

红枣提汁浓度随时间变化的数学模型

王彩云^①

(河北农业技术师范学院)

提 要 对红枣提汁浓度与浸提时间的关系,通过试验采集散点数据,并描绘散点图,建立数学模型,确认为双曲线数学模型。通过 F 检验与拟合检验,得知:浸提时间对可溶性固形物提取量的影响非常显著,回归方程拟合良好,可信度均在 99% 以上。该数学模型可为生产提供经济效益最高的浸提时间和最大的可溶性固形物的提取量。

关键词 红枣 浸提 浓度 数学模型 拟合

1 引 言

红枣是我国的特产,有三千年的悠久历史,在河北、河南、山东、陕西最多^[1]

红枣的营养价值很高,其测定数据如下:

表 1 100 g 可食枣肉部分的营养含量

Tab. 1 Nutrition content of 100g of date with no pit and skin

品名	蛋白质 /g	脂肪 /g	糖 /g	热量 /kJ	粗纤维 素/g	胡萝卜 素/mg	硫胺素 /mg	核黄素 /mg	尼克酸 /mg	抗坏血酸 /mg	钙 /mg	磷 /mg	铁 /mg
鲜枣	1.2	0.2	24	431.2	1.6	0.01	0.06	0.04	0.6	380~600	41	23	0.5
干枣	3.3	0.4	73	1293.7	3.1	0.01	0.06	0.15	1.2	12	61	55	1.6

红枣加工方法很多,近年来新产品有保健枣汁、浓缩枣汁、枣香槟、大枣滋补晶、枣花密酒、枣茶等。

这些新产品多数为精加工,尤其是枣汁、枣晶等,大部分宜用浸提的办法,从枣中提取营养物质——可溶性固形物。红枣提汁,最重要的是可溶性固形物的提取量。其影响因素有^[2]:

(1)红枣本身含可溶性固形物的多少;(2)红枣在浸提时的破碎情况;(3)浸提温度;(4)浸提溶剂;(5)浸提时间。

红枣中营养物质多溶于水,因此,用水做溶剂;当红枣的可溶性固形物的含量一定时,在浸提前应适当破碎,其可溶性固形物的提取量主要取决于浸提温度和浸提时间。浸提温度越高,则浸提速度越快,当浸提温度超过 70℃ 时,则破坏枣的营养物质,因此,浸提时将浸提温度定为 70℃。经试验测定红枣可食部分在浸提前后的可溶性固形物的含量见表 2。其可溶

收稿日期:1993-08-28 1994-03-20 修订

① 王彩云,副教授,河北昌黎 河北农业技术师范学院,066600

性固形物的提取率达90%以上。

表2 100g枣肉在浸提前后的可溶性固形物含量

Tab. 2 Soluble content of 100g of date before and after extraction

项目	糖 /g	维生素C /mg	硫胺素 /mg	核黄素 /mg	尼克酸 /mg	蛋白质 /g	可溶性固形物总计 /g
干枣	73	12	0.06	0.15	1.2	3.3	76.31
浸渣	0.75	0	0.04	0.11	0.8	2.8	3.15

2 试验

2.1 工具

浸提量杯、WYT—折光仪、分析天平、恒温箱、滴管。

2.2 材料

干红枣、蒸馏水。

2.3 试验方法

用分析天平称取去核的干红枣肉10g,再用量杯量出50 mL的加热至70℃的蒸馏水,然后将红枣浸泡入水中,再放入70℃的恒温箱中,在不同的时间内,用折光仪来测定红枣浸液的可溶性固形物的含量,即得到观测的不同数据。

2.4 测试散点图的描绘

浸提时间对可溶性固形物提取量有明显相关。二者的关系见图1。若浸提时间过短,则提取量减少;时间过长,当浸提平衡后;再操作更多时间,因红枣和浸液的浓度相等,枣中的可溶性固形物就停止向溶剂中转移,就完成了1级枣汁

的浸提,因此浸提时间需要准确地控制。若再提取枣中余下的可溶性固形物,应将浸液与枣分离,然后,再加50 mL,70℃的蒸馏水,进行第2级浸提。约经3 h,2级浸提即平衡;同法可做第3级浸提,经0.5 h也达平衡。红枣汁的提取进行3级就可完成全部浸提工作。

