

# 我国原料奶拟需求量预测及供需协调分析

欧变玲, 刘秀丽, 汪寿阳

(中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100190)

**摘要:**本文首先引入我国原料奶拟需求量的概念;然后建立了我国原料奶拟需求量的预测模型,预测得到 2011-2013 年的我国原料奶拟需求量分别为 4746.6 万 t、4977.6 万 t 和 5212 万 t;最后基于灰色关联度对近年我国原料奶的供需协调情况进行了测算分析。结果显示:2001-2010 年我国原料奶的灰色关联度为 0.64,即过去 10 年间我国原料奶的供需矛盾突出。提出了我国各地区应确定合理的奶牛养殖规模,提高原料奶自给率;培育和开拓奶类消费市场,加强和完善乳制品质量监测与安全管理;继续推进奶牛群体遗传改良计划等政策建议。

**关键词:**原料奶;拟需求量;灰色关联分析;供需协调

中图分类号:S879.1

文献标识码:A

文章编号:1000-0275(2012)01-0019-04

## Virtual Demand Forecasting and Demand and Supply Coordination

### Degree Analysis of Raw Milk in China

OU Bian-ling, LIU Xiu-li, WANG Shou-yang

(Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

**Abstract:**In this paper, the concept of virtual demand of raw milk was introduced first, then the forecasting model of China's virtual demand of raw milk was established. Applied the model, we got that the virtual demand of raw milk would reach 47.466 million tons, 49.776 million tons and 52.12 million tons respectively in year 2011-2013. Applied grey relational analysis, it is estimated that the demand and supply degree of raw milk in China from 2011 to 2013 is 0.64, which means there will be serious imbalance between supply and demand of raw milk in China.

**Key words:**raw milk; virtual demand; grey relational analysis; coordination degree of demand and supply

## 1 引言

过去 10 年间,我国奶业得到了高速发展,消费量和产量都不断提高。2001 年我国奶类总产量突破 1000 万 t,2004 年达到 2000 万 t,2006 年超过 3000 万 t,仅次于印度和美国,位居世界第三位;2001 年,我国人均奶类消费量为 7.92kg/人,2007 达到 17.77kg/人,与日本、韩国等亚洲发达国家奶类消费水平(40kg/人·年)差距不断缩小。然而,伴随着奶业的迅速发展,我国原料奶供给与需求矛盾日益突出。2008 年我国奶制品“三聚氰胺”事件给快速扩张的奶牛养殖业带来了巨大冲击,2009 年国内奶牛养殖行情低迷,年末存栏量下降了 1.2%,原奶产量下降了 1%,与下游 12.9%的需求增速相比严重滞后,为弥补巨大的奶源缺口,国内全脂奶粉进口同比增长 282.8%<sup>[1]</sup>,乳制品折合原料奶的净进口量高达 205.62 万 t。2010 年以来奶牛存栏量虽然有所增长,但由于奶牛成熟期长,小牛具备产奶能力需两年左右,国内原料奶供应短缺的局面短期内难以根本解

决,仍需要大量进口奶粉弥补供需缺口。尽管 2010 年我国奶粉进口价格整体走高,全年同比上涨了 42.5%,但我国奶粉等乳制品进口仍大幅增加,奶粉净进口量和乳制品折合原料奶进口量为 41.11 万 t 和 330.13 万 t,同比增速分别为 60.53%和 72.66%。

目前,对奶制品供需的定量研究主要集中于需求弹性<sup>[2-3]</sup>。Dong 利用世界奶业模型,研究了中国、印度、印度尼西亚、日本、韩国等主要亚洲奶业市场的发展情况,结果显示受收入和人口增长的驱动,2006-2015 年亚洲奶制品消费将继续保持强劲增长,同时也将致使世界奶业价格提高<sup>[4]</sup>。Beghi 从新的消费模式、工业结构调整、贸易和区域贸易政策等角度,系统地评估了中国、印度、日本和韩国等亚洲奶业市场<sup>[5]</sup>。对原料奶的供需关系研究相对较少。钱贵霞和解晶利用原料奶自给率模型,分析了全国及 28 个省市的原料奶供需情况,研究结果显示,1999-2006 年,我国原料奶供给充裕并出现剩余,1995-1998 和 2007 年供给不足<sup>[6]</sup>,并从原料奶供给、需求以及供需三个方面,深入研究了原料奶供需矛盾<sup>[6]</sup>。

