

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C08L 3/02

C08K 5/56



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02155324.6

[43] 公开日 2003 年 5 月 7 日

[11] 公开号 CN 1415651A

[22] 申请日 2002.12.10 [21] 申请号 02155324.6

[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 159 号

[72] 发明人 白福臣 叶永成

权利要求书 3 页 说明书 14 页

[54] 发明名称 淀粉型全降解塑料的制备方法

[57] 摘要

本发明属于一种淀粉型全降解塑料的制备方法。以超细化淀粉作为主要生物降解成分，并将增塑剂、增容剂、助氧化剂、合成降解材料与淀粉有机地结合起来，形成淀粉衍生物，作为生物降解剂，使其含量 $\geq 45\%$ ，大大地增强了材料的生物降解性能；同时将光降解和热氧化降解与生物降解有机地结合起来，使材料具有多重降解形式的协同效应，在自然环境中埋土 30 天后质量失重率 $\geq 20\%$ ，在一年内全部粉化，最终能降解成为二氧化碳和水等小分子化合物而回归自然。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种淀粉型全降解塑料的制备方法，该方法以超细化淀粉为原料，粒度在 $1-10\mu\text{m}$ 之间，其用量为（重量百分比，下同）30—60%；

增塑剂为多元醇，包括丙二醇、二甘醇、甘油、山梨醇、山梨醇酐或季戊醇其中的一种或多种，其用量相对于总量的 2—12%；

助氧化剂为长链脂肪酸，包括硬脂酸、油酸、亚油酸或月桂酸，其用量相对于总量的 1—5%；

增容剂为白油、植物油、矿物油、钛酸酯偶联剂或铝酸酯偶联剂，其中的一种或多种，其用量相对于总量的 2—5%；

光敏剂为芳香酮、芳香胺、二茂铁及其衍生物、脂肪酸铁、二乙基二硫代氨基甲酸铁或二丁基二硫代氨基甲酸铁，其中的一种或多种，其用量相对于总量的 0.01—0.1%；

热敏化剂为脂肪酸的锰、钴盐、油酸的锰、钴盐和乙酰基丙酮锰、钴，其中的一种或几种，其用量相对于总量的 0.01—0.1%；

降解控制剂为胺类抗氧剂或酚类抗氧剂，其中胺类抗氧剂为 N-异丙基-N'-苯基对苯二胺、N, N'-二苯基对苯二胺或 N-苯基 α -萘胺；酚类抗氧剂为 2, 6-二叔丁基-4-正丁基对甲酚、2, 6-二叔丁基对甲酚、2, 6-二叔丁基-4-甲基对甲酚、 β -(3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸十八碳醇或四[β -(3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸]季戊四醇酯，其中的一种或多种，其用量相对于总量的 0.01-0.1%；

合成降解材料为聚乳酸、聚己内酯、聚羟基丁酸酯，聚乙二醇或乙

烯-丙烯酸共聚物其中的一种或多种，其用量相对于总量的10—30%；

润滑剂为聚乙烯蜡、石蜡、油酸酰胺或硬脂酸的镁、钙、锌盐，其中的一种或多种，其用量相对于总量的0.3—4%；

合成树脂为聚乙烯，包括线性低密度聚乙烯、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯，聚氯乙烯，聚丙烯，丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物，聚苯乙烯或乙烯-醋酸乙烯共聚物，其中的一种或多种。

制备步骤如下：

1) 将高速混合机升温至70—80℃，然后把超细化淀粉放入高混机，高速搅拌2—5分钟后，分三次加入增塑剂，然后加入助氧化剂，再加入增容剂，抗氧剂，合成降解材料，每次加料时间间隔2—5分钟；

2) 将合成树脂加入混合机，室温下依次加入光敏剂、热氧化剂促进剂、润滑剂，混合均匀，每次加料间隔时间3—8分钟；

3) 将步骤1中制备的淀粉衍生物加入步骤2制备的混合物中，混合均匀，然后在双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆长径比为38:1，转速100—350转/分，各区温度控制在60—180℃之间，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑料粒子。

