

说明书

一种降低藜麦中皂苷的方法

5 技术领域

本发明属于藜麦加工技术领域，具体地说，涉及一种降低藜麦中皂苷的方法。

背景技术

- 10 藜麦是原产自南美洲安第斯高原的一种粮食作物，因其均衡的氨基酸组成、富含膳食纤维、不饱和脂肪酸和多酚等功能性成分，成为国际公认的最适宜人类食用的“全营养食品”。近年来，我国大力发展藜麦产业，藜麦种植面积和相关食品产品的市场需求逐年攀升。但是，藜麦籽粒表面含有一层产生强烈味苦的水溶性皂苷，若未经处理直接食用，
- 15 不但会影响产品的口感，同时还会对人体肠道产生刺激作用，妨碍某些营养物质的吸收。因此，在藜麦食品的开发与制作过程中，通常会采取一定的预处理手段脱除或降低藜麦中的皂苷。

- 鉴于藜麦皂苷主要存在于其籽粒的皮层和外壳中，且为水溶性，目前加工中最常用的脱（降）皂方法是浸泡水洗（湿法）和剥皮去壳（干法）。
- 20 然而，第一，针对浸泡水洗（湿法），由于藜麦独特的籽粒结构（胚部环绕胚乳，占整个籽粒的 15-20%，图 1）而导致藜麦极易发芽，在实际生产过程中，浸泡约 20 分钟后藜麦就会萌动，1-2 小时就能发芽，影响后期生产，并且藜麦皂苷具有表面活性；由于藜麦中富含皂苷，该皂苷具有两亲性，为表面活性剂，藜麦水洗后，水中会产生大量泡沫，使得浸
- 25 泡过藜麦的水有一定的起泡性，直接排放会造成环境污染，产生大量污水废水，不符合现代绿色生产的要求；第二，现有的剥皮去壳（干法）法多是直接通过机械力的刚性搓削，藜麦籽粒的破碎率高，无法达到高效脱除藜麦皂苷，同时，较高的籽粒破碎率会导致部分皂苷混入到后续的藜麦粉中，降低脱除效果的同时，增加安全风险。目前，针对藜麦去除

皂苷的方法存在技术壁垒，无法跨越，这严重制约了藜麦产品的开发和产业化发展。

因此，有必要提供一种新的降低藜麦中皂苷的方法。

5 发明内容

有鉴于此，本发明针对传统减低藜麦皂苷的加工方法降皂效率低、加工品质差的问题，提供了一种降低藜麦中皂苷的方法，该方法在剥皮前进行真空和喷雾着水调质结合柔性剥皮处理，有效提高皂苷脱除率，降低藜麦破碎率，且操作简单、安全风险低。

- 10 为了解决上述技术问题，本发明公开了一种降低藜麦中皂苷的方法，采用真空润麦和喷雾着水结合的方式调质藜麦籽粒，并采用柔性剥皮机对调质后的藜麦籽粒依次进行 2~3 次，每次进行剥皮、筛分处理，得到剥皮率为 13~20%，皂苷脱除率为 50~65%，破碎率低于 1% 的藜麦籽粒。

可选地，该方法包括以下步骤：

- 15 步骤 1、在藜麦籽粒中加入蒸馏水，密闭充分摇匀，开口放置在真空干燥箱内进行真空调质处理；

步骤 2、将步骤 1 所得真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质，密封充分摇匀，静置，用柔性剥皮机进行一道剥皮，使用分级筛进行筛分，将皮层和籽粒进行分离；

- 20 步骤 3、将步骤 2 所得一道剥皮的藜麦籽粒进行喷雾着水，密封充分摇匀，静置，用柔性剥皮机进行二道剥皮，使用分级筛进行筛分，将皮层和籽粒进行分离，得到剥皮完成的藜麦籽粒。

