

青貯料

翁德齊編

新農出版社

青貯料

翁 德 齊 編

新 農 出 版 社

序

畜牧事業之發展，在新中國之農業建設工作中之位置，其重要性將日益增加，特別是大西北畜牧區。

青貯料是良好多汁的優良飼料，其營養價值約相當於乾草與水，或根莖與葉稈，在冬季草枯期間，或炎夏草少之時，青貯料是最優良適宜的青飼料。

過去我國由於反動派的長期統治，農村被封建勢力長期壓榨，民窮財盡，農業科學技術的改良根本談不到。現在由於毛主席和共產黨的英明領導，大陸全部解放，土地改革基本完成，廣大的農民翻身做了新中國的主人，生產積極發展，農村經濟日趨繁榮，文化日漸提高，農業科學技術只有在新民主主義之下才有突飛猛進發展的可能。

本書介紹了一些青貯料的材料，給畜牧界的工作同志作為參考。在目前的情況下，大量的青貯塔的建築，一時還少可能，但青貯窖的推行，可能性是很大的，特別更須結合當地的實際情況，在省力省費的原則下，研究出適於各地情況的青貯窖來，貯藏青料，提高家畜的營養。當然，在一定時期之內，大規模的，普遍的青貯塔，在大西北牧區的矗立原野，也是不成問題的事。

由於不同的度量衡制換算的麻煩，換算後將發生許多畸零尾數，所以還未曾改成公制，這點還有待於自己的實際試驗和努力，再來充實它，糾正它！

1951年5月著者於廣西大學農學院

目次

一 引言.....	1
二 青貯料之利益.....	2
三 適於青貯之作物.....	4
四 青貯料與乾草之比較.....	5
五 青貯之原理.....	8
六 青貯料之品質與成分.....	14
七 青料之收量.....	18
八 塔貯青料之方法.....	19
九 窖貯青料之方法.....	26
十 堆積法與凋萎積貯法.....	29
十一 青貯料之飼養.....	30
十二 青貯塔之建築.....	37
十三 玉蜀黍青貯料.....	40
十四 蜀黍青貯料.....	47
十五 向日葵青貯料.....	49
十六 豆類青貯料.....	51
十七 其他青貯料.....	53
十八 結論.....	54

一 引言

我國的飼養牲畜，很少有栽種牧草以爲飼料的，更有將芻料加以調製或保藏，以備冬季飼用的。故秋後的牲畜，例多飼用養分不足的藁稈，至於價格昂貴的精飼料，則又少採用；因之畜體羸弱，或致凍餓而死。所以芻料的調製，實爲改進我國畜牧事業的重要工作。

芻料的調製，有製成乾料的，亦有製成青貯料 (Silage) 的。調製乾料，養分的損失較重，品質也較爲粗硬。倘採用人工乾燥，則乾燥機的費用太大，目前我國農民還無力採用。調製青貯料則不同：調製之時，手續簡易，既不受天時的限制，又不必另加防腐劑，而所製成的芻料，量多味美，成分優越，實在是冬季的良好多汁飼料。各種食用青作物之含有水分 65—70% 者，均可作爲青貯之用，特別是玉蜀黍之用作爲青貯料，最爲相宜。而目下以玉蜀黍或蜀黍作爲青貯料的佔到總量的 98%，其他只佔 2%。

青貯飼料，古代羅馬人即有此習慣，德國人也早有實行。據德國最初的記載，於公元 1861 年 Adolph Reihler 氏已經努力於玉蜀黍的青貯。美國最早之青貯塔 (Silo)，乃爲 Manly Miles 氏於 1875 始建；1876 年 Francis Marris 氏在馬利蘭州建一青貯塔來貯藏玉蜀黍；二氏的青貯塔，都建築於地下。自 1891 年以來，F. H. King 氏對於建築青貯塔與青貯料之研究成效卓著後，此二種事業之進步，乃突飛猛進。蘇聯的大量的集體農莊裏，也已普遍的推行着。

二 青貯料的利益

牲畜本來喜歡青料，但在冬季或亢旱的夏季，通常未能經常供給青料，目下除利用青貯料外，還沒有其他方法足以解決這個問題。特別是乳牛業發達的地區，青貯的必要性尤大，綿羊也十分需要。