2.如权利要求1所述的制备方法，其中所述的超细化淀粉为玉米淀粉、马铃薯淀粉、红薯淀粉或小麦淀粉。

3.如权利要求1所述的制备方法，其中所述的增塑剂多元醇优选丙二醇、二甘醇或甘油。

4.如权利要求1所述的制备方法，其中所述的长链脂肪酸优选硬脂酸和油酸。

5.如权利要求1所述的制备方法，其中所述的增容剂优选铝酸酯偶联剂、白油。

6. 如权利要求 1 所述的制备方法, 其中所述的热敏化剂优选乙酰基丙酮钴。

7. 如权利要求 1 所述的制备方法, 其中所述的降解控制剂优选 2, 6-二叔-4-甲基对甲酚, β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸十八碳醇, 四[β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸]季戊四醇酯。

8. 如权利要求 1 所述的制备方法, 其中所述的合成降解材料优选乙烯-丙烯酸共聚物, 聚己内酯。

9. 如权利要求 1 所述的制备方法, 其中所述的润滑剂优选聚乙烯蜡、硬脂酸钙。

淀粉型全降解塑料的制备方法

技术领域：

本发明属于一种淀粉型全降解塑料的制备方法。

背景技术：

当前，塑料工业发展迅速，年用量已上亿吨，其中美国和欧洲各约3000万吨，日本约1200万吨，中国约400万吨。其用途已渗透到国民经济各部门以及人们生活的各个领域，它和钢铁、木材、水泥并列为材料领域的四大支柱。塑料给人类带来文明，但其大量应用产生的废弃物也与日俱增，造成的环境污染日趋严重，特别是一次性包装材料，污染山川、湖泊、城市和海岸港口，已使人们产生了“白色恐怖”。

解决“白色污染”的方法有回收再利用、焚烧、填埋和使用可降解性塑料。焚烧会产生大量烟尘和有毒气体，会对大气造成二次污染；填埋后的塑料废弃物不能降解，占用土地，会给环境土壤和地下水带来危害；回收需投入大量的人力、物力，而且回收后的再利用率非常低，也不能无限循环地使用，最终仍污染环境；所以最有效途径是研制和生产应用可降解性塑料制品。

已往国内外已有专利报导的“光降解和光崩坏”型塑料，可分为共聚型和添加型两种，共聚型是在合成时引入光敏集团，赋予材料具有光降解性能，添加型是在聚合物中外加光敏剂的方法制备光降解材料，有的还填充部分滑石粉、碳酸钙等材料。但这些材料只是进行光崩坏，埋土后不能降解，其降解结果只是将合成树脂由大块变成小块，很难取得

令人满意的效果。中国专利 CN1173515A 和 CN1174856A，依靠淀粉作为填充剂，并结合光降解技术研制成光、生物降解塑料，但由于其制品中淀粉含量低，属于淀粉填充型塑料，也不能完全降解，仍对环境有一定程度的污染。近几年来，人们采用合成的方法研制出多种可生物降解性材料，例如聚脂肪族聚酯、聚乳酸、微生物聚酯等等，但由于其合成难度大，成本高，很难在市场上大量推广应用。

发明内容：

本发明的目的是提供一种淀粉型全降解塑料的制备方法。

淀粉分子中含有大量羟基，其邻近分子间往往以氢键相互作用而形成微晶结构的完整大颗粒，使其玻璃化转变温度高于分解温度。因此，普通淀粉不具有热塑加工性能，在应用前必需先对其进行改性处理。采用多元醇和长链脂肪酸对其表面处理，可以将淀粉中的大量羟基进行烷基化和酯基化，削弱淀粉分子间氢键的作用，使其易于无序化，明显提高其分散性。同时多元醇又是淀粉的理想增塑剂，通过其与淀粉主链上氢键的作用，插入淀粉分子链的间隔中，使淀粉分子链的微小热运动变得容易，在其分解温度前实现了微晶的熔融，从而使淀粉具有了热加工性能。另外，长链脂肪酸能在自然环境中产生自由基，可以引发合成树脂高分子链断裂降解。

