

· 研究报告 ·

## 掌叶大黄根茎大黄多糖的贮藏和分布特征

章英才\*, 李瑞

宁夏大学生命科学学院, 银川 750021

**摘要** 采用组织化学方法和苯酚硫酸比色法研究了大黄多糖在掌叶大黄(*Rheum palmatum*)根茎中的贮藏分布特征及其含量变化规律。结果表明: 大黄多糖在根茎中呈多位点贮藏, 在根茎的周皮、皮层、次生维管组织的薄壁细胞以及髓内不同程度地贮藏和积累了一定数量的大黄多糖, 次生木质部的木薄壁细胞以及次生韧皮部的韧皮薄壁细胞是大黄多糖的主要贮藏和积累部位; 不同发育时期根茎中大黄多糖含量的变化规律为: 随着植物的生长, 根茎及其各组织中大黄多糖的总含量表现为逐渐增高的趋势, 但在发育的后期略有下降; 与木薄壁细胞相比, 韧皮薄壁细胞贮藏大黄多糖量相对较多, 大黄多糖的贮藏和积累方式为逐渐累积。次生维管组织为多糖贮藏和积累的主要组织。

**关键词** 分布, 掌叶大黄, 根茎, 大黄多糖, 贮藏

章英才, 李瑞 (2010). 掌叶大黄根茎大黄多糖的贮藏和分布特征. 植物学报 45, 372–378.

掌叶大黄(*Rheum palmatum*)为蓼科(Polygonaceae)大黄属(*Rheum*)多年生草本植物, 含有多种生物活性成分, 根和根茎为其药用的主要器官。大黄为多用途的传统用药。研究表明, 大黄除具泻下等传统功用外, 其所含大黄多糖还具有抗肿瘤、抗衰老、降血糖和抗辐射等多种药用价值, 与沙棘多糖等多种植物多糖具有相似的药理功能(张海容, 2005)。目前已经对掌叶大黄根和根茎中大黄多糖的提取分离和药理作用有了一定的研究, 并且从根及根茎中得到2种酸性杂多糖, 即DHP-1和DHP-2, 这2种多糖的组成完全相同, 均主要由葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖、来苏糖、木糖、葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸组成(张思巨等, 1993; 姚广涛等, 2004; 倪受东等, 2007); 而有关大黄多糖在掌叶大黄根茎中的贮藏分布特征和含量变化规律的研究, 则对合理选择根茎的使用部位和确定最佳的采收期具有重要的指导意义。本文采用组织化学方法和苯酚硫酸比色法, 探讨并研究了大黄多糖在掌叶大黄根茎中的贮藏和分布特征, 以为该大黄资源的开发和利用提供一定的理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

实验材料掌叶大黄(*Rheum palmatum* L.)采自宁夏六盘山地区的隆德县石具, 于2008年采集三年生不同发育时期的掌叶大黄根茎为实验材料。

分别于5、7、9和11月选取新鲜的大黄根茎, 通过完整根茎, 横向切取中部2 cm厚的切段, 纵向剥离, 分为周皮、次生韧皮部、次生木质部和髓4部分, 并于45°C烘干至恒重, 磨成细粉(100目), 用于测定不同发育时期根茎中总多糖及根茎中不同部位多糖的含量。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 大黄多糖的组织化学定位

高碘酸-Schiff反应(PAS反应)原理为: 强氧化剂高碘酸(HIO<sub>4</sub>)能够破坏多糖分子的碳链, 生成非常稳定且不再进一步氧化的醛基, 醛基可以充分地Schiff试剂作用, 在细胞原位上生成不溶性的紫红色沉淀。依据此原理, 可特异性地勘定细胞内的大黄多糖。选择不同生长发育时期的掌叶大黄植株的根茎, 按照常规

收稿日期: 2009-04-29; 接受日期: 2009-11-05

基金项目: 宁夏自然科学基金(No.NZ0812)