- 可选地，还包括，步骤 4、将步骤 3 所得二道剥皮的藜麦籽粒进行喷雾着水，密封充分摇匀，静置，用柔性剥皮机进行三道剥皮，使用分级筛进行筛分，将皮层和籽粒进行分离，得到剥皮完成的藜麦籽粒。
- 25

可选地，所述步骤 1 中的真空调质处理的温度 25~30℃，真空度的百分数为 65%~80%，浸润时间 5~10 min，缓苏时间 15~20 min，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，藜麦目标水分设定为 13.0%-16.0%。

可选地,所述步骤2中喷雾着水调质的用水量为真空调质处理后的藜麦籽粒质量总量的0.2%~0.5%,静置时间为5~8 min。

可选地,所述步骤3中喷雾着水调质的用水量为一道剥皮的藜麦籽粒质量总量的0.2%~0.5%,静置时间为5~8 min。

- 5 可选地,所述步骤4中喷雾着水调质的用水量为二道剥皮的藜麦籽粒质量总量的0.2%~0.5%,静置时间为5~8 min。

可选地,所述步骤2-步骤3中的剥皮处理采用柔性剥皮机,控制每1000 g 喷雾着水调质后的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮75~120 s,筛分采用的筛网目数为20目。

- 10 可选地,所述步骤4中的剥皮处理采用柔性剥皮机,控制每1000 g 喷雾着水调质后的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮75~120 s,筛分采用的筛网目数为20目。

与现有技术相比,本发明可以获得包括以下技术效果:

- 15 1) 本发明通过真空和喷雾着水的方式对藜麦籽粒进行调质,大大缩短了调质时间,且可控制水分在皮层和胚之间的分布,润麦均匀、充分,使得皮层易于剥刮。

- 20 2) 本发明控制每1000 g 喷雾着水调质的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮75~120 s,采用富荣达-RCMTK 柔性剥皮机,自动根据藜麦籽粒的大小调整间隙和压力,从而对藜麦进行柔性剥刮,均匀剥落皮层的同时不会对藜麦籽粒特别是胚部造成损伤,破碎率较低。

3) 利用本发明的方法使得藜麦皂苷脱除率在50%-65%左右,籽粒破碎率低于1%,能大幅度降低藜麦食品的苦味,苦味值从2.5下降至1.2以内,有效解决了现有的藜麦皂苷导致藜麦食品在食用过程中存在苦味和口感差等问题。

- 25 当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

图 1 是本发明藜麦籽粒结构示意图;

5 图 2 是本发明藜麦润麦水分迁移示意图;

图 3 是本发明小麦籽粒结构及润麦水分迁移示意图;

图 4 是本发明柔性剥皮机的内部结构示意图;

图 5 是本发明实施例中剥皮后的藜麦;

图 6 是本发明对比例 1-4 剥皮后的藜麦。

10

具体实施方式

以下将配合实施例来详细说明本发明的实施方式,藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

15 本发明公开了一种降低藜麦中皂苷的方法,包括以下步骤:

步骤 1、在藜麦籽粒中加入蒸馏水,按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量,使藜麦籽粒的目标水分含量达到 13.0%-16.0%,密闭充分摇匀混合,然后开口放置在温度为 25~30℃、真空度百分数为 65%~80%的真空干燥箱内进行真空调质处理,浸润时间 5~10 min,缓苏时间 15~20 min;

20 步骤 2、将步骤 1 所得真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质,喷雾着水调质的用水量为真空调质处理后的藜麦籽粒质量总量的 0.2%~0.5%,密封充分摇匀,静置 5~8 min,采用柔性剥皮机对喷雾着水调质的藜麦籽粒进行一道剥皮处理,控制每 1000 g 喷雾着水调质的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75~120 s,剥皮后采用目数为 20 目的筛网进行筛分,对皮层和籽粒
25 进行分离;

目前,针对小麦,多采用加水润麦进行调质,在调质过程中,大量的水首先由麦胚和皮层进入麦粒,麦胚和皮层吸水膨胀,然后水分由皮层的珠心层及糊粉层向上扩散,同时沿细胞壁向胚乳渗透,各组分相继吸水膨胀(图 3)。由于各组分吸水先后、吸水量及膨胀系数不同,在各组分之间会产生

