請大家注意養莖麻蠶

中國科學院實驗生物研究所

參加工作者：朱洗、張果、蔣天驥、王高順、何家驊

王幽蘭、龐詩宜、吳愛華、葉峰

(一) 我們為什麼要提倡養莖麻蠶呢？

我們中國是蠶絲事業的祖國。我們賢能勞苦的祖先，遠在四千多年以前，就知道種桑育蠶，繅絲紡織，製成華麗高貴的蠶絲衣着。據古書記載，“元妃嫫祖教民育蠶。”這當然是一個代表性的人物。其實，這樣巨大的發明，非經許多代勞動人民共同努力，連代改良，是決乎不能成功的。除古書記載以外，我們尚有實物更確鑿地證明我國育蠶事業早已盛於古代。據發掘殷墟的報告，在商朝盤庚時代的坟墓裏，尚保留着可以令人鑑別的蠶繭與蠶絲。盤庚到現在已有三千六百多年了。這樣看來，不但蠶絲始於中國，而且繅蠶絲而必有的紡織工業，又應該是中國人先發明的。

我們的先民精究了桑蠶之後，又想到利用別種能吐絲作繭的昆蟲。因此，在漢朝，已有柞蠶 (*Antheraea pernyi*) 的記載；可知這一蛾類的繭絲，繼家蠶之後，又被當時的人民所利用了。其他如樗蠶 (*Attacus cynthia*) 的繭絲也早已見諸應用。惜其開始的年代，尚待考證。

世界各國，除直接間接由中國取去蠶種，傳去技術以外，還學去我們祖先利用吐絲昆蟲的精神。因此，許多與中國壤地相接或古代來往較早而較多的國家，如日本、印度支那、印度和近東各國，先學會養育桑蠶的技術；後又在他們的國土上，尋覓野生的蠶類，作為利用的目標。我們應知道，一種新興的事業，創始甚難；學習和推廣自然比較容易。說到這裏，我們便肯定地認識到，我國古代的科學工作者，早已開闢出一門全新而又極關重要的科學，這就是昆蟲的應用科學——利用吐絲作繭

莖麻蠶 (*Attacus ridini*)

上：雌蛾 中右：繭 中左：蛹 下左：卵

下右：大眠後第五天幼蟲 ($\times 1/2$)

的害蟲，為我們製造華麗、溫暖、舒適的衣着。這便是結合實際的科學工作者的精神；這正如米丘林所說的：“不等待自然的賜予；要向自然索取。”的科學精神。

我們實驗生物研究所裏一部份工作同志，過去雖在蠶上做了一些工作，但缺乏結合實際的積極性。解放之後，政府、黨、和院長屢次號召我們：科學工作要注重結合實際，為人民與祖國服務。全

體同人受這種真理大義所感動，忠心耿耿，力求實際。因此，我們就想到印度產的一種吃蓖麻葉的蠶兒上面了。

爲什麼不想改良本國的桑蠶，而特愛遠道的印度蠶(*Attacus ricini*)呢？這是有理由的。

印度蠶是吃蓖麻葉的。我們的家蠶是吃桑葉的。蓖麻這一植物是非洲熱帶原產，生長極快，又不擇土地：隨便什麼地區，如堤岸、路旁、廢址、荒丘、山地、瘠地、海邊、沙地和鹽鹼土——都能生長；換句話說，這一植物適於在荒地、廢地上種植；只要播下種子，無須耕作，又不要肥料；他們自然能克服任何一種惡草，而達到特別茂盛的姿態。三、四月播種，六、七月就能採葉養蠶。時間很快，成本又極少，可是獲利却有相當的可觀。至於桑樹，生長極慢，又需要較肥沃的土地；如果土地不良，非有較多的人工和肥料，決乎不能好好生長；無怪江浙蠶區裏，多數良田全爲桑樹所佔領，影響了主要作物的栽培。而且短短的三個月的一株蓖麻樹所產的葉量，比較一株已經種了三年的桑樹還要多些。這是我們第一種理由。

這種印度蠶或稱蓖麻蠶，是多化種，每年可以連續不斷發育五、六代。在我國溫帶地區，每年自初夏以至晚秋，連養三、四代是沒有問題的。如能配合素來養育桑蠶的地區，那末，養了獲利最豐的春桑蠶以後，即可繼續養蓖麻蠶。夏季天氣過熱，不適合養育桑蠶，但是這種印度蠶，在他們本土上，慣常更惡劣的氣候。他們到了我國，即在夏季，亦能生長得很好：體質強健，疾病稀少；只要十五到十六天，即能上簇作繭。總計時間，要比家蠶節省三分之一。這是我們的第二種理由。

我們剛才說過，桑樹培植需要長久的時間（需要三年才能使用），需要肥沃的土地，需要勤耕、除草、翻土、修剪與施肥，而所得，只是少量的桑葉。種植蓖麻，完全相反：他們不但省時、省工，又可以利用廢地種植，而所得結果，除生產多量的葉子以外，還有更寶貴的蓖麻子，每畝可收一、二百斤。這些種子內部含油特多（40—50%）。蓖麻子油有它特殊的性質，用途極廣；甚至有時決非別種植物油類所能替代：如製造機器滑油、染織廠裏的土耳其紅油、高級肥皂、瀉油和印油等。至於剩餘的滓渣，就是蓖麻子餅，是上好的基肥。鄉村農民個個都有需要。所以這種植物，非但不需要我們付出肥

料，而且每一畝廢地所得的蓖麻子餅，足供一畝種植重要作物的基肥。此外，農家還可以利用它的樹皮上的纖維，來做繩線；利用它的大量的桿子（每畝可產四、五千斤）當柴火。總一句話說：蓖麻樹的經濟利益，無論在普遍的一方面，或特殊的一方面，都遠超出桑樹以上。這是我們的第三種理由。

在新造的堤旁，或過去旱瘠的沙丘，或海邊的鹽鹼土，或西北的鹽鹼土上，種植蓖麻都能生長。在這些區域，如能普遍種植，除出以上所舉的利益以外，還有固着沙泥，吸收水量，調濟氣候的功能。這些利益，雖然不易覺察，如能大量種植，決非誇張之言。這是我們第四種理由。

總之：利用全國廢地，利用各處鄉村剩餘的勞動力，大量普植蓖麻，養育印度蠶，的確是最適合目前新中國需要的一種新事業。這一事業的利益，既能深入各省的農村，充裕農民經濟，又能供給多種必需工業的原料，又能保護堤防，固着沙土，吸收水份，改良氣候，還不够樂觀嗎？

看了以上的文字之後，我們相信在目前情況之下，一定有些老成謹慎的科學工作者，仍有可能，帶着一點警戒意味，對我們發出以下的疑問：

你們所說的種種樂觀的希望，在目前，這一件事，還未進行的時候，充其量，只是一種理想中的可能性而已。倘使一旦付諸實行，你們以爲一點沒有困難嗎？

困難是有的。我們大家要共同來克服它。

在蓖麻蠶的飼育方面，我們已經集體做了一年工作，連續養了六代。我們覺得迫切待解決的難題，只有兩個：一個是保蛹和保卵的問題；另一個是過冬的問題。

我們過去已有許多實驗、觀察和統計的結果，很明白地告訴了我們：這蠶是長年發育，無休眠的時期。他們的蛹和卵都害怕高溫而又乾燥的氣候。在我國夏秋二季，非有適當的環境條件（溫與濕），保證他們良善的發育，則蛹的發育可能發生阻礙；羽化之後，不能交尾；即使勉強交尾產卵，此卵又有不能完全孵化的危險。對於這一問題，我們已經找到解決的門徑。

至於過冬問題，當然非常嚴重，如不想辦法解決這一困難，一到冬季，天氣寒冷，霜雪下降，蓖麻葉全部凋零，蠶種一定非死滅不可的。對於這一困難，我們已經有了解決的方法：我們想法用別種多

