

石油化學品漲價對黃豆在工業應用上的潛在衝擊

The Potential Impact of Rising Petrochemical Prices on Soy Use for Industrial Applications

September 2008, United Soybean Board, U.S.A.

執行摘要(Executive Summary):

依據美國黃豆基金會(United Soybean Board, USB), 2005 年 12 月的報告, 所提及兩項主要問題在於:

- (a) 由於高漲中原料成本, 導致石油及天然氣(Petroleum & natural gas)所製造的石油化學品漲價程度。
- (b) 漲價對於使用生質基質產品(Biobased product, soybeans)所製造生質化學品的衝擊如何?

該報告中詳述供為製造廣泛多元化學品的具體漲價情形。這些產品係已由黃豆產品予以製造者, 或經可用的技術由黃豆產品予以製造者。它將這些漲價與黃豆油較穩定的價格對照, 其中一個情況為黃豆蛋白。

在 2005 年石油價格第一次漲到與粗製黃豆油(Crude soybean oil)單價相同。此並不表示黃豆油或許多依靠石油與天然氣基質的化學品市場會隨著馬上變動。儘管北美洲最容易取得的植物油來源黃豆, 僅能夠供應我們對化學品需求的一小部份而已。然而它卻表示化工廠商及所有依靠他們的下遊產業, 必須認識目前黃豆化學(Soy chemistry)係更具有經濟競爭性而且擁有對環境安全更佳的裨益。它可使黃豆產品供為部份取代石油化學品, 係為降低風險而增進利潤的途徑。如是, 使得新研究投資更擁有將來性而獲得更多的經濟裨益, 以招致合理的加工成本而改進黃豆化學品機能性(Functionality)而且維持充分的經濟競爭性以增進其競爭性應用。

2005 年 12 月所獲得的結論如下:

- (a) 經由石油與天然氣所製造的許多中間化學品(Intermediate chemicals), 業已漲

價以反映石化原料及能源(Energy)成本。

- (b) 這種情況，各化工廠商及製造廠商，業已受到甚大的影響。高成本終會造成高售價產品，但更複雜的產品，例如汽車的漲價卻很小，甚至沒有。
- (c) 以黃豆油為原料供為製造各種產品，例如塑膠(Plastics)及潤滑油(Lubricants)，均比過去一年來更具成本競爭性。
- (d) 黃豆油基質化學品的替代供用，將比其成本更受制於其機能性。
- (e) 經予改進技術以改善黃豆油及黃豆粉基質工業產品，而只要加工成本，尤其能源，能夠維持較低成本的競爭性裨益，則將可大大地予以替代石油化學品予以運用。

到了 2008 年 9 月，卻予以產生了嚴重變化。從 2005 年 12 月以來，黃豆油價格基本上係跟隨石油價格而變動。同時上述更複雜的商品，已反映高漲的石油原料成本。黃豆工業產品的研究開發經予突飛猛進，以致黃豆產品比石油基質產品擁有相等或更佳的技术競爭性。

另外，關鍵點在於黃豆粉並不如黃豆油予以急速漲價，因此，黃豆粉或黃豆蛋白產品，將在於粘結劑(Adhesives)，熱塑型塑膠(Thermo plastics)以及其他特定市場予以展現其新的應用商機。

2008 年 9 月的關鍵結論如下:

- (a) 黃豆油與石油的價格，目前係跟隨類似途徑予以變動。
- (b) 黃豆粉亦漲價，但僅及黃豆油漲幅的三分之一，而予以提供黃豆粉及黃豆蛋白產品展開工業市場的新機會。
- (c) 目前天然氣價格呈現穩定化，並不跟進石油及黃豆油價格予以變動，但它仍比其歷史價格層次嚴重提升。
- (d) 幾種產品均比 2005 年的黃豆油嚴重漲價，諸如尿素(Urea)，甲醇(Methanol)及甘油(Glycerin)等均是。