微量位移，从而使胚乳结构疏松，利于后续的研磨。同时，吸水后麦皮韧性增加，脆性降低，在研磨中利于把胚乳从皮层上由内及外逐层剥刮下来，并保持麸片完整。由于藜麦独特的籽粒结构（胚部环绕胚乳，占整个籽粒的 15-20%，图 1），采用针对小麦的润麦方法对藜麦进行润麦会导致藜麦极易发芽，后续的剥皮处理降皂效果差、破碎率高。

本发明每次剥皮前先进行真空调质的方法进行润麦，能使水分在较短时间内进入藜麦籽粒内部，并且整体润麦均匀、充分；然后进行喷雾着水的方式进行短时润麦，可以在添加少量水的情况下使藜麦皮层吸水膨胀产生空间位移，便于剥离，有效地去除皮层的皂苷。真空调质和喷雾着水调质润麦过程中藜麦水分迁移示意图如图 2 所示。本发明通过利用真空着水和喷雾着水水分进入藜麦籽粒的差异性来控制水分的进入程度，能够：第一，减少胚中的进水量防止发芽现象的产生；第二，减少胚和胚乳的水分差异，防止在剥皮过程中胚轻易剥掉导致胚中营养成分的大量流失；第三，使得皮层和胚与胚乳的水分不同，降低结合力，实现皮层的容易剥离达到去除皂苷的目的。

步骤 3、将步骤 2 所得一道剥皮的藜麦籽粒进行喷雾着水，喷雾着水调质的用水量为一道剥皮的藜麦籽粒质量总量的 0.2%~0.5%，密封充分摇匀，静置时间为 5~8 min；采用柔性剥皮机对喷雾着水调质的藜麦籽粒进行二道剥皮处理，控制每 1000 g 喷雾着水调质的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75~120 s，剥皮后采用目数为 20 目的筛网进行筛分，对皮层和籽粒进行分离；得到藜麦籽粒。

进一步地，还包括，

步骤 4、将步骤 3 所得二道剥皮的藜麦籽粒进行喷雾着水，喷雾着水调质的用水量为二道剥皮的藜麦籽粒质量总量的 0.2%~0.5%，密封充分摇匀，静置时间为 5~8 min；采用柔性剥皮机对喷雾着水调质的藜麦籽粒进行三道剥皮处理，控制每 1000 g 喷雾着水调质的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75~120 s，剥皮后采用目数为 20 目的筛网进行筛分，将皮层和籽粒进行分离，得到剥皮率为 13%~20%，皂苷脱除率为 50%~65%，破碎率低于 1%的藜麦籽粒。

皂苷脱除率是指处理过程中降低的皂苷含量占处理前皂苷含量的百分

比。可按下式计算：

$$\text{皂苷脱除率 (\%)} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100\% \quad (1)$$

式中：A1——处理前皂苷含量

A2——处理后皂苷含量

- 5 藜麦籽粒破碎率是指在剥皮处理后不足整粒藜麦 2/3 的藜麦籽粒质量占总藜麦质量（包括整粒藜麦和破碎藜麦）的百分率。可按下式计算：

$$\text{籽粒破碎率 (\%)} = \frac{m1}{m1+m2} \times 100\% \quad (2)$$

式中：m1——破碎藜麦质量 (g)

m2——整粒藜麦质量 (g)

- 10 采用富荣达-RCMTK 柔性剥皮机对藜麦进行剥皮，控制每 1000 g 喷雾着水调质的藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75~120 s，并且该装置的剥皮室内有特制的柔性装置进行多个接触面的刮削，能自适应运动而非硬性挤压摩擦剥削皮层（富荣达-RCMTK 柔性剥皮机的内部结构示意图见图 4），可以均匀完整的对藜麦进行皮层分离，当剥皮率为 13.0% 时，藜麦籽粒中的皂苷脱除率达到 50.0%；当剥皮率为 20.0% 时，大部分皮层被剥离（图 5），藜麦籽粒中的皂苷脱除率达到 65% 左右，并且剥皮过程中几乎不会产生碎麦。
- 15