季生長的植物，替代蓖麻葉，供養它們，使其照常做繭，照常繁殖。我們已有多代的實驗，證明這類代替物有肯定的價值。

說到繅絲和紡織各問題，我們以為應該聯合有關部門去解決。至於育種和馴化乃是長期的工作，此地不必多談了。

總之：對於養育蓖麻蠶這一事業，應該是被目前新中國所注意的；主要的困難，既有解決的眉目，那末，各地小規模的試育工作，便應該立即開始進行。

(二) 蓖麻蠶的飼育法的研究

一 卵的變色

蓖麻蠶卵受精後，即產出母體以外；外形與家蠶卵相若而略高，略作淡綠色；水引不甚顯著，發育就此開始。這樣卵色，一直維持到孵化的後半期，都無顯著的變化。我們都知道，桑蠶的卵受精與否，在產後第二天或第三天，即能依其變色與否，分別得十分清楚。蓖麻蠶卵在發育前期，決不變色，所以在這裏，不能應用家蠶的經驗，預計其發育之好壞。只待將近孵出前二、三天，卵的固有顏色逐漸改變。這是因為當時卵內胚子發育已到相當完整，蠶蠶的身體上已經呈現黑色。這些色素透過半透明而具淡綠色的卵殼，便使整個卵表，呈現灰白色；不過，非有兩種不同的實物相對照，或素有經驗的人，還是不易認識清楚的。但未經受精的卵，通常容易乾燥；外方，不久就發現較深水引，或凹面，這倒是容易看到的。

二 卵的孵出

小蠶孵出以前數小時，開始依其大顎咬碎卵前端，——即具精孔的一端的卵殼，慢慢向外爬出。出卵以前，幼蠶在卵殼中，必須有最大的努力，使能脫出這一天然的保護物。通常，在天明的時候（或更早），它就用其堅強的大顎，漸漸括去上極（指有精孔，而形較大、較平的一端）頂部內層之卵膜與卵殼，使後者漸漸變薄，而減少其堅固性，增加其透明度；人在外方，用擴大鏡看得相當清楚。待到清早七點到八點鐘的時候，便有多數蠶兒已經在卵端上，穿破一個小小的出孔，此後它就沿着出孔周邊，利用他的剪刀形的大顎，一塊一塊地，剪下來，然後將殘殼一起吃下去。每剪一小塊，需要二十

多次繼續不斷的剪動。剪落之後，咀嚼和吞嚥的時間，似乎只須數秒鐘就成了。有時稍經休息，有時不經休息，繼續工作。這樣一連要剪下三十幾塊，才能開出一個邊緣不整的卵形孔道；只要頭部能出，體部就無問題了。出卵的時間，只須3—5分鐘。總計自顯露小孔到出蟻，在20°C的環境中，大概需要二小時。但亦有少數經過二小時以上的努力，不能完工的。所以每天早晨出蟻最盛的時間是八到十點。此後，陸續亦有孵出的。所以收蟻還是在下半年最為適當。下午和夜間，出卵的數目很少，不足重視。我們細究小蠶出卵的道理，似乎有化學和機械二方面：小蠶先吐出一些帶有浸蝕性的液體（或許其中含有某類酵素）先使卵殼軟化；再利用大顎的機械力量，慢慢剪成小塊，吞下去消化了。這是小蠶的第一餐，又是最艱巨的一餐。

方出卵的幼蟻只有頭部是黑色發光的。體部也顯有些圓形的斑點；在每節前後兩邊，排列成兩個橫行；每行五個，間着六個肉瘤排列，非常整齊。當時肉瘤上，只有剛毛，而無色素。過了半小時，或一小時之後，斑點由灰色變為全黑；肉瘤上部也顯出黑色。因此，整個蠶體的顏色便加深了（頭後第一節的黑斑混合成為橫列的黑帶，這是例外）。初出卵的幼蠶要尋覓一個可以隱蔽的場所休息；它們似乎怕光，故歡喜集體藏在葉之陰面。倘受外物所擾亂，每個即會吐出口水，或張開大顎，以事抗拒。他們初出時，不吃葉子，即使有些個體，在一小時後，能在葉上就便咬了幾口，但立即放棄。正式開始吃葉，要待出卵後3—4點鐘開始。進葉後2—3小時，開始排糞。

三 收蟻

因為飼育方便起見，不願逐日收蟻，分別飼養；亦可以將收集的蟻蠶，先保存在低溫的環境中（10°C左右），不給任何飼料，待收齊三天蟻蠶，一道向食，亦無不可。據我們許多次試驗的結果，蟻蠶在寒冷濕潤的環境中，保存數天，對於它們將來的生長，毫無妨礙。至於在高溫的環境中，至多只能保存一、二天；時間較長，便有餓死、或餓傷的危險。

四 蠶體顏色的變化

蓖麻蠶蟻出卵時，身材就比桑蠶蟻大而肥，因

爲前者的卵，比較後者的卵，要重二倍半到三倍。此外，還有一種值得注意的區別，就是蓖麻蠶蛾的身體除遍生長毛，一般呈現灰黑色以外，每節中央區還有六個深黑色的凸起或稱肉瘤，按次序排列——每節背部中線兩側各有三個。每個凸起頂端都有五、六根剛毛，旁邊間有黑斑。頭部完全黑色，其他一般皮膚爲灰棕色。在發育的過程中，這色素漸漸退化。到第一次脫皮以後，黑斑顯然消失不見；除第一胸節和尾節以外，一般皮膚呈現淡綠色。到第二次脫皮以後，凸起上的色素也消失。到第三次脫皮以後，全身幾乎全無斑點，連頭部也由黑色變爲灰色了（但後方第一、二兩節氣孔旁邊的斑點存而不變）。由這一時期開始，身體外表發現一種由排泄物構成的白色粉末。此後再沒有什麼特殊的變化。所以成蠶的身體只是均一的淡綠色（亦有白色變種），非常美麗，但肉瘤和剛毛始終存在不變。

五 蟻蠶的習性

蟻蠶性喜羣居，在自然狀態之下，它們羣集在蓖麻葉的陰面，彼此擠得非常緊貼。吃葉時，大家向外散開，各個走到葉的周邊，從事咀葉工作。因爲它的身體老是隱在葉之下方，只有小小的黑色發光的頭部在葉邊露出。這時候，我們若在葉的上面觀察，就像葉的邊緣綴有許多小黑珠似的。在家養的狀態下，這種習性仍不稍變。過了幾分鐘的進食之後，它們又作羣集的休息，仍是擁擠在葉的下面。這時候，它們的身體彷彿以倒置爲舒適：背部願意向地，腹部願意朝天；取食時，亦不願改變其身體原有的方向。因此之故，我們飼育蟻蠶時，無妨用整個葉片，或將葉片粗粗扯成數小塊，較爲適宜。切葉工作，在這裏非但無此必要，而且妨礙它們密集的生涯，不符自然的天性。這一點，育蠶家也需要密切注意的。

六 給葉與溫濕度

環境空氣倘使乾燥，養育蟻蠶，便有保濕的必要。倘不保濕，葉子容易消失水份，乾葉飼養，有碍蠶體之生長。保濕的方法，亦極簡單，倘使大量飼育，則房內或箱內，必須時常洒水，或懸掛浸水布，務使溫濕表上的乾濕兩球之差在三度到四度之間，最爲相宜。在濕潤的環境之下，日裏每隔四小

時給葉一次；夜晚天氣較涼，爲便於工人休息，可以隔六小時給葉一次，也無妨礙。飼養環境中，溫度高低，我們認爲沒有多大關係。我們在盛暑時期，日間蠶室溫度在 33°C ，養過這蠶；結果亦很滿意。但在 32°C 的常溫而且十分多濕的（乾濕差只有一度）房中飼育，結果不好。但此缺點，只表現於四眠以後的大蠶上：它們脫皮不能順利，死亡亦相當多。至於幼蠶，在這高溫多濕的環境中，只見發育非常迅速，沒有顯著的病態。總之：我國各省，夏、秋氣候，日中很少能高出 32°C ，夜晚很少能高出 30°C ，養育這蠶，大致應該沒有問題。在南方，倘遇天時劇變，高溫多濕，便應該打開窗戶，使能流通空氣，使室內比較風涼。在北方，倘遇高溫乾燥的天時，蠶室內必須時常洒水或懸掛濕布補充濕氣。這也不是困難的事情。說到西北各省，或高原地區，晝夜溫度變化甚大，我們以爲只要白晝熱度不高出 35°C 以上，夜晚不降到 10°C 以下，這蠶似乎都能適應環境，到達完善的發育。這類試驗，仍在進行中。

