

## 超滤技术在鲁梅克斯 K-1 加工中的应用<sup>①</sup>

李道娥<sup>②</sup> 郭佩玉

(中国农业大学非常规饲料研究所)

**摘要** 通过试验研究了在鲁梅克斯 K-1 的加工中应用超滤技术对其汁液进行浓缩并减少加热提取叶蛋白时的能源消耗的方法。试验表明:采用聚砜中空纤维膜对该作物进行浓缩加工的技术不仅实用,而且节能效果明显。

**关键词** 鲁梅克斯 K-1; 超滤; 中空纤维膜

**分类号** S 548.092

## Application of Ultrafiltration Technology in Proccession of Rumex K-1

Li Daoe Guo Peiyu

(Non-conventional Feed Institute, CAU)

**Abstract** Based on experiments, the application of the ultrafiltration (UF) technology on the proccession of Rumex K-1 is studied to concentrate juice and reduce the energy waste in the leaf protein extracting. The experiments show the using of the PS hollow fiber UF membrane in the concentrating proccession of Rumex K-1 is practical and efficient.

**Key words** Rumex K-1; ultrafiltration; hollow fiber membrane

鲁梅克斯 K-1(简称鲁梅克斯)是我国近年引进的饲料新物种,属于蓼科,别名高秆菠菜、SLAM(现代饲料酸模),是一种新型优质高产多汁青绿饲料作物<sup>[1]</sup>,具有耐盐碱、耐干旱、抗寒冷和速生的特性,富含较高营养成分,经加工可作为畜禽的优良饲料。鲁梅克斯含水率高达 90%左右,用加热法提取叶蛋白热能消耗大,因此,设想在加工中采用超滤技术,先将榨取的汁液浓缩到原体积的 1/8,再加热絮凝浓缩汁,以节约能源;同时,根据谱带分析,鲁梅克斯所含蛋白质中最多的是分子相对质量为 55 万 u 的分子,占蛋白质总质量的 50%。因而选用具有合适截留量的膜,能较好地保留浓缩后蛋白质的营养。超滤技术的应用范围在日益扩大,但在对鲁梅克斯的加工中能否应用膜技术,以及膜材料的选用、膜结构的确定、汁液浓缩情况、膜污染情况及清洗恢复情况等,都需要通过试验来确定和了解。

### 1 试验材料和流程

5 月初收获的河南登丰县产鲁梅克斯,生长期为叶簇期,收割长度 34~45 cm。

采用超滤技术后鲁梅克斯的加工过程见图 1。

收稿日期:1998-10-28

①国家“九五”重点攻关项目

②李道娥,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)191 信箱,100083

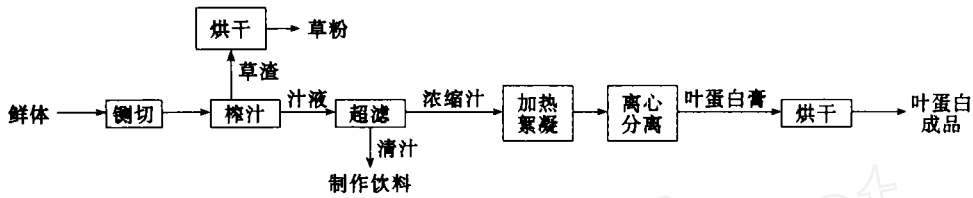


图 1 鲁梅克斯加工工艺流程

超滤试验是在中国科学院生物环境研究中心高分子研究室进行的。膜组件选用聚砜(PS)中空纤维膜,膜面积 0.2 m<sup>2</sup>,膜的截留相对分子质量为 1 万 u。试验流程见图 2。

由榨汁机榨出的鲁梅克斯汁液经 200 目滤布过滤,装入料液罐,阀门打开,泵启动,汁液被泵入超滤膜组件,在一定压力和流速下循环,浓缩汁返回料液罐,超滤清汁进入透过液罐。进出口压力分别为  $p_1 = 0.18 \text{ MPa}$ ,  $p_2 = 0.08 \text{ MPa}$ 。

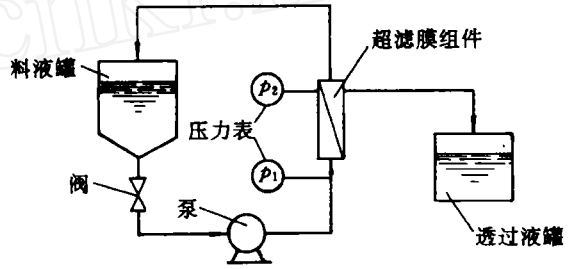


图 2 超滤试验流程图

## 2 结果与分析

试验用原液 9.1 L。处理后得到超滤清汁 8 L、浓缩汁 1.1 L,其体积比为 1 : 7.27。

温度和水通量随时间的变化情况见表 1。汁液性能见表 2。

由表 1 可知,在保持压力不变的情况下,随运转时间的延长,超滤清汁体积增加而原料液逐渐减少,使料液质量分数增大,加上膜被污染,水通量必然下降;同时,在不通冷却水的情况下,泵连续做功,料液温度逐渐上升,粘度变小,流动状态