以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

实施例 1

- 将白藜麦籽粒（水分含量为 10.8%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，目标水分 13.0%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，然后开口放置在温度为 25℃、真空度百分数为 65% 的真空干燥箱内进行真空调质处理，浸润时间 5 min，缓苏时间 15 min；真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质，用水量为藜麦质量总量的 0.3%，密封充分摇匀，静置 5 min，将喷雾着水调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 5.9% 的藜麦籽粒；对剥皮率为 5.9% 的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.3%，密封充分摇匀，调质 5 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 75s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为
- 20
- 25

10.6%的藜麦籽粒；对剥皮率为 10.6%的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.3%，密封充分摇匀，调质 5 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 75s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 13.6%的藜麦籽粒，如图 5 所示（白藜麦）。经过三道剥皮，每次 75s 的剥皮处理后，藜麦皂苷的脱除率可以达到 50.8%，藜麦籽粒破碎率为 0.6%。

实施例 2

将山西黑藜麦籽粒（水分含量为 12.5%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，目标水分 14.0%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，然后开口放置在温度为 30℃、真空度百分数为 80%的真空干燥箱内进行真空调质处理，浸润时间 10 min，缓苏时间 20 min；真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质，用水量为藜麦质量总量的 0.5%，密封充分摇匀，静置 7 min，将喷雾着水调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 120 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 6.9%的藜麦籽粒；对剥皮率为 8.9%的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.5%，密封充分摇匀，调质 7 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 120s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 10.4%的藜麦籽粒；对剥皮率为 10.4%的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.5%，密封充分摇匀，调质 6 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 120s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 19.3%的藜麦籽粒，如图 5 所示（黑藜麦 1）。经过剥皮降皂处理后藜麦皂苷脱除率为 64.5%，藜麦籽粒破碎率为 0.7%。

实施例 3

将红藜麦籽粒（水分含量为 14.5%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，目标水分 16.0%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，然后开口放置在温度为 25℃、真空度百分数为 70%的真空干燥箱内进行真空调质处理，浸润时间 10 min，缓苏时间 20 min；真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质，用水量为藜麦质量总量的 0.4%，密封充分摇匀，静置 6

min, 将喷雾着水调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理, 控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 90 s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 6.9% 的藜麦籽粒; 对剥皮率为 6.9% 的籽粒继续进行喷雾着水调质, 加水量 0.4%, 密封充分摇匀, 5 调质 6 min 后倒入柔性剥皮机中进行剥皮处理, 剥皮时间 90 s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 12.8% 的藜麦籽粒; 对剥皮率为 12.8% 的籽粒继续进行喷雾着水调质, 加水量 0.4%, 密封充分摇匀, 调质 6 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理, 剥皮时间 90 s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 15.3% 的藜麦籽粒, 如图 5 (红藜麦) 所示。经过剥皮降皂处理后藜麦皂苷脱除率为 59.5%, 藜麦籽粒破碎率为 0.9%。