青貯料的利益，據 Woodward 氏說，青貯料（特別是玉蜀黍青貯料）的所以能盛行，因為它有下列諸優點：

1. 在同樣大的空間內，青貯飼料可以較多於保藏全株（或帶穗飼料 Fodder）或乾草（Hay）。
2. 青貯的時候，飼料的損耗量少於調製全株或乾草。
3. 玉蜀黍青貯料的飼料效率，較勝於玉蜀黍全株。
4. 同一栽培面積的玉蜀黍，青貯所耗的費用，較省於剝殼及切碎的。
5. 青貯飼料，可利用不利於調製乾草或全株之氣候。
6. 倘以青貯料為牲畜之基本飼料，則在等大之面積內可養較多之牲畜。
7. 飼用青貯料較飼用全株時，其殘屑為量較少，蓋優良之青貯料，倘飼養得宜，全部可被食盡。
8. 青貯料甚為可口。
9. 青貯料有益於牲畜之消化器，和其他的多汁飼料相同。
10. 青貯料為冬季最經濟而又最優良之多汁飼料。
11. 用青貯料為牧場之補充飼料，較用青飼作物為經濟，因前

者較爲省工而又較爲可口。

12. 玉蜀黍青貯後，其產地即可準備播種第二次作物。

青貯芻料，可於短期內將大批作物保藏起來，人工與時間均較爲經濟，尤以對於易受雨害之作物，利益特大。芻料經青貯後，即可長期使用，較之分次收穫，自可減省人工。

玉蜀黍經青貯後，其較粗之莖稈亦爲牲畜所喜食；而在製成之乾草，則其粗硬之莖稈，固難免爲牲畜所遺棄。

青貯料既可增進牲畜之食欲，則於飼養時精料之飼量自可減少：於冬季青料缺乏之時，如此頗合乎經濟之道；而於夏季青料不足之時，此亦不失爲良好之補充飼料，且較青飼法爲省事，亦較爲經濟也。

青貯芻料，可以減少害蟲及雜草之爲患：因其發酵等作用，可殺死莖葉上附着之害蟲與卵；即雜草之種子，亦每多失却其發芽能力。

青貯料具有輕瀉作用，可防止便秘，保持牲畜之健康。青貯料所含之鹼質，又有防止乳牛中酸毒之效。青貯芻料時，可利用各種剩餘產物；例如因病蟲害而發育不全之農作物或其他殘餘部分，皆可用以調製青貯料也。

同一作物在同一時期收穫者，其每磅青貯料乾質之飼養價值，通常乃與調製得宜之乾草者相同。至於胡蘿蔔素（甲種維生素來源物）之效力，則青貯料者遠大於乾草者。此點對於冬季飼料頗關重要，尤以冬飼之缺乏甲種維生素者爲然。

乾貯芻料時，常有發生着火之患；青貯芻料時，則絕無此患。

種植青貯作物，鮮有完全失敗者；無論過分乾旱或雨水過多，必

有部分之青料可供積貯。

粗糙或多雜草之作物，經青貯後可全作飼用。倘將此種作物調製乾草或乾草時，則其大部常為牛與其他家畜所遺棄而不食。某類具芒刺之植物經青貯後，常可對家畜無害，例如美國西部之芻料常含有乾狐尾草，其芒部有害於家畜，但經青貯後則成為安全有益之芻料。

三 適於青貯之作物

適於青貯之作物，除須產量豐富外，須求調製之容易與成分之優美。欲求調製容易，宜選用含有碳水化合物較多之禾本科植物，如玉蜀黍與蜀黍等；欲求成分優美，乃宜利用豆科作物，惟其調製則較為困難耳。

玉蜀黍之產量豐富，其成分亦適宜，固為主要之青貯作物，但在少雨之區域或不適於種植玉蜀黍之區域，則以蜀黍為較優。各種豆科植物，亦皆可調製青貯料，惟於單用時，則較難於調製；因其含碳水化合物較少，易致腐敗，故以與禾草混貯最為適宜。