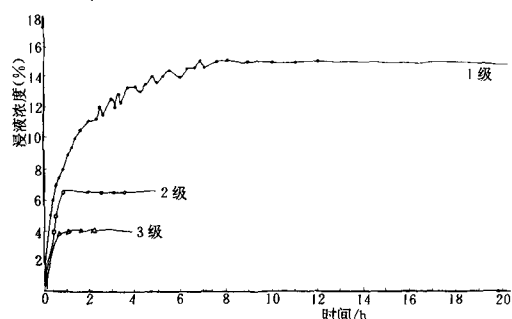


图1 红枣浸液浓度与浸提时间的关系

Fig. 1 Relation between extraction density and extraction time of date

3 红枣提汁浓度随时间变化的数学模型

3.1 数学模型的建立

根据以上试验数据集的描绘和回归分析与试验设计的数学关系^[3]可以确认是一种非线性模型,必须通过变量变换,化为标准的线性模型,也是非线性回归问题化为线性来解决,通过数据处理,建立回归方程而得:

$$1/y = 0.07 + 0.03/x$$

以上为双曲线数学模型。

3.2 用 F 检验法来验证

方差分析见表 3。

表 3 方差分析

Tab. 3 Analysis of variance

差异	平方和	自由度	均方和	F	F_{α}	α
回归	0.0337	1	0.0337	203.01	8.83	0.005
剩余	0.007	42	0.00016			

从表 3 可知 $F > F_{\alpha}$, 因此, 证明浸提时间的多少对可溶性固形物的提取量的影响是非常显著的, 其可信度为 99%。因为试验是无重复试验, 可得出它的方差 $\hat{\sigma} = 0.0129$, 所以, 建立的回归方程也可以写成:

$$1/y = 0.07 + 0.03/x \pm 0.0387$$

3.3 拟合检验

对浸提时间 x 与被浸提可溶性固形物量 y 的关系和双曲线数学模型拟合得如何, 再进行一次试验, 同样用分析天平称取 10g 去核红枣肉, 再用量杯量出 50 mL 加热至 70℃ 的蒸馏水, 然后将红枣放入水中, 置于恒温箱内, 在不同时间进行测定红枣浸液的浓度, 比第一次试验少取一些数据点即可, 从图 1 可以看出从 $x=2$ 到 $x=7$ 之间, y 值变化的散点波动较大, 不成标准规律, 所以, 这段误差大些, 因此, 选 $x=4$ 时, 又进行了五次重复试验, 来检验拟合误差, 试验数据见表 4 和表 5。

表 4 试验数据

Tab. 4 Experiment data

试验号	1	2	3	4	5	6	7	8
浸提时间 x_i/h	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
可溶性固形物含量 $y_i(\%)$	7	9	10	11	11.5	12	12.5	13.5

表 5 第 8 号及以后的重复试验数据

Tab. 5 Data of repeated experiments from No. 8 to No. 12

试验号	8	9	10	11	12
浸提时间 x_i/h	4	4	4	4	4
可溶性固形物含量 $y_i(\%)$	13.5	14	13	13.7	13.5

用重复试验数据来找出试验误差:

计算试验误差: 令 $y'_i = \frac{1}{y_i}$

$$S_{\text{误}} = \sum_8^{12} (y'_i - \bar{y}')^2 = 0.0000176 \quad f_{\text{误}} = 4$$

$$S_{\text{失拟}} = S_{\text{剩}} - S_{\text{误}} = 0.000216 \quad f_{\text{失拟}} = 6$$

方差分析见表 6。

表 6 方差分析

Tab. 6 Analysis of variance

差异	平方和	自由度	均方和	F	F_{α}	α
误差	0.0000176	4	0.0000044	8.163	9.15	0.01
失拟	0.000216	6	0.000036			

从以上分析,可知 $F < F_{\alpha}$,说明 $S_{\text{失拟}}$ 基本上是由试验误差偶然引起的,无其它因素,可信度为 99%,因此,被检验的回归方程拟合很好,所建立的数学模型比较理想。

4 结 论

1) 浸提时间对可溶性固形物提取量的影响非常显著,确定了红枣提汁浓度与提取时间的关系,并在 $b_0 > 0$ 的范围内是按双曲线 $1/y = b_0 + b/x$ 的规律变化,其方程为 $1/y = 0.07 + 0.03/x$,曲线有一条渐近线(0, 14.3)。数学模型拟合较好,可信度为 99%,此数学模型可在生产上进行预报、预测,也可用于生产上的控制。

2) 枣汁生产控制经济效益最高的浸提时间,一般为 8 h,在这段时间内,预报提取了最大的可溶性固形物的提取量,可高效地利用资源。

3) 若再提取枣中余下的可溶性固形物,可进行 2 级和 3 级浸提。可溶性固形物的提取率可达 90% 以上。

参 考 文 献

- 1 王永蕙. 枣树栽培. 北京:农业出版社,1991,3~4
- 2 高福成. 食品工程原理. 北京:轻工业出版社,1985,159~172
- 3 上海师范大学概率统计教研组. 回归分析及其试验设计. 上海:教育出版社,1978,189~206

The Mathematic Model for Extraction Density of Date Varying With Extraction Time

Wang Caiyun

(Heber Agrotechnical Teachers college)

Abstract

The relation between extraction density and extraction time of date was studied through tests. Experimental data were collected and dispersion point figure depicted. Finally a methemetic model was set up with very good consistency. It can be used in production to achieve optimun results.

Key words Date Extraction Density Methemetic model