+09	0.0022	2.62%
n=50	-9.62E+09	50	-8.71E+09	0.0025	9.48%
n=60	-1.16E+10	>600	-1.16E+10	0.0029	0.17%
n=70	-1.36E+10	>600	-1.50E+10	0.0027	10.21%
n=80	-1.56E+10	>600	-1.51E+10	0.0030	3.49%
n=90	-1.76E+10	>600	-1.73E+10	0.0034	1.88%
n=100	-1.96E+10	>600	-1.93E+10	0.0039	1.87%

从上表可以看出,Lingo 和启发式算法所得到的目标函数值的最大相对误差为 10.21%,最小相对误差为 0.17%。从运算时间来看,启发式算法的计算时间都不超过 1s,远远少于 Lingo。而且,随着农户数量的增加,Lingo 的计算时间快速的增大,而启发式算法的计算时间增加却很缓慢,几乎可以忽略。所以,总体上看本文所设计的启发式算法在保证较好的精度下,具有很高的计算效率,能够在较短时间内求解较大规模的问题。

(二)农户选择和签约量的影响因素分析

1. 单个农户选择和签约量的影响因素

着重讨论决策者风险偏好(λ)、农户故意违约概率(PI)、违约强度(RI)、农户的最大生产能力(CA)对农户选择和签约量的影响。设定候选农户数量为 10 户,PI、RI、CA 的初始取值分别为 0.1、0.2、1500,而且所有的农户都相同,其它参数同表 1。λ 有 -0.5、0、0.5 三种取值,分别对应风险喜好、风险中性和风险厌恶三种决策者风险偏好;在相同的 λ 取值下改变第一个农户的 PI、RI 和 CA 取值,观察农户选择和签约量的变化,计算结果如表 3 和图 2 所示。

表3 不同参数取值组合下的计算结果

风险偏好	不变参数	变化参数	农户选择	农户 1 签约量
风险中性 λ=0	PI=0.1,RI=0.2,CA=1500	-	1-7	1500
	RI=0.2,CA=1500	PI(1)=0.2	2-8	0
	PI=0.1,CA=1500	RI(1)=0.3	2-8	0
	RI=0.1,PI=0.2	CA(1)=1000	2-8	0
风险厌恶 λ=0.5	PI=0.1,RI=0.2,CA=1500	-	1-10	1029
	RI=0.2,CA=1500	PI(1)=0.2	1-10	1047
	PI=0.1,CA=1500	RI(1)=0.3	1-10	1035
	RI=0.1,PI=0.2	CA(1)=1000	1-10	1000
风险喜好 λ=-0.5	PI=0.1,RI=0.2,CA=1500	-	1-7	1500
	RI=0.2,CA=1500	PI(1)=0.2	1-7	1313
	PI=0.1,CA=1500	RI(1)=0.3	1-7	1300
	RI=0.1,PI=0.2	CA(1)=2000	1-7	2000
	RI=0.1,PI=0.2	CA(1)=1000	2-8	0

在风险中性的情况下,农户选择和签约量大小对 PI、RI 和 CA 的变化都比较敏感。当农户 1 的这三个参数取值往不利的方向变动时,比如 PI 由 0.1 增加为 0.2,RI 由 0.2 变为 0.3 时,由选中变为不选中,签约量由最大生产能力变为 0。然而,在风险喜好和风险厌恶下,农户选择和签约量大小对 PI、RI 和 CA 的变化的敏感程度降低(表3 所示)。农户 1 的 PI 和 RI 发生相同改变时,仍然会被选中,只是签约量发生了改变。当农户 1 的故意违约概率和违约的强度由 0.1 逐渐增大时,风险

喜好情况下的签约量明显大于风险厌恶下的签约量(图 2 和图 3 所示)。其中,随着故意违约概率和违约强度的增大,风险厌恶情况下的签约量表现为先降低后增加的趋势,风险喜好情况下的签约量表现为持续的增加。