苜蓿本適於調製乾草，倘非因氣候惡劣不易調製乾草時，多不用以調製青貯料。用苜蓿調製青貯料時，宜混入玉蜀黍或蜀黍等作物，據王棟與盧得仁二氏稱，苜蓿與玉蜀黍按照一與三之比，逐層相隔，積貯於土窖中，其結果甚佳。用大豆調製青貯料時，亦以與玉蜀黍或高粱混貯為宜；二者混種混貯，或分種混貯，均無不可。其比例約為大豆一份，高粱二至四份。

採用向日葵以調製青貯料者，晚近亦甚通行。但據王棟及盧得仁

二氏稱，向日葵青貯料較諸玉蜀黍青貯料，則其口味較遜，營養價值亦較低。

玉蜀黍雖為一般之主要青貯作物，然目下之青貯方法日益進步，可供青貯用之作物亦不在少數。茲將可供青貯用之作物列舉於下：

條播作物：玉蜀黍、種用蜀黍，糖用蜀黍。

穀實類作物：燕麥、大麥、小麥、黑麥。

禾草類作物：蘇丹草、粟、蘆葦草 (Reed canary grass)、鐵麥草 (Timothy)、匈牙利燕麥草 (Smooth brome)、雞腳草 (Orchard grass)、黑麥草 (Rye grasses)、Quack 草、約翰生草等、Kentucky 藍草及多汁之草原草 (Succulent range grasses)。

豆草類作物：甜車軸草、苜蓿、紅車軸草、Alsike 車軸草、Ladino 車軸草、絳車軸草 (Crimson clover)、鵝眠草 (Lespedeza)、大豆、豇豆、野豌豆 (Vetch)、豌豆、葛薯。

副產物：甜蘿蔔頂部，豌豆藤。

四 青貯料與乾草之比較

在冬季飼料中，除青貯料外，通常以採用乾草蘖稈與根菜為最多。乾草與蘖稈之品質粗硬，缺少水分；根菜則水分甚多，消化率高，纖維質少，向被視為稀釋之精料。青貯料之成分與乾草相近，而較優於蘖稈，但能刺激食欲，則非其他冬季飼料所能及。就營養價值而言，青貯料約相當於乾草與水，或根菜與蘖稈。茲將青貯料與乾草比較於下：

1. 重要性比較

青貯料之重要，乃與乾草相同；蒙養家畜者倘能配合採用，至為有利也。據經驗之談，在二者配合飼養時，則家畜對乾質之食量，實較多於單用一種者。故將部分之乾草作物製成青貯料，實為有利之舉。例如在刈割第一次苜蓿或苜蓿禾草混作時，通常氣候不佳；如必須在場上調製乾草，則定受部分之損失。在氣候良好之處，或在第二、三次刈割苜蓿時，氣候利於調製乾草之處，則調製乾草較為經濟。

2. 價值上比較

據無數之飼養試驗結果，就飼用價值而言，一噸玉蜀黍青貯料約等於三分之一噸優良之苜蓿乾草。實則此種關係，乃視青貯料及乾草品質之不同而異。惟三分之一數，在通常交易上，經已普遍採用。玉蜀黍青貯料之富於種粒者，則其價值較昂。

3. 容重上比較

青貯料對空間之利用，異常經濟：一噸青貯料，僅需體積 50 立方英尺；而一噸乾草，則常需體積 400 立方英尺之多。例如一噸沉實之苜蓿乾草約佔容積 470 立方英尺。故一立方英尺之苜蓿乾草，約含乾質量 3.8 磅。一立方英尺之苜蓿青貯料，因較為沉實關係，其乾質含量重約 12—14 磅。故每噸苜蓿青貯料所佔之容積，約僅及乾草三分之一。

草堆中之乾草，每立方英尺之重量不及 5 磅，其乾質含量則不及 4.3 磅。在高 30 英尺之青貯塔，其中製成之玉蜀黍青貯料，每立方英尺重約 39 磅，其乾質含量重約 11 磅。倘將二者之乾質量相比，則後者較前者高出二倍半。