- (e) 同樣地，2005 年以來某些產品比黃豆油略為漲價，例如甲醛(Formaldehyde)與乙基醋酸酯(Vinyl acetate)，均是。
- (f) 在許多場合的經濟條件及執行屬性(Performance attributes)，卻使黃豆產品在 USB 所提目標市場，有利於做為工業產品及替代運用。由於黃豆粉的漲價較低而使得黃豆粉、粕(Soy meal & flour)及黃豆蛋白產品獲得商機以利在新市場發揮其適宜的執行運用性予以競爭。

1. 引言(Introduction):

1.1 有關研究: 此係與廣泛商品化學品的歷史價格有關縱覽。在某些場合，包括黃豆可能擁有競爭性做為工業產品的獨特化學產品在內，而大部份的場合，對於供給與需求有關資料亦予以收集以供美國及全球的銷售參考。經予縱覽的區隔市場包括:

- (a) 塑膠(Plastics)
- (b) 粘結劑(Adhesives)
- (c) 塗膜與油墨(Coatings & inks)
- (d) 潤滑油(Lubricants)
- (e) 溶劑(Solvents)
- (f) 其他(Other)

由於黃豆經予在某些方式被使用或予以評價其應用市場而選擇上述區隔市場做為縱覽對象。

對於新黃豆產品的研究及商業化的執行，係正在由 USB 的新用途委員會(New Uses Committee of the United Soybean Board)提供基金予以資助。若技術及經濟的困境能夠克服則可使新黃豆產品擁有進入市場的機會。這些研究經予展現黃豆擁有做為工業產品的機會而經由更多研究活動予以促進。如是，由於石化原料漲價，以致提升黃豆工業產品(Soy industrial products)擁有增進經濟性競爭潛力。這個研究係予以集中注意，由於石油原料成本關連的戲劇性變動漲價，以致能夠打開黃豆基質工業產品的發展與商業化接受性有關的新競爭機會。

1.2 基本議題其分析:

據 Omni Tech International 對 USB 所提出的報告，化學品原料在過去兩年來，經予嚴重變動其價格，諸如 2008 年 9 月各種原料價格，黃豆油為 0.50 美元/磅(CBOT 價)，黃豆粉 330 美元/噸(CBOT 價)，石油 115 美元/桶(Barrel)(NYMX)，天然氣 0.95 美元/MMBTU(NYMX)。石油與天然氣的價格，在 2003 年到 2005 年間，均比黃豆油更為急速漲價，而使得黃豆油成為更加經濟有效的受吸引原料。從 2005 年 12 月以來，黃豆油價格基本上係追隨石油價格而波動。石油與天然氣的漲價，經予刺激產業而予以拓展黃豆油有關研究，以致黃豆油獲得在許多應用上更上一層樓而予以替代石化原料。

增加的黃豆油需求供為製造生質柴油(Biodiesel, 即脂肪酸甲酯 Fatty Acid Methyl Ester)以及許多新黃豆工業產品，使得黃豆油更比 黃豆粉/黃豆蛋白成了黃豆加工的驅動者。通常希望由於黃豆加工增加而可使黃豆粉價格大大地下跌，以利提供 黃豆粉/黃豆蛋白 做為工業用途的機會。然而實際上黃豆粉亦漲價。

黃豆粉漲價的主要原因，係歸於美元貶值所致，而它經予刺激黃豆的出口需求尤其對於中國及印度為甚，結果卻使美國黃豆粉漲價。另外，由於玉米漲價而使得黃豆粉價格供為動物飼料的需求提升。雖然如此，黃豆粉價格卻比黃豆油並未甚上揚，以致由於石油化學品漲價而卻使 黃豆粉/黃豆蛋白 供為經濟有效工業用途的新機會高升。