这种材料以超细化淀粉作为主要生物降解成分，并将增塑剂、增容剂、助氧化剂、合成降解材料与淀粉有机地结合起来，形成淀粉衍生物，作为生物降解剂，使其含量 $\geq 45\%$ ，具有良好的生物降解性能，在自然条件下埋土 30 天后质量失重率 $\geq 20\%$ ；同时引入光降解技术和热氧化降解技术，使材料具有多种降解形式的协同作用，在一年内全部粉化，并最终能降解成二氧化碳和水等小分子化合物而回归自然。

本发明选择超细化淀粉为原料，粒度在 1--10 μm 之间，包括玉米淀粉、马铃薯淀粉、红薯淀粉或小麦淀粉；其用量为（重量百分比，下同）30—60%；

增塑剂为多元醇，包括丙二醇、二甘醇、甘油、山梨醇、山梨醇酐或季戊醇其中的一种或多种，优选为丙二醇、二甘醇或甘油；增塑剂主要是对淀粉进行改性处理，使其具有热加工性能，其用量相对于总量的 2—12%；

助氧化剂为长链脂肪酸，包括硬脂酸、油酸、亚油酸或月桂酸，脂肪酸在自然环境下有助于引发合成树脂进行断链反应，同时也有助于淀粉的表面改性，削弱淀粉氢键的作用，使其易于无序化，优选为硬脂酸和油酸。其用量相对于总量的 1—5%；

增容剂为白油、植物油、矿物油、钛酸酯偶联剂或铝酸酯偶联剂，其中的一种或多种，优选铝酸酯偶联剂、白油，增容剂可增加淀粉与高聚物的相容性，其用量相对于总量的 2—5%；

光敏剂为芳香酮、芳香胺、二茂铁及其衍生物、脂肪酸铁、二乙基二硫代氨基甲酸铁或二丁基二硫代氨基甲酸铁，其中的一种或多种，其用量相对于总量的 0.01—0.1%；

热敏化剂为脂肪酸的锰、钴盐、油酸的锰、钴盐和乙酰基丙酮锰、钴，其中的一种或几种，优选为乙酰基丙酮钴，其用量相对于总量的 0.01—0.1%；

降解控制剂为胺类抗氧化剂、酚类抗氧化剂，其中胺类抗氧化剂为 N-异丙基-N'-苯基对苯二胺、N, N'-二苯基对苯二胺或 N-苯基 α -萘胺；酚类抗氧化剂为 2, 6-二叔-4-正丁基对甲酚、2, 6-二叔丁基对甲酚、2, 6-二叔-4-甲基对甲酚、 β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸十八碳醇或四

[β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸]季戊四醇酯, 其中的一种或多种。优选为 2, 6-二叔-4-甲基对甲酚, β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸十八碳醇, 四[β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸]季戊四醇酯, 其用量相对于总量的 0.01-0.1%;

合成降解材料为聚乳酸、聚己内酯、聚羟基丁酸酯, 聚乙二醇或乙烯-丙烯酸共聚物其中的一种或多种, 优选为乙烯-丙烯酸共聚物, 聚己内酯, 其用量相对于总量的 10—30%;

润滑剂为聚乙烯蜡、石蜡、油酸酰胺或硬脂酸的镁、钙、锌盐, 其中的一种或多种; 优选为聚乙烯蜡、硬脂酸钙, 其用量相对于总量的 0.3—4%;

合成树脂为聚乙烯, 包括线性低密度聚乙烯、低密度聚乙烯、高密度聚乙烯, 聚氯乙烯, 聚丙烯, 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS), 聚苯乙烯或乙烯-醋酸乙烯共聚物 (EVA) 其中的一种或多种。

制备步骤如下:

1) 将高速混合机升温至 70—80℃, 然后把超细化淀粉放入高混机, 高速搅拌 2—5 分钟后, 分三次加入增塑剂, 然后加入助氧化剂, 再加入增容剂, 抗氧剂, 合成降解材料, 每次加料时间间隔 2—5 分钟;