\* 通讯作者。E-mail: yingcaizh@163.com

石蜡切片法制片。切片厚8–12 μm。切片脱蜡至蒸馏水步骤,流水冲洗10–15分钟,然后用0.5%高碘酸处理15分钟左右,蒸馏水洗,再用Schiff试剂处理30分钟,漂洗液漂洗3次,常规石蜡切片法制片,乙醇梯度脱水,固绿对染,二甲苯透明,光学树胶封片,在数码显微镜下观察并拍照。

## 1.2.2 大黄多糖含量测定

### 1.2.2.1 标准曲线的绘制

(1)标准葡萄糖溶液的配制:精确称取干燥至恒重的分析纯葡萄糖25.0 mg,加适量水溶解,转移至250 mL容量瓶中,加水至刻度,摇匀,配成浓度为100 μg·mL<sup>-1</sup>的标准葡萄糖溶液备用。精确吸取此溶液0.01、0.02、0.04、0.06、0.08和0.10 mL,分别置于具塞试管中,各加蒸馏水使体积为2.0 mL,摇匀,得到系列对照品溶液。(2)5%苯酚试剂的配制:称取100 g分析纯苯酚,加0.1 g铝片和0.05 g NaHCO<sub>3</sub>蒸馏,收集182°C馏分,称取7.5 g,加水150 mL溶解,置棕色瓶内放入冰箱中备用。(3)标准曲线绘制:分别将上述2.0 mL对照品溶液中各加入苯酚液1.0 mL摇匀,迅速垂直滴加浓硫酸各5.0 mL,即刻摇匀,放置5分钟后置沸水浴中加热15分钟,取出冷却至室温;另以蒸馏水2.0 mL各加入苯酚液和浓硫酸(操作步骤同上),作为空白对照。使用T6新世纪型紫外可见分光光度计于490 nm波长处比色,测定吸光度。以吸光度A为纵坐标,试样糖含量C(μg·mL<sup>-1</sup>)为横坐标,得到回归方程:  $y=3.6018x+0.0091$ ,  $R^2=0.9962$ 。

### 1.2.2.2 换算因子的测定

将大黄样品粉碎成粗粉,先以分析纯石油醚回流提取2次(1小时/次);80%乙醇回流提取2次(2小时/次)。残渣在水浴上挥干溶剂,用600 mL水回流提取3次(2小时/次)。合并提取液,浓缩后加95%乙醇醇沉,使含醇量达80%,沉淀用水溶解浓缩,按Sevag's法,即用氯仿-正丁醇(v:v=4:1)多次萃取,除去蛋白质,再经无水乙醇、丙酮和乙醚相继洗涤,对水透析72小时,低温干燥得大黄多糖。

精确称取干燥至恒重的大黄多糖20 mg,加水适量溶解,置100 mL容量瓶中,再加水至刻度,摇匀,作为贮备液。精确吸取多糖贮备液0.4 mL,加入蒸馏水1.6 mL,按照1.2.2.1节所述标准曲线制作方法测

定吸光度,从回归方程中求出供试液中葡萄糖质量浓度(C),按照公式:  $f=W/CD$  计算换算因子,结果  $f=3.19$ 。式中,W为多糖质量(μg),C为多糖液中葡萄糖质量浓度(μg·mL<sup>-1</sup>),D为多糖溶液稀释因子。

### 1.2.2.3 样品处理

样品在恒温干燥箱中45°C烘干至恒重,磨成细粉(100目)。精确称取0.2 g放入装有200 mL分析纯石油醚的索氏提取器中,80°C回流脱脂、脱色素,直至提取液变为无色为止。过滤后的残渣在装有80%乙醇的普通回流装置中85°C回流2次(200 mL/次,2小时/次),脱去小分子糖。残渣干燥后置于三角瓶中,加水至100 mL,利用DL-360超声波仪35 kHz超声提取40分钟,过滤后定溶于200 mL容量瓶中作为样品液备用。