实施例 4

将黑藜麦籽粒 (水分含量为 12.5%), 以 1000 g 为一份装进自封袋中, 目标水分 16.0%, 按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量, 密闭充分摇匀混合, 15 然后开口放置在温度为 30℃、真空度百分数为 80% 的真空干燥箱内进行真空调质处理, 浸润时间 10 min, 缓苏时间 20 min; 真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质, 用水量为藜麦质量总量的 0.2%, 密封充分摇匀, 静置 8min, 将喷雾着水调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理, 控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 105 s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 5.7% 的藜麦籽粒; 对剥皮率为 5.7% 的籽粒继续进行喷雾着水调质, 加水量 0.2%, 密封充分摇匀, 调质 8 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理, 剥皮时间 105 s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 11.5% 的藜麦籽粒, 对剥皮率为 11.5% 的籽粒继续进行喷雾着水调质, 25 加水量 0.2%, 密封充分摇匀, 调质 6 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理, 剥皮时间 105s, 剥皮完成后, 将皮层和籽粒进行分离, 用目数为 20 目的筛网进行筛分, 得到剥皮率为 18.8% 的藜麦籽粒, 如图 5 (黑藜麦 2) 所示。经过剥皮降皂处理后, 藜麦皂苷脱除率为 63.1%, 藜麦籽粒破碎率为 0.9%。

对比例 1

将红藜麦籽粒（水分含量为 14.5%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，目标水分 20.0%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，然后室温放置过夜进行润麦调质，将调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 90 s，剥皮完成后，
5 将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 2.3% 的藜麦籽粒；将剥皮率为 2.3% 的籽粒倒入柔性剥皮机中进行剥皮处理，剥皮时间 90 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 4.8% 的藜麦籽粒；将剥皮率为 4.8% 的籽粒再次倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 90 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进
10 行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 8.7% 的藜麦籽粒，如图 6 所示。经过剥皮降皂处理后藜麦皂苷脱除率为 35.5%，藜麦籽粒破碎率为 0.4%。与实施例 3 相比，藜麦皂苷脱除率显著降低。

对比例 2

将黑藜麦籽粒（水分含量为 12.5%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，
15 目标水分 16%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，常温常压放置 10h 进行润麦调质处理，将调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 200 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 7.5% 的藜麦籽粒；将剥皮率为 7.5% 的籽粒倒入柔性剥皮机中进行剥皮
20 处理，剥皮时间 200 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 13.4% 的藜麦籽粒；将剥皮率为 13.4% 的籽粒再次倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 200 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 19.3% 的藜麦籽粒。经过剥皮降皂处理后藜麦皂苷脱除率为 62.8%，藜麦籽粒破碎
25 率为 2.0%，如图 6 所示。同时可以看出对比例 2 中采用常规润麦工艺，若要实施例 2 中所要达到的剥皮率和皂苷脱除率，则需要剥皮时间会非常长，同时，水分分布的差异性因时间长而缩小，会对藜麦籽粒特别是胚部造成损伤，破碎率会变高，达到 2%，2% 在本领域是一个很高的破碎率了。

对比例 3

将不进行润麦的黑藜麦（水分含量为 12.5%）直接倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮处理的条件和参数与实例 3 相同。控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 120 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 5.2% 的藜麦籽粒；对剥皮率为 5.2% 的籽粒倒入柔性剥皮机继续进行剥皮处理，剥皮时间 120s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 10.4% 的藜麦籽粒，对剥皮率为 10.4% 的籽粒倒入柔性剥皮机继续进行剥皮处理，剥皮时间 120s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 13.6% 的藜麦籽粒（如图 6 所示）。经过剥皮降皂处理后藜麦皂苷脱除率为 40.5%，藜麦籽粒破碎率为 1.3%。与实施例 2 中进行真空润麦（目标水分 14.0%）和喷雾着水调质的降皂效果相比，藜麦皂苷脱除率降低，籽粒破碎率增加。