說到生長的速度，則因環境的溫度之高低和食物之好壞，有相當巨大的不同。

七 生長速度與脫皮

在夏季，蓖麻葉生長極快，似宜大量養育。當時氣候，假設日中是 $30-33^{\circ}\text{C}$ ，夜晚 $28-30^{\circ}\text{C}$ ，那末，蟻蠶只需二天，或不到二天即自絕食休眠，準備換皮。這第一眠的時間，不到一天，立即脫去舊皮。脫皮之後，過了一、二小時的休息，即能自己進食。再經過兩天，或不到兩天，即開始第二眠。過了一天，眠醒之後，又要餉食。這第三齡的時間比較第二齡要長些：大約需要三天左右。此後，就是第三眠。三眠所需時間也和以上各眠相似。眠醒之後，即爲第四齡的蠶兒。四齡需要三天半或四天營養，才能開始大眠。經過一天的休息，脫皮之後，即臨大生長時期：食葉多、生長快，故亦可以稱之爲“盛食期”。這裏生長的規律，大概和桑蠶上所見的差不多。盛食期的長短與食料之充足與否大有關係。倘使葉量充足，則能在五天左右便上簇作繭。總計夏蠶所需的時日，大概是十六天左右。照此速度看來，蓖麻蠶的長成速度大大超過桑蠶；在同一時代，桑蠶至少需要二十五天。彼此相較，蓖麻蠶的優點，誰都應該承認的。

八 夏季適於養蓖麻蠶

蓖麻蠶的優點，除去它的生長迅速，節省人工以外，還有更重要的好處。每個養過家蠶的人都知道，夏季養育桑蠶是最冒險的事情：成功的機會很少，而失敗次數極多。因為家蠶最怕高溫多濕的天氣；改良種更不適於夏季飼育。所以江浙雖屬蠶區，但夏蠶絲的產量，可說微不足道。蓖麻蠶不怕高溫，夏季養育，亦不會因此發生可怕的疾病。作繭率在95%以上。這是肯定的事實。若要尋覓解釋，亦不困難。這蠶的原產地是印度東北部以及巴斯坦的孟加拉灣一帶的孟加拉（Bengale）和阿薩密（Assam）為最多。當地氣候炎熱，沒有寒冬。夏季多雨（每年雨量在2000毫米以上；有些地區，到達15000毫米以上）而潮濕，較諸我國南方各省為尤甚。這種蠶既能在那裏生長，成了習慣。到達我國溫帶地區，雖然夏季比較炎熱而多濕，但與他們原產地相比較，已經改良多多了。因此，他們很能適應我國任何地區的夏季氣候，是完全可以瞭解的。總之：夏季蓖麻生長極速，乘機養育三、四次蓖麻蠶，所得收入是不可以小看的。

說到春、秋二季的飼育，環境條件更無問題。因為當時溫度較低，發育較慢，需要二十幾天才能結繭。這是必然的結果。

九 濕葉和水葉飼育

第一、關於老葉、中葉與嫩葉的營養價值。我們有過多次的實驗證明：在夏季，無妨拿蓖麻樹下部的老葉飼蠶——即使邊緣有些破損，或稍稍變了色的，也無問題。中葉自然最好，嫩葉在不得已時，亦可充作飼料。

第二、關於水葉的問題，我們有過多次的實驗，結果很肯定地證明：用天然帶水的葉子，或故意浸水的葉子飼蠶，不論自蟻蠶開始，或中途開始，結果都覺得吃水葉的蠶兒吃得多，長得快，疾病也少，身體重量比吃平常葉（即葉面無水的葉子）的要重 $\frac{1}{10}$ ，或 $\frac{2}{10}$ ；慣常提早一日上簇，結繭也比較好。因為這樣，我們自然主張用水葉餵蠶。這樣在雨天，既可以節省摘葉的苦工；在晴天，亦可以避免葉子的乾燥；而且水葉的給葉次數，還可以減少到每天四次。這是一種最經濟的辦法。我們還要補充一句：在西北地區，夏季天氣炎熱而乾燥，

為保濕起見，用濕葉飼育更有必要。

說到這裏，許多慣常害怕水桑致病的桑蠶專家們，或許要發生懷疑，因此有加以說明的必要。我們大家應該知道，動物的食性與其慣常食物的生活狀況是分不開的。我們倘使在大雨之後，走到生長着蓖麻的桑園裏，對這兩種植物葉子的形狀及其朝向，細加視察，就不難看到蓖麻的葉子，慣常向上展成多角的盤形，雨後盤底積水可傾。桑樹的葉子，統是斜展的，永遠不會有積水現象。我們看了這些事實之後，倘能聯想到印度多雨區域，夏季可能每日數雨，葉盤長時積水。那末，依葉為生的蠶兒，除咀嚼帶水之葉以外，再無別種生存之道了。它們歷久成了習慣，愛吃水葉，我們以為是很自然的。至於桑葉，不能積水，雨後微風，即能吹散其濕氣，所以野生的桑蠶，不慣吃水葉；因此，在家養狀態下，也畏怕水葉，這是正常的。

十 生長速率

說到蠶的生長速率，則與季節溫度和飼育的勤惰有關係。在這裏，我們只好順便舉出一些例子來說明一下。倘在九月間，用普通蓖麻葉飼育，蠶室溫度，日裏在 24°C 左右，夜晚在 23°C 左右，乾濕差是三度。在這環境中，調查所得結果大致如下：第一眠時，每頭平均重量是11/1000克；第二眠是40/1000克；第三眠是173/1000克；第四眠（大眠）是645/1000克。經過盛食期，每條大蠶的體重可達5克，甚至到6克以上。雌蠶普通總比雄蠶重 $\frac{1}{10}$ 或更多。倘拿方餉食的蟻蠶作為單位，而計算各齡生長的倍數，我們便有如下的認識：二眠蠶的體重已較蟻蠶增加33倍；三眠蠶增加145倍；大眠蠶增加545倍；盛食最後期，增加4500倍。全齡日期是20天。總之：蓖麻蠶在秋季中等溫度之下，短短的20天中，它的身體重量，增長了4500倍。但是臨到生長結束準備上簇以前，他們排完腸內的水份和殘物之後，體重因而下降，——可能減輕 $\frac{2}{5}$ 。所以熟蠶的體重不過3克左右（雌的較重，可達3克以上；雄的較輕，有不及3克）。大概觀察了生長的情況之後，我們要提出兩點，請大家注意：

第一點，我們希望拿桑蠶與蓖麻蠶作一比較。桑蠶卵子細小，蠶體重量只及蓖麻蠶一半，或不及一半。可是要經過較長的生長時期（在同一溫度之下比較蓖麻蠶要長三分之一以上），到盛食最

後階段的體重，也能達到5克左右，與蓖麻蠶相差。若專看增長的倍數，則桑蠶體重的增加，可能超過蓖麻蠶一倍。亦就是說：桑蠶的幼蟲在發育期間，體重可以增至一萬倍，或幾近一萬倍。而蓖麻蠶不過增加五千倍左右，只及桑蠶的一半。

第二點，蓖麻蠶愛食水葉，腸胃中平常含水較多，在盛食期將完結時，腸部必經過一次驚人的，嚴重的大排除，不但排去殘遺食物，而且排出多量的水份，使蠶座機濕異常；當時必須除沙，而舖以稻草，才能吸收多量的水份，維持衛生的條件。

敘述正常的情況之後，我們還覺得有提起水葉飼育過程中蠶體生長的速率，以資比較，使能獲得較深刻的印象。

根據我們在不同季節，多次實驗的結果，一致證明：水葉的營養價值確實勝過普通葉，這種有利的條件已如上述。現在想舉一組典型的例子，作為立論的證據。

在24°C之下，用浸水的葉子和普通無水的葉子相互比較。結果如下：

一、用水葉飼蠶，每天給葉次數：假定是三次、四次、和五次。全齡日期都是十九天。可以說是同日上簇。惟各齡體重，以每天給四次為最重，三次的稍輕，五次的間於兩者之間。大眠後盛食期的最高體重，各組的平均倍數是：給三次的為5350倍；給四次的為5665倍；給五次的為5560倍。熟蠶的體重亦按比例減退：給三次的是3.73克；給四次的是4.04克；給五次的是3.90克。總之：利用水葉，每天只要給葉四次就足够了。這樣的結果，初初看來，可能令人驚異；但經過思考，便會瞭解到水葉給葉次數如果太多，葉上水濕過份，反有礙於蠶體的發育。

二、倘拿同日孵出的蠶蠶，專飼普通不帶水的葉子，也分成三組：第一組，每天給三次葉；第二組，每天給四次；第三組，每天給五次。這可以說是對證組。最後結果，很明顯的告訴我們，這些吃普通葉的對證組的蠶，還不如吃水葉的好。他們的全齡顯然比較吃水葉多兩天，也就是說：這裏需要二十一天零數小時；而吃水葉的，只需要十九天零一、二小時。再說到體重增長的速率，兩者的差異，更加奪目，令人堅信不疑。以同天孵出之蠶蠶分成兩大組（普通葉的一組，水葉的一組），每一大組，又分成三小組，每小組各一百條。為避免煩瑣起