### 1.2.2.4 大黄多糖含量的计算

准确吸取待测液0.2 mL,加入蒸馏水至2 mL,然后按照1.2.2.1节所述标准曲线制作方法测定吸光度,根据标准曲线求出显色液中葡萄糖的含量,按照下式计算样品中大黄多糖的含量。

$$W=(\rho V_0 f \times 100)/(m V \times 10^6)$$

式中,W为多糖含量(%); $\rho$ 为显色液中葡萄糖的含量(μg); $V_0$ 为试样溶液的体积(mL); $f$ 为换算因子; $m$ 为试样质量(g); $V$ 为吸取的待测液体积(mL)。

## 1.2.3 数据分析

实验数据采用4次重复的平均值±标准差(means±SD)表示,并进行单因素和双因素统计分析。

# 2 结果与讨论

## 2.1 结果

### 2.1.1 大黄多糖在根茎中的贮藏和分布

三年生掌叶大黄根茎以次生结构为主,其主要结构由外至内包括:周皮、皮层、次生韧皮部、形成层、次生木质部和髓。根据次生维管组织等发育成熟的程度、相关组织和细胞中大黄多糖贮藏和分布的多少及数量、细胞内紫红色沉淀的多少及颜色的深浅,可将次生根茎分为早期根茎和成熟根茎2种,这2种类型的根茎中大黄多糖贮藏和分布特征存在明显差异。

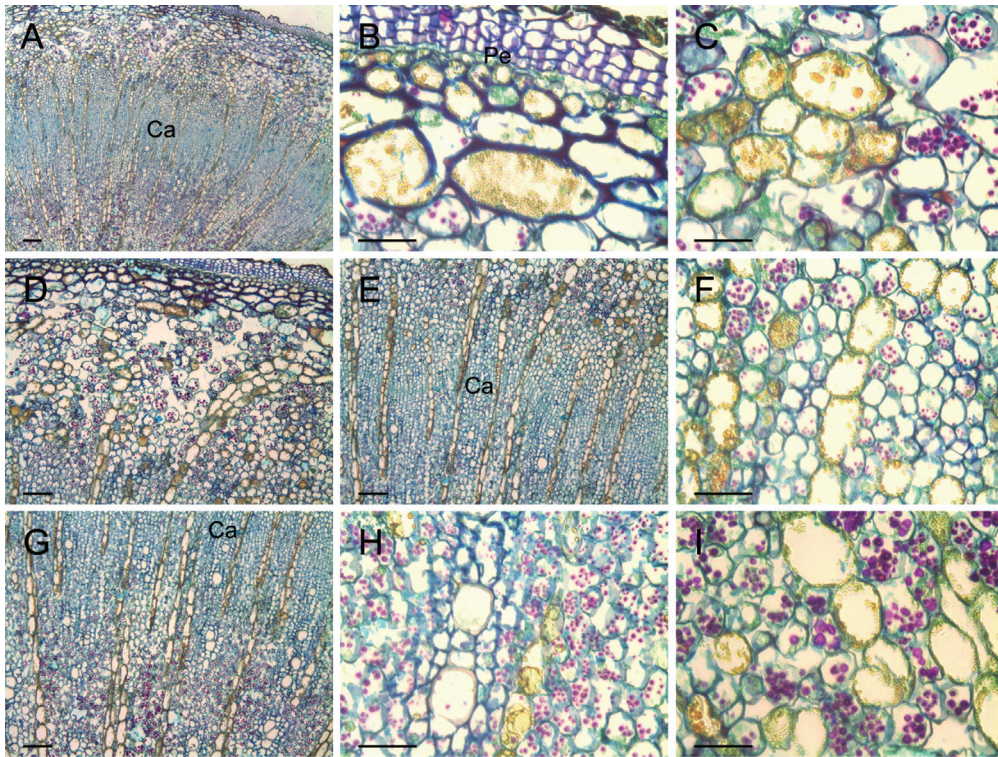


图1 大黄多糖在掌叶大黄早期根茎中的分布特征

(A) 根茎的完整轮廓; (B) 周皮中多糖的分布; (C) 皮层细胞中多糖的分布; (D) 次生韧皮部多糖的分布; (E) 形成层两侧多糖的分布; (F) 次生韧皮部多糖的分布; (G) 形成层以内次生木质部多糖的分布; (H) 形成层附近次生木质部多糖的分布; (I) 形成层较远处次生木质部多糖的分布。Ca: 形成层; Pe: 周皮。Bar=50  $\mu\text{m}$ 。