4. 刈割期比較

青貯作物之刈割，以每畝能獲得最大量易消化養分之時期為最適宜；青料收量之多少反為次之。過青之時刈割，飼料養分之收量通常較少。而青貯料之品質低下及水分過多。調製乾草之作物，其刈割期通常較遲於調製青貯料者。前者之延遲刈割，品質雖稍差，但能利於調製乾草；後者之稍早刈割，則其飼料成分較易於消化。

禾草與豆草於適當之時期刈割，通常約含水分 65—75%。準備青貯之作物，宜含水分 65—70%。在利於調製之天氣，早刈之苜蓿散放於刈幅 (Swath) 內 3—8 小時，即可積貯矣。在潮濕之區域，倘晴天之氣溫為華氏表 70—75 度時，第一次刈割後之大量苜蓿，其水分含量每小時約減少 2—3%。

茲將各種青貯作物適宜之刈割時期列舉於下：苜蓿十分之一至四分之一開花期；多數車軸草由半開花至開花盛期；禾草開花期；大豆、鵝腳草與豇豆在初莢飽滿時；燕麥、小麥與大麥由開花至乳熟或軟糊期；禾草與豆草混貯者，則宜就混栽中適於主要牧草之刈割期刈割之。

5. 收量上比較

在宜於玉蜀黍生長之處，有效可消化滋養物之每畝生產量，乃以玉蜀黍為最高。惟顧及成本時，則在優良之苜蓿地，苜蓿每百磅可消化滋養物之成本，僅稍多於玉蜀黍每百磅可消化滋養物成本之半耳。

在美國米歇根州之 East Lansing 地方，每英畝苜蓿與匈牙利燕麥草混栽地之兩次青料收量，在 1939 年重 10.9 噸，1940 年重

11.4噸。在相同之環境下，玉蜀黍之青料收量，在1939年重8.5噸，1940年重11.7噸。至乾質之百分率則二者頗同。甜車軸草之每畝青料收量，常有超過15噸者。

上列之收量，當然遠超於平均產量之上。用同量之豆科或禾本科青料：調製後之青貯料約重於調製後之乾草三倍；故三噸收量之苜蓿乾草，約等於九噸收量之苜蓿青貯料。

6. 養分上比較

調製乾草時，通常養分之損失約在25%；調製時倘遇陰雨，則其損失可高達40%以上。調製青貯料時，通常養分之損失，平均僅15%耳。據試驗，青貯玉蜀黍乾質量之損失僅為4.01%；風乾玉蜀黍淨穗芻料乾質量之損失，則為15.12%。

五 青貯之原理

1. 氣體之發生

新鮮青料經積貯後，其各部細胞並未死亡，仍由塔內之空隙間吸氧氣，以營其呼吸作用。約經五、六小時氧氣被吸盡後，細胞之呼吸作用始告停止；氧氣既盡，青貯料可免霉爛。

青料經青貯後最顯著之變化乃為氣體之發生，在4—5小時內，氧氣經已消失；而約於48小時內，二氧化碳氣漸增，致佔塔中氣體60—70%。在此後之數月間，二氧化碳氣逐漸減少。

倘空氣過多，發熱過盛之時，則其營養成分被毀過甚，塔料呈暗色。此種塔料或較為可口，惟其可消化性則減低。在極端之時，塔料變

酸並發霉。故積貯之時，青料宜緊壓，藉減少空氣。

2. 溫度之增高

青貯後其次之影響，乃為溫度之增高。所發生之熱，全係由植物細胞之呼吸作用而起。呼吸作用之盛衰，乃視各種情形之不同而異。在氣溫較高之時，倘將已凋萎而較老之青料積貯緩慢而疏鬆者，其呼吸作用較盛，產生之熱較多，致溫度較高。在氣溫較低之時，倘將未經凋萎而較嫩之青料積貯迅速而緊實者，則其呼吸作用較差，產生熱量較少，致溫度較低。惟青貯料中溫度之高低，並不足以決定其品質之優劣，蓋 $30-50^{\circ}\text{C}$ 之溫度，均利於各種微生物之繁生也。塔中之溫度上下亦常不能一致，例如積貯二星期後，近塔底之溫度為 25°C ，而在頂下 4 呎處乃為 39°C 。

