

山萸去核机的主要工作部件及参数研究

何东健 吕新民[✓] 穆浩民 孙 骊 杜白石 李飞雄

(西北农业大学农工系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 为保证去核性能, 喂料装置应单粒喂入。去核辊宜采用食品橡胶材料, 直径不宜小于 150 mm, 表面制成大齿纹可提高去核性能。慢辊转速取 60 r/min 左右为宜, 快慢辊速比选 3 较佳。去核间隙应在 2.0~2.5 mm 之间进行微调。两辊之一宜采用弹簧浮动支承, 压紧弹簧的压力能根据山萸果的软硬进行调整。

关键词 山萸果; 设计参数 / 去核机; 单粒喂料; 转速比 零件 参数

中图分类号 S226.9

山萸果核大肉薄个体小, 果汁呈酸性, 加之药物的特殊要求, 去核成为山萸肉生产中的最大难题。过去, 去核靠人工挤捏, 一人每天仅加工 3~4 kg, 效率极低; 酸性果汁腐蚀皮肤, 使手指脱皮起泡; 有时由于加工不及时导致霉烂变质、虫食损耗, 既降低了山萸肉的品质, 又减少了药农的收入。近几年来, 山萸栽培面积大幅度增加, 采收时节又与三秋大忙相矛盾, 使去核加工问题更加突出。国家医药总局、浙江、河南及陕西等地都曾开展过山萸去核机的研制工作, 并有样机问世, 但均由于性能差, 加工质量不能满足要求及工作可靠性差等原因, 无一机型在实际中推广使用⁽¹⁾。本文对山萸去核机的主要工作部件及参数进行试验研究, 探讨合理的工作部件结构形式及最佳参数, 在此基础上设计出性能优良的山萸去核机, 以满足山萸产区的需要。

1 山萸果的性状及设计要求

1.1 山萸果的性状⁽²⁻⁵⁾

山萸果呈长椭圆形, 光滑, 成熟时呈红色, 果梗细长, 果皮干后呈网状。刚采收的鲜果含水量大, 果汁呈酸性, 遇铁等金属很快变成黑色。山萸果因品种不同, 外形尺寸差异较大, 而果实的几何形状及生物力学特性是设计去核机的基础资料。为了给设计提供依据和参考数据, 测定了有关特性见文献〔2〕。

1.2 设计要求

医药部门对人药山萸肉的主要要求是: 加工后的果肉呈不规则囊状或片状; 表面鲜红、紫红或暗红; 含核率小于 3%。根据上述要求, 应使所设计的去核机脱净率高, 破碎率小, 果实和果肉不与铁等黑色金属相接触, 以保证果肉鲜红, 呈囊状或片状。

2 主要工作部件及参数的试验研究

根据山萸果的上述特点, 去核宜采用挤压搓擦原理, 即依靠一对相对回转但转速不

收稿日期: 1991-08-27

* 农业部资助项目, 已获国家专利, 专利号 91217218.5

同的去核辊, 对山萸果进行挤压、撕裂而脱去果核。影响性能的主要因素有去核辊直径、去核辊表面结构、慢辊转速、快慢辊之间的转速比及去核间隙。此外, 山萸果水分含量大, 破碎后易粘结, 所以, 可靠的喂料装置也是研究的重要内容之一。由于山萸果特性的复杂性, 仅从理论上分析计算来确定这些结构和参数有一定局限性, 因此, 依据山萸果的生物力学特性, 在理论分析基础上, 进行各种试验, 确定合理的工作部件及参数。

2.1 去核辊直径

去核辊直径的大小, 直接影响抓取能力和去核性能。直径太小, 果实不能进入去核间隙, 无法正常工作; 直径太大, 使机构增大, 既浪费材料, 又增加了机器重量。因此, 有必要合理确定。山萸果刚进入两去核辊之间的瞬时, 其受力如图 1 所示。要使去核辊能抓取果实, 应满足如下条件:

$$mg + F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \alpha \geq N_1 \sin \alpha + N_2 \sin \alpha \quad (1)$$