**基金项目:**国家科技支撑计划重点项目“农产品数量安全智能分析与预警关键技术支撑系统及示范”(编号:2009BADA9BB01-4);国家自然科学基金项目“可持续发展水资源管理的投入占用产出模型研究和应用”(编号:70701034);中国科学院知识创新工程重大项目“耕地保育与持续高效现代农业试点工程”(编号:KSCX-YW-09);中国科学院知识创新工程重要方向性项目“国民经济和社会发展中若干重大问题研究”(编号:KJCX2-YW-S8);国家自然科学基金项目“非线性投入占用产出技术及其在预测中的应用”(编号:60874119)。

**作者简介:**欧变玲(1981-),女,河南登封人,博士,主要研究方向为宏观经济分析预测与农产品区域布局优化;刘秀丽,女,山东人,副研究员,主要研究方向:投入产出分析、资源环境及可持续发展;汪寿阳,男,江苏人,研究员、副院长,主要研究方向:金融管理、决策分析与经济预测。

**收稿日期:**2011-10-14,修回日期:2011-11-15

Fuller 等分析了我国奶业市场的消费需求,以及原料奶的生产、加工和奶制品市场的特点<sup>[7]</sup>。

随着人民生活水平的提高,乳及乳制品消费占食品支出的比重不断增加,对原料奶的拟需求量预测及供需平衡分析,对制定原料奶生产和进出口规划,保障原料奶供需平衡,稳定居民生活有重要意义。已有研究中,通常将实际消费量作为需求量,如果以实际消费量和供给量来衡量供需平衡与否,那么由于每年的供给量与实际消费量相差无几,无论“供不应求”还是“供过于求”都将无法得到体现。为了有效地研究我国原料奶的供需关系,借鉴韩一杰等<sup>[8]</sup>提出的拟需求量概念,假定本研究中原料奶的拟需求量仅与原料奶价格、消费者的经济实力和消费者的生活习惯三者有关,而与原料奶的供给量无关;当原料奶的实际供给量偏离了原料奶的拟需求量时就会引起原料奶价格的上下波动,所谓的供需平衡其实是指实际供给量与拟需求量之间的平衡。

我国原料奶的需求包括两部分:①对我国奶牛生产的牛奶的直接需求,即我国原料奶产量;②受国内原料奶供给水平、乳制品质量,或者对国外乳制品品牌偏好等因素影响,通过从国外进口乳制品来满足我国原料奶的需求,即乳及乳制品净进口量折合的原料奶需求量。我国原料奶总需求量是国内原料奶产量与乳及乳制品净进口量折合原料奶量之和。本文拟通过构建模型对我国原料奶拟需求量进行预测;采用灰色关联分析方法,分析我国原料奶供需协调情况;然后得出研究结论。

## 2 我国原料奶拟需求量预测

### 2.1 模型假定

(1)当进口奶粉折合原料奶均价低于或近似等于国内原料奶收购价格时,国内原料奶供给缺口通过进口弥补,从而达到原料奶的供需平衡。

(2)近年来原料奶的实际供给量总是在拟需求量的周围波动,供大于求、供需基本平衡、供小于求的局面都有出现,假定存在部分年份的原料奶供需基本平衡,进而确定供需基本平衡的具体年份,再以供需平衡年份的原料奶实际消费量为基础拟合和预测其他年份的原料奶拟需求量。

