

棉稈皮的微生物脫膠法

中國科學院武漢微生物研究室著

科學出版社

棉稈皮的微生物脫膠法

中国科学院武汉微生物研究室著

科 学 出 版 社

1959

目 录

前 言	(1)
第一章 緒論	(3)
第二章 棉稈皮的微生物脫膠法	(8)
一、微生物脫膠的营养問題	(10)
二、温度对微生物脫膠的关系	(16)
三、原料本質好坏对 脫膠的关系	(17)
四、時間对脫膠的关系	(18)
五、原料与浸液的比例問題	(19)
六、pH 值对脫膠的关系	(20)
七、脫膠結果的检查及脫膠后的处理	(21)
八、纖維的脫膠率及纖維強力測定	(23)
九、脫膠后的廢水处理及重用問題	(23)
第三章 利用堆肥式微生物脫膠的方法介紹	(25)
第四章 自然脫膠的簡單介紹	(28)
第五章 棉稈皮微生物脫膠的建厂技術問題	(30)
第六章 几种野生植物纖維的脫膠实验	(34)
第七章 产生脫膠酶的微生物	(36)

前 言

对棉稈皮及其他野生植物纖維的利用，已經在全国各地初步开始了，有的地区已經出現了不少的經驗和新的成績。这都是与国务院关于大力利用和收集野生植物原料的指示和党的領導分不开的。

关于野生植物纖維的利用，首先要解决的就是脫胶問題，这是一項关键性的工作。目前我国各地大多采用自然脫胶或化学脫胶方法，而充分利用微生物的活动进行野生植物纖維的脫胶是一个很有希望的新途径。

我室针对这个問題，总结了自然脫胶的規律，用人工的方法控制对脫胶有利的微生物活动条件，进行一系列試驗得出了初步的結果，受到广大羣众的支持，各地紛紛来信詢問資料及索取菌种，但是由于我們做的工作不多，很不細致，未能及时的滿足广大羣众需要，直到現在在某些試驗还未很好进行总结，有一些工作还在繼續进行。这里只能把已有的資料整理出来，作为一个不成熟的实验报告，也許对各地进行野生植物脫胶工作的研究有点帮助。

由于水平有限以及時間短促，可能有很多地方是脱离实际的。又因实验过程比較粗糙，因此会有錯誤的地方。我們除了整理自己的实验以外，还将我們所知道的其他单位所作的工作也作了简单的介紹，因此在某些地方也是东拼西湊的，特别是在建厂技术一部分我們沒有具体地做过，这一部分有待大家共同研究解决。

目前我們对引起脫胶作用的微生物还未研究成熟，特别是

菌种筛选和鑑定工作尚未完成,其他部分还需繼續工作。这本不完整的总结材料,希望有关方面的讀者提出批評与指正,在我們工作过程中,得到北京紡織工业研究所、湖北省商业厅、新疆分院、兰州分院、武汉郊区纖維厂等单位的帮助与支持,特此表示感謝。

1958年12月

第一章 緒 論

(一)在自然界中有很多細菌及真菌能分解植物中的果膠，過去人們將麻類莖稈鋪于田間，讓露水浸潤引起好氣性微生物活動分離纖維中的果膠，後來還逐漸發展將莖稈浸泡于水中，借嫌氣性微生物作用而分離植物纖維，在外国，尤其是苏联学者在微生物脫膠方面做了不少的工作，他們所用的原料大部分为麻类，如：亚麻、苧麻等，发酵温度最低的有 29 度，最高的为 40 度，在菌种方面主要的細菌如，*Granulobacter pectinovorum*, *Bac. felsineus*, *Clostridium felsineum*, *Clostridium cannabinum*，也有的用霉菌（Mold）及真菌和酵母菌来进行脫膠，已知的菌种有 *Asperigillus niger*, *Toshinobu Asai*, *Teiji Nakanishi*。

