

郭幼君

(北京市气象台, 北京 100089)

## 提 要

在分析蔬菜与气象条件关系及北京地区气候条件下温湿日变化特征的基础上,应用线性二元回归方法建立了蔬菜运输指数与温度、相对湿度之间的线性回归方程。结果表明该回归方程的回归效果是显著的。由于北京地区气候宜人,温湿日变化存在反位相分布特征,一年四季都能找到比较适宜蔬菜运输的时间,即使是在隆冬或盛夏,蔬菜运输指数在午后或早晨前也有较小值,适宜于蔬菜运输活动的进行。

关键词: 蔬菜运输指数( $I_{VC}$ ) 温度 相对湿度 日变化

## 引 言

专业气象预报和服务及产业工程气象学面向的对象大体可划分为商品储藏运输等九大类<sup>[1]</sup>。美国 AMS 早在 1919 年开始关注天气预报的商业应用,我们气象部门也于 1985 年开始把专业气象预报和服务当作事业结构调整的重要组成部分,并成为促进气象科技转化为生产力的主要形式。

北京是我国最大的消费性城市之一,一年四季都会有品种繁多的蔬菜从祖国的四面八方通过多种渠道运送到首都,提供给北京市民生活消费。城市菜篮子工程是每一届政府极为重视并作为为民办实事的具体标志,因此蔬菜供应及其运输在人们日常生活中是十分重要的事情,也是广大市民深为关心的问题。众所周知,蔬菜与气象因素的关系是最直接的。一方面蔬菜的生产与气候、日照等自然条件有关;另一方面蔬菜供应和调拨与当地气候条件有关<sup>[2]</sup>。在运输实践中为减少蔬菜的损失,保证蔬菜质量,迫切需要气象部门提供相关信息和进行气象服务。

据一项调查结果<sup>[3]</sup>显示:最佳利用气象情报和天气预报决策平均可预防损失率为 0.418,其中运输、通讯、电力、农业和民航的可预防损失率为 0.48、0.08、0.29、0.43 和 0.61,因此提高天气预报质量,加强气象服

务,可减少损失。1998 年中国气象局对湖南省和黑龙江省等地气象服务效益评估发现<sup>[3]</sup>:湖南省公路运输气象服务年经济效益为 1920 万元,灾害性天气预报为铁路运输服务年经济效益为 460 万元;黑龙江省降雪预报为森林木材运输服务的年经济效益 176 万元。蔬菜运输是一项特殊商品储运过程,气象服务同样具有减负得正的经济效益。为此,在分析了北京基本气象要素特征的基础上,根据目前气象预报的能力,结合蔬菜运输的特点和对气象条件的要求,研究出一种为蔬菜运输服务的指标——蔬菜运输指数(Index of Vegetable Carriage, 简称为  $I_{VC}$ )。

## 1 基本资料和研究方法

为建立蔬菜运输指数  $I_{VC}$  与气象要素间的相互关系,采用多元线性回归方法<sup>[4]</sup>。由于气象要素(气温、相对湿度等)与  $I_{VC}$  的关系具有非单调性,因此需要根据蔬菜运输的特点及对气象条件的响应,对气象要素进行单调性处理,即投射到  $I_{VC}$  轴线上。本文所用资料包括 1992 年北京观象台逐日和 1992~1996 年逐时温湿资料。

## 2 蔬菜运输与气象条件的关系

蔬菜按植物学分类法可大体分为以下科类:十字花科、茄科、豆科、葫芦科、百合科、伞形科、菊科及藜科等<sup>[5]</sup>;由于其品种繁多,依

\* 北京市气象局气象科技开发研究经费资助

气象条件的差异可分为:耐寒蔬菜(如:菠菜、大葱、大蒜、大白菜等)、半耐寒蔬菜(如:萝卜、胡萝卜、芹菜、甘蓝菜、莴苣、豌豆等)、喜温蔬菜(黄瓜、番茄、茄子、辣椒、菜豆等)、耐热蔬菜(冬瓜、南瓜、丝瓜、西瓜、倒豆等)。