Figure 1 Distribution characteristic of rhubarb polysaccharide in young rhizome of *Rheum palmatum*

(A) Integral structure of rhizome; (B) Rhubarb polysaccharide in periderm; (C) Rhubarb polysaccharide in cortex; (D) Rhubarb polysaccharide in secondary phloem; (E) Rhubarb polysaccharide in both sides of cambium; (F) Rhubarb polysaccharide in secondary phloem; (G) Rhubarb polysaccharide in secondary xylem insides cambium; (H) Rhubarb polysaccharide in secondary xylem nearby cambium; (I) Rhubarb polysaccharide in secondary xylem far away cambium. Ca: Cambium; Pe: Periderm. Bar=50  $\mu\text{m}$ .

#### 2.1.1.1 大黄多糖在早期根茎中的贮藏和分布特征

(1)周皮 根茎周皮较为发达,由5-7层长方形木栓层细胞、木栓形成层及1-2层栓内层细胞组成,排列整齐而紧密。在部分木栓层和栓内层细胞内存在一定数量的被染成紫红色的大黄多糖类物质(图1A, B)。

(2)皮层 位于周皮以内,由多层排列疏松的薄壁细胞组成,细胞间隙较大。皮层薄壁细胞分为2种类型,一类为不规则且大小不等的薄壁细胞,排列疏松,不含或含有少量紫红色的多糖类物质;另一类为卵圆形等直径的薄壁细胞,细胞内富含被染成粉红色的多糖物质(图1C)。

(3)次生韧皮部 位于皮层以内环状形成层之外,主要由筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞和韧皮射线组成,韧皮射线通常由1-4列辐射状排列的薄壁细胞组成,细胞内含有一定数量的黄色结晶状的蒽醌类物质,而在韧皮射线周围的薄壁细胞中含有较多的紫红色多糖类物质,并且,在靠近形成层部位的韧皮薄壁细胞中大黄多糖的数量较少,而在离形成层较远处的韧皮薄壁细胞中多糖的分布却逐渐增多(图1D-F)。

(4)次生木质部 木质部宽厚,所占比例相对较大,位于环状形成层内侧,主要由导管、管胞、木薄壁细胞和木射线组成,木射线通常由1-3列辐射状排

列的薄壁细胞组成,细胞内含有一定数量的黄色结晶状的蒽醌类物质,导管数量较少而木薄壁细胞数量较多。在木射线周围排列疏松的卵圆形木薄壁细胞中含有紫红色的大黄多糖,并且,在靠近形成层部位的木薄壁细胞中大黄多糖的数量较少,而在形成层内部较远处的木薄壁细胞中大黄多糖的分布却逐渐增多,且含有大黄多糖的细胞也更为密集。因此,在形成层两侧呈现出较宽的含有少量多糖物质的绿色薄壁细胞条带(图1G-I)。

(5)髓 位于根茎中央,木质部的内方。早期根茎的髓部较不发达,所占比例很小,只有一些薄壁组织细胞,细胞较大,排列疏松,有很大的细胞间隙,细胞内含有少量紫红色的多糖类物质。

### 2.1.1.2 大黄多糖在成熟根茎中的贮藏和分布特征

三年生成熟根茎与早期根茎相比,在大黄多糖的分布数量方面发生了较为明显的变化。

(1)周皮 根茎周皮发达,木栓层和栓内层细胞层数较多,排列整齐而紧密,与早期根茎相比,贮藏和分布紫红色大黄多糖的木栓层和栓内层细胞数量有一定的增多,细胞内贮藏大黄多糖的量也有一定的增加(图2A, B)。

(2)皮层 由多层排列疏松的薄壁细胞组成,组成皮层的薄壁细胞类型与早期根茎相似,其中大小不等的规则形状的薄壁细胞内含有少量紫红色的多糖类物质,而卵圆形等直径的薄壁细胞内被染成粉红色的大黄多糖却明显增多,有些细胞内大黄多糖几乎