(3)城市化率和居民收入将影响其乳制品消费,进而影响对原料奶的需求。

### 2.2 模型估计

从原料奶收购价格变化率及其生产成本变化率看,1997-2001、2003、2004、2008 和 2009 年的原料奶供需不平衡;从原料奶收购价格和进口奶粉折合

原料奶价格看,1995-2000、2002、2003 和 2009 年进口奶粉折合原料奶价格低于或等于原料奶收购价格,这几年国内原料奶供给不足部分由国外进口满足,从而达到成为供给平衡年份(表 1)。另外,考虑到 1997 年亚洲金融危机、2008 年“三聚氰胺”事件及后期的影响,确定 1997、2001、2004 和 2008-2010 年的原料奶供需不平衡,这与钱桂霞等从自给率角度确定的供需平衡年份有所不同<sup>[9]</sup>。

表 1 原料奶收购价格与生产成本(当年价)

| 年份   | 原料奶生产成本较上年变化率(%) | 原料奶收购价格较上年变化率(%) | 原料奶收购价格(元/kg) | 进口奶粉折原料奶均价(元/kg) |
|------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| 1995 | —                | —                | 1.63          | 1.35             |
| 1996 | 16.43            | 15.95            | 1.89          | 1.14             |
| 1997 | 9.58             | 3.70             | 1.96          | 0.81             |
| 1998 | -17.65           | 3.57             | 2.03          | 1.49             |
| 1999 | -0.37            | -1.97            | 1.99          | 1.67             |
| 2000 | 5.43             | -3.02            | 1.93          | 1.87             |
| 2001 | 2.72             | 0.52             | 1.94          | 2.31             |
| 2002 | 3.90             | 5.15             | 2.04          | 1.72             |
| 2003 | 4.20             | -0.49            | 2.03          | 1.91             |
| 2004 | -2.77            | -8.37            | 1.86          | 2.21             |
| 2005 | 0.00             | 0.00             | 1.86          | 2.55             |
| 2006 | 1.06             | 0.54             | 1.87          | 2.44             |
| 2007 | 15.95            | 14.97            | 2.15          | 3.58             |
| 2008 | 12.54            | 16.28            | 2.50          | 3.91             |
| 2009 | 6.53             | 3.20             | 2.58          | 2.29             |
| 2010 | 17.96            | 15.3             | 2.89          | 3.24             |

注:《我国农产品成本收益汇编》(2010)、《中国奶业年鉴》(2002-2009)、中国奶业协会。其中,原料奶收购价格利用可得数据计算的得到,计算公式为:原料奶收购价格=主产品产值/主产品产量。

选取 1995、1996、1998-2000、2002、2003、2005-2007 年的全国人均原料奶消费量作为年人均拟需求量序列。考虑到 1997 年亚洲金融危机的影响,1997 年原料奶实际人均消费量出现突变,利用 1996 年和 1998 年的人均原料奶拟需求量均值作为 1997 年的全国人均原料奶拟需求量;再利用指数平滑法对 1995-2000 年的序列作正向一期延长,得到 2001 年的全国人均原料奶拟需求量;然后对 1995-2003 年的序列作正向一期延长,得到 2004 年的全国人均原料奶拟需求量;进而,对 1995-2007 年得序列做正向三期延长,得到 2008-2010 年的全国人均原料奶拟需求量,最终得到 1995-2010 年的全国人均原料奶拟需求量序列(表 2)。

目前,受收入水平、生活习惯以及供给等因素的影响,我国牛奶消费仍主要集中在城镇,故此推测城镇化率、城镇居民人均可支配收入和原料奶收购价格,将是影响我国原料奶人均拟需求量的主要因素。进一步利用 Granger 因果检验<sup>[8]</sup>探寻城市化率、城镇居民人均可支配收入、原料奶平均收购价格与原料奶人均拟需求量之间的关系,Granger 检验结果如表 3:

表2 1995-2010年居民人均收入、城市化率、原料奶收购价格与人均拟需求量(2000年价格)

| 年份   | 城镇居民人均可支配收入(元/人) | 农村居民人均纯收入(元/人) | 城市化率(%) | 原料奶收购价格(元/kg) | 原料奶人均拟需求量(kg/人) |
|------|------------------|----------------|---------|---------------|-----------------|
| 1995 | 4751.0           | 1699.7         | 29.04   | 1.78          | 4.89            |
| 1996 | 4933.6           | 1923.2         | 30.48   | 1.91          | 5.22            |
| 1997 | 5103.1           | 2036.1         | 31.91   | 1.93          | 5.32            |
| 1998 | 5397.6           | 2127.5         | 33.35   | 2.01          | 5.42            |
| 1999 | 5900.6           | 2208.1         | 34.78   | 2.00          | 5.98            |
| 2000 | 6280.0           | 2253.4         | 36.22   | 1.93          | 6.88            |
| 2001 | 6811.9           | 2347.6         | 37.66   | 1.93          | 7.78            |
| 2002 | 7726.8           | 2465.7         | 39.09   | 2.04          | 10.67           |
| 2003 | 8422.5           | 2570.8         | 40.53   | 2.01          | 14.26           |
| 2004 | 9067.1           | 2746.9         | 41.76   | 1.77          | 17.85           |
| 2005 | 9939.4           | 2979.3         | 42.99   | 1.74          | 21.61           |
| 2006 | 10974.0          | 3234.7         | 43.9    | 1.72          | 25.01           |
| 2007 | 12311.0          | 3542.4         | 44.94   | 1.89          | 26.96           |
| 2008 | 13345.0          | 3824.7         | 45.682  | 2.08          | 28.91           |
| 2009 | 14657.0          | 4152.5         | 46.59   | 2.16          | 30.86           |
| 2010 | 15727.0          | 4603.7         | 49.68   | 2.34          | 32.81           |

表3 Granger 因果检验结果

| Null Hypothesis                        | F-Statistic | Probability |
|--|-------------|-------------|
| city does not Granger cause demand     | 6.40896     | 0.0186      |
| czincome does not Granger Cause demand | 3.9213      | 0.0596      |
| ynprice does not Granger Cause demand  | 0.97766     | 0.41284     |

从表3可见,城市化率和城镇居民人均可支配收入都是原料奶人均拟需求量的Granger原因,而原料奶收购价格不是原料奶拟需求量的Granger原因。直观上,原料奶收购价格波动将影响奶制品价格,进而对我国原料奶的消费需求产生一定影响。下面以1995-2010年为样本期,通过多次模拟测试,最终确定我国原料奶人均拟需求量的预测模型:

$$demand_t = \alpha \cdot demand_{t-1} + \beta \cdot city_{t-1} + \gamma \cdot czincome_t + \delta \cdot ynprice_t + MA(1) \quad (1)$$

其中,demand是全国原料奶人均拟需求量,city是城市化率,czincome是城镇居民人均可支配收入,ynprice是原料奶平均收购价格。模型(1)的估计结果如表4:

表4 模型(1)的估计结果

| 项目             | 系数      | t值      | P值     |
|----------------|---------|---------|--------|
| $demand_{t-1}$ | 0.5341  | 2.4793  | 0.0326 |
| $city_{t-1}$   | 0.2114  | 2.4774  | 0.0327 |
| 变量 $czincome$  | 0.0012  | 1.9032  | 0.0862 |
| $ynprice$      | -5.5638 | -3.7801 | 0.0036 |
| MA(1)          | 0.9297  | 23.7371 | 0.0000 |
| $R^2$          |         | 0.9978  |        |
| 统计量 调整后的 $R^2$ |         | 0.9969  |        |
| D-W 统计量        |         | 2.3627  |        |

由表4可以看到,调整后的 $R^2$ 很高,这说明模型整体拟合效果很好。从各变量对应的P值可见,所有变量的参数估计值均在10%的显著性水平下显著。将2011-2013年相关变量的预测值代入式(1),得到这三年的人均原料奶拟需求量的预测值分

别为35.23kg、36.77kg和38.32kg。结合历年的全国总人口,根据人口增长趋势对2011-2012年的人口数进行测算,与模型得到的各年人均原料奶拟需求量相乘,得到2011-2013年的全国原料奶拟需求量预测值分别为4746.6万t、4977.6万t和5212万t。

### 3 我国原料奶的供需协调分析

#### 3.1 灰色关联分析理论与方法

灰色关联分析(GRA)是由邓聚龙<sup>[9]</sup>于1984年创立的,主要是针对关系分析而提出的,包括行为关系、态势关系和边界关系。对于行为机制信息不完备、行为数据比较稀少、缺乏问题处置经验、固有内涵关系又不甚清楚的对象之间的这些关系分析来说GRA是十分必要的。