蔬菜含水量大,并含有大量的营养物质,当蔬菜采收后,其生命并没有停止,所以它对气象因素的要求比一般商品就更明显。气温影响蔬菜的呼吸,温度越高呼吸作用也就越强。蔬菜在呼吸时还放出热量,又反作用于蔬菜自身。因此,蔬菜在运输和保贮过程中应置于阴冷的地方,并要防止发热变黄。虽然蔬菜的保管必须低温,但是过冷对于蔬菜也是十分不利的,当气温达到 $0^{\circ}\text{C}$ 以下时,蔬菜细胞壁内的水分就会结冰,胀破细胞壁,造成蔬菜的冷害。受冻的蔬菜再遇热时,细胞内部的冰晶融化,使得细胞液流失,使蔬菜失去食用价值。白菜外叶的结冰点 $-0.66^{\circ}\text{C}$ ,中部的叶子结冰点约在 $-0.78^{\circ}\text{C}$ ,而心叶处结冰点为 $-1.77^{\circ}\text{C}$ ,这说明 $-1\sim-2^{\circ}\text{C}$ 便引起白菜的结冰。在运输过程中,对于不同的蔬菜应用不同的温度<sup>[6]</sup>,一般地:黄瓜、番茄、茄子、辣椒、菜豆等喜温蔬菜以 $7\sim 10^{\circ}\text{C}$ 为宜;大葱、大白菜、萝卜、胡萝卜、芹菜、甘蓝菜、莴苣、豌豆等可在 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的温度下运输。

空气的湿度同样对蔬菜有着至关重要的影响。蔬菜的含水量大,质地柔软,水分很容易蒸发。蔬菜内部的水分蒸发后,蔬菜就会凋萎,使正常的代谢遭到破坏,从而对病菌和微生物入侵的抵抗能力减弱。一般来说,蔬菜最佳湿度应保持在 $75\%\sim 85\%$ 左右。

由于气温存在显著的季节内变化和日变化,为此分析了北京近5年气温的季节内变化和日变化。图1给出了冬季平均气温的日变化情况,冬季平均气温(粗实线,  $\bar{t}$ )在 $-0.5^{\circ}\text{C}$ 左右,但由于 $10\sim 21$ 时气温有所升高,在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上,因此下午前后也适合进行蔬菜运输,这与12月份的情况基本相同。1月份是北京最冷的季节,大部分时段气温在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下,这给蔬菜运输带来不利;而2月份气温已开始回升,大部分时间在冰点之上。分析发现08时是冬季气温的最低点,而15时是气温的最高点。进入春季,平均气温已达到

$15^{\circ}\text{C}$ (图略),但月际差异较大,3月份 $\bar{t}\leq 10^{\circ}\text{C}$ ,而5月份 $\bar{t}\geq 20^{\circ}\text{C}$ 。夏季开始出现高温炎热天气(图略),尤以7月最甚,但由于早晨气温较午后低 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ ,因此合理调整蔬菜运输时间是必要的。秋季的情况(图略)与春季大体相似,但一个最主要的特点是气温日较差减小,平均在 $6^{\circ}\text{C}$ 左右,分析表明 $10\sim 11$ 月间更适合于蔬菜的运输。

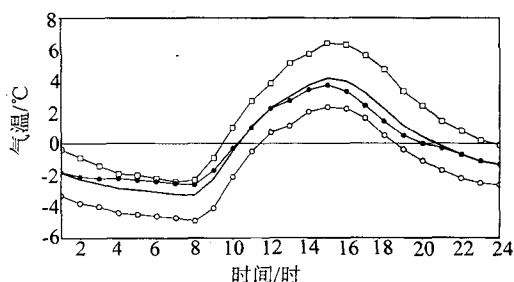


图1 1992~1996年北京冬季平均气温日变化(粗实线)及季内月平均气温日变化曲线(12月:实心圆;1月:空心圆;2月:空心方框)