要之，青料經積貯後，溫度逐漸上昇，直至塔內所有空隙間之空氣耗盡為止。溫度高昇之程度，乃與塔內空氣之多少成正比例。青料粗切或鎮壓欠緊，均利於高溫之釀成。塔內青貯料之溫度，通常不宜超過 38°C 。當超過此高溫時，即表明塔內空氣過多。最高之溫度，通常在積貯後一星期即可達到，其後之溫度即不斷慢慢下降。倘高溫不變，則空氣可能已由塔頂或塔側侵入。高溫繼續過久，青貯料終於發霉。高溫對於青貯料之品質，雖無破壞之影響，惟其顯能促進氧化作用，致增加養分之損失，間接害及青貯料之品質。青料倘積貯緊實，空氣甚少，則其中之溫度鮮有高達 38°C 者。

3. 微生物之作用

葡萄糖、乳糖、蔗糖等碳水化合物，受乳酸菌 (*Lactobacilli*) 之作

用產生乳酸(Lactic acid),同時亦產生少量之醋酸(Acetic acid)與蟻酸(Formic acid)等。乳酸菌之耐酸性特強,在調製青貯料時倘能促進此種細菌之作用,則可產生多量之乳酸,藉增加其酸度,使能阻止其他有害細菌之活動,而製成優良青貯料。

碳水化合物受酪酸細菌(Butyric-acid-forming bacteria)之作用,產生有機酸,尤以具有揮發性之酪酸為最多。此種細菌亦能將乳酸分解成酪酸。據 Virtanen 氏稱: pH 值低於 4.2 時,酪酸菌即不能生長。調製青貯料時,倘能使酸化作用(Acidification)迅速發生,致其 pH 值降至 4.2 以下,即可阻止酪酸菌之生長。惟倘青料幼嫩,水分過多,壓貯過緊,致缺乏空氣時,則酪酸菌之作用將佔優勢,每使青貯料起腐臭。

產生乳酸與酪酸時,具有揮發性之酪酸亦常能發生。存在青貯料表層中之少量酵母,亦能產生酪酸。

此外,因黴菌作用,青料如積貯過疏,含多量之空氣,則青貯料易於發黴,因多量氧氣與水分最宜於黴菌之生長故也。惟青料過老,或濕差過甚,且壓貯不緊時,則黴菌亦得滋生繁衍,致青料腐爛。

4. 發酵之結果

據 Peterson、Hastings 及 Fred 三氏稱,於青貯後 24—48 小時,乙醇(Ethyl alcohol)及醋酸與乳酸即開始發生。其成因之主要成分為糖,經發酵作用所致;然亦有由五碳糖基(Pentosans)及澱粉而來者。塔料之變色,及香氣與酸味之發生,皆由上述之產物而來。青料於積貯後 12—24 小時,細菌為數大增,尤以產生乳酸之細菌為甚。由發

酵作用之產物逐漸累積，細菌致因此消失。此後之塔料，倘無空氣混入，可經無限期之貯藏。玉蜀黍青貯料有歷十餘年之久而質地仍佳者。

當發酵之時，溫度漸高，可以排除上層空氣之侵入。有機酸之生成，乃為積貯青料時之主要變化。迨酸質增至相當程度時，發酵作用漸減，終至完全停止。

青料中蛋白質之一部，亦有受酵素之作用，起分解或消化而生較簡單之化合物如氨基酸、氨等，仍可為家畜所利用。在碳水化合物缺乏之時，生酸之細菌亦能分解蛋白質以利用其熱能。

在缺乏可發酵之碳水化合物（如幼嫩多汁之青料）時，或發酵作用在無空氣之情形下（如鎮壓過緊或青料過濕）進行時，則乳酸之發生常慢，而利於酪酸之發生，致呈臭牛酪味。故倘能使乳酸發生較速，則不利之發酵作用較難於發現。在質老、水少、收割過遲之青料，或每次積貯量過少而相隔之時間過長者，則因微菌生長與發酵旺盛關係，致發生霉青貯料（Moulded silage），其乾物質損失過多，其蛋白質亦難於消化。