他們的脫膠方法大部分是浸泡于水中，主要是利用嫌氣性作用，但也有的將莖稈堆积起来，洒以少量水分，利用好氣性細菌活動來脫膠。

如在浸泡液中接種以上任何一種菌种后，一般都可以縮短脫膠時間，如有，可將 *B. felsineus* 放于浸液中，脫膠時間从 7—9 天縮短为 5 天，而脫膠后之纖維顏色潔白而光澤。接種了 *Granulobacter pectinovorum* 后，也可加快脫膠速度，但在纖維上有殘余的植物組織顆粒。

1956 年苏联学者 Krutikova 及 Lesik 曾將液体培养之菌种 *Clostridium felsineum* 接種于大麻漬泡液中，另外又从苧麻莖稈上，取得之野生酵母菌，經干燥培养后，接種于大麻浸泡液中，前者脫膠時間可以从 69—71 小时縮短为 41—40 小时，接種了干燥培养之酵母菌后，也可縮短浸泡時間达 20—50 %。两者

所得 2—3% 纖維平均长度也增加。

除了接菌种外,也可用微生物产生之酶来加速脱胶作用,如英国有 Barnah, Watson; Barnah 等从热带的某一种真菌 *Thielaviopsis paradoxa* 混合制成称作“Hiparol”的混合酶来浸泡各种麻类,据他们报道脱胶很快,且很均匀,而纖維强度也較良好,关于麻类浸泡液以及浸液之胶膜的化学成分,苏联学者 Drublyanets 曾試驗过将亚麻浸泡于尿素液中 48—60 小时后观察脱胶膜中的微生物,发现在脱膜之中桿菌及双球菌,此粘胶质可溶于 2% 盐酸或硝酸中,据他们报道此粘胶物质是混合的单酯类,且含有阿拉伯聚糖及果胶之混合物,瑞典学者 Enebo 及 Carlsson 等,也曾經公布过亚麻浸泡液中之化学成分,据載含有揮发性酸,如蚁酸 0.7%、醋酸 61.2%、丙酸 6.5%、丁酸 31.7%;如加入 *Granulobacter plectinovorum*, *Clostridium felsineum* 菌种后,浸泡内之化学成分又不同了。

苏联学者 Г. Л. Селибер 及 В. А. Алексеев 曾將浸液之 pH 与嫌气性細菌脱胶的关系作了試驗,找出了菌种 *C. felsineum* 最适宜的 pH (酸碱度)为 5.6—6.4。另一菌种 *P. Plectinovorum* 之最合适酸碱度 6.8—7.2,在碱与酸性浸漬液中,其化学成分也不相同,如果 pH 大于 7 时,培养液中丁酸占优势, pH 小于 7 时,醋酸增加了丁酸減少。

此外苏联学者在 1942 年也研究了嫌气性脱胶,不同的氮素营养物如有机与无机含氮物质与脱胶的关系,他們认为增加了氮素营养物后,是增加微生物之氮源,但不是微生物脱胶的輔助因数。

(二)我国是一个世界产棉国之一,棉作物在农业中占重要的地位。棉花在国民經济中及人民生活中是不可缺少的。棉稈皮中也有着很好的纖維,从剥出的棉稈皮晒干后的产量計算,含有纖維素百分之二十五至三十,这种纖維經過加工后,可以用来

紡織紗布，可用來造魚網，織麻袋。全國現有棉田一億多亩，每亩平均 80 斤計算，每年棉稈皮的產量近一億担，如果能充分利用起來，能有力地幫助解決棉布供應及麻袋原料問題，給國家增加財富 15 億多元。但是過去人們並沒有重視棉稈皮的經濟價值及對其纖維的利用，農村中大量棉稈皮都作燃料燒掉，長時期這樣浪費了。解放以後，在黨的領導下，棉稈皮及其他野生植物纖維得到了應有的重視，各地都在設法進行加工利用。在加工問題上主要是脫膠，農村中一般採用自然脫膠的方法，將棉稈浸到池塘中，經過一個相當長的時間以後，纖維間的果膠獲得分解，實質是人們無意識的利用了微生物在自然條件下生長繁殖及活動的結果，這個方法費時間很長，城市的纖維廠是利用化學方法脫膠，用鹼液蒸煮後加酸中和。這個方法時間短，幾個小時即可，但是成本較高，化學藥品不易買到，特別在工農業大躍進的時代，化學藥品到處需要，而且脫膠後纖維的顏色變褐，拉力質量降低，受到一定損壞。此外，並由於化學脫膠先要將棉稈皮截成短片，因此不能作麻袋原料。