見，只拿每日各給四次葉的兩組比較如下：吃水葉的，在第二眠時，體重已較初出卵的蠶蠶重47.7倍，而同時吃普通葉的只有28.9倍；到第三眠，吃水葉的體重已增到210倍；而同時吃普通葉的，只有139倍；到大眠時，吃水葉的已有946倍，吃普通的只有622倍。到盛食最後，吃水葉的，增到5665倍（平均6.37克）；而吃普通葉的只有4495倍（平均5.49克）。待到成熟期降臨，過去吃水葉的似乎排泄得較多，體重因而減得也較厲害，平均體重是4.04克；而吃普通葉的遲兩天成熟，也只有3.67克。至於結繭率與繭層量，吃水葉的要比吃普通葉的高10—15%。現在我們可以下一斷語：水葉確比普通葉好，既能減少給葉的次數，又能防止葉子的乾燥，而最後所得的絲量反比平常吃普通葉的增加1/10以上。這是一個有應用價值的實驗結果。

十一 食葉量

現在要談談食葉量了。蓖麻蠶也如同桑蠶一樣，食葉分量，因年齡而增進。第二齡所吃的分量，要比第一齡多3倍，但是身體的重量大概要增4倍以上。第三齡所吃的葉量，要比第二齡約多4倍，而其體重約增5倍。第四齡所吃的葉量，要比第三齡多4倍，而其體重約增4倍多一點。大眠以後，盛食期，吃葉最多：這一齡中，所吃的葉量，大約較前一齡多9倍，體重增加7倍。倘使我們拿一萬頭蠶，計算各齡的食葉量，則第一齡需要14兩葉子；第二齡需要3市斤；第三齡需要10市斤；第四齡需要43市斤。大眠後，盛食期，需要350市斤。總之：要養一萬條蠶，至少要先準備400斤蓖麻葉，才無缺乏食物之虞。倘使有人要問：每一條蠶兒，一生所吃的葉量，究為若干呢？我們以上的統計是根據多次實驗（有時每組一百條，有時每組五百條）的結果，估計出來的。按照我們在上海地區試養的結果，在初夏，每一條蠶，平均需葉7錢到8錢；秋季只需葉6錢到7錢。這蠶的食葉量顯與季節有關，而牠們的體重與繭重量，亦與季節有關。通常葉吃得，吐絲量亦多；葉吃得少，吐絲量亦少。這是自然的。

倘使我們將每條蠶兒一生的吃葉量，與每片蓖麻葉的重量相結合，而加以思考，便可以知道，每片中級的蓖麻葉可以養一條蠶，最大的葉子，重

可一兩半，便能養兩條蠶。若再連帶想到整株樹上的葉數與份量，而加以估計，這亦是很有必要的。

十二 蓖麻的生長

蓖麻固然不怕乾旱，不怕瘠土，隨便什麼地區，都能生長；但其生長的程度很能因土地的好壞而有相當巨大的差異。根據我們在上海地區，在各種不同的地土上，試種的結果，我們可以說：除出過於水濕的地區以外，什麼路旁、瓦礫堆、河濱、鐵路兩旁，都能生長得很茂盛。因為他們的葉大如小傘，遮蓋了他們生長的土地，所以地上種植蓖麻之後，其他植物沒有生長的可能。蓖麻的生活力和生長力，可說高出一切其他植物以上。蓖麻樹生長極其迅速，連續不斷發出新芽；一方長葉，一方開花結實。自初春以至於晚秋下霜為止，中間沒有停止生長的時期。所以收子的工作，應該每月施行一次，否則下層的種子成熟以後，即自落於地上，四、五日以後，立即發芽，產生出新植物。在自然界中，待到八、九月間，因為樹枝長得很高（上海地區可達一丈），枝柯發得很多，底層的葉子，倘不取來飼蠶，亦非自己黃落不可。所以適當的採葉，對於植物的生長是不大有礙的。

根據我們在自己屋基上，新開闢的園子裏，種植這一植物的結果，我們覺得每株蓖麻樹，可以分發出四、五大枝，每枝在七、八月間可有十片到十五片葉子。總共葉數在六、七十片以上。在七月間，每株採了半斤葉來餵蠶；到八月，又可採半斤。這樣一點也見不出對於它們的生長和結實有何顯著的妨礙。即就這一初次而又欠詳細的統計結果，也能知道，每株蓖麻，在熱季，分批採葉餵蠶是十分經濟的。若以每株採葉一斤計算，即可以供養二十幾條蠶。每畝土地可種一千株蓖麻，即可出產一千斤葉子，即能陸續分批供養二萬五千條蠶。至少能得絲綿十幾斤。倘使種得大，種得好，一定還不只此數。

十三 給葉

現在要說明飼育過程中，給葉的時候，應該注意的幾個問題。

飼育蓖麻蠶也如同飼育桑蠶一樣，應該根據當時溫度和蠶齡，而規定其每次給葉量和每天給葉量，這是最好的辦法。不過，要是這樣做，每次必

須按每區蠶的頭數，而秤平應給的葉量。在試驗機關，人手充足，此法固然可行；在工作繁忙，人手和設備缺乏的蠶農家庭裏，是不易滿足這一要求的。我們以為蠶農在每次給葉時，必須注意上次所給的葉子是否吃完；如果吃得精光，這次便要比上次多給一些。倘使看到上次給的葉子沒有吃完，而且有一部份被壓在蠶體和糞便之下，這便證明上次的葉給得太多，這次應少給一些。在二眠或三眠以後，蠶兒身體過重，它們在人工養育的狀態之下，無法倒懸而隱藏於葉下的時候，只好站在葉上；因為大家都站在葉上，便容易將葉壓在身體之下，取食倍覺困難。因此之故，飼育的人，在兩次給葉中間，應該照顧一下各區；如果被壓的葉子太多，只好用手輕輕將葉片翻一下，使蠶得取剩餘的食物。這亦是一種比較經濟的辦法。

除沙的工作在第一、二兩齡，可以隨便；除與不除，都無重大關係。第三齡以後，每天最好是除沙一次，以重清潔條件。

十四 眠期的處理

遇到蠶體收縮，絕食休眠的時候，便不應再給葉子。倘使再給，非但等於浪費，而且對於眠蠶的健康，會有不良的影響。萬一，同一區中的蠶兒生長不甚齊整；有一大部份已經眠倒，另有少數尚未達眠期；那就應該將未眠的另外分出，續給飼料，讓已眠的，附在葉上好好休息；切勿對於牠們有所擾亂，致使脫皮不良。但在事實上，我們覺得就是將眠蠶搬動位置，或集中一處。結果，亦未見這蠶兒因此產生不良的後果。可知蓖麻蠶的生活力和忍受力都比桑蠶強。在這點上，慣於養育桑蠶的人，一定不會出什麼毛病的。

蓖麻蠶一經脫出舊皮，稍自休息一小時，或一小時半，就要奔走覓食。當時，如果就近得不到葉子充餓，它們便要四處奔逃。倘使筐裏尚有相當分量的殘葉，它們可能在本區內尋找食物，倘使本區內殘葉很少，或甚至無葉可尋，它們便有向外逃亡的危險。對這一點，飼養的人應該十分注意：決乎不能用桑蠶的經驗，來處理這一新種。據我們試驗的結果，這蠶眠醒後，給他葉吃，亦無任何不良的流弊（與桑蠶不同）。倘使為齊整起見，要他們等待遲起者一道餉食，亦無不可。但在暑天，等的時間，不宜超過 24 小時；最好是不超過 12 小時。四眠起

蠶更不耐餓。倘令餓 36 小時，就要死去三分之一。

十五 上簇

最後，我們要說到熟蠶上簇的情況了。蓖麻蠶上簇，有一定的時間，——普通總在每天下午。例如今天下午如不上簇，必待明天下午上簇。早晨上簇的數目極少。在上簇前一兩點鐘，他們必須排出多量的液體和殘餘的食物。排完之後，即成熟蠶，身體細弱而透光。倘以姆指和中指取蠶接近耳邊，再用食指在它的背面，輕輕抓動，即能聽到微弱的鼓聲。這樣鑑別，比在燈下照視方便得多。這樣的熟蠶，經過一短少時間休息，就要大大活動，矢志向上爬行，尋覓適當的做繭場所。在這時候，倘使不加留意，它們便會爬到牆壁或屋頂上去作繭的。亦就是說，它們有背地性的表現。我們經過多次的實驗和觀察，知道這種背地向天上爬的行為是它們一時不易改變的慣性。正是因為它們有這種不移的本能，所以我們便想利用這一本能，使它吐絲於平板上，免去抽絲綿的艱苦工作。