为便于分析, 认为 $F_1 = F_2$, $N_1 = N_2 = N$, 并忽略果重 mg , 则由 (1) 式可得:

$$f_d = F / N > \tan \alpha \quad (2)$$

式中 f_d ——去核辊对果实的动摩擦系数。由图 1

$$\cos \alpha = (D/2 + \delta/2) / (D/2 + d/2) = 1 - (d - \delta) / (D + d)$$

$$\text{因为} \quad \cos \alpha = 1 / (1 + \tan^2 \alpha)^{1/2}$$

$$\text{所以} \quad 1 - (d - \delta) / (D + d) = 1 / (1 + \tan^2 \alpha)^{1/2}$$

$$\text{即} \quad D = (d - \delta) / [1 - 1 / (1 + \tan^2 \alpha)^{1/2}] - d \quad (3)$$

将 (2) 式代入 (3) 式得:

$$D > (d - \delta) / [1 - 1 / (1 + f_d^2)^{1/2}] - d \quad (4)$$

由文献〔2〕取 $d = 10.5 \text{ mm}$, $f_d = 0.35$, $\delta = 2 \text{ mm}$, 代入 (4) 式计算得 $D > 140.9 \text{ mm}$ 。分析表明, 要使果实能被抓取, 去核辊直径应大于 140.9 mm 。

在上述分析的基础上, 用去核辊直径为 60、80、100、120 和 150 mm 的五种辊进行抓取性能试验, 试验条件不变时, 抓取百分比分别为 10.0%、23.3%、30.3%、98.0% 和 100.0%。试验结果表明, 直径小于 150 mm 时, 都不能保证所有的果实进入去核间隙, 而直径为 150 mm 的去核辊能使所有尺寸的果实被顺利抓取。这与上述分析完全一致。因此, 两个去核辊直径均取 150 mm。

2.2 去核辊材料和表面结构

山萸果果汁呈酸性, 遇铁等黑色金属则迅速变黑, 不能满足药理要求。研制中曾用木材、尼龙和食品橡胶进行试验。结果表明, 木材辊虽然价格便宜, 但因果汁浸蚀会引

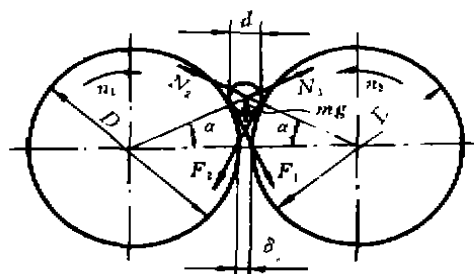


图 1 果实受力简图

D —去核辊直径(mm); n_1, n_2 —主动辊和被动辊转速(r/min); N_1, N_2 —两辊对果实的支反力(N); F_1, F_2 —两辊对果实的摩擦力(N); d —果实短轴径(mm); δ —去核间隙(mm); mg —果重(g); α —起轧角($^\circ$)

起直径方向变形,影响去核性能,且使用寿命短;尼龙辊表面光滑,无弹性,抓取不可靠并挤碎果核;食品橡胶不含有害成分,且有较好的弹性,既能顺利抓取果实,脱净果核,又不会挤碎果肉、果核,造成分离困难。故去核辊表面宜采用食品橡胶压注成形。

去核辊表面结构对工作性能影响较大,光辊不利于抓取,而且会将果肉挤碎成浆。故将两去核辊表面设计成齿纹。为了探讨齿纹大小对去核性能的影响,用直径均为150 mm,表面齿形不同的两种辊进行对比试验,结果如附表。由试验结果可知,当转速比大于3时,大齿纹辊核肉剥离率均高于小齿纹辊,果肉损失率基本相近。另外,在各种转速比下,小齿纹辊均造成果核破碎。因此,去核辊表面宜采用深3 mm、间距7 mm、顶宽0.5 mm的三角形大齿纹。

附表 转速比和齿纹对去核性能的影响

转速比	肉核剥离率		肉损失率		核破碎率 %	
	大齿	小齿	大齿	小齿	大齿	小齿
1.5	56.6	33.3	6.5	4.3	0	13.3
3.0	97.7	90.0	7.2	6.8	0	6.7
4.0	98.3	96.5	9.2	9.8	0	6.7

试验条件: $D=150\text{ mm}$; $n_1=60\text{ r/min}$; $\delta=2\text{ mm}$ 。

2.3 快慢辊转速比

去核辊转速的高低和快慢辊转速比,对生产率和去核性能有较大影响。转速增大,生产率随之提高;两辊转速比(线速度差)越大,去核辊对果实的搓擦、撕裂作用亦越大,剥净率高,但会使果肉破碎。考虑到山萸产区的条件,去核机设计成手动式,手摇把与慢辊轴固联,根据人的出力特性,取手摇转速为60 r/min。