1958 年 6 月我室研究了微生物脫膠法，用人工條件造成微生物脫膠活動最有利的環境，縮短脫膠時間，避免質量變壞。這個方法有如下幾個優點：

1. 製造工本低。它不需要化學藥品，不需要複雜設備，除了一些勞動力外，勞動力也是遠遠節省的，簡直不需要什麼成本，所用的材料主要是人糞便，用後還可作肥料。比起化學脫膠每百斤 22.08 元的工本費，全國一億亩棉稈皮脫膠費用計算每年節約七億元。

2. 比自然脫膠省時間、把握大、效果迅速、容易推行。自然脫膠往往費時三個多月質量難於保證，農民很難抽出時間專操，因此不易推廣。

3. 產品質量好。微生物脫膠的產品潔白有絲光，纖維長，

拉力強。

4. 可以就产地加工,不必将原料遠途轉運。由于此法設備簡易可以在人民公社或生产队就地加工。

5. 可以增加肥源。由于棉稈皮本身有含氮、磷、鉀肥料三要素及农作物所需要的微量元素,因此脫胶廢液合理利用起来是一个很好的肥源。因此这个方法在当前比其他二个方法都优越的多,适合生产。

微生物脫胶与化学及自然脫胶方法的比較

脫 胶 法 項 目	微生物脫胶法	化学脫胶法	自然脫胶法
成 本	3.50元(每百市斤)	22.08元(每百市斤)	3.00元(每百市斤)
时 間	10—15 天	12 小时	90—120 天
拉力強度	37公斤(每克纖維)	不穩定	3.8—27.3 公斤
色 泽	白色	紅棕色	白色有时控制不好 会变黑色
用 途	用途很广,可作紡 織用,可織麻袋、繩 子、造紙、作電綫等 用处	可作紡織用	用处很广
处理后廢 水的利用	全国每年处理棉稈 皮的廢水,相当于 六万噸硫酸銨(可 作肥料)	无	无

从三种脫胶方法的效果比較,就可以看到用微生物进行棉稈皮及其他野生纖維脫胶的意义更重大了。

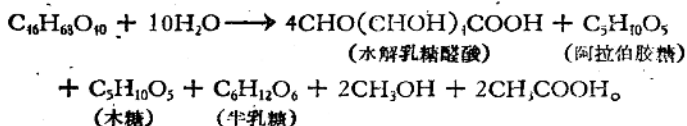
棉稈皮的纖維不但可織成粗的紡織品,而且可織成多种多样的产品,它与混合物(以50%的棉稈皮纖維及50%的毛)可紡織成美丽鮮艳的外衣絨料,它可以与棉花3:1的比例制成温暖的棉被,也可单紡成适用的棉布。全国的棉稈纖維全部利用起来可以織成16亿尺棉布,平均每人約有2.7尺,它还可代替黃麻織

制麻袋,其脫胶好的成品強力与黃麻相同。

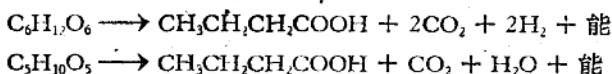
加强棉稈皮及其他野生纖維的利用,可以促进农业的发展,如果把野生纖維全部利用起来,可为农业积累一大笔資金,可以促进地方工业的发展,促进紡織业和手工业的发展,也能为其他工业开辟广闊的原料源泉,也能促使农村的科学技术研究工作的发展。

第二章 棉稈皮的微生物脫膠法

棉稈皮除了纖維之外，還有果膠木質、單寧、五碳糖、表皮細胞等物。在棉稈組織內，把細胞膠合起來的就是果膠質，因此棉稈的纖維與木質和表皮被果膠質緊密地粘附着，植物的這些果膠在十九世紀二十年代，已經被分離出來，但是它被微生物所分解的過程卻很久不能了解，其原因是人們對於它的化學性質認識得不够，直到近些年代來才比較詳細的有了研究。所以我們想利用棉稈皮中的纖維就要先將果膠想法除去，使纖維好好的從木質表皮等雜物中解放出來，除去果膠的過程就是“脫膠”。脫膠的好壞直接影響棉稈皮纖維的質量和提取率，因此脫膠過程是很重要的。果膠水解可得出 65 % 左右的水，果膠和 35 % 左右的膠糖（阿拉伯膠糖 Арабан）。水化果膠的重大組成部分是果膠酸，它在果膠酶的作用下可以被分解成下列產物：