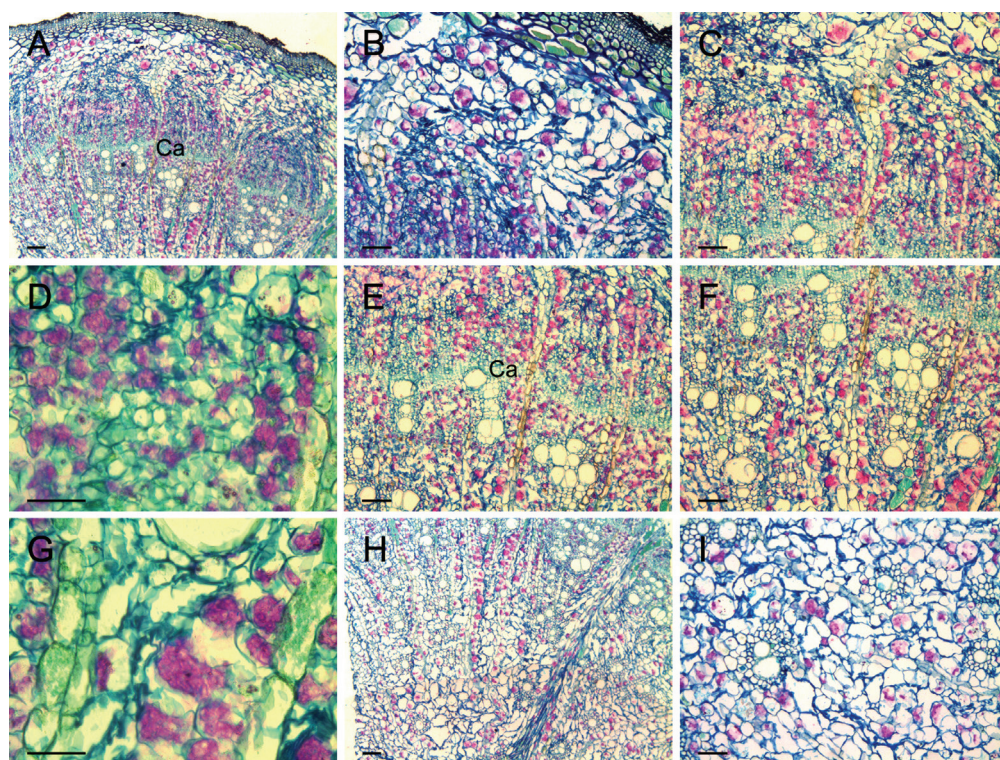


图2 大黄多糖在掌叶大黄成熟根茎中的分布特征

(A) 根茎的完整轮廓; (B) 周皮及皮层多糖的分布; (C) 形成层以外次生韧皮部多糖的分布; (D) 次生韧皮部多糖的分布; (E) 形成层两侧多糖的分布; (F) 形成层以内次生木质部多糖的分布; (G) 次生木质部多糖的分布; (H) 根茎近中央多糖的分布; (I) 髓部多糖的分布。Ca: 形成层。Bar=50 μm。

Figure 2 Distribution characteristic of rhabarb polysaccharide in mature rhizome of *Rheum palmatum*

(A) Integral structure of rhizome; (B) Rhubarb polysaccharide in periderm and cortex; (C) Rhubarb polysaccharide in secondary phloem outside cambium; (D) Rhubarb polysaccharide in secondary phloem; (E) Rhubarb polysaccharide in both sides of cambium; (F) Rhubarb polysaccharide in secondary xylem insides cambium; (G) Rhubarb polysaccharide in secondary xylem; (H) Rhubarb polysaccharide in the center of rhizome; (I) Rhubarb polysaccharide in pith. Ca: Cambium. Bar=50 μm.