灰色关联分析可看作是一种有参考体系的整体比较。众所周知,距离空间是一种有数字测度的比较方法,然而它仅仅是两两比较,缺乏整体性。而点集拓扑(Point Set Topology)以邻域为特征,邻域体现了整体性但却没有数字测度,因此将距离空间与点集拓扑结合就得到了灰关联空间,可具体表示为:

$$\text{距离空间} + \text{点集拓扑} = \text{灰色关联空间}$$

灰色关联分析(GRA)有别于传统的数学分支之处在于GRA提供了一个分析序列关系或系统行为的简要框架,即便在信息较少时也可以做相关分析。

令X为序列集

$$X = \{x_i | i \in I, i=0,1,2,\dots,m\}$$

其中 $x_i, x_j \in X$ ,以 $\gamma(x_i, x_j)$ 表示 $x_i$ 与 $x_j$ 之间的相邻测度,以 $x_0$ 为参考序列,以 $x_i$ 为比较序列,则有如下灰色关联公理:

若相邻测度满足可比性、区间规范性、整体性、接近性、邻域性等五个条件,则相邻测度与灰关联度是等价的。

基于灰色关联公理与灰色关联差异信息空间 $LY_{gr}$ ,并考虑邻域性与区间规范性,灰色关联系数可以表示为:

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (2)$$

式(2)中 $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 是 $LY_{gr}$ 的下环境参数,是 $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 的 $LY_{gr}$ 上环境参数, $\zeta \in [0,1]$ 为分辨系数,通常按照最少信息原理取为0.5。

利用灰色关联系数 $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 在 $k=1,2,\dots,n$ 的值,得到灰色关联度如下:

$$\gamma(x_0, x_1) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_1(k)) \quad (3)$$

### 3.2 基于灰色关联的我国原料奶供需协调分析

以 2001–2010 年的原料奶拟需求量为参考序列,以 2001–2010 年的原料奶实际消费量为比较序列,分别记为  $\omega_0$  和  $\omega_1$ 。对  $\omega_0$  和  $\omega_1$  的原始数据进行初始化得到序列  $x_0$  和  $x_1$  如下:

$$\begin{aligned} x_0 &= (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(10)) \\ &= (1, 1.3803, 1.8559, 2.3368, 2.8457, 3.3109, \\ &\quad 3.5875, 3.8666, 4.1476, 4.4308) \\ x_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(10)) \\ &= (1, 1.2917, 1.7368, 2.2296, 2.6638, 3.0984, \\ &\quad 3.3571, 3.3918, 3.5126, 3.6762) \end{aligned}$$

由此可以计算得到极差序列,并得到极差的最大值与最小值分别为 0.7546 和 0,如此可以利用式(2)得到灰关联系数序列为:

$$\begin{aligned} &(\gamma(x_0(1)x_0(2)), (\gamma(x_0(2)x_0(2)), \dots, (\gamma(x_0(10)x_0(10))) \\ &= (1, 0.8098, 0.7601, 0.77876, 0.67469, 0.63973, \\ &\quad 0.62088, 0.4428, 0.3727, 0.33333) \end{aligned}$$

进一步根据式(3)计算得到参考序列与比较序列的灰色关联度为 0.64,这表明近十年我国的原料奶整体供需协调情况欠佳,供需之间矛盾冲突时有发生,严重影响了我国原料奶市场的稳定。