十六 平板吐絲

普通的蠶簇，可以按家蠶習慣做，以最經濟方便為宜。用稻草、用黍桿、用竹枝、柴枝都無不可。但是我們以為最好、而最方便的方法，莫如使熟蠶吐絲於平板上。這平板愈薄愈好，但要使其四邊孤懸，不與任何固物相接觸，亦就是說：板脚要在板的下面，距離四周邊緣，要有數寸之多。熟蠶放在這平板上，因為找不到依靠物，無法作出繭籠，結果只好吐絲於此板之上。積久就成為絲綿板，保存運輸都極方便，又能節省製簇、收繭和做絲綿的工作。待到要用的時候，就可以拿絲綿板製成疏鬆的絲綿。

總之：蓖麻蠶身體強健，疾病稀少，飼育方便，比較桑蠶容易得多。有了養有家蠶經驗的人，如能好好懂得以上各種知識，便不會失敗。

(三) 蓖麻蠶的保種法的研究

一、羽化

羽化的時間沒有家蠶上那樣有規定，但以早晨較多，日中、下午、夜間較少。在羽化的時期，我們平常看到雄蛾首先脫離蛹殼，由繭上預定的口

門中鑽出。此後帶着濕而摺皺的兩翅，稍稍爬行，尋找一個適當的地點，逐漸展其兩翅，從事休息。蓖麻蠶蛾的習性顯然與我們常見的家蠶不一樣；所以家蠶的知識不能在此作有效的應用。這種蛾子歡喜爬上壁立的固着物上靜息；平坦的地方，無論用什麼物質鋪底，都不能使他們適意；就是傾斜面，也不受歡迎。休息的時候，頭部一定向上，尾部下垂，整個身體正和地平面成直角。換句話說，成蛾有背地向天的習性。

在同一組的蛹中，雌蛾平常羽化得較遲；或遲數小時，或遲一日以上，都是可能的。這是否可以說，雌蛹因為要製造大量的卵球，她的發育就比較雄蛹慢些呢？我們曾經有過較精細的實驗，否定這一似是而實非的斷語。我們拿方脫出老蠶的舊皮，身體尚是白色的幼蛹（雌雄各五十頭），放於同一溫箱中，每日觀察其變化。結果證明：先羽化的是雌蛾，決不是雄蛾；有些雄蛾遲半天，有些竟遲一天以上羽化而出。那末，我們將如何解釋一般所見所說的：雄蛾老是先出繭的事實呢？從前達爾文還拿這一普遍的事實，作為他的兩性淘汰的論據。他說：雄蛾先出，可以找尋最壯健的雌蛾交配、產卵，藉以獲得優越的後代。為了解釋這一事，我們在這蠶上，做過一些調查的研究。我們在同組蠶兒中，選擇第一天上簇作繭的和第二天上簇的，分別保存，而同時統計其雌雄的百分比。這些統計無例外地證明：第一天上簇的，十之七、八，統是雄蠶；第二天上簇的，大部是雌性的。有了這些可靠的事實，這一問題的解答，便覺一無困難了：就是平常我們所以看到雄蛾先羽化，這是因為雄蠶在幼蟲時代，壽齡較短，——它們提前作繭，提前化蛹，能抵消其蛹期較長而有餘；所以結果，還是它們先變為成蟲。反過來，亦可說：雌蠶因為她的幼蟲壽齡較長，身體亦長得較大（比雄蠶大概要重 1/10 以上），所以遲一天或一天以上作繭化蛹；它們雖在蛹期中，節省了一些時間（半天或一天），但其羽化的時日，仍落在雌性之後。

二 交尾

說到交尾問題，蓖麻蠶蛾與桑蠶蛾，無論在時間，或位置各方面，都不一樣。印度蠶的雄蛾很能飛舞，雌蠶幾乎已經完全消失了空行的本能。雄蛾在日中光線充足時，都處於潛伏狀態；一待日暮，

便活動飛翔了。它們能飛到一丈以上的高處，尋覓肅靜的異性，並歡喜在壁立的固着物上與她交尾。在平面、或斜面上，交尾雖然亦能成功，但比較困難，乃是顯然的事實。交尾之後，兩性均極靜肅，可以終夜不自分散。

交尾的時間，倘使任其自然，可達一晝夜之久。自然分散之後，雌性即能開始產卵。亦就是說：在出世第一天夜晚交尾，要待到第二天夜晚，才能開始產卵。在養育的環境之下，我們為工作時間經濟起見，不能不確定其交尾必要時刻。根據多次試驗，調查和統計的結果，我們知道，至少需要三、四小時，才能滿足；時間太少，產卵遲延；時間太長，亦無多大用處。在清早羽化的蛾子，下午就可以交配，夜間即能令其拆對產卵。

三 產卵

最後，說到產卵問題，非常重要，值得特別留意。我們為求得一個最適於實用的經濟方法，的確化了很多的時間，做過各種的實驗和統計。根據多代連續試驗的結果，我們目前已經可以肯定地說：空懸不如平立，平立不如斜懸，或斜立，斜懸或斜立，又不如直立。直立能使蛾體針對地心，而蛾頭最遠離地心。這樣似乎是最適當的位置。我們有多組的實驗，示明空懸姿態的雌蛾，第一夜根本不能產卵，或產得很少數；斜懸和斜立又產得不多。她在平立位置上所產的，只及直立的十分之八、九。在平立狀態，雌蛾不時要移動位置，卵產得相當亂。在直立狀態，蛾體幾乎固着不動，只是利用她的尾部，左右彎曲，將其所產的卵球一一疊成齊整的卵牆，形狀與位置都與削壁上的燕窠相似。各卵具有精孔的前端都朝向母體的前端，非常齊整。孵化時，小蠶又容易脫出卵殼，而無鄰卵的阻礙。這恐怕是最接近自然的一種方式了。我們應該知道，這種蠶，離野生不久（在印度直至今日，聽說，還是放育的），野性未馴。倘使人工強迫改變習性，即有種種可能的流弊。我們還應該知道，在自然界中，這蠶慣常在蓖麻樹較高處的枝葉上交尾產卵，當時雌蛾的姿態也是接近直立；頭向上而腹向下。她所產的卵子，在葉片，葉柄或嫩枝上，也疊成燕窠形。這是我們觀察到的事實。產卵時候，不但要有適當的溫度（25°C上下），而且要有適當的濕度。在高温而又乾燥的環境中，即令是完善發育的雌蛾，

她所產之卵，即自乾燥，發育完全無望。因此之故，我們必須特製一種箱子，在最經濟的條件之下，平常可以保溫，寒季可保溫，熱季可以避暑，又能保證獲得交尾和產卵最舒適的方位。所以這一設備是必要的。

產卵數目，在最舒適的環境之下，以第一天晚間產得最多，有能達二百枚以上，約佔全卵的半數。第二天，較少；此後，按日減少；到第五，或甚至第六日為止。這對於周圍環境的溫度和濕度大有關係。倘遇30°C度的高温而乾燥（乾濕球差八度）的環境，則其產卵時日一定縮短，而所產的卵數亦較少。倘在低温環境中（比方20°C，或15°C以下），產卵時日勢必大大遲延，卵數亦少。在以上這兩極端的環境中所產的卵，不能完全受精；即使受精，亦不能好好發育。這是應該注意的要點。根據我們多次實驗和統計的結果，產卵的溫度以23—27°C最為相宜。環境濕度，以乾濕兩球之差在二到三度之間，為最理想的。

環境倘使適宜，每一雌蛾，在連續三天以內，可以產卵四百到五百粒。環境不好，產卵期即自延長，而其所產出的卵數亦較少；有的只有二百多粒，有的只有三百粒不等。這樣難產，或遲產的卵子大都發育不良。所以保證產卵環境條件，特別引起製種者的注意。

四 保蛹的環境條件

在夏季高温的環境中（30°C左右），熟蠶上簇吐絲的工作，大概在第三天中，即告完畢。吐絲完畢，當日或翌日即自脫皮化蛹。幼蛹方脫出老皮時，皮膚柔嫩，作淡黃色，極易受外物所傷害。數小時後，即漸漸變為淡棕色，終至栗色。高温環境中，發育雖然快捷，自上簇以達化蛾，祇需十三天。真正的蛹期僅有九天，或十天。但這不是最理想的保蛹環境。因為在這樣高温環境中化出之蛾，身體大部柔弱；雄蛾更缺乏活動性，不善飛舞，交尾能力薄弱。雌蛾原喜肅靜，表面上的缺點，固然沒有雄蛾那樣顯著，但其所產之卵，多有不能完善發育的危險。倘在高温環境中，補進濕氣，發育稍能改善；倘在實驗箱中，晝夜溫度維持在30—32°C，始終不變，而又任其自然，不行補濕（箱內的乾濕兩球之差，可達8—10°C或更高些），則羽化現象，可能大受妨害；有一部份的蛹中途死亡，根本不能羽化成