布满了整个细胞,与早期根茎相比发生了显著变化(图2B)。(3)次生韧皮部 由筛管、伴胞、韧皮薄壁细胞和韧皮射线组成,韧皮射线通常由1-4列辐射状排列的薄壁细胞组成,而单列韧皮射线相对较多,细胞内萹醌类物质较少。在韧皮射线周围的大部分薄壁细胞中均含有较多的紫红色多糖类物质,从形成层开始至皮层的整个次生韧皮部几乎呈现出相似的特征,与早期根茎相比,在大黄多糖的贮藏分布方面发生了显著的变化(图2C, D)。

(4)次生木质部 位于较狭窄环状的形成层内侧,所占比例相对较大,主要由导管、管胞、木薄壁细胞和木射线组成,木射线通常由1-3列辐射状排列的薄壁细胞组成,而单列木射线相对较多,细胞内含有少量的萹醌类物质。在木射线周围成片分布着含有紫红色大黄多糖的卵圆形木薄壁细胞,大黄多糖几乎布满了整个细胞(图2E-G)。与早期根茎相比,成熟根茎中含有大黄多糖的细胞更为密集。

(5)髓 与早期根茎相比,成熟根茎髓部所占比例较大,主要由排列疏松的大型卵圆形薄壁细胞组成,含有紫红色多糖的髓细胞逐渐增多,细胞内大黄多糖的贮藏也更加丰富,有些细胞内几乎布满了紫红色的大黄多糖(图2H, I)。

## 2.1.2 根茎中大黄多糖含量的变化特征

### 2.1.2.1 不同发育时期根茎中总多糖的变化规律

以三年生掌叶大黄5、7、9和11月不同发育时期的根茎为材料进行大黄多糖的提取及测定,结果见表1。

三年生掌叶大黄不同发育时期根茎中大黄多糖的含量表现为:9月和7月极显著地高于11月和5月,11月极显著地高于5月( $P<0.01$ ),9月和7月差异不显著

( $P>0.05$ )。从5月至9月大黄多糖在根茎中的含量逐渐增加,9月达到最高值,而11月又有一定程度的下降。

### 2.1.2.2 不同发育时期根茎不同部位大黄多糖的变化规律

将三年生掌叶大黄5、7、9和11月的根茎分成周皮、次生木质部、次生韧皮部和髓4部分,分别对其大黄多糖含量进行了测定,研究不同发育时期掌叶大黄根茎不同部位中大黄多糖含量的变化规律。结果如表2所示。

数据分析可知,三年生掌叶大黄根茎各组织中大黄多糖的含量变化特征表现为:9月极显著地高于5月( $P<0.01$ ),11月和7月显著地高于5月( $P<0.05$ );次生韧皮部和次生木质部极显著地高于髓和周皮( $P<0.01$ ),次生韧皮部显著地高于次生木质部( $P<0.05$ )。5月根茎次生木质部中大黄多糖的含量最高,髓中含量最低;7月根茎次生韧皮部中大黄多糖的含量最高,次生木质部次之,髓中含量最低;与5月根茎相比,7月根茎的周皮中大黄多糖的含量明显增加,次生木质部中多糖的含量也有所增加,但与次生韧皮部相比增加幅度不大;9月根茎中各部位大黄多糖的含量均有所增加,且总的增加趋势与7月相似,次生韧皮部大黄多糖的含量最高;与9月相比,11月根茎各组织中大黄多糖的含量略有下降。

## 2.2 分析与讨论

大黄多糖在不同发育时期掌叶大黄根茎周皮的贮藏分布特征及含量变化规律的研究结果表明,周皮不仅是根茎外部重要的保护组织,同时也贮藏和分布有一定数量的大黄多糖,且其含量随着根茎的逐渐成

表1 大黄多糖在不同发育时期三年生掌叶大黄根茎中的含量

Table 1 Rhubarb polysaccharide content of rhizome of three-year old *Rheum palmatum* in different periods

	May	July	September	November
Polysaccharide content in rhizome (%)	3.502±0.030 <sup>C</sup>	8.071±0.038 <sup>ABa</sup>	8.686±0.020 <sup>Aa</sup>	7.255±0.012 <sup>Bb</sup>

数据为平均值±标准差。不同大写字母表示在 $P<0.01$ 水平上差异显著;不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。

Values were the means±SD. Capital letters showed significant difference at  $P<0.01$  and normal letters showed significant difference at  $P<0.05$ .