相对湿度日变化曲线的重要特征是与气温的反位相。冬季(图略)平均相对湿度在 $40\%$ 以下,最大值出现在08时,而最小值出现在 $15\sim 16$ 时,平均日较差在 $20\%$ 左右;春季最大值出现在 $06\sim 07$ 时,比较发现冬春两季平均相对湿度日变化差异不明显;到了夏季(图略),可以看到大气增湿显著,特别是 $7\sim 8$ 月间平均相对湿度高于 $70\%$ ,由于在较长时段内保持在 $75\%\sim 85\%$ ,因此,仅从湿度条件来看是十分适合进行蔬菜运输的。在秋季(图略)依然保持着相对的高湿环境,但平均日较差增大到 $30\%$ 上下。

由于气温和湿度对 $I_{vc}$ 均有明显的影响,为了定量地表征蔬菜运输的有利或不利性,下节将建立 $I_{vc}$ 的回归方程,并对计算结果进行分析检验。

### 3 蔬菜运输指数及其应用

假定影响蔬菜运输的气象要素主要是气温和相对湿度,暂不考虑灾害性气象现象的作用,同时考虑到高温冷冻和高湿干燥等温湿条件均不利于蔬菜运输,因此对气温和相对湿度进行单调化,在此基础上应用1992~1996年春夏秋冬逐日资料建立线性化二元回归方

程。

$$\hat{I}_{VC} = -0.354 + 0.918x_1 + 0.197x_2 \quad (1)$$

式中  $x_1$ 、 $x_2$  分别为单调化气温和相对湿度, 样本容量  $n = 123$ 。在建模时考虑到适用于春夏、秋冬不同季节, 同时由于该回归指数仅考虑与温度和湿度的关系, 具有普适性, 因此实际计算时是对 1992 年 366 天随机在不同季节选取一定的样本, 既要包含极端高温(夏季), 也要包含极端低温(冬季), 也能适用春秋季节, 因此总共选择了 123 天作样本容量。而在分析中使用 1992 ~ 1996 年平均资料是为了得到普遍性或一般性特征。复相关系数为 0.981, 回归方程估计标准差为 0.2693,  $U = 221.7$ ,  $Q = 8.7$ ,  $s_{yy} = 230.4$ ,  $F = 1528.7$ , 显然,  $\alpha = 0.01$ ,  $F_{\alpha}(2, 120) = 4.79 \ll F$ , 因此, 回归效果是显著的。一般意义上, 蔬菜运输指数标准是 1 级: 表示非常适宜; 2 级: 适宜; 3 级: 较适宜; 4 级: 不太适宜; 5 级: 很不适宜。

为了给出不同季节  $I_{VC}$  的日变化气候特征, 在上述图分析的基础上, 根据公式(1) 给出了 1992 ~ 1996 年季平均蔬菜运输指数的日变化分布直方图。不难发现, 冬季(图 2a)  $I_{VC}$  值较大, 在 05 ~ 08 时达到 5 级, 但 12 ~ 18 时为 2 级, 说明尽管冬季天气寒冷干燥, 但仍存在相当长时间适合蔬菜运输活动; 春季(图 2b) 和秋季(图 2d)  $I_{VC} \leq 2$ , 因此是比较适合蔬菜运输的; 夏季(图 2c)  $I_{VC}$  在 2 ~ 3 级之间。就气候分布而言, 北京蔬菜运输最不利的时间是在冬季早晨。

随机选择 1995 年四季逐日资料计算得到的  $I_{VC}$  (图略) 表明: 夏季(7 月 14 时) 蔬菜运输指数为 4 级、3 级和 2 级的频率分别为 0.257、0.581 和 0.162; 冬季(1 月 08 时) 蔬菜运输指数为 5 级、4 级和 3 级的频率分别为 0.581、0.322 和 0.097; 春秋季为 1 级的频率是 0.226。由此可见: 北京气候宜人, 一年四季都能找到比较适宜蔬菜运输的时间, 即使是冬季或盛夏, 蔬菜运输可在午后或早晨前进行。

