半夏淀粉的理化特性

周红英　王建华*　隋　鹏　孙印石　房信胜
（山东农业大学农学院，作物生物学国家重点实验室　泰安 271018）

摘　要　研究了不同产地的 4 种半夏淀粉的理化特性，包括直链淀粉含量、膨胀度、溶解性、持水性、淀粉粒大小和形貌、结晶类型、热特性和糊化特性等。结果表明，这些半夏淀粉中直链淀粉含量为 18.60% ~23.91%；膨胀度 21.53% ~23.09%；溶解度 11.5% ~32.3%；持水性 100.3% ~ 119.0%。淀粉粒单粒球形，卵形或圆半球形，直径 2 ~20 μm，复粒由 2 ~3 个分粒组成，其结晶类型均为 C 型，结晶度 15.0% ~37.9%。用差示扫描量热仪测得的转变温度 T_0、T_p和 T_c分别为 71.58 ~77.75 ℃、83.03 ~83.84 ℃和 89.41 ~90.99 ℃，热焓为 4.316 ~5.809 J/g。用快速粘度分析仪测定了 4 种半夏淀粉的糊化特征值：峰值粘度、热糊粘度、冷糊粘度、稀懈值和回复值分别为 149.5 ~226.2、97.7 ~127.2、141.8 ~194.3、50.4 ~99.0 和 44.2 ~67.2 RVU。糊化温度 77.8 ~79.9 ℃，峰值时间 8.3 ~8.7 min。

关键词　半夏，淀粉，糊化特性，X 射线衍射
中图分类号：O636.1　　文献标识码：A　　文章编号：1000-0518(2010)01-0117-05

半夏为天南星科植物半夏（*Pinellia ternata*（Thunb.）Breit.）的块茎，是常用的中药。半夏中除含有药物活性成分生物碱类、蛋白质类和谷甾醇类之外，还含有大量淀粉。天然淀粉的理化特性直接影响淀粉的功能和加工特性。因此，为了充分开发利用半夏植物资源，有必要对其淀粉的理化特性进行研究。淀粉的理化特性与植物的种类及生长环境等因素有密切关系，为了准确了解半夏淀粉的理化特性，本文研究了来自不同地区的 4 份半夏材料的物理化学特性，即临沂的栽培品（LYB）和野生品（LYYSB），高密（GMB）和四川（SCB）的栽培品。

1　实验部分

1.1　试剂和仪器

半夏为 2 年生的干燥半夏块茎（山东临沂的栽培品和野生品，分别标记为 LYB 和 LYYSB；山东高密和四川的栽培品，分别标记为 GMB 和 SCB）；淀粉的预处理参照文献[1]方法进行。

JSM-6700F 型扫描电子显微镜（日本电子）；D/MAX-rA 型 X 射线衍射仪（日本理学），Cu$K\alpha$，40 kV，60 mA，4°/min，用文献[2]方法计算淀粉结晶度；Newport Scientific Surper3 型快速粘度仪（澳大利亚 Newport Scientific），参照文献[3]方法测定；TA Instrument 2010 型差示扫描量热仪（美国 TA），参照文献[1]方法进行测定。

1.2　半夏淀粉的制备

将半夏置中药粉碎机中粉碎，过 0.1 mm 孔筛，得半夏粉末，把半夏粉末置于 85% 乙醇中冷浸 24 h，滤去乙醇，残渣再在乙醇中冷浸 24 h，滤去乙醇，残渣用去离子水洗涤数次，弃去水液，湿淀粉置于铝箔上干燥，过 0.074 mm 孔筛，得干淀粉。淀粉的纯度及其杂质成分采用文献[4]方法测定；直链淀粉（Amylose）含量参考 GB7684-87 方法测定。

2009-01-16 收稿，2009-04-20 修回
通讯联系人：王建华，男，博士，教授；E-mail：jhwangjh@163.com；研究方向：天然产物化学及中药资源开发与利用