倘青料中糖分太多，如未成熟之玉蜀黍與高粱等，則往往產生過多之酸質，而為家畜所不喜；且發酵過盛，養分之損失亦多。優良青貯料所含之酸量，以約佔總量 1—2.4% 為佳。所產生之酒精，常與酸化合而生芳香氣味。

由有機酸之作用，青料中之葉綠素將失去其鎂質，致呈棕色。青料中之胡蘿蔔素，可能損失一部，尤以發生高溫時為甚。維生素 C 亦

損失甚多，維生素 B 與 D 則無甚變化。

青貯馬鈴薯或馬鈴薯渣時，常因缺乏適當之細菌發酵生酸，有採用接種法輸以產生乳酸細菌者。

青貯時，Rogahn 氏在德國曾採用 Torosilon 消毒法，藉將青貯料消毒以防止發酵。法將厚二吋之鐵屑先放於塔底，將稀薄之 Torosilon 溶液噴於其上及窖之四壁。每 5 噸青料，約用溶液一公斤，並塗以適量之水，然後裝貯並壓緊青料，上封以泥土 2 尺許。由消毒劑所發生之二氧化硫與甲醛氣體，具有強烈之消毒作用，彌散於青貯料間。用此種青貯料飼畜並無毒害，其中養分之損失亦甚輕微。

5. 甜青貯料

青料積貯欠緊時，則塔內空氣較多，氧氣較盛，溫度上昇較速，發酵作用亦較早停止。所產生之有機酸以乳酸為多；乳酸具不揮發性，故缺乏酸氣，而成為甜青貯料 (Molasses silage)。乳酸具防腐功效，能防止其他不良細菌之活動。如用豆科作物調製青貯料時，則因碳水化合物之缺乏，不能產生足量之酸，以防腐敗。玉蜀黍與蜀黍均富於可發酵之碳水化合物，故於發酵時乳酸之產生甚為迅速，此種塔料最易於保藏。未熟之禾草，或可發酵之碳水化合物較少而富於蛋白質之豆草，如苜蓿、紅車軸草、雜車軸草及大豆等，倘刈割與積貯得宜（含適量水分），亦能得優良之塔料，惟此種優良塔料較玉蜀黍與蜀黍為難得耳。

玉蜀黍與大豆，或玉蜀黍與苜蓿混合積貯時，藉其大量可發酵之碳水化合物，已足使其保藏良好。惟在玉蜀黍不易生長之處，則此種

富於蛋白質之青料在青貯之時，實有參加濃厚碳水化合物之需要。各種糖均可採用；惟通常多用糖溶液或桔水（柑桔產區），較為經濟。桔水約含糖分 50 %；既有其相當之飼用價值，又頗便於施用。

桔水之施用量，乃視青料種類之不同而異。富於蛋白質之青料，通常需要較多之桔水；在積貯玉蜀黍與蜀黍之時，則無此需要。一般而論，如用桔水，則每噸青料約可施用下列之桔水量：

穀質類，40—50 磅。

禾草與豆草混貯，60—70 磅。

豆類，70—80 磅。

目下青貯塔之裝填機（Silo filler）多附有防腐物（Preservatives）撒佈器，其弁（Valve）能自動調節桔水之流動，增加或節制之。

6. 酸青貯料

青料積貯緊實時，則塔內空氣較少，氧化較慢，溫度上昇較遲，微生物之活動亦較久，致起進一步之發酵作用，將乳酸分解而生醋酸。發酵作用繼續進行，至產生之酸達相當濃度，微生物停止作用為止。醋酸係有揮發性，故此種青貯料有顯著之酸味，成為酸青貯料。酸青貯料之分解作用因不如甜青貯料者之盛，故其乾物質之損失及消化率之減低均較輕。

塔料之保藏，乃賴有機酸之產生。歐洲有直接施用無機酸，使其早呈酸性者，美國則少有施用者。為減少塔料之損失起見，1929 年芬蘭 A. I. Virtanen 氏曾建議稱，塔料宜迅速使其全部酸度低達 pH 3 至 pH 4 間，藉阻止醋酸之發生。氏用倍濃度之硫酸與鹽酸，二者配合