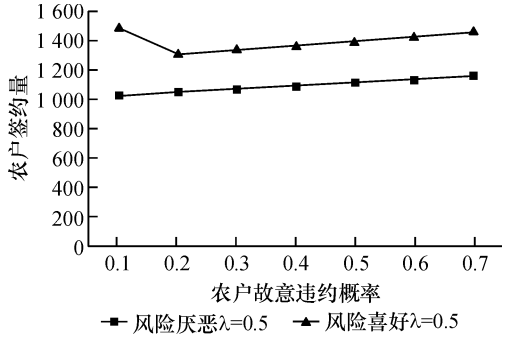


图 2　不同风险偏好下农户故意违约概率对签约量的影响

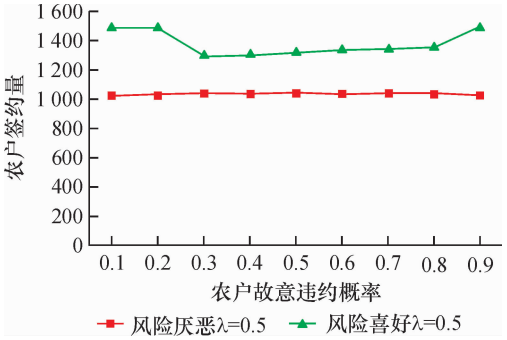


图 3　不同风险偏好下农户故意违约强度对签约量的影响

2. 农业气象灾害对总签约量的影响

主要分析农业气象灾害发生概率和损失强度对总签约量的影响。候选农户数为 10,农户的故意违约概率和违约强度是[0.1,0.6]之间均匀分布的随机数,所有农户的供应关系建立成本设为 100,除气象灾害发生概率和损失强度外的其它参数取值同表 1。农业气象灾害发生概率 P 从 0.01 到 0.1 变化,损失强度 R 从 0.1 到 1 变化。计算结果如图 4 和图 5 所示。

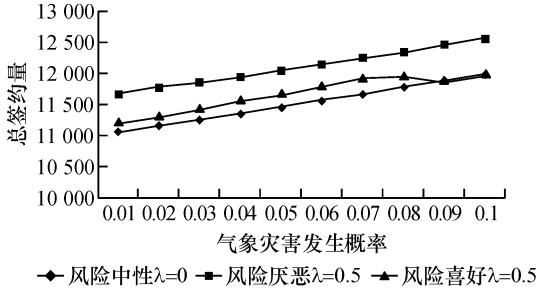


图 4　不同风险偏好下气象灾害发生概率对签约量的影响

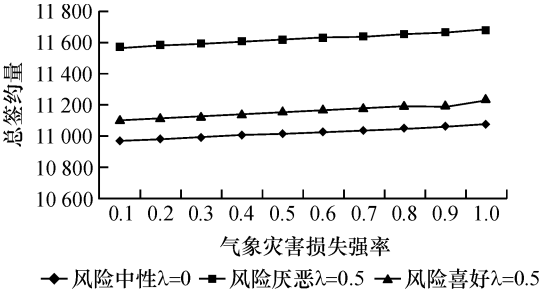


图 5　不同风险偏好下气象灾害发生强度对签约量的影响

从图中可以看出,随着气象灾害发生概率和损失强度的增加,总签约量都总体呈增大趋势,而且风险偏好下的总签约量大于风险中性下的总签约量。大多数情况下,风险厌恶的总签约量要高于风险喜好的总签约量,而风险喜好的总签约量又高于风险中性的。比较而言,总签约量对气象灾害发生概率的敏感程度要高于气象灾害发生强度。

五、结论与建议

“公司 + 农户”模式订单农业供应链是我国农业产业化经营中出现的一种主要的农产品供应链形式。在实际的运营中,农业气象灾害和农户故意违约导致的农产品供应不确定,给农业企业带来巨大的经济损失,影响了我国农业产业化的发展。论文从农业企业的角度出发,认为通过恰当的选择签约对象(农户)和确定合理的签约量可以提高农业企业应对农业气象灾害和农户故意违约导致的农产品供应不确定风险的能力。考虑农户供应关系建立成本、农户生产服务成本、采购成本、不足需求产生的缺货成本、和过多采购产生的库存成本或损失之间的平衡,采用发生概率