2 结果与讨论

2.1 半夏淀粉的组成

表 1 列出了 4 种半夏淀粉(Starch)的组成,可见其纯度均在 80% 以上。SCB 和 LYYSB 纯度较高,粗纤维(Fiber)和灰分(Ash)含量较低。LYB 和 LYYSB 淀粉中蛋白质(Protein)和脂肪(Fat)的含量较 GMB 和 SCB 为高。

表 1 半夏淀粉的淀粉组分

Table 1 Composition of Pinellia ternata starches*

Samples	ω(Starch)/%	ω(Protein)/%	ω(Fat)/%	ω(Fiber)/%	ω(Ash)/%	ω(H_2O)/%
LYB	83.91	0.3	0.4	2.2	9.8	9.8
GMB	82.19	0.1	0.1	4.6	9.4	9.4
LYYSB	89.08	0.28	0.5	1.9	8.2	10.0
SCB	89.95	0.15	0.2	1.2	8.0	10.6

* Average of three replication.

2.2 半夏淀粉的形态

半夏淀粉的颗粒大小及形态见图 1。从图中可以看出,4 种半夏淀粉单粒为球形或半球形,直径 2 ~ 20 μm,复粒由 2 ~ 3 个粒子组成。统计分析了 500 个淀粉粒,SCB 淀粉和 LYYSB 粒径 6 ~ 9 μm者居多,GMB 11 ~ 13 μm 者居多,LYB 7 ~ 9 μm 者居多。淀粉粒大小及形态的变化与植物来源及生理生化特性有关[5]。不同来源的半夏淀粉颗粒形貌上的差别,将影响淀粉的理化特性,诸如直链淀粉含量、膨胀度、溶解性、水结合能力以及糊化特性等。半夏淀粉属于小颗粒淀粉,由于其表面积大,容易被消化酶消化,所以具有更好的可消化性[6,7]。

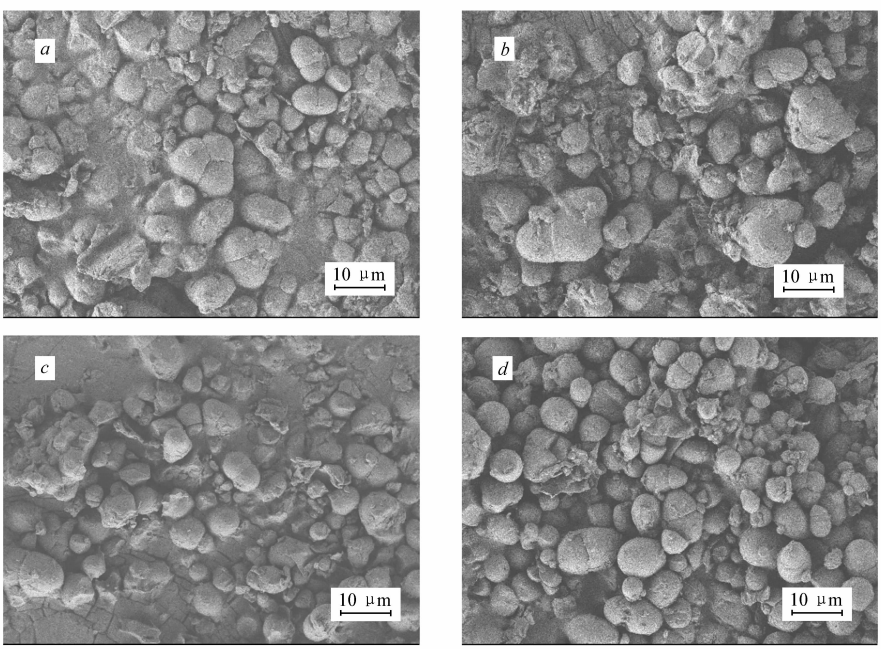

图 1 半夏淀粉的扫描电子显微镜照片

Fig. 1 SEM images of Pinellia ternata starches

a. LYB; *b*. GMB; *c*. LYYSB; *d*. SCB

2.3 半夏淀粉的直链淀粉含量、膨胀度、溶解性和水结合能力

半夏淀粉的直链淀粉含量,膨胀度,溶解性和水结合能力(WBC)列于表 2。从表中可以看出,LYB、LYYSB 和 GMB 淀粉中直链淀粉含量相近,在 22.15% ~ 23.91% 之间,SCB 淀粉中直链淀粉含量较低,