对比例 4

将山西黑藜麦籽粒（水分含量为 12.5%），以 1000 g 为一份装进自封袋中，目标水分 18.0%，按照 NY/T 1094.1-2006 计算加水量，密闭充分摇匀混合，然后开口放置在温度为 30℃、真空度百分数为 80% 的真空干燥箱内进行真空调质处理，浸润时间 10 min，缓苏时间 20 min；真空调质完成的藜麦籽粒进行喷雾着水调质，用水量为藜麦质量总量的 0.5%，密封充分摇匀，静置 7 min，将喷雾着水调质完成后的藜麦倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，控制每 1000 g 藜麦籽粒在剥皮机腔体内剥皮 75 s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 7.9% 的藜麦籽粒；对剥皮率为 7.9% 的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.5%，密封充分摇匀，调质 7 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 75s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 12.0% 的藜麦籽粒；对剥皮率为 12.0% 的籽粒继续进行喷雾着水调质，加水量 0.5%，密封充分摇匀，调质 6 min 后倒入柔性剥皮机进行剥皮处理，剥皮时间 75s，剥皮完成后，将皮层和籽粒进行分离，用目数为 20 目的筛网进行筛分，得到剥皮率为 10.4% 的藜麦籽粒，如图 6 所示。与实施例 2 中进行真空润麦（目标水分 14.0%）和喷雾着水调质的降皂效果相比，藜麦皂苷脱除率降低，破碎率相似，说明真空调质下皮层的水分以及皮层和胚、胚乳

间的水分差很重要，过高，不利于皮层的脱除。

其中，皂苷含量越低，藜麦的苦味越不容易被感知到。研究显示，当藜麦皂苷含量低于 0.11% 时，皂苷的苦味基本被消除，苦味值为 0。苦味值的感官评定指标为：以苦味物质-奎宁做标准品，制备系列不同浓度的奎宁来品尝描述苦味，无苦味 (0)、微苦 (1)、苦 (2)、非常苦 (3)、极苦 (4)，当皂苷含量降低到 0.11% 以下，基本可以认为无苦味，在 0.8%-1% 可以认为是微苦，分值在 0-1 之间。

表 1 实施例及对比例的藜麦皂苷的脱除效果及藜麦粉的感官评定结果

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
藜麦类型	白藜麦	黑藜麦	红藜麦	黑藜麦
润麦方式	真空润麦	真空润麦	真空润麦	真空润麦
润麦水分	13.0%	14.0%	16.0%	16.0%
喷雾着水量	1 道:0.3%	1 道:0.5%	1 道: 0.4%	1 道: 0.2%
	2 道:0.3%	2 道:0.5%	2 道: 0.4%	2 道: 0.2%
	3 道:0.3%	3 道:0.5%	3 道: 0.4%	3 道: 0.2%
剥皮条件 (道数+时间)	1 道:75s	1 道:120s	1 道: 90s	1 道: 105s
	2 道:75s	2 道:120s	2 道: 90s	2 道: 105s
	3 道:75s	3 道:120s	3 道: 90s	3 道: 105s
剥皮率	13.6%	19.3%	15.3%	18.0%
皂苷脱除率	50.8%	64.5%	59.5%	63.1%
破碎率	0.6%	0.7%	0.9%	0.9%
苦味值	1.2	0.8	1.0	0.9
	对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4
藜麦类型	红藜麦	黑藜麦	黑藜麦	黑藜麦
润麦方式	常规润麦	常规润麦	无	真空润麦
润麦水分	20.0%	16.0%	0%	18.0%
喷雾着水量	1 道:0.4%	无	无	1 道: 0.5%
	2 道:0.4%			2 道: 0.5%

	3 道:0.4%			3 道: 0.5%
剥 皮 条 件 (道数+时间)	1 道:90s 2 道:90s 3 道:90s	1 道:200s 2 道:200s 3 道:200s	1 道:120s 2 道:120s 3 道:120s	1 道: 90s 2 道: 90s 3 道: 90s
剥皮率	8.7%	19.5%	13.6%	10.4%
皂苷脱除率	35.5%	62.8%	40.5%	43.8%
破碎率	0.4%	2.0%	1.3%	0.6%
苦味值	1.6	0.8	1.4	1.4

上述说明示出并描述了发明的若干优选实施例，但如前所述，应当理解发明并非局限于本文所披露的形式，不应看作是对其他实施例的排除，而可用于各种其他组合、修改和环境，并能够在本文所述发明构想范围内，通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离发明的精神和范围，则都应在发明所附权利要求的保护范围内。

5