不同转速比对去核性能的影响如附表。剥离率随转速比增大而提高,但在大转速比情况下,果肉损失率较大,且传动机构尺寸增大,使结构不合理。综合考虑,取快慢辊转速比为3。

2.4 喂料装置

喂料装置的作用是将料斗中的山萸果按一定规律送往去核部件。根据山萸果含水量大,损伤后果汁流出使果实之间相互粘连的特点,要求喂料装置不损伤果实,喂料可靠,不堵塞。在大量试验和分析的基础上,设计出如图2所示的窝眼辊式喂料装置。其特点是:单粒喂料,充填排料可靠,不伤果实。

2.4.1 窝眼辊直径 D_3 窝眼辊直径主要影响充填性能。直径太小,因其曲率大,在充填角相同的条件下,充填路程短,不利于山萸果进入窝眼;直径过大则机构庞大。经试验,窝眼辊直径取120 mm较佳。

2.4.2 窝眼形状及尺寸 成熟的山萸果呈长椭圆形,故窝眼做成长腰形与其相适应。窝眼尺寸由山萸果几何尺寸确定如图2。

为了改善充填性能,在布置有窝眼的断面处,切出宽12 mm,深3 mm的径向环槽,使山萸果充填可靠,同时,可避免刮料时损伤果实。料斗中有伤的山萸果流出的果汁会进入窝眼,使果实粘附在窝眼中不能及时排出。为解决这一问题,在喂入辊侧下方增加了推料片(图2),推料片可绕推料片轴转动,用扭簧将端部压在深度与窝眼一致、

宽 4 mm 的环槽内。当窝眼内的果实转到与推料片相遇处, 靠推料片的作用, 使果实及时排出, 从而保证了排料可靠性。

2.4.3 窝眼的排列 经反复试验发现, 几粒果实同时进入去核间隙时, 小果果肉未能从果核上剥离。这是因为较大的果实进入去核间隙时, 作用在浮动辊水平方向的反作用力较大, 从而浮动辊克服压紧弹簧的作用力, 使去核间隙瞬间变大, 去核辊对小果实的挤压和撕裂作用变弱, 不能将果肉从果核上剥离。与此相反, 果实单粒进入去核间隙时, 不论大小果实, 均能可靠地将果肉剥离, 并使肉、核分离。因此, 窝眼的排列应使果实单粒排出, 以免大小不同的果实在去核时发生干涉, 影响去核性能。在窝眼辊轴向三个不同的截面上, 沿圆周方向均匀排列四个窝眼, 并使相邻两列的窝眼在相位上分别相差 30° , 即可实现单粒喂料。

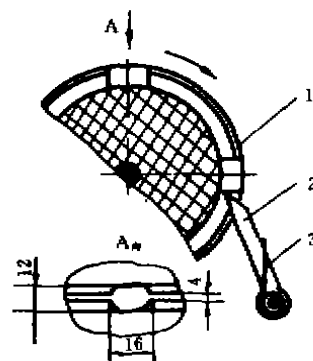


图 2 喂料装置示意图

1-喂料辊; 2-推料片; 3-扭簧

2.4.4 窝眼辊转速 n_3 窝眼辊转速 n_3 对充填性能影响很大。转速过高, 充填时间短, 果实来不及进入窝眼, 使充填性能降低, 影响生产率。窝眼辊线速度应小于 $0.3 \text{ m/s}^{(6)}$, 则 $n_3 < 47.8 \text{ r/min}$ 。取 n_3 为 30 r/min , 即可满足要求。

2.5 去核间隙及快辊支承

快慢辊之间形成的间隙即为去核间隙 δ 。 δ 过小, 果实受挤压和撕裂作用大, 果肉破碎严重; δ 太大, 又不能将果肉从果核上剥离。所以, δ 应根据果实的尺寸进行调整。据试验, δ 在 $2.0 \sim 2.5 \text{ mm}$ 之间为宜。