为 18.60%,这可能与 SCB 淀粉颗粒较小有关[8]。LYB、LYYSB 和 GMB 淀粉的膨胀度相近,在 22.55% ~23.09%之间,SCB 略低。GMB 淀粉大颗粒者较多,可能使之具有较高的膨胀度。SCB 淀粉具有较低的膨胀度和较高的溶解度可能与其颗粒较小有关,同时较高的结晶度使其颗粒更为稳定而降低了膨胀度。据文献[9]报道,5 种贝母淀粉中溶解度最高的膨胀度最低。淀粉颗粒形貌上的差异可能是造成膨胀度和溶解度差异的原因之一[10]。据 Kaur 等[11]报道,颗粒较大的形状不规则的马铃薯淀粉具有高的膨胀度和低的溶解度。本文中 LYB 和 GMB 淀粉的水结合能力差别不显著,但 LYYSB 和 SCB 相近,均高于前者。较低的水结合能力可能是由于淀粉分子内部较大的羟基干扰了水与淀粉分子之间的水合作用以及共价键的形成[12]。

表 2　半夏淀粉的直链淀粉含量、膨胀度、溶解性和水结合能力(WBC)

Table 2　Amylose content, swelling power, solubility index and WBC of *Pinellia ternata* starches*

Samples	ω(Amylose)/%	Swelling power/%	Solubility index/%	WBC/%
LYB	23.91	22.55	11.5	100.3
GMB	22.15	23.09	22.7	104.7
LYYSB	22.32	22.99	13.9	117.3
SCB	18.60	21.53	32.3	119.0

* Average of three replication.

2.4　半夏淀粉的结晶特性

图 2 为半夏淀粉的 X 射线衍射图谱。根据 X 射线衍射图谱,通常把淀粉粒分为 A 型、B 型和 C 型。A 型淀粉在 2θ 为 15°、17°和 23°处有较强的衍射峰。B 型淀粉在 2θ 为 5°处有较强的衍射峰,2θ 为22° ~24°衍射峰有明显的分裂。C 型是 A 型和 B 型的混合物。4 种半夏淀粉在 2θ 为 15°和 23°附近各有1 个强衍射峰,17°左右有 2 个较强的衍射峰,这是 A 型淀粉的特征。然而, 2θ 在 22° ~24°衍射峰有明显的分裂,并在 6.5°左右出现了 1 个微弱的峰,说明半夏淀粉有部分的 B 型淀粉特征。因此,可以认为半夏淀粉的结晶属于 C 型,4 种半夏淀粉的结晶度列于表 3。SCB 淀粉具有较低的直链淀粉含量和较高的结晶度,这与通常情况相一致。影响淀粉结晶度的因素除了直链淀粉含量之外,还有淀粉的含水量、样品的制备方法、植物的生长条件以及采收时的成熟度等因素,尤其是 C 类型淀粉,受以上各因素影响更明显[13,14]。

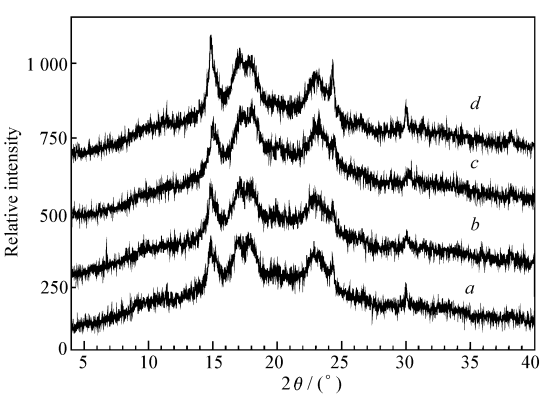

图 2　半夏淀粉的 X 射线衍射图谱(淀粉含水量 4%)