但是果膠被果膠酶水解時，並不放出能量，所以這些產物中有些如乳糖、阿拉伯膠糖、木糖等，還要在嫌氣性細菌的作用下，繼續進行丁酸發酵：



因此在脫膠過程中到一定時間，浸液中就變酸，最強的有達到 pH 2—3 的酸度。棉稈主要是二部分構成的，外部是韌皮部，內

部是木質部，纖維是在韌皮部組成韌皮束；韌皮束在韌皮部中由果膠和週圍的組織結合起來，其本身由許多單個的長而細的纖維互相以果膠粘結而成。而每一長纖維含有許多短的，互相以果膠粘着的纖維縱向粘結起來的短纖維絲，這樣其纖維與表皮及木質牢固的粘着在一起，因此棉稈皮的脫膠比起其他麻類，如苧麻、黃麻等的脫膠困難得多，在我們的試驗過程中，同樣的處理下，棉稈脫膠要十幾天以上，而苧麻脫膠只要二、三天即可。

總而言之，利用微生物對野生植物纖維和棉稈皮的脫膠是完全可能的，現在我們的任務是如何的在較短的時間內研究出更好更快更省的脫膠方法，來代替化學脫膠。

微生物脫膠就是研究了自然脫膠中的微生物活動規律，掌握這個規律，採取適當措施來加速微生物生長繁殖，並控制微生物的活動，使之適合於我們的要求。

在植物外皮組織中，含有豐富的碳水化合物，含有少量的氮，如將其浸入水中，其中水溶性部分就會很快的溶解出來，再加上人工的營養物質和給予適宜的溫度，於是伴隨着植物外皮組織，如棉稈皮等入水的細菌就開始繁殖起來，產生大量的果膠酶。這樣在果膠酶的作用下，果膠分解成各種糖類，微生物在繼續進行丁酸發酵作用，在這樣的過程中使各種碳水化合物變為有機酸（主要為丁酸），在這樣的過程中使纖維與其他組織分開，也使纖維之間分離成為可以應用的紡織原料。

在我們實驗過程中，知道利用微生物的方法進行脫膠，要注意以下幾個重要的問題：

第一，營養物質問題：因要使微生物很好的大量的生長繁殖，就必須給予合適的營養條件。

第二，溫度：因為微生物要生長繁殖得好，就要有一個適宜的溫度範圍。

第三,菌种問題:如果从发酵液中有了脫胶能力比較強的菌种,而且这种菌占了絕對优势,就更能保証脫胶的順利。

第四,原料問題:原料的好坏直接影响脫胶的情况。

一、微生物脫胶的营养問題

要找到适合于脫胶的微生物生长繁殖最好的营养,就首先要考虑到,这种营养物要便宜、易得,更重要的是适合于农村条件,在农村中能大量进行脫胶生产的可能。我們发现人糞便对棉稈皮的微生物脫胶有特殊的促进作用,是脫胶应用上很适合的营营养物。在实验过程中,除用糞便外,还用其他各种营养物质及化学藥品作营养,进行脫胶試驗以及用不同浓度的糞便做試驗。

(1) 不同浓度的糞便对脫胶的关系:

开始我們用人的大便及少量的小便稀释成不同的浓度,从1—8%分別进行試驗,每个浓度作二个缸(缸是容量十升左右的綠色瓷缸)。缸內分別放入不同浓度的糞便稀释液十升后加棉稈皮十两,放入三十六度到四十度的温室中进行数次实验,从实验的結果中得出以4—5%的浓度糞便脫胶最好,時間最快。以下列表可以表明。先后共作三次实验,实验結果基本一样,現将其中二次結果列表于下頁:

从下頁表中可以看出 pH 的变化是逐漸降低,也就是酸度逐漸增加,这說明了微生物作用的結果使得碳水化合物分解成有机酸,酸度变化越大其脫胶情况也就越好。糞便浓度以4—5%的脫胶最好而且脫胶也比較完整,其他的就較差,以1—2%最差,3%和6—7%基本差不多。因此从几次实验結果証明以4—5%糞便浓度为最好,为什么呢?这是因为微生物在生长繁殖过程中最需要的是碳源和氮源,而且碳与氮之間要有一定比例,因为微生物生长繁殖要吸收碳素,一部分用来合成自己的細

不同浓度的糞便結果比較表

次 數	檢 查 天 數 不 同 濃 度	脫膠五天 后 結 果		脫膠八天 后 結 果		脫膠十天 后 結 果		脫膠十三 天后結果	
		pH (酸 碱 度)	脫 膠 情 况	pH	脫 膠 情 况	pH	脫 膠 情 况	pH	脫 膠 情 况
第 一 次 實 驗	1%	6.5	无变化	6.5	+	6	++	5.5	++
	2%	6	+	6—5.5	+	6—5.5	++	5	++
	3%	6	+	6	++	6	++	5	+++
	4%	5.5	+	5—5.5	++	5	+++	4	++++ (脫膠 好)
	5%	5.5—6	÷	5	+++	5	+++	3.5—4	同上
	6%	6—6.5	+	5.5—6	+	4	++	4	同上
	7%	6	+	6	+	5.5	++	5—4.5	+++
	8%	6.5—7	+	6	+	5.5	++	5	+++
第 二 次 實 驗	1%	6.5—7	无变化	6.5	+	6	+	6	++
	2%	6.5—7	同上	6—6.5	+	6	++	6	++
	3%	6.5	+	6	+	5.5—6	+++	5.5	+++
	4%	6	+	6	++	5.5—6	+++	5	++++
	5%	5.5—6	+	5.5	++	5.5	+++	5—4.5	+++
	6%	6—6.5	+	6	++	5.5	++	5—5.5	+++
	7%	6.5	+	6.5	++	6	++	6	+++
	8%	6.5	+	6.5	++	6	++	6	++

注明：以“+”号的多少表明脫膠的好坏

胞質，另外的一部分是用来产生活動所需要的能量；同时也要吸收氮素合成自己的細胞質。根据微生物的化学成分分析，我們知道碳占微生物干重量的 50%，氮占 10%，二者之比为 5:1，也就是說微生物每利用一分氮就要利用 5 分碳，另一方面微生物对碳、氮的利用上，氮只能用来构成細胞質，而碳不但用来构成細胞質还有大部分用来作能量物質，一般細菌只同化 20% 的碳，其 80% 的碳都在呼吸中氧化了，当細菌每消耗 100 克碳只

有 20 克合成細胞質，則其比例為消耗碳总量比合成細胞質的碳量等於 5:1，實質上其消耗碳氮的比例是 25:1。

因此我們可以知道微生物每消耗 25 克的碳就消耗 1 克的氮，則在其生長的環境中，也就是在浸液中要基本達到各個比例對其生長才好，我們在浸液中加入糞便的主要目的是供給氮，當然也有部分 C 源和其他各種元素，碳主要是從果膠中得到，所以加的太少時，N 源不足對生長就不利，如果糞便加太多時，對微生物生長也沒有好處，根據我們實驗的結果認為 4—5% 的糞便最好，也就說基本上能達到微生物在脫膠活動中所需的 C 與 N 的比例。

不同濃度糞便量的含 N 量的測定結果

濃度	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	純糞便
含氮量	0.011	0.0218	0.033	0.045	0.054	0.061	0.075	0.087	1.073%

(2) 不同營養物對微生物脫膠的關係：

我們為了尋找更好的物質作脫膠過程的營養原料，進行了不同營養物質對脫膠作用的試驗，因為我們用糞便作營養雖然很好，但在生產中不太衛生，也不很方便，同時它雖然在農村中容易獲得，但它也是農村中很好的有機肥料，如果大量移到脫膠方面來使用，可能有矛盾，很有必要另外找東西代替，我們選擇進行試驗的有 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ （硫酸銨）， $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ （碳酸銨），脲素， $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ，豆餅，牛糞，豬糞，豬糞與牛糞相混合，純大便，大小便混合，湖泥，消毒過的糞便等物質。其試驗方法是：