影响蔬菜运输的气象条件还有风, 其作用可以使蔬菜与周围环境发生热量和水分的交换。因此用通风来调节蔬菜保贮环境内温

湿度是一种简单易行的有效方法, 对降温、降温或升温、增湿都有一定的效果。另外, 诸如寒流、风雪、暴雨等灾害性天气对蔬菜运输都会产生严重的影响。因此  $I_{VC}$  的分析预报需要在实践中加以完善。

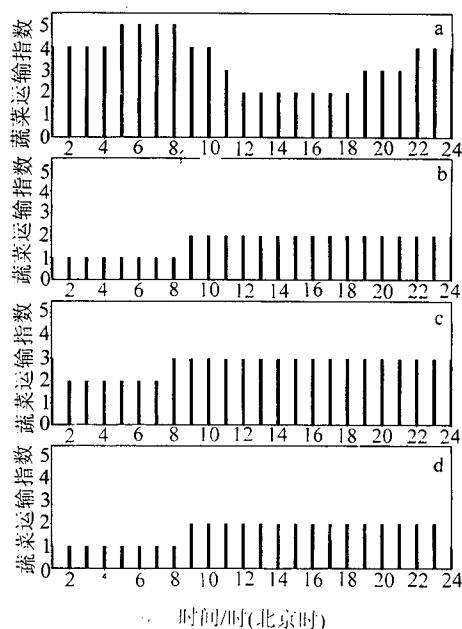


图 2 1992 ~ 1996 年季平均蔬菜运输指数日变化分布(a)冬季; (b)春季; (c)夏季; (d)秋季

#### 4 结论

综上所述, 可以得到以下结论:

(1) 蔬菜运输指数  $I_{VC}$  主要依赖于大气温度和相对湿度, 对 1992 年四季 123 个样本建立的回归方程能通过  $\alpha = 0.01$  的显著性检验;

(2) 春秋季适宜蔬菜运输, 夏季(14 时) 蔬菜运输指数为 4、3 和 2 级的频率分别为 0.257、0.581 和 0.162; 冬季(08 时) 蔬菜运输指数为 5、4 和 3 级的频率分别为 0.581、0.322 和 0.097。北京温湿日变化十分显著, 且具有反位相结构, 即使是冬季或盛夏, 蔬菜运输可在午后或早晨前进行。

由于蔬菜运输与气象条件的关系是十分复杂的, 特别是灾害性天气对蔬菜运输会有严重的影响, 因此对  $I_{VC}$  的分析预报工作需要在实践中加以完善。

(下转第 57 页)

(上接第 55 页)

### 参考文献

- 1 章澄昌. 产业工程气象学. 北京: 气象出版社, 1997, 1~15.
- 2 杜卫国, 吴乃元. 各行各业用气象——财从天来. 北京: 气象出版社, 1990, 41~45.
- 3 气象服务效益评估课题组. 气象服务效益评估. 北京: 气象出版社, 1998, 146~154.
- 4 马开玉, 丁裕国, 屠其璞等. 气候统计原理与方法, 北京: 气象出版社, 1993, 38~40.
- 5 王爱民. 蔬菜良种繁育原理与技术. 北京: 中国农业出版社, 1995, 1~6.
- 6 许以平. 气象与各行各业. 中国台北明文书局, 1991, 1~12.

## Study of the Index of Vegetable Carriage in Beijing

Guo Youjun

(Beijing Meteorological Observatory, Beijing 100089)

### Abstract

Based on the analysis of the relationship between vegetable and meteorological condition, the regression equation to guide the Beijing vegetable carriage by temperature (T) and relative humidity (RH) was derived. The results show that the T and RH exist the daily change and it's suitable to carry vegetable in winter afternoon and summer morning over Beijing, while it's best in spring and autumn. So Index of Vegetable Carriage is useful to city vegetable carriage.

**Key Words:** index of vegetable carriage temperature relative humidity regression equation