和损失强度模拟农业气象灾害和农户故意违约影响,建立了决策者风险中性和风险偏好下的提前采购决策模型,算例测试和分析表明所建立的风险中性和风险偏好下的提前采购决策模型是有效的,充分体现了决策者风险偏好、气象灾害风险和农户故意违约风险对农户选择和签约量的影响,具体的结论如下:1. 针对风险偏好下提前采购决策模型的启发式算法,具有较强的计算效率和精度,能够用于实际问题的求解。启发式算法找到的最优解与精确算法找到的最优解之间的最大差距不超过 10.21%,同时,随着问题规模的变大,启发式算法的求解时间没有明显增加,且都不超过 1 秒。2. 不同的风险偏好下,农户生产能力、故意违约概率和违约导致的损失程度对农户选择和签约量的影响不同。在风险中性的情况下,农户选择和签约量对故意违约概率、损失强度和农户生产能力的变化比较敏感,这些参数的微小变动都会导致农户选择和签约量的改变;而在风险偏好情况下,当这些参数发生相同改变时,农户的选择没有发生改变,但签约量发生了变化。另外,随着故意违约概率和损失程度的增加,签约量都变现为增大的趋势,而且风险喜好下的签约量要大于风险厌恶的签约量。3. 随着农业气象灾害发生概率和损失强度的增加,总的签约量增大,而且在相同的发生概率和损失程度下,风险厌恶的签约量要大于风险喜好和风险中性的签约量。

基于这些研究结论,可以得出如下的建议:1. 由于受农业气象灾害和农户故意违约风险的影响,农业企业确定签约量时,应大于实际的需求量。2. 如果当地的农业气象灾害发生频率较高或者农户违约事件发生较多,总的签约量应更大。3. 在选择签约对象和确定签约量时,除考虑农业气象灾害和农户故意违约风险外,还应考虑决策者的风险偏好。农业生产除了存着供应不确定风险外,还存在需求的不确定,因此未来可以研究在供应和需求波动风险下的提前采购问题。另外,当发生气象灾害时,总的产量减少,导致价格增加,会增大农户故意违约概率,所以农业气象灾害和农户故意违约存着相关关系,以后的研究也可以把这种相关关系考虑进去。

参考文献:

[1]朱湖根,万伦来,金炎. 中国财政支持农业产业化经营项目对农民收入增长影响的实证分析[J]. 中国农村经济,2007(12):28 - 34.

[2]沈雅琴. 对当前我国产业化研究的再思考[J]. 当代经济研究,2005(12):53 - 57.

[3]欧晓明,曾晓红. 农业产业化龙头企业与农户利益关系研究[J]. 科技与管理,2003(3):1 - 6.

[4]刘凤芹. 不完全合约与履约障碍——以订单农业为例[J]. 经济研究, 2003(4): 22 - 29.

[5]王春乙. 中国农业气象灾害对作物产量的影响[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(5): 37 - 43.

[6]费梦琪, 许芳, 徐国虎. "公司 + 农户"供应链中机会主义行为动因及其治理研究 [J]. 农业经济与科技, 2015, 26(3): 47 - 50.

[7] 彭丽,刘冰. 菜农违约订单农业很受伤[J]. 农村·农业·农民 B,2010(11):36 - 37.

[8] 张艳花. 订单农业之困[J]. 中国金融,2013(22):89 - 91.

[9]KARLIN S, SCARF H. Studies in the mathematical theory of inventory and production[M]. City: Stanford University Press, 1958: 18.

[10]SHIH W. Optimal inventory policies when stockouts result from defective products[J]. International Journal of Production Research, 1980, 18(6): 677 - 686.