Fig. 2　X-ray diffraction patterns of four Pinellia ternata starches

a. LYB; *b*. GMB; *c*. LYYSB; *d*. SCB

表 3　半夏淀粉的结晶度和热性能

Table 3　Degrees of crystallinity and thermal properties of Pinellia ternata starches*

Samples	Degrees of crystallinity/%	Transition temperature/℃			Enthalpy/(J·g^{-1})
		Onset	Peak	Conclusion	
LYB	15.0	76.98	83.42	90.99	5.116
GMB	25.8	77.75	83.84	89.98	4.316
LYYSB	24.5	76.00	83.03	89.41	5.326
SCB	37.9	71.58	83.31	90.13	5.809

* Average of three replication.

2.5　半夏淀粉的热性能

半夏淀粉的热性能如表 3 所示。LYB、LYYSB 和 GMB 3 种半夏淀粉的糊化起始温度(Onset

temperature)较 SCB 为高,可能与它们的直链淀粉含量有关,通常,直链淀粉含量越高,糊化的起始温度越高。然而,LYB、LYYSB 和 GMB 的 3 种半夏淀粉结晶度较 SCB 为低,这与结晶度越高,糊化的起始温度越高的一般规律不一致。再者,SCB 淀粉中小颗粒者居多,可能是其糊化起始温度较低的原因之一。4 种半夏淀粉的峰值温度(Peak temperature)和结束温度(Conclusion temperature)均相近。SCB 淀粉的糊化焓(Enthalpy)较 LYB、LYYSB 和 GMB 3 种淀粉为高,这与其较高的结晶度有关。据文献[1,8,15,16]报道,淀粉的结晶度高者,通常糊化起始温度和糊化焓亦高。糊化焓越高,淀粉颗粒的精细结构越复杂,糊化时需要更多的热能[15,16]。

2.6 半夏淀粉的糊化特性

8%糊浓度下半夏淀粉的糊化特性见图 3 和表 4。从表中可以看出,4 种半夏淀粉的糊化特征曲线变化趋势一致。SCB 淀粉的高峰黏度明显高于 LYB、LYYSB 和 GMB 3 种淀粉,这可能与其直链淀粉含量较低,支链淀粉含量较高有关。同时 SCB 淀粉具有较高的溶解性和水结合能力,这也使其具有较高的黏度。但 SCB 淀粉具有较高的稀懈值,这说明 SCB 淀粉具有较强的增稠能力,但其热糊稳定性差,抗剪切稀化能力弱。通常直链淀粉含量高有利于防止破裂保持淀粉粒的完整性,使淀粉有较强的抗剪切稀化能力。LYB、LYYSB 和 GMB 3 种的直链淀粉含量高于 SCB,可能是其抗剪切稀化作用强的因素之一。SCB 淀粉的回复值较 LYB、LYYSB 和 GMB 3 种淀粉为高,说明 SCB 淀粉的冷糊稳定性强。4 种半夏淀粉的糊化温度和峰值时间均相近。

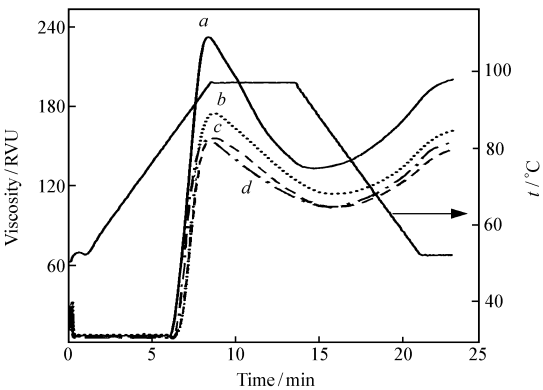

图 3 半夏淀粉的糊化特性图

Fig. 3 RVA of Pinellia ternata starches

a. SCB; *b*. LYB; *c*. GMB; *d*. LYYSB

表 4 半夏淀粉的糊化特性

Table 4 Pasting properties of Pinellia ternata starches*

Samples	Peak visc/RVU	Hot visc/RVU	Cold visc/RVU	Breakdown/RVU	Setbake/RVU	Pasting temp./℃	Peak time/min
LYB	167.0	106.3	154.4	60.7	48.1	79.9	8.7
GMB	149.5	97.7	141.8	51.8	44.1	79.9	8.7
LYYSB	149.9	99.5	147.7	50.4	48.2	79.1	8.3
SCB	226.2	127.2	194.3	99.0	67.1	77.8	8.4

* Average of three replication.