山萸果因品种和结果部位不同, 尺寸差异较大。为适应不同大小的果实, 除去核间隙可调整外, 快辊设计成浮动式, 用压簧压紧在所调整的最小去核间隙位置。当较大尺寸的果实进入去核间隙时, 快辊在水平方向受的反作用力较大, 克服压簧的作用力, 使快辊在水平方向瞬间移动, 增大去核间隙, 保证挤压力基本不变, 避免对大果实过分挤压, 使果肉完整。压簧的预压力应根据果实尺寸及软硬进行调整。

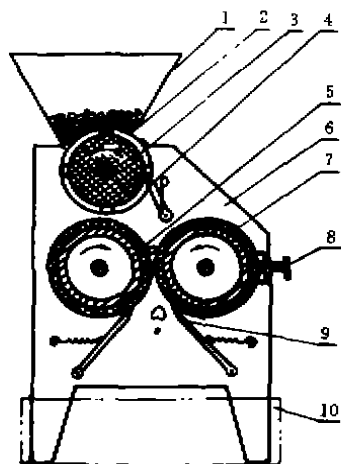


图 3 去核机工作原理图

1-料斗; 2-刮料板; 3-窝眼辊;
4-推料片; 5-慢辊; 6-机架;
7-快辊; 8-压簧调节手轮;
9-刮板; 10-接料槽

3 山萸去核机设计

在去核机主要工作部件及参数的试验研究基础上, 设计出 6QHS-10 型山萸去核机 (如图 3 所示)。料斗中的山萸果靠自重充入窝眼辊表面的窝眼内, 随窝眼辊运动到橡胶刮料板处, 刮料板刮掉窝眼上方的果实, 使窝眼内只保留一粒果实。充有山萸果的窝眼

孔继续运动到推料片处, 推料片使果实迅速可靠地排出。由于窝眼孔之间有 30° 的相位差, 所以窝眼孔内的山萸果以一定时间间隔, 单粒进入去核间隙。在去核间隙内, 山萸果受去核辊的挤压和撕裂, 将果肉从果核上剥下并基本分离后, 掉入放置在机器下部的容器内。个别粘附在去核辊表面的果肉和果核, 由两个刮板刮下落入容器内。加工后的果肉和果核混在一起, 晒至半干后, 由于果核大部分与果肉分离, 且果肉的比重和尺寸与果核相差较大, 很容易使二者分离。

该机特点如下: 1) 与果实和果肉接触的所有部件均采用非金属材料, 果肉不变色; 2) 充填可靠, 单粒喂料, 保证了去核性能; 3) 去核间隙和快辊浮动弹簧压力调整方便, 能适应不同品种和尺寸的山萸果; 4) 生产率高, 约为人工的 30 倍; 5) 结构紧凑, 重量轻, 操作轻便, 适合山区药农使用。

参 考 文 献

- 1 资章. 山萸肉剥皮机. 农业机械, 1987(3): 16
- 2 孙骊, 何东健, 吕新民等. 山萸果几种物理机械特性的测定及应用. 西北农业大学学报, 1992; 20(1): 55~60
- 3 杨增海, 贺容德. 山萸栽培和加工. 西安: 陕西科学技术出版社, 1988
- 4 杨增海, 董义虎. 山萸种质资源的调查. 陕西农业科学, 1988(3): 16~19
- 5 黎章矩, 施拱生. 山萸生物学特性及栽培技术调查. 浙江林业科技, 1983; 3(2): 22
- 6 中国农机院编. 农业机械设计手册(上). 北京: 机械工业出版社, 1988: 291

A Study of Principal Working Parts and Parameters of the Core-Remover of *Cornus Officinalis*

He Dongjian, Li Xinmin, Mu Haomin, Sun Li, Du Baishi, Li Feixiong

(Dept. of Agricultural Engineering, Northwest Agricultural University, Yangling, Shaanxi, China, 712100)

Abstract In order to ensure normal performances of core removal, the feeding device should be designed for the single-grain feeding. The core removing roller should be made of food-rubber with its diameter less than 150 mm, and the roller's surface made in sections can improve its function of core-removal. The revolution speed of slow roller can be 60 RPM and the revolution speed ratio between fast and slow rollers should be 3:1. The core-removal clearance should be fine-adjusted between 2.0~2.5 mm; and one of the two rollers should use the spring float-support, and the pressure upon the spring can be adjusted according to the softness or hardness of *Cornus Officinalis*.

Key words *Cornus officinalis*; design parameter / core revomer; single-grain feeding; revolution speed ratio