蛾；另有一部份，即使經過脫皮時種種困難，勉強羽化成蛾，但其翅膀屢屢不能完全展開，活動性更加薄弱。交尾益顯困難；產卵參差不齊；卵的受精率與孵化率大大降低，甚至完全沒有孵出力。所以我們要特別引起製種家的注意：在夏秋二季，高熱的環境之下，保蛹的工作是十分重要的：稍一不慎，即有全部失敗的危險。我們曾用各種不同的溫濕度的環境（自 $10-31^{\circ}\text{C}$ ；自全乾到飽和）作保蛹的試驗。主要的結果大致如下：保蛹最適當的溫度是 $23-27^{\circ}\text{C}$ ，乾濕球差是 $2-3^{\circ}\text{C}$ 。過熱，不如稍冷；過燥，不如多濕。 $5-10^{\circ}\text{C}$ 環境中，將蛹保存二月或三月以上，然後拿到適溫中，雖然亦能羽化，但已缺少交尾的能力；即令交了尾，所產的卵亦無發育能力。因此，在鄉村或小城市，夏季製種，如無冷氣的設備，必須尋覓稍能通氣的岩洞，水井，或地窖，作為保卵的場所；或者利用我們的保溫保濕箱，避免不適的氣候。在 27°C 保溫保濕箱中，自蛹到化蛾，大約需要十二到十三天。在 25°C ，大約需要十四到十五天。在 23°C ，大約需要十六天。蛹期的發育，倘有失調或疏忽，種子一定不良；或發育不健全，或竟完全不能發育。影響之大，影響之壞，是不堪設想的。所以我們應該特別強調保蛹問題的重要性。

五 孵卵的環境條件

在家蠶上，卵的孵化，平常叫做“催青”。所謂催青，就是拿既經休眠的卵子到溫暖的處所，使卵內久經停止發育的胚子，繼續發育，到達幼虫出卵時期為止。蓖麻蠶是多化性的，牠們的生活方式與普通一化、二化的家蠶不同（與廣東的多化種一樣）。這裏的胚子照常繼續發育，沒有休眠的階段。若將這種孵化的現象，孤立起來，自成一個階段看待，非但不合實際情況，而且非常危險，根本行不通的。這裏只能說：“卵的孵化”；“催青”二字應該廢除。

蓖麻蠶的卵，自產出，經過受精以後，立即開始發展。孵化的工作就要開始注意：決乎不能墨守家蠶的成規，不管當時環境情況的好壞，就便放置，那是很危險的。環境的溫濕度，倘使不合該蠶的發育條件，即使時間不很長久，亦會產生不良的後果。

根據我們多次、多組實驗和觀察與統計的結

果，我們現在可以說：由優良的蠶蛾所產出的卵子，應該分天集中保存在適當的孵化環境中，使它們獲得優良的發育條件。這些條件中，最重要的是溫度、濕度與空氣。空氣平常是不會成問題的。溫度和濕度應該特別留意調劑。我們知道，這種卵子，不論是產後第一天、第二天、第三天，或更遲，分別放入 30°C 以上的高溫，或 20°C 以下的低溫之下，都覺發育不良：有些小蠶已在卵內發育完畢，但無力咬破卵殼；有些咬了一個小孔，則精力已疲，不能竟其脫殼的全工；即有少數勉強孵出，亦缺乏生長力，一無可取。環境濕度亦極重要：全乾不如高濕。最好是乾濕兩球之差在攝氏表二到三度之間。最適宜的溫度是 25°C 左右；但自 $23-27^{\circ}\text{C}$ 之間，每一種溫度，我們都得到高度的孵化率。至於孵化的日期，則因溫度的高低，而有相當巨大的變化。在 23°C ，需要十一天；在 25°C ，只需要十天；在 27°C 度只需要九天；在 30°C 以上，凡能勉強孵化的，則能在第七天和第八天之間孵出。我們的溫濕箱就能解決這一問題。在這箱中，各卵窠就可按其原來膠在布上的位置，掛在原有的處所，等待孵化；既能節省人力，又能容易取得適當的溫濕條件，故是一件必備的器具。

（四）蓖麻蠶絲的用途

一 平常的繭絲

蓖麻蠶上簇以後，即尋覓適當的場所，立即吐絲固着於四周的依靠物上，構成繭架。架子成功以後，就開始作繭。不過，初初造的是繭之外層，名曰“繭衣”。這裏的繭衣，特別疏鬆，絲量達全繭量三分之一；比較桑蠶繭所有的繭衣要多好幾倍。繭衣之內，就是正式緻密可以繅絲的純淨繭層了。在這裏，我們還要提兩個值得注意的要點。

第一，蓖麻蠶的繭形兩端尖細，形如棗核，並在某端開了一個小小的出口，以供將來蠶蛾出繭的通路。

第二，蓖麻蠶的吐絲方式，與家蠶稍有不同。我們知道家蠶在吐絲時，頭部轉動有一定的格式，始終不改；亦就是說，它彷彿老是在那裏很嚴整地寫了無數連續不斷的8字；因此，繅絲比較容易。蓖麻蠶的絲路，即使有時構成8字，或接近8字，但不甚端正，有時只變成波浪形，以致繅絲比較困難。

雖然如此，我們亦會稍稍做過一些初步的試驗，覺得技術如能稍加改良，繅絲將來會有希望的。我們用一繭繅絲法，已經抽出一百公尺以上的長絲。我們覺得易斷的區域，不在繭孔的周圍，而在繭的腰部。我們又疑心到：因為這繭上有孔，在繅絲時，熱水容易進入繭房中（家蠶繭無比現象），致使整個繭體比重增高，沉入水底，這或許是細絲易斷的主要原因之一。我們以為這些困難都是可以克服的。

說到蓖麻蠶絲的纖度、伸度與強力，可以說：與普通桑蠶絲相若。我們用準確的天秤，稱過 450 公尺長的絲（用一繭繅絲法，繅出的燥絲），計重 0.135 克。合 2.7 “但尼哀”（Danier），而普通同樣長的桑蠶絲的重量，有過 3 個“但尼哀”的（每一“但尼哀”指 450 公尺長的絲，合 0.05 克）可知蓖麻蠶的纖度，在比較上說，還算上乘。至於伸度與強力，按照我們初步的測計，只有比桑蠶好些。

說到繭層量，在這裏，也如同在桑蠶上一樣：因雌雄而異，因季候而異，因食物而異。在春夏之交，第二代飼育的結果，證明一繭最高的繭層量有達到 0.35 克，普通 0.3 克。雄繭的最高繭層率，可達 17—18%；雌蠶較差，只有 13—14%。平均有 15—16% 亦就是說：一萬頭蠶大約可以收 40 市斤帶蛹的繭子。內含淨絲綿約 6 市斤。待到秋季，蠶的食葉量減少 $\frac{1}{10}$ ；繭重與繭層也因而減輕。據我們的統計，秋季繭層，平均只有 12—13% 了。吃水葉的通常總比吃普通葉的要好一些，大概可以增加 $\frac{1}{10}$ 。除繭層較薄以外，秋蠶體格一般說來，還是健康的，疾病很少見。遲眠、遲起的倒有百分之幾，但不足引起我們的重視。

蓖麻蠶的絲都是白色的；到目前，還沒有發現到別種顏色。

二 平板上吐絲的效益

在沒有研究出適當的繅絲方法以前，我們只好暫時利用他們的繭子，作為絲綿。大家都知道，用手工製造絲綿，是如何的一種辛苦而繁重的工作。若待出蛾以後，進行做絲綿，不僅繭子已被蛾的排泄物所沾污，而且蛹已喪失其營養的價值。我們應該瞭解，普通未曾化蛾的蛹體中，含有很好的養份：既多油脂，又富蛋白質。不但可作家畜、家禽和魚類的高貴飼料，而且，經過精製，可作人類的

食物；它們的營養價值應該可以和一般肉類相比擬。有人甚至想拿蛹粉做代乳粉，這決不是無稽之談。總之：蠶蛹是一種重要的副產物，即使暫時不能直接作為人類的食物，但可飼豬、餵雞、餵鴨、餵魚，間接可以增加農家的蛋類和肉類的食物。