如是，石油與天然氣由來的石油化學產品即在目標市場出售其產品，終會予以反映其原料成本提升。

由於市場價格比原料成本更會反映，因此並不希望中間化學品或最後產品依序原料價格予以漲跌。對於汽車用的塑膠結構材料的場合，由於石油漲價引起石油由來的苯(Benzene)價格接近相同的漲幅。如是，依序使苯乙烯單體(Styrene monomer)漲價而導致不飽和聚酯塑膠(Unsaturated poly ester plastics)亦漲價。這個塑膠係供為將玻璃纖維與汽車用輕質覆蓋板結構材料予以粘結之用。

然而汽車的售價係主要經由競爭市場的需求予以決定，而非由製造成本所掌

控。由於成本增加，已不再直接賦予顧客而卻以提供優惠措施以開發並採用有成本競爭性材料以取代傳統材料而維持其利潤。

1.3 與黃豆的關連:

當石油價格(每桶 Barrel)或天然氣(每百萬 BTU)稍微漲價時，黃豆油做為原料仍擁有其競爭性價格，然而其他各種市場情況則不然。例如，供為製造聚胺甲酸酯樹脂(Poly urethane resin)地毯底板(Carpet backing)的黃豆多元醇(Soy Polyol)比甘油由來的多元醇與天然氣由來的環氧丙烷(Propylene oxide, PO)更擁有競爭性價格。目前，黃豆多元醇供為上述應用仍比天然氣以外的所有原料擁有成本競爭性。

目前，正在研發的黃豆多元醇，供為汽車泡沫樹脂座墊(Automotive foam seating)之製造，擁有吸引節省成本的機會。然而在許多其他高效率應用方面，黃豆多元醇尚未能提供成本/執行運用的裨益，以利替代傳統石油或天然氣基質的多元醇。

1.4 其他競爭性油脂:

於此，必須提起競爭性的植物油及動物脂，來分析石油及天然氣漲價對黃豆油的衝擊。如黃豆，大多天然油脂的價格並不跟隨石油原料而波動。某些場合，將這些油脂供為替代石油化學品的需求將予提升。棕櫚油、芥花油或菜籽油以及動物脂，將無疑地與黃豆油一起能夠被供用為製造生質柴油。芥花油亦可供為潤滑油及其他某些應用。亞麻仁油(Linseed oil)可能復得在某些塗膜應用方面佔有市場。

總之，棕櫚油或動物脂等，大宗油脂並不適用於塑膠或塗膜(Coatings)應用，係由於其所含高層次的飽和脂肪所致。芥花油或亞麻仁油，在北美洲無法充分供用以獲取廣泛上述用途。

- 目前，黃豆化學(Soy chemistry)在許多市場擁有經濟有效的競爭性。
- 自從 2005 年 12 月以來，黃豆油價格朝向跟隨石油定價而波動，因此，在 2003 年到 2005 年間，獲得比石油擁有充分的經濟裨益。

- 目前沒有其他植物油擁有適宜的脂肪酸形態(Fatty acid profile)及廣泛的可用性，以獲取經濟優勢的機會。由於石油與天然氣價格提升而相對將繼續在市場使黃豆的用途增進，而充分展現其執行運用效果。
- 在這些市場，執行效果與加工成本仍為其議題而為了尋找改進黃豆產品執行運用效果的競爭性激勵活動大大的提升。

2. 塑膠(Plastics):

縱覽: 塑膠係在已開發世界，每天生活中到處都有的一部份材料。它成為產品與其特性的驚人裝飾品而被供用為替代木材、金屬、玻璃、天然纖維以及石材或混凝土。然而合成塑膠材料的最早形態，係經由天然產物予以開發製造者，諸如棉花纖維素(賽璐璐Cotton celluloid)及木材纖維素(Wood celluloid)，而目前幾乎所有的現代大宗塑膠係由石油(Petroleum)或天然氣(Natural gas)為原料，予以製成，然而現代的黃豆及玉米基質生質塑膠(Bio-plastics)正在成為重要的商業化材料。