2) 将合成树脂加入混合机, 室温下依次加入光敏剂、热氧化剂促进剂、润滑剂, 混合均匀, 每次加料间隔时间 3—8 分钟;

3) 将步骤 1 中制备的淀粉衍生物加入步骤 2 制备的混合物中, 混合均匀, 然后在双螺杆挤出机上挤出造粒, 螺杆长径比为 38: 1, 转速 100—350 转/分, 各区温度控制在 60—180℃之间, 熔体挤出后用热切方法造成粒, 即制成淀粉型全降解塑料粒子。

本发明制备的淀粉型全降解塑料, 以淀粉衍生物为主要生物降解

剂，在材料中生物可降解成份高达45%以上，大大地增强了材料的生物降解性能。同时将光降解和热氧化降解与生物降解有机地结合起来，使材料具有多重降解的协同效应，保证材料具有完全降解性能：材料中的淀粉衍生物在土壤中可迅速被微生物同化，使合成树脂的母体变得疏松，增加了其表面/体积比；同时，自然界中的光、热、氧可以激活光敏剂、热敏化、助氧化剂等的各种降解功能，合成树脂进行的光氧化和自氧化的作用下产生高分子链断裂，分解成为低分子量的化合物；由于淀粉衍生物是土壤中微生物的理想繁衍源，使微生物很容易附着在其表面，这些低分子化合物可以进一步分解为小分子化合物，直到最终分解为二氧化碳和水等小分子化合物。

具体实施方式

实施例 1：（按重量百分比称取）

超细化淀粉：30

二甘醇：2.5

月桂酸：1.7

玉米油：2

N-异丙基-N'-苯基对苯二胺：0.07

聚乙烯蜡：0.8

二乙基二硫代氨基甲酸铁：0.07

乙酰基丙酮锰：0.08

聚羟基丁酸酯：2

EAA：12

LDPE：48.78

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高

速搅拌 3 分钟后，分三次加入二甘醇，然后再依次加入月桂酸、玉米油、N-异丙基-N'-苯基对苯二胺、EAA、聚羟基丁酸酯，每次加料时间间隔 3 分钟，混合均匀成淀粉衍生物；将 LDPE 加入高速混合机，室温下依次加入二乙基二硫代氨基甲酸铁、乙酰基丙酮锰、聚乙烯蜡，每次加料间隔 4 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38:1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 190 转/分，各区温度设定：70℃，98℃，125℃，135℃，135℃，125℃，机头 98℃之间，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑料粒子。

实施例 2：（按重量百分比称取）

超细化淀粉：35

甘油：3.1

硬脂酸：1.7

铝酸酯偶联剂 1.5

白油：0.5

2, 6-二叔-4-甲基对甲酚：0.07

硬脂酸钙：0.7

二乙基二硫代氨基甲酸铁：0.06

乙酰基丙酮钴：0.05

EAA：16

LLDPE：13.99

HDPE：27.33

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高速搅拌 2 分钟后，分三次加入甘油，然后再依次加入硬脂酸、铝酸酯偶

联剂、白油、2,6-二叔-4-甲基对甲酚、EAA, 每次加料时间间隔 5 分钟, 混合均匀成淀粉衍生物; 将 LLDPE、HDPE 加入高速混合机, 室温下依次加入二乙基二硫代氨基甲酸铁、乙酰基丙酮钴、硬脂酸钙, 每次加料间隔 3 分钟, 混合均匀成混合物; 将淀粉衍生物加入混合物中, 室温下混合均匀, 然后在长径比为 38: 1 的双螺杆挤出机上挤出造粒, 螺杆转速 300 转/分, 各区温度设定: 100℃, 135℃, 140℃, 140℃, 142℃, 135℃, 机头 118℃, 熔体挤出后用热切方法造成粒, 即制成淀粉型全降解塑料粒子。