因有以上種種原因，我們主張，使熟蠶吐絲於平板上。既可免除製簇的時間與材料，又可節省製絲綿的辛苦，又可利用新鮮蛹內的脂肪和蛋白質。這是一舉三得的好方法。

這一方法，我們已經試驗過多次，都有滿意的結果。先準備好一片薄板，它的中央部，架在小方凳上，四周必須和小方凳有相當的距離。我們知道熟蠶具有絕對向上性，永不願意向下爬，所以牠們置在平板上，經過數小時的爬行，終於得不到可以製造繭籠的依靠物，只好吐絲於其上。倘使在一個平面上，熟蠶放得很多，牠們也會堆成一起，相互借用隣友的身體，作為依靠物，而造起繭來。所以，我們主張，初初在一方尺的面積上，只能放五十條蠶。待這一批蠶吐完絲以後，就將蛹除去，再在同一板上，放上第二批熟蠶。如此疊積，這絲綿板不久即可達到馬糞紙一般厚度。那就可以將它取下來，即成為絲綿板。運輸保存兩得其便。

三 絲綿的用途

養育蓖麻蠶應該是一種新興的蠶絲事業。預計這一事業在新中國中推廣，它的普遍的尺度是無限的，——可能推廣到任何一省，任何一地。不論平原、山區、堤岸、海邊、旱地及鹽鹼土……都能種植蓖麻，養蠶獲利，發展農村的經濟。倘使普遍推廣出去，我們對於這絲的用途，便不能不事前加以考慮。

據我們目前所想到的，約有以下幾種重要的用途。

第一，就最淺近，最簡便的一方面說：鄉村蠶農如能普遍利用廢地、隙地，種植蓖麻，養蠶所得的絲綿，留作自己的家用；那末，在一、二年之後，每個農民都能享用輕暖舒適的絲綿被和絲綿襖了。據我們上文的統計，每一畝面積的廢地，可以養二萬條蠶，可以收到十二斤絲綿。十二斤絲綿就可以代替棉花做兩條綿被，或十件綿襖。

第二，絲綿用土機也能紡成細綿紗，做綿綢。或紡成粗綿線，替代毛線，結成綿線衫，或綿線襪，

綿線帽子。這都是農村裏迫切需要的東西。換句話說，就是絲綿線可以替代羊毛線。這一類用途也是廣大無邊的。

第三，倘使經過洋機紡成細紗，不難依此織成襪呢，充當高貴衣着的材料。

其他一定還有別種重要的用途，我們目前還沒有想到的。

總之：絲綿既可以替代棉花，又可以替代羊毛。這是目前我國最需要的紡織原料。

(五) 蓖麻葉的代用品

我們前面已經說過，在溫帶地區，養育多化性的蓖麻蠶，最大的困難，就是如何使他們在蓖麻落葉的時候，好好渡過悠長的冬季，不致因乏食而絕種。這一問題，倘不想辦法解決，什麼樂觀的希望，一概歸於不合實際的夢想。

只有四種解決困難的辦法，我們可以考慮，可以研究的。

第一，是在溫房裏，冬季種植蓖麻，供養他們過冬。這一辦法，非常不經濟；至多只能保存極少數的種子，不能大量製種，翌春發給農民使用。

第二，冬季選擇比較溫暖的南方地區，如廣東或海南島去製種，以待翌春使用。這一方法，固然可以使用。可惜的是由南方運卵到比較遙遠省份的鄉村，舟車旅行太久，調劑適當的溫濕度，更非易事；天時倘使溫熱，蠶種有在中途孵出的危險；倘使天時過冷，又有發育不良的流弊。我們認為這一方法製種，只能供給南方各省需用，不能普遍推廣全國。

第三，想法利用冷藏的方法，使蛹延長其發育的時間，或強使卵子在寒冷的季節，潛伏冬眠。按理推斷，這一方法，應該是有希望的。可是事實上，我們用過各種不同的溫度，使蛹延長發育的時間，結果頗失所望。蛹固然可以在 10°C 的環境中，保存七十、八十、甚至九十天不死。倘將它們拿到溫度較高的環境中，它們亦會羽化成蛾。可是這樣的蛾體非常柔弱，有的兩翅根本不能展開，雄的不能活躍飛動，雌的更是死氣沉沉。它們不能交尾。即使勉強交尾，所產的卵，亦無發育的能力。在 15°C 的環境中，不能延長很久，而且蛾的體格已經受損。這也不是可行的好方法。在 5°C ，或 0°C 的環境中，一部份的蛹，可能因寒冷過度，失却發育的

能力；另一部份也無傳種接代之望。總之，我們對於冷藏方面，做過很多，而且很複雜的實驗（包括各種溫度與濕度），所得結果，至今尚未能令人滿意。以上只是舉出幾種例子而已。

剩下，就是卵的保存——卵的強迫冬眠的問題。我們曾經有過多次的機會，將方產下，或產下數小時，或半天、一天、二天、三天、四天、五天的卵，放入各種不同的溫度（自 0°C 、 5°C 、 7°C 、 10°C 、 12°C 、 15°C 等）中，迫使停止發育，或延長發育的時間。最後統計結果，又告訴了我們：卵在寒冷環境中，也不能保持很久，過了一月以上，就要傷損蟻蠶的健康；它們無力咬破卵殼，脫卵而出；有些已經咬穿一個小孔，也不能竟其孵化的全功。所以這類試驗，就我們已得的結果來說，都不能解決問題。

我們最後，又想到使蛹與卵雙方各延長一些時間，使能在人為的環境中越冬。這類實驗也沒有對我們顯露出光明的前途。亦就是說：用這最後一種方法，只能延長一月，或一月以上，但很難到達二月，而不傷害其胚子的發育的能力。要想賴此渡過整個冷季，顯然是不可能的。不過，以上的方法，在南方各省，應該是可行的，因為那裏寒冷的季節較短，蓖麻葉落得遲，長得早；如能使蛹和卵在冰箱中各保存二月，就有傳種接代的機會了。在華中與華北地區，蓖麻每年要五、六個月無葉。以上所指的各種方法，似乎都不能考慮的。至少，到現在，我們還沒有找出適當的方法，迫使這蛹與卵作較長時間的休眠。

最後，第四種過冬的方法，我們認為比較可靠，而且在北方和中部各省都能實行，而無多大的困難。這便是利用蓖麻葉的代替品，在冬季照常供養蓖麻蠶，使它們繼續發育，產卵傳種，綿延其族系。這一方法，在沒有實踐以前，有人會覺得過於大胆，——簡直是一種妄想！但在我們的心目中，以為這並不是一種無根據的空想。動物學工作者都知道，目前地球表面的動物，不論是食肉的，或是食草的，它們都不是板定地專吃某一種動物或植物的。在某種現實情況之下，或許有些比較特殊的物種，慣常依靠某一種食料為生，這是可能的。一般人就只抓住這一比較容易認識的特性，將取食者與被食者的名稱聯繫起來，作出一個見名思義的稱呼，例如桑蠶、蓖麻蠶、稻包虫等等。但是

這並不是等於說：這些動物一定依靠他們的名詞所規定的食物爲生（若干特殊的寄生物應該例外）。我們的話不能太多，談的範圍也不能太廣，只就可以吐絲作繭的蠶類來說，也有不少的活例子，足以證明上述的理論。我們知道，就是家蠶（桑蠶）也能吃許多種其他植物的葉子。說到與蓖麻蠶相近的天蠶蛾（*Antheraea yamaimai*）（即山蠶蛾；幼虫名：天蠶）不但能吃楮樹葉，而且還能吃櫟樹葉等。柞蠶（*Antheraea pernyi*）可食柞樹和櫟樹等葉。同一屬中，還有吃更多種植物的（如 *Antheraea mezankooria*）。以上是同科異屬的物種。再說近些，說到和蓖麻蠶同屬的物種，我們可以舉出柞蠶（*Attacus cynthia*），他們不論是柞樹，或黃蘗等葉都能作爲他們日常的食料。因有以上這些理論和事實的根據，我們便懷着堅強的信心，進行這一方面的研究。我們在上海地區，廣泛尋覓冬季生長的野草和菜類，一一分別試養蓖麻蠶。我們一年連續工作的結果，竟如所料地證明：確有若干不同的植物能作爲蓖麻蠶的食物。例如傘形花科（如紅蘿蔔）、十字花科（如白菜，但不是山東白菜）、豆科（如草豆）、菊科（如菊花、蒲公英、飛廉、葛苣）裏的植物，各有若干種可以飼蠶的。當然，各種植物葉子的營養價值，彼此不能盡同。有的葉子，只能供養幼齡的個體；有的雖能供養到上簇作繭，但死亡率過高，繭質又不好，沒有經濟價值。有的植物營養不壞，但不能普遍生長，或不在冬季生長，也無可取；有的雖在冬季生長，但葉量不多，因此經濟價值不很高。經過試育與比較之後，我們認爲蒲公英、飛廉、白菜、葛苣、草豆（即農民做綠肥的苜蓿）這幾種冬季生長的草本植物，比較有經濟價值，但以蒲公英、飛廉和白菜最爲相宜，——特別是前二種，更有把握。我們認爲這是很適當的代替品。