於此，更為明確了解石油與天然氣(即塑膠基礎原料)的漲價如何衝擊供為製造塑膠的基礎化學品及其中間產品價格。幾乎所有的這些化學產品，經予維持漲價以回應原料的高漲。

於是，它依序的導致朝向將美國的塑膠生產作業移到石油與天然氣更可供用而且便宜的世界各地區予以生產。經由比較黃豆油價格與石油與天然氣價格，得悉黃豆油與黃豆粉，業已成為更經濟吸引做為製造塑膠原料。這並不意味黃豆可以或必能供為所有塑膠的製造應用。這個報告的焦點在於使用黃豆或黃豆蛋白，業已可展現其技術可用性者或其初步研究提示可以發展能夠使黃豆油成為製造經濟競爭性的熱固型塑膠(Thermoset plastics)者為主。

另外，可使黃豆油粉發展為擁有濟競爭性潛力的未來研究，係為廣大的熱塑膠(Thermo plastics)市場。

主要關鍵塑膠市場如下:

- a) 丙烯(Propylene): 塑膠製造的基礎石化原料
- b) 供為製造聚胺甲酸酯樹脂(Poly urethane resin)的多元醇(Polyols):

熱固型塑膠

- c) 不飽和聚酯塑膠供為結構物材料: 熱固型塑膠
- d) 熱塑型塑膠: 可經加熱予以造形的塑膠

2.1 丙烯(Propylene):

丙烯的化學式為 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ ，它係為基礎石化結構物(Composite)化學品，可供為製造龐大量的熱塑型塑膠材料(聚丙烯 Poly propylene)以及製造龐大量基礎氧化化學品(Basic oxygenated chemicals)，諸如，丙烯腈(Acrylonitrile)、環氧丙烷(Propylene oxide)、氧化醇(Oxo-alcohols)、丙烯酸(Acrylic acid)以及異丙醇(Iso propyl alcohol, IPA)。

丙烯的有用化學加工品，可經由黃豆油的水解(Hydrolysis)與氧化反應(Oxidation)或澱粉或玉米糖漿(Corn syrup)的發酵予以製取。由化學中間品可製造甘油(Glycerin, or Glycerol)，丙二醇(1.3-Propanediol)，乙醯甲醇(Acetol)，以及乳酸(Lactic acid)，而這些化學品可再加工以製造各種化學品及塑膠。

將來，由於石油與天然氣由來的氧化丙烯加工產品(Oxygenated propylene derivatives)的需求及價格提升，以致由生質精煉(Bio-refineries)所得的氧化碳氫化合物加工品(Oxygenated hydrocarbon derivatives)，將成為關鍵成本有效的替代來源以製造氧化丙烯中間化學品。許多這些中間化學品可供為製造各種塑膠聚合物(Plastic polymer)。

供需與應用: 北美洲的丙烯年需求成長率為 4~5%。據 Chemical Marketing Associates, 2007 年全球丙烯需求量為 7,200 萬噸，而由此預估 2020 年的需求，將達 1 億 1,600 萬噸。

丙烯的用途: (以佔有率表示)(%)(2008 年)

聚丙烯(Poly propylene)	54
環氧丙烷(Propylene oxide)	12
茴香素(Cumene)	8
氧化醇(Oxo-alcohols)	4

丙烯酸及酯(Acrylic acid & ester)	4
異丙醇(IPA)	4
彈性橡膠劑(Elastomers)	3
其他(Miscellaneous)	2

在北美洲，丙烯係經由煉油副產品予以提製，或由石油氣(Liquefied petroleum gas, LPG)的副產品予以製造。其供應係依賴這些產品的蒸汽裂解石油腦(Steam cracking naphtha)而來。經蒸汽裂解又可生產大量的乙烯(Ethylene)做為副產品，然而丙烯的需求成長比乙烯為快。如是，經予致力丙烯的生產並利用更為複雜的加工過程。