1. 純大便及大小便混合，牛糞，豬糞，牛豬糞混合等都是用 4% 濃度進行實驗。

2. 豆餅也是用 4% 的，先把豆餅研細後，稱量，第一種方法是將豆餅浸入冷水中，加入棉稈皮進行處理；第二種方法，把豆餅先浸到沸水中；第三種方法是將豆餅煮沸半小時，結果這三種

方法比較,后者最好,因为豆餅經過煮后;其营养物質迅速溶解于浸液中的較多,这样便于微生物吸收,因此生长繁殖的就好,脫胶也就好。第二种方法稍好些,第一种方法最差,因为豆餅內的营养物質未能很好溶于浸液中,因此就不能很好被微生物吸收。

3. 小便:我們用的純小便不加水,將小便稀釋至4%左右及稀釋到10% 三种方法,將棉稈皮加入,結果以10% 左右脫胶比較快,全部用小便最不好,棉稈顏色变深棕色。

4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (硫酸銨),用1.5% 及2%、3%、4%,結果以3—4%为最好。

5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (硫酸銨) + K_2HPO_4 (磷酸氢二鉀) 的处理方法:(1) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (10克) + K_2HPO_4 (10克); (2) 各15克; (3) 各20克都放于10,000毫升水中(处理結果,以后者較好)。

6. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (碳酸銨):(1) 1.5%; (2) 2%; (3) 3%; 三种浓度进行实验。

7. 消毒与未消毒糞便的比較:消毒的目的是將糞便中的病原菌杀死,使工作时卫生条件較好,消毒方法:(1)用高压灭菌,一个大气压30分钟;(2)用巴氏灭菌煮沸60—80分钟,但是这些方法在实际生产中也很不易作到的,同时在灭菌过程中一部分氮就跑掉了,这样糞便的含氮就少了,对脫胶也可受到一定影响,实验結果未消毒的比消毒的較好。

8. 湖泥和湖水混在一起加入棉稈皮,在36—39度下处理,这主要是根据自然脫胶的方法,进行处理。結果不好,棉稈皮未脫胶反而变的很黑,这是与湖泥中有硫化氢細菌产生大量的硫化氢是分不开的。

总的看来处理結果是:各种营养物比較起来,还是以大便或大小便混合最好,如温度能很好保持在36度—40度,脫胶时间是10天左右,其他各种营养物質就比較差一点。为什么糞便比

較好呢？根据文献的記載，有机的N是比无机的N好，从我們实验中也能看出这一点来，同时在粪便中不但是有微生物所需要的速效性N源，还有各种的微量其它元素，此外并由于粪便中还有适当的生长輔助因素，这样就使产生果胶酶的微生物有了良好的营养条件，粪便发酵所产生的硷，对脱胶所产生的酸还能起緩冲作用，有利于細菌繼續发育，这也是有利因素之一。

各种营养物质其含N量的成份是不一样的，根据全氮量測定結果列表如下：

各种营养物質的含N量

原料名称	含氮量	原料名称	含氮量	原料名称	含氮量
大便	1.07%	硫酸銨	20.7%	湖泥	0.28%
小便	0.75%	碳酸銨		废水	0.036%
大小便混合	0.85%	硫酸銨+磷酸二鉀			
牛粪	1.10%	尿素	45.50%	新鲜棉稈皮	1.10%
猪粪	0.91%	豆餅	7.66%		

含N量的測定方法：

各种有机营养物如粪便，豆餅等中，重要成份是C、H、O、N等元素，这种元素构成复杂的有机化合物，这些有机化合物約占全部干物質的90—97%，而氮在干物質中仅次于碳氢。

我們所用测氮的方法是用凱氏微量定氮法，它的基本原理是将蛋白質的氮素氧化成为氨，与硫酸化合成硫酸銨，然后測定NH₃量，由此換算出氮的含量。

其反映方程式：