蒲公英是充作中藥的野草，誰都熟識。無論在那一省份，無論在那一荒地，都能找到。植物學家們還知道，這種多年生的宿根草本植物，可能生長到二千公尺以上的山地。在華中和華南地區，它們四季常綠，四季繼續開放黃色的頭狀花。花後，結實；種子頂端附有傘形的冠毛，能够隨風飛散，所以分佈亦特別廣闊，除滅很難，培植更是容易極了。據生物化學家的分析，知道它的葉裏養份很富，高出一般蔬菜以上；西人有用它做生菜吃的。說到飛

廉（或飛廉），（*Chardus crispus*）也是菊科植物，葉較大，邊周有深缺刻，並有長刺，也是多年生的草本，性喜乾燥，即瓦礫堆上亦能生長，到處廢地上都有。以上兩種植物，栽培都非常容易，在長江流域，冬季更是茂盛的時期。它們不怕普通的寒凍，不爲霜雪所摧殘。但在野生狀態之下，倘遇 10°C 以下的寒風或歷久不消的大雪；那末，在雪中尋覓葉子，確有困難。因此，我們主張人工培植；或在苗床中培植，或在野外培植，若遇寒風大雪，可用稻草覆蓋，這樣就能按時取用了。至於白菜，更是農村裏冬季最多的蔬菜，到處都有種植，以此養蠶更加方便。

冬季的食料找到之後，我們還要注意在這寒冷的季節中，如何養育的問題。根據我們試驗的結果，已經可以決定：在 20°C 左右的環境中，養育蓖麻蠶，除生長遲緩以外，沒有別種弊病。照這樣看來，在華中與華北地區，冬季必須添溫，才能養育。華南，無需添溫——夜間雖然較冷，因是暫時，也無妨礙。這樣的低溫飼育，需要二月以上的時間，才能完成一代。如能養過二代，差不多就可以有蓖麻葉了。

蒲公英和飛廉，是長年生長，常綠不萎的植物，所以全年可用這類食物養蠶的。這不是理論，我們已經實踐過，故可肯定地這樣宣布。

（六）蓖麻與蓖麻蠶相結合的利益

蓖麻是屬於大戟科，蓖麻屬的一種植物，非洲熱帶原產。後被人移植到全球各地，但以近東、北美、印度爲最多。蓖麻變種很多，有草本、木本之別，有白莖、紅莖之分。我國各地生長的大都是木本種，紅莖、白莖都有。莖高者可達丈餘。在華東地區，一到冬季，老莖枯槁，但地下根部，可能潛伏土中過冬，翌春即能發出新芽，長成第二年的新植物。可知在溫帶地區，這已成爲多年生的宿根植物。這一植物，在華東地區，每年三、四月間，就能播種；五、六月間，就能開花結實。種子成熟後，子房即自裂開，散布種子於土中。這樣的種子，不久就能發芽，長成新植物。母植物在夏、秋二季，繼續不斷自下而上，開花結實，種子若不及時收集保存，即有陸續落地，陸續增生新植物的可能；因此之故，種過蓖麻的土地上，就令勤收種子，也難免尚有少數遺落地上，足夠作爲明年新植物的起點。

無怪我們鄉下農人都說，廢地上有了蓖麻之後，就令要除滅它，也不可能。這就是因為它的宿根的生發力和種子的迅速發芽力的關係。蓖麻的莖葉都長得特別快捷。葉形如張傘。因其葉柄頗長，使葉片都能轉移到適當的角度，用很經濟的方式，接受日光，而無遺漏。在它的下面，所長的植物，漸漸因缺乏陽光，自歸死滅；野草便不伐自除。蓖麻的根分枝很多，深入土壤，充分吸收養料，以助其迅速的生長。所以它是生好不怕乾旱的。它的莖部，又富有纖維，屈曲而不易斷折。夏季的颱風，掃蕩了其他植物；大樹可能被拔，但不能阻礙蓖麻的生存。它的莖部，可能因枝葉過於繁茂，暫時因大風而傾斜，甚至臥於地上，但不久大風過後，即能自己起立。而且它的莖部，倘因傾斜而與泥土相接貼，就能在莖上發生出許多不定根，反而加強其生發的力量。所以這是一種不怕旱、不怕風、不怕礮瘠、不怕惡草的植物。

據我們在上海園裏，短短的一年觀察的結果，知道蓖麻的病害極少。它的莖葉慣常碧綠，齊全、而茂密，蟲傷極其少見。我們園裏的結草蟲（俗名被袋蟲）常在各種觀賞植物和果樹上施虐，但對蓖麻却無法進行破壞的慣技。據鄉人說，普通食草家畜不吃蓖麻葉；雞和其他鳥類，也不吞蓖麻子。這或許因為這些葉子和種子之內，存有某種不適口的氣味，也未可知。總之：除蓖麻蠶以外，我們很少看到其他的寄生物。這些無疑的都是種植蓖麻養蠶的必要、而又最有利的條件。

說到蓖麻的利益，除葉子養蠶收繭獲利以外，還有別種重要的生產。這亦是很值得我們注意的。蓖麻陸續開花結實，它的種子內含豐富的油份：少則也有40%，多則能達50%。這油的成份很特別，在許多種普通的脂肪酸中（如棕櫚酸等），混有一種特殊脂肪酸，名：蓖麻脂肪酸（ricinoleic acid），與甘油相結合。此外還有一強毒的物質，名：蓖麻素（ricin）。蓖麻油的用途可說是廣大無邊的：可以製成高級的機器滑油，可以做高級肥皂，可以做染織廠裏必需的土耳其紅油，又可以做瀉藥和印

泥等等。這一油類是我國目前最迫切需要的油脂工業的原料。榨了油之後，所剩的滓渣就是蓖麻子餅，大家都知道這是鄉村農民最歡喜的肥料。按照我們的估計，一畝廢地，可產一百斤到二百斤的蓖麻子，內含油四十到八十斤，餅三十斤到六十斤，利益也相當可觀。除種子與葉以外，還有蓖麻桿，每畝可以收三千斤到五千斤以上，這是上好的柴料。蓖麻的樹皮含有強韌的纖維頗多，秋末冬初，落葉之後，立即可以剝去皮層的纖維，作為各種必要的用途。剝的時候，最好在根株腳上，向皮層部份，切了幾刀，皮層即會讓手指握住其已脫之部份；向上一扯，這帶麻的一層就剝下來了。此法非常方便，手快的人，一分鐘可剝一株；濕麻重一斤以上，乾麻可得五、六兩。每畝可有二、三百斤之多。我們已經做過這類工作，並知道這麻可以做繩做線，正適合農村迫切的需要。我們桑地上夾種的蓖麻樹，比較大的，每株全重十六市斤（濕），樹皮上可剝出濕麻一斤六兩，可得乾麻七兩。利益是相當可觀的。蓖麻的木質部份是否可以造紙，我們還沒有試驗過。但知這桿是純白色的，亦有相當的韌度，造紙或有可能。希望造紙的專家和麻紡的專家對此加以注意！

總之：我國人民，倘能利用各種廢地和剩餘的勞動力，注意推廣種植蓖麻，可收多種有普遍性的利益：

（一）取葉養蠶收繭，充裕農民高貴的、舒適的衣着；取蛹利用：餵豬、餵雞、餵鴨、餵魚……，增加農家肉類、蛋類的生產。

（二）取子榨油，充裕脂肪工業；取餅做肥料，可以增產重要的作物（蠶沙亦是好肥料）。

（三）利用蓖麻樹皮，可以取麻；木質部份，就令作為柴料，也可以省了農民採柴的功夫；間接就是保護山林的一道。

（四）如能利用大塊荒地種植蓖麻，因其莖葉生長極速，根部入土很深，對於保護土壤，調濟氣候，亦能產生可觀的效力。