諸如，高催化裂解反應(Deep catalytic cracking)，丙烷去氫反應(Propane de-hydrogenation)，複分解化學(Metathesis chemistry)或甲醇－烯烴(Methanol to olefine)的發展以利增加供應，些均須要高度的投資成本。

石化產品與黃豆油價格比較:

	2005 年	2008 年
丙烯(美分/磅)	51	85
天然氣(美元/百萬 BTU)	8.56	7.50
石油(美元/桶 Barrel)	50.28	115
黃豆油(美分/磅)	23	50

丙烯又被廣泛應用於提升汽油的辛烷值(Octane value)，因此將丙烯做為基礎石化原料以供製造塑膠，氧化化學中間品以及汽油，而使它成為未來人類經濟上的關鍵原料。

2.2 多元醇(Polyols)供為製造聚胺甲酸酯(Poly urethane, PU):

供為製造聚胺甲酸酯多元醇(Poly Urethane Polyols)的主要中間化學品或原料結構物材料，由於原料(石油與天然氣)漲價而成本大大的提升。這些基礎原料成本增加而直接影響 PU 產品的價格。加之，石化工廠所需能源成本，業已戲劇性的上揚，因此，石油產品由來的 PU 產品製造成本亦大大的增加。

丙烯由來的環氧丙烷，係關鍵的全球石化原料，以供製造 PU 及二元醇 (Glycol) 而它係由石油或天然氣予以製取。

環氧丙烷 (Propylene oxide, PO) 加工過程，甚受丙烯及能源成本提升的影響。在北美洲，PO 的需求超過 40 億 磅/年 而聚醚多元醇 (Poly ether polyols) 供為製造 PU 的需求約佔 55%，其次為丙二醇 (Propylene glycol, PG) 佔 22%。聚醚多元醇的需求，係由於 PU 泡沫樹脂 (PU foam resin) 的需求而增加，諸如供為建築、運輸、傢俱、塗膜、粘結劑等產業，其需求成長率預估 3~4%/年，但卻在 2008 年由於經濟衰退而減為零。另外的原因在於亞洲地區興建新 PO 工廠供應所致。

雖然 PO 係製造 PU 多元醇的主要原料，但丙烯係衝擊石油基質多元醇的關鍵成本促進者。全球經濟衰退並不衝擊對丙烯的需求而結果對 PO 及多元醇的需求亦然。如是，使得含有 PO 的多元醇比過去更擁有成本競爭性。採用黃豆油做為原料以製造多元醇，可排除對甘油，其他丙烯加工品以及 PO 的需求，如是，可節省可觀的能源成本乃為其特點。

PU 的用途:

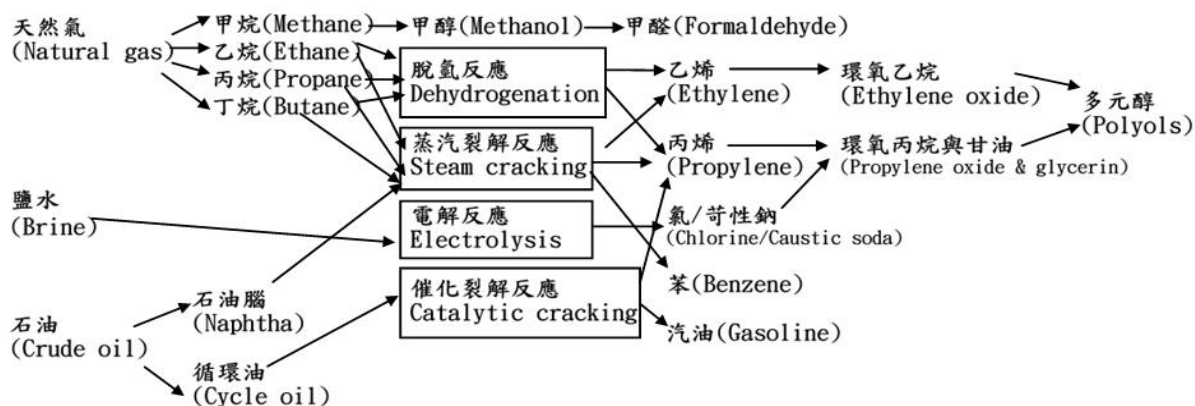
PU 係熱固型聚合物 (Thermoset polymers)，可供廣泛的應用，諸如，從寢具用泡沫樹脂塑膠到高密度裝飾木材替代之用。PU 產品可用以製造運輸產業用的汽車零件、座墊 (Seats) 及塗膜 (Coating)；建築產業用的絕緣材料、捺印材料 (Sealants)、塗膜；傢俱、寢具及地毯產業用的易彎曲泡沫樹脂；許多工業機械用途的橡膠質產品 (Elastomer)，易彎曲管件及醫療用具，以及廣泛種類的工業用粘結劑。