应用上述全降解塑料粒子在长径比为 28: 1, 螺杆直径为 45mm 的吹膜机上吹宽度 400mm、厚度 0.015mm 的膜, 再经印刷、热合、冲裁制成可降解购物袋或垃圾袋。各种性能测试结果如下:

测试项目	标准指标	实测结果
拉伸强度 (Mpa)		
纵	≥11	13.6
横	≥11	12.7
断裂伸长率 (%)		
纵	≥180	235
横	≥180	310
厚度 (mm)	0.015±0.006	0.013-0.017
宽度 (mm)	400±10	400-407
生物降解质量失重率 (%)	≥6	21.6
光降解后断裂伸长保留率 (%)		
纵	≤30	14
横	≤30	9

该降解袋如弃之户外，50 天内可降解为粉末状，一年内全部降解。

实施例 3：（按重量百分比称取）

超细化淀粉：40

乙二醇：3.7

亚油酸：1.5

钛酸酯偶联剂 1

白油：1.3

β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸十八碳醇：0.08

油酸酰胺 0.6

硬脂酸铁：0.04

硬脂酸锰：0.04

油酸钴：0.03

EAA：10

聚己内酯：5

PP：31.53

HDPE：5.18

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高速搅拌 3 分钟后，分三次加入乙二醇，然后再依次加入亚油酸、钛酸酯偶联剂、白油、 β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸十八碳醇、EAA、聚己内酯，每次加料时间间隔 4 分钟，混合均匀成淀粉衍生物；将 PP、HDPE 加入高速混合机，室温下依次加入硬脂酸铁、油酸钴、硬脂酸锰、油酸酰胺，每次加料间隔时间 4 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38: 1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 250 转/分，各区温度设定： 145°C ， 163°C ，

172℃, 180℃, 174℃, 163, 机头 135℃, 熔体挤出后用热切方法造成粒, 即制成淀粉型全降解塑料粒子。

该材可经注塑或冲压成型, 制成一次性可降解快餐盒、面碗、饮水杯等。制品用后弃之户外, 1个月降解成碎片, 10个月内全部粉化成碎末, 从感观上消灭。

实施例 4: (按重量百分比称取)

超细化淀粉: 45

山梨醇: 4

硬脂酸: 1.64

钛酸酯偶联剂: 0.7

白油: 1.4

四[β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸]季戊四醇酯: 0.06

硬脂酸锌: 0.5

N-烷基二茂铁甲基四氢吡啶: 0.08

乙酰基丙酮钴: 0.06

EAA: 9

聚乳酸: 4

LDPE: 10.01

HDPE: 23.55

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$, 然后将超细化淀粉放入高混机, 高速搅拌 5 分钟后, 分三次加入山梨醇, 然后再依次加入硬脂酸、钛酸酯偶联剂、白油、四[β - (3, 5-二叔丁基-4-羟基苯基) 丙酸]季戊四醇酯、EAA、聚乳酸, 每次加料间隔 2 分钟, 混合均匀成淀粉衍生物; 将 LDPE、HDPE 加入高速混合机, 室温下依次加入 N-烷基二茂铁甲基四氢吡啶、

乙酰基丙酮钴、硬脂酸锌，每次加料间隔 8 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38: 1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 100 转/分，各区温度设定：110℃，124℃，138℃，146℃，150℃，140℃，机头 105℃之间，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑料粒子。

实施例 5：（按重量百分比称取）

超细化淀粉： 55

甘油： 4

乙二醇： 2

硬脂酸： 1.64

铝酸酯偶联剂 1.5

β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇： 0.06

石蜡： 2

白油： 1

硬脂酸铁： 0.06

乙酰基丙酮钴： 0.08

EAA： 12

LDPE： 14.1

LLDPE： 6.56

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高速搅拌 4 分钟后，分二次加入甘油，然后再依次加入乙二醇、硬脂酸、铝酸酯偶联剂、白油、 β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇、EAA，每次加料时间间隔 5 分钟，混合均匀成淀粉衍生物；将 LDPE、LLDPE 加入高速混合机，室温下依次加入硬脂酸铁、乙酰基丙酮钴、