## 4 研究结论与政策建议

### 4.1 研究结论

本文的研究结果表明:随着经济发展,我国原料奶的人均拟需求量越来越大,城镇化率、城镇居民人均可支配收入和原料奶收购价格对原料奶人均拟需求量有显著影响;本研究预测 2011–2013 年的全国原料奶年拟需求量分别为 4746.6 万 t、4977.6 万 t 和 5212 万 t,2001–2010 年我国原料奶供给和拟需求量的灰色关联度为 0.64。预计 2011 年我国原料奶产量在 3587.73 万 t–3603.23 万 t 之间,2012 年我国原料奶产量在 3722.54 万 t–3764.98 万 t 之间,2013 年我国原料奶产量在 3982.68 万 t–4136.83 万 t 之间。如果不出现重大的牛奶质量问题,居民收入保持持续增长以及居民奶类消费潜力得到释放,那么未来两年我国的原料奶的供需缺口约为 1000 万 t。即使现在增加奶牛的养殖规模,牛奶的生产周期约为两年,未来两年我国的原料奶的需求仍难以自给,需要大量进口奶粉弥补供需缺口。

### 4.2 政策建议

近年我国牛奶的供需协调情况欠佳,供大于求和供小于求的情况经常出现,导致“哄抢奶源”和牛奶质量问题频发,建议我国政府:

(1)在对全国和各地区的生产能力、资源承载力和收益率等主要指标进行评价的基础上,确定全国和各地区奶牛合理的养殖规模,提高我国原料奶自给率,缓解我国原料奶供需矛盾。然而,生产规模越大,对科学管理水平、疾病预防控制能力和养殖场污染治理等配套措施的要求也就越高。禽流感等一些疫病的发生与大规模的工厂化养殖模式是有一定关联的。现在,欧盟许多国家也在反思工厂化大规模养殖道路的可行性,开始发展适度规模养殖。我国规模化奶牛养殖应跳出规模越大就越好的误区。

(2)继续推进“学生饮用奶计划”,培育、开拓奶类消费市场,将我国农村地区乳制品的潜在需求(或拟需求)转化为现实需求,同时完善乳制品质量监测,加强乳制品食品安全管理,恢复消费者的信心,重塑国产奶制品形象。

(3)加快建立合理、完善的生鲜乳收购价格机制和监测预警体系,以保证奶牛养殖的收益率,稳定牛奶生产产业链。①结合各省市实际情况,确定每个季度生鲜乳交易的最低保护价格与浮动范围并由奶业协会定期公布;②结合国际国内玉米、大豆等粮食的期货市场行情,构建奶牛养殖成本收益的先行指标体系,对生鲜乳成本收益进行监测预警。

(4)奶牛单产水平与牛奶产量密切相关,提高奶牛单产水平是我国奶业发展实现数量增长型向质量效益型转变及解决供需矛盾的关键。应继续推进奶牛群体遗传改良计划,通过宣传和培训增强奶农和奶牛养殖企业提高奶牛单产水平的意识与积极性。

### 参考文献:

- [1] 濮晓鹏. 2011 年奶粉进口规模将进一步扩大[EB/OL]. [http://milkfscyxsmofcom.gov.cn/html/part05/\\_news/2011/2/1298528714190.html](http://milkfscyxsmofcom.gov.cn/html/part05/_news/2011/2/1298528714190.html), 2011 年 2 月 24 日/2011 年 11 月 10 日.
- [2] 蒋乃华, 辛贤, 著, 尹坚译. 中国畜产品供给需求与贸易行为研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [3] 周宪锋, 朱香荣, 花俊国. 基于供求弹性角度的原料奶生产影响因素的实证分析[J]. 中国农村经济, 2008 (7): 73–80.
- [4] Dong F.X. The outlook for Asian dairy markets: the role of demographics, income and prices[J]. Food Policy, 2006 (31): 260–271.
- [5] Beghin J.C. Evolving dairy markets in Asia: recent findings and implications[J]. Food Policy, 2006 (31): 195–200.
- [6] 钱贵霞, 解晶. 中国原料奶供求矛盾关系的实证分析[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(3): 272–276.
- [7] Fuller F.H., Beghin J.C., Hu D.H., Rozelle S. China's dairy market: consumer demand survey and supply characteristics, Staff Report 04–SR 99, 2004.
- [8] 韩一杰, 刘秀丽, 梁小珍, 等. 我国猪肉的拟需求量预测及供需协调分析[C]. 农业与信息智能分析预警学术研讨会, 2010.
- [9] 邓聚龙. 灰色系统基本方法(第 2 版)[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.