**表2** 大黄多糖在不同发育时期三年生掌叶大黄根茎不同部位中的含量**Table 2** Rhubarb polysaccharide content in different tissue of rhizome of three-year old *Rheum palmatum* in different periods

Polysaccharide content (%)	Periderm	Secondary xylem	Secondary phloem	Pith	
May	1.301±0.073	3.638±0.163	3.092±0.139	0.159±0.011	Bc
July	2.233±0.092	5.407±0.233	8.326±0.389	1.164±0.073	ABab
September	2.930±0.191	5.756±0.259	8.923±0.396	1.262±0.078	Aa
November	2.891±0.155	5.294±0.224	8.652±0.406	1.203±0.079	ABa
	Bb	Ab	Aa	Bb	

数据为平均值±标准差。不同大写字母表示在 $P<0.01$ 水平上差异显著;不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。

Values were the means±SD. Capital letters showed significant difference at  $P<0.01$  and normal letters showed significant difference at  $P<0.05$ .

熟总体表现为逐渐增高的趋势。这表明了大黄多糖在周皮中随着根茎的发育成熟逐渐积累,与郑俊华等(1988)关于蒽醌类物质在掌叶大黄根茎栓皮内贮藏和积累的研究结果相似。同时,此结果也说明了大黄多糖在周皮各相关结构中的贮藏和积累方式与蒽醌类化合物有相似性。此外,大黄多糖在卵圆形皮层薄壁细胞内的贮藏随着根茎的成熟而逐渐增多,成为根茎发育过程中多糖积累分布的重要结构。

根据大黄多糖在早期和成熟根茎次生维管组织各部位贮藏分布特征的差异,可以看出根茎次生维管组织中的韧皮薄壁细胞和木薄壁细胞是大黄多糖贮藏和分布的主要部位,在根茎中次生维管组织为大黄多糖贮藏和积累的主要组织,而且也可以看出大黄多糖从形成层开始,向内侧的木薄壁细胞和外侧的韧皮薄壁细胞逐渐累积,与六盘山鸡爪大黄(*Rheum tanguticum* var. *liupanshanense*)(章英才和黄新玲, 2007)和药用大黄(*Rheum officinale*)(刘文哲和张爱新, 2000)蒽醌类化合物在根茎维管射线中的积累方式相似。另外,从根茎中大黄多糖含量的总体变化趋势分析,随着发育时期的不同,次生维管组织中大黄多糖含量表现为逐渐增多的变化规律,并且大黄多糖的主要贮藏部位由早期的次生木质部转变为发育成熟时期的次生韧皮部和次生木质部。

本研究结果表明,随着植物的生长,根茎中大黄多糖总含量及根茎各组织中大黄多糖含量总体表现为逐渐增加的趋势,但在发育的后期略有下降,与植

物生长发育规律一致;根茎中次生维管组织为大黄多糖贮藏和积累的主要组织,周皮、皮层及髓均含有一定数量的多糖,为大黄多糖贮藏和积累的重要组织。郑俊华等(1988)的研究结果表明,掌叶大黄根茎不同部位中6种蒽甙的含量由多到少依次为:维管组织>髓周>栓皮>髓心,并认为掌叶大黄在加工时不应去皮,更不要去掉维管组织部分,仅可除去易脱落的粗糙栓皮部分。从提高根茎中大黄多糖的利用率、减少资源浪费的角度,笔者赞同此观点。

## 参考文献

- 刘文哲, 张爱新 (2000). 大黄蒽醌类化合物的组织化学定位研究. 西北植物学报 20, 1082–1085.
- 倪受东, 严德江, 徐先祥 (2007). 大黄多糖的提取及含量测定. 中国药业 16, 10–11.
- 姚广涛, 张冰冰, 何丽君, 郝永龙 (2004). 掌叶大黄多糖抗氧化作用的实验研究. 中医药学刊 22, 1295–1311.
- 张海容 (2005). 沙棘果皮多糖清除氧自由基的活性研究. 植物学通报 22, 703–707.
- 张思巨, 张淑运, 王岚, 朱斌 (1993). 大黄多糖的研究. 中国中药杂志 18, 679–681.
- 章英才, 黄新玲 (2007). 六盘山鸡爪大黄蒽醌类化合物积累特征的研究. 西北植物学报 27, 2016–2023.
- 郑俊华, 徐扬, 楼之岑 (1988). 大黄根茎不同部位中六种蒽甙含量的比较. 北京医科大学学报 20, 37–38.