石蜡，每次加料间隔 3 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38:1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 280 转/分，各区温度设定：93℃，112℃，127℃，136℃，136℃，128℃，机头 102℃之间，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑料粒子。

由于淀粉衍生物在该材料中的含量很高，其生物降解性能非常好，可在 8 个月内全部粉化降解。

实施例 6：（按重量百分比称取）

超细化淀粉：48

乙二醇：3.7

亚油酸：1.6

硬脂酸钙：2.4

钛酸酯偶联剂 0.5

白油：1.8

β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇：0.07

二乙基二硫代氨基丁酸铁：0.08

乙酰基丙酮锰：0.06

聚己内酯：3

EAA：9

PP：26.25

HDPE：3.54

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高速搅拌 3 分钟后，分三次加入乙二醇，然后再依次加入亚油酸、钛酸酯偶联剂、白油、 β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇、EAA、

聚己内酯，每次加料时间间隔 4 分钟，混合均匀成淀粉衍生物；将 PP、HDPE 加入高速混合机，室温下依次加入二乙基二硫代氨基丁酸铁、乙酰基丙酮锰、硬脂酸钙，每次加料间隔时间 6 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38:1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 180 转/分，各区温度设定：142℃，153℃，162℃，170℃，164℃，153，机头 138℃，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑粒子。

实施例 7：（按重量百分比称取）

超细化淀粉：50

甘油：5.6

硬脂酸：1.5

钛酸酯偶联剂 1

β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇：0.08

白油：1.3

聚乙烯蜡：2

乙酰基丙酮钴：0.04

硬脂酸铁：0.04

聚己内酯：8

EAA：8

LDPE：6.91

HDPE：15.53

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ ，然后将超细化淀粉放入高混机，高速搅拌 3 分钟后，分三次加入甘油，然后再依次加入硬脂酸、钛酸酯偶联剂、白油、 β -（3，5-二叔丁基-4-羟基苯基）丙酸十八碳醇、EAA、

聚己内酯,每次加料时间间隔 4 分钟,混合均匀成淀粉衍生物;将 LDPE、HDPE 加入高速混合机,室温下依次加入硬脂酸铁、乙酰基丙酮钴、聚乙烯蜡,每次加料间隔 3 分钟,混合均匀成混合物;将淀粉衍生物加入混合物中,室温下混合均匀,然后在长径比为 38:1 的双螺杆挤出机上挤出造粒,螺杆转速 300 转/分,各区温度设定: 96℃, 120℃, 128℃, 135℃, 140℃, 135℃, 机头 110℃之间,熔体挤出后用热切方法造成粒,即制成淀粉型全降解塑料粒子。

该材料经可注塑或冲压成育苗杯,用后弃之于户外,在 6 个月内全部粉化,一年内全部降解。

实施例 8:(按重量百分比称取)

超细化淀粉: 60

甘油: 6.2

山俞酸: 1.4

N, N'-二苯基对苯二胺: 0.05

白油: 2

聚乙烯蜡: 0.3

乙酰基丙酮钴: 0.02

硬脂酸铁: 0.03

EAA: 10

LDPE: 20

将高速混合机升温至 $75 \pm 5^\circ\text{C}$,然后将超细化淀粉放入高混机,高速搅拌 3 分钟后,分三次加入甘油,然后再依次加入山俞酸、白油、N, N'-二苯基对苯二胺、EAA,每次加料时间间隔 3 分钟,混合均匀成淀粉衍生物;将 LDPE 加入高速混合机,室温下依次加入硬脂酸铁、乙酰

基丙酮钴、聚乙烯蜡，每次加料间隔 4 分钟，混合均匀成混合物；将淀粉衍生物加入混合物中，室温下混合均匀，然后在长径比为 38: 1 的双螺杆挤出机上挤出造粒，螺杆转速 350 转/分，各区温度设定：60℃，78℃，93℃，118℃，115℃，115℃，机头 90℃之间，熔体挤出后用热切方法造成粒，即制成淀粉型全降解塑料粒子。