表 1 温度和膜通量随时间的变化

时间历程/min	原液温度/°C	水通量/(mL·cm <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )
10.00	30	6.00
8.00	39	7.50
7.73	48	7.76
7.76	56	7.87

变好,又有利于提高膜的透水速度,使水通量上升。在试验过程中,显然后者起了主要作用,所以膜的水通量稍有提高。

该膜的除水量大,浓缩作用好。仅用 33.35 min 即除去 8 L 水。汁液浓缩至原液体积的 1/8,浓缩汁明显变浓,超滤清汁清澈透明,达到了浓缩除水的目的。小分子的透过使蛋白质含量提高<sup>[2]</sup>,其浓缩汁和超滤清汁的蛋白质量分数分别为 1.18% 和 0.08%,可见膜的截留相对分子质量选择是合适的,使鲁梅克斯中的主要营养成分经超滤后仍能大量地保存下来。

表 2 汁液性能分析

性能	浓缩汁	超滤清汁
w(蛋白质)/%	1.18	0.08
pH 值	4.31	4.06

超滤法使用的电机功率为 0.75 kW,除去 8 L 水消耗热能为 1.5 MJ;若加热蒸发 8 L 水消耗热能为 21.4 MJ,即用超滤法比加热蒸发节省热能 19.9

MJ。按 1 kg 标准煤发热量 29.3 MJ,煤炉热效率为 70%计,去除 8 L 水节约标准煤 0.97 kg。以每小时加工鲁梅克斯鲜体 10 t 的小型饲料加工厂为例,若出汁率为 70%,每年工作 6 个月,每天工作 21 h,按超滤浓缩汁液至原汁体积的 1/8 计,每天可节煤 16 t,每年节煤 2 880 t。

膜的主要污染物是蛋白质,故采用 NaOH 溶液清洗。试验采用质量分数为 0.2% 的碱液清洗膜 20 min 后用自来水清洗,直至洗液呈中性,在同一压力、温度下检验,水通量基本恢复,见表 3。可见,鲁梅克斯的汁液对膜的污染为可逆转的,其水通量可通过适当的清洗程序来恢复。这就决定了在鲁梅克斯的加工过程中可以采用膜的超滤浓缩工艺。

表 3 超滤膜清洗恢复情况

处理	超滤时间/s	除水量/mL	水通量/(mL·cm <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )
洗前	30	125	7.5
洗后	30	190	11.4

聚砜膜对 pH 值可适用范围达到 1~13,最高允许温度 120 ℃,且有良好的物化稳定性和较好的力学性能<sup>[2]</sup>,而鲁梅克斯的 pH=4,操作温度低于 60 ℃,因而可选用聚砜膜材料。该膜具有非对称物理结构,机械强度性能良好,透过速度快,易清洗<sup>[3]</sup>。膜组件为中空纤维式,试验采用内压式,即原液径向流过纤维束,超滤液透过纤维管壁后沿纤维的中空内腔流经管板引出,浓缩汁在膜管的另一端流出<sup>[2]</sup>。这样,原液在膜孔内流动,各毛细管内的流动状况均一,没有死角,容易达到紊流状态,有利于减小膜污染,保持较高的通量。

### 3 结 论

1) 采用超滤法可将鲁梅克斯汁液浓缩至原体积的 1/8,浓缩后汁液蛋白质含量比超滤浓缩汁有明显提高,分离浓缩作用显著。

2) 鲁梅克斯汁液对膜的污染问题可通过适当的清洗程序以恢复水通量来解决,故超滤浓缩技术适用于鲁梅克斯的加工。

3) 根据聚砜中空纤维膜对 pH 值、温度等的适用范围和其较高的水通量,它适用于鲁梅克斯汁液的超滤浓缩。

4) 超滤设备费用较高,膜的使用寿命较短,且清洗碱液会污染环境,因而降低费用,提高膜的使用寿命,寻找更好的清洗剂和清洗程序是推广应用超滤技术的关键。

中国科学院生物环境研究中心高分子研究室刘志洲教授、李书申教授、郭学弟工程师、王静荣副研究员在试验中做了大量工作,谨致谢意。

### 参 考 文 献

- 1 陈荆芬,范福来,熊军功,等. 优质饲料作物鲁梅克斯 K-1 青贮利用的研究. 新疆农业大学学报,1997,20(3):29
- 2 高福成,王海鸥,郑建仙,等. 现代食品工程高新技术. 北京:中国轻工业出版社,1997. 367,353,361
- 3 朱长乐,刘莱娥. 膜科学技术. 杭州:浙江大学出版社,1992. 15~16