参 考 文 献

1 Wang S, Liu H, Gao W, Chen H, Yu J, Xiao P. *Food Chem*[J], 2006, **99**: 30

2 Nara S, Komiy T. *Starch/Stärk*[J], 1983, **35**: 407

3 Song Z G, Wang J H, Wang H Z, Zhao A H, Liu C X, Tian J C. *Starch/Stärk*[J], 2006, **58**: 243

4 American Association of Cereal Chemist. AACC Approved Methods of Anlysis [M]. St. Paul: AACC International, 1983

5 Svegmark K, Hermansson A M. *Food Structure*[J], 1993, **12**: 181

6 Franco M L C, Preto S J R, Ciacco C F. *Starch/Stärke*[J], 1992, **44**: 113

7 Riley C K. *Starch/Stärke*[J], 2004, **56**: 69

8 Peng M, Gao M, Abdel-Aal E S M, Huel P, Chibbar R N. *Cereal Chem*[J], 1999, **76**: 375

9 Wang S, Yu J, Gao W, Pang J, Yu J G, Xiao P. *J Food Eng*[J], 2007, **80**: 727

10 Singh J, Singh N. *Food Chem*[J], 2001, **75**: 67

11 Kaur L, Singh N, Sodhi N S. *Food Chem*[J], 2002, **79**: 171

12 Hoover R, Sosulski F. *Starch/Stärke*[J], 1986, **38**: 149
13 Nara S, Mori A, Komiya T. *Starch/Stärke*[J], 1978, **30**: 111
14 Zobel H F. *Starch/Stärke*[J], 1988, **40**: 1
15 Hoover R. *Carbohydr Polym*[J], 2001, **45**: 253
16 Jane J, Chen Y Y, Lee L F, McPherson A E. *Cereal Chem*[J], 1999, **76**: 629

Physicochemical Properties of *Rhizoma Pinelliae* Starches

ZHOU Hong-Ying, WANG Jian-Hua*, SUI Peng, SUN Yin-Shi, FANG Xin-Sheng
(*State Key Laboratory of Crop Biology*, *College of Agronomy*,
Shandong Agricultural University, *Taian* 271018)

Abstract The physicochemical properties of *Rhizoma Pinelliae* starches from four different regions were investigated. The contents of amylose in different *Rhizoma Pinelliae* starches ranged from 18.60% to 23.91%. The shapes of *Rhizoma Pinelliae* starch granules varied from round to oval or hemisphere with the sizes between 2 ~ 20 μm. All *Rhizoma Pinelliae* starches show the typical C-type crystal form but with crystallinity in the range of 15.0% to 37.9%. The transition temperatures (T_O, T_P and T_C) and enthalpies of gelatinization were determined *via* differential scanning calorimetry(DSC). T_O, T_P and T_C varied from 71.58 to 77.75, 83.03 to 83.84, and 89.41 to 90.99 ℃, respectively. The enthalpy of gelatinization ranged from 4.316 J/g to 5.809 J/g. According to the viscosity measurements with a rapid visco analyser(RVA), the peak visc, hot visc, cold visc, breakdown and setbake of these *Rhizoma Pinelliae* starches varied from 149.5 to 226.2, 97.7 to 127.2, 141.8 to 194.3, 50.4 to 99.0, and 44.2 to 67.2 RVU, respectively. The pasting temperature and peak time for these starches were 77.8 to 79.9 ℃ and 8.3 to 8.7 min, respectively.

Keywords *Rhizoma Pinelliae*, starch, pasting property, X-ray diffraction