[11]EHRHARDT R, TAUBE L. An inventory model with random replenishment quantities[J]. International Journal of Production Research, 1987, 25(12): 1795 - 1803.

[12]GERCHAK Y, VICKSON RG, PARLAR M. Periodic Review Production Models With Variable Yield And Uncertain Demand[J]. Iie Transactions, 1988, 20(2): 144 - 150.

[13]HENIG M, GERCHAK Y. The Structure Of Periodic Review Policies In the Presence of Random Yield[J]. Operations Research, 1990, 38(4): 134 - 643.

[14]CIARALLO F, Morton T. A periodic review, production planning model with uncertain capacity and uncertain demand—optimality of extended myopic policies[J]. Management Science, 1994, 40(3): 320 - 332.

[15]INDERFURTH K. Analytical solution for a single-period production-inventory problem with uniformly distributed yield and demand[J]. Central European Journal of Operations Research, 2004, 12: 117 - 127.
[16]MADDAH B, SALAMEH MK, KARAME GM. Lot sizing with random yield and different qualities[J]. Applied Mathematical Modelling, 2009, 33(4): 1997 - 2009.
[17]OKYAY HK, KARAESMEN F, öZEKICI S. Newsvendor models with dependent random supply and demand[J]. Optimization Letters, 2013, 8(3): 983 - 999.
[18]AGRAWAL N, NAHMIAS S. Rationalization of the Supplier Base in the Presence of Yield Uncertainty[J]. Production and Operations Management, 1997, 6(3): 291 - 308.
[19]MERZIFONLUOGLU Y, FENG Y. Newsvendor problem with multiple unreliable suppliers[J]. International Journal of Production Research, 2014, 52(1): 221 - 242.
[20]MARKOTWIZ HM. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment[M]. City: John Wiley & Sons, 1959.
[21]LAU H-S. The newsboy problem under alternative optimization objectives[J]. The Journal of the Operational Research Society, 1980, 31: 525 - 535.
[22]BERMAN O, SCHNABEL JA. Mean-variance analysis and the single-period inventory problem[J]. International Journal of Systems Science, 1986, 17(8): 1145 - 1151.
[23]CHOI T-M, LI D, YAN H. Mean-variance analysis of a single supplier and retailer supply chain under a returns policy[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 184(1): 356 - 376.
[24]CHOI T-M, CHIU C-H, FU P-L. Periodic Review Multiperiod Inventory Control Under a Mean—Variance Optimization Objective[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, 2011, 41(4): 678 - 682.
[25]XUE W, CHOI T-M, MA L. Diversification strategy with random yield suppliers for a mean-variance risk-sensitive manufacturer[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2016, 90: 90 - 107.

Purchase Decisions in Advance under the Supply Uncertainty of Agricultural Products

SHUI Wen-bing, ZHANG Jin-mei, HE Min
(*Faculty of Transportation Engineering*, *Kunming University of Science & Technology*, *Kunming* 650500 *China*)

Abstract: In view of the supply uncertainty problem caused by farmers default deliberately and the agro-meteorological disasters in the "company & farmers" mode of the farming supply chain, we adopt the mean-variance method to establish sourcing decisions model under the risk preference. We consider the balance of purchase cost, farmers relationship building cost, product and service costs, shortage cost and inventory cost, while the farmer choice and purchase quantities are decided simultaneously. A number of different size numerical study and analysis show that: the model reflect the effects of meteorological disasters and farmers default deliberately on farmer choice and purchase quantity, and the algorithm can solve the problems in practice. Under different risk preference, the probability and intensity of farmers default deliberately all have influence on farmer choice and purchase quantity, but the influence degree is different. With the increase of meteorological disasters probability, meteorological disasters intensity, farmers default deliberately probability and intensity, the purchase quantities tended to increase.

Key Words: agro-meteorological disasters; farmers default; contract farming; farming supply chain; risk preference