## Storage Localization Characteristics of Rhubarb Polysaccharide in Rhizome of *Rheum palmatum*

Yingcai Zhang\*, Rui Li

College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

**Abstract** The distribution characteristics and content change laws of rhubarb polysaccharide in the rhizome of *Rheum palmatum* were studied by histochemical methods and phenol-vitriol colorimetry. The results were described as follows: The distribution of rhubarb polysaccharide in the rhizome had a multilocus character. Rhubarb polysaccharide shows different distribution in the periderm, cortex and parenchymas of secondary vascular tissue and pith. The xylem parenchymas of the secondary xylem and the phloem parenchymas of the secondary phloem are the chief tissues that accumulate and store rhubarb polysaccharide. During different growth periods of rhizome, the total content of rhubarb polysaccharide in the rhizome and its tissues increased gradually with growth of the plant but decreased slightly in a later period. Rhubarb polysaccharide content is greater in phloem parenchyma than in xylem parenchyma. The mode of rhubarb polysaccharide production is gradual accumulation and storage. The secondary vascular tissues are the chief tissues that accumulate and store rhubarb polysaccharide in rhizome.

**Key words** distribution, *Rheum palmatum*, rhizome, rhubarb polysaccharide, storage

**Zhang YC, Li R** (2010). Storage localization characteristics of rhubarb polysaccharide in rhizome of *Rheum palmatum*. *Chin Bull Bot* **45**, 372–378.

\* Author for correspondence. E-mail: yingcaizh@163.com

(责任编辑: 孙冬花)

### 第十五届国际光合作用大会

中国, 北京

2010年8月22日–27日

由中国科学院植物研究所主办的“第十五届国际光合作用大会”将于2010年8月22–27日在北京友谊宾馆召开。国际光合作用大会是由国际光合作用研究协会(ISPR)发起组织的光合作用研究领域学术水平最高且最具影响力的全球性学术盛会。此次会议的主题是探讨光合作用相关研究在应对当前全球粮食、能源及气候等问题中的应用。25项分会报告涉及了植物生理、生态、农业科学、林业科学、分子生物学、藻类生理生态、水生生物学、海洋生态学、生物能源、仿生学等数十个研究领域。会议期间将重点安排大会特邀报告、专题报告和墙报交流等多种形式的学术交流。

#### 论文摘要

提交论文摘要截止时间为2010年4月30日。每篇摘要控制在500字(英文)以内,长度一般不超过1页A4纸。论文摘要请通过登录网站[www.psbj2010.com](http://www.psbj2010.com)提交或以电子邮件形式发送至[ps2010@ibcas.ac.cn](mailto:ps2010@ibcas.ac.cn)

#### 会议费用

(1) 参会代表往返差旅费和住宿费自理。(2) 注册费: ISPR会员每人¥3500(一般)/¥2000(学生); 非ISPR会员每人¥4600(一般)/¥2800(学生)。本次大会原则上要求以ISPR会员身份参会(ISPR会员注册请访问<http://www.photosynthesisresearch.org/>)。非会员注册费中含ISPR一年会费,因此推荐国内参会人员先行注册ISPR会员。(3)会议期间将为注册参会人员提供免费半日游。

#### 大会秘书处

中国科学院植物研究所光合作用研究中心

地址: 北京海淀区香山南辛村20号 邮编: 100093

传真: 010-82599384 E-mail: [ps2010@ibcas.ac.cn](mailto:ps2010@ibcas.ac.cn) 会议官方网站<http://www.psbj2010.com>