這個廣泛用途形態，係由於多種化學成份結合成為 PU 聚合物所致。它係熱固型聚合物，係由兩種化學品反應所形成者，即異氰酸酯 (Isocyanate) 與含有活性氫化合物 (Active hydrogen containing compound)。最為廣泛被採用的活性氫化合物供為 PU 製造者為聚羥基醇類 (Poly hydroxy alcohols) 通常稱為多元醇 (Polyols)。PU 聚合物係由 40~60% (wt.%) 的多元醇與石油由來的異氰酸酯所構成。

供需: 多元醇可由碳氫化合物或生質材料等，多種原料予以合成製造，然而目前大多數係以碳氫化合物基質多元醇比生質基質多元醇為多。最多量的碳氫化合物基質多元醇產品，係由甘油與丙烯及乙烯兩者的氧化物(環氧乙烷Ethylene oxide, EO與環氧丙烷Propylene Oxide, PO)予以合成。丙烯與乙烯係由石油與天然氣由來的石油化學單體(Petrochemical monomers)。這種單體經由氧化反應予以形成EO與PO，它們更與低分子量聚羥基醇類，諸如甘油或蔗糖予以反應以合成為高分子量含有羥基的多元醇。

北美洲地區的 PU 產業需求各種多元醇，預估為 35 億磅(2007 年)，佔全球多元醇市場需求量約為三分之一。

製造多元醇類的基本過程:



如上圖，用於製造 PU 的基本原料，係由石油與天然氣(環氧乙烷、環氧丙烷、甘油)而來，以致產品 PU 的成本受制於兩者的價格高漲。

產品與原料價格	2005 年	2008 年
易彎曲多元醇 (美分/磅)	110	130
更質多元醇 (美分/磅)	123	145
丙烯 (美分/磅)	51	85
石油 (美元/桶)	52	120
黃豆油 (美分/磅)	23	51

與黃豆油的關連:

經由有關公司努力研究如何採用黃豆多元醇(Soy Polyol)來取代碳氫化合物基質多元醇(Hydrocarbon based Polyol)，然而採用這些碳氫化合物多元醇以合成 PU 的成本提升，係由於石油與天然氣價格急漲所致，其影響甚大。因此繼續拓展改善製造過程以利改用黃豆油來配製黃豆多元醇並改善其品質以降低成本，乃為其特點。

若製造黃豆多元醇的經濟效益能夠確保而且其競爭性及運用效果相當於石化基質品或更佳，則採用黃豆油製造黃豆多元醇，將在往後五年內增加到 6 億 2,000 萬磅。這個數據相當於 5,600 萬英斗的黃豆所提煉的黃豆油。黃豆多元醇不只提供 PU 廠商使其能夠多元化產品，又可使其發展更為永續的原料來源而比採用石油由來的 PU 化學品更具環境友善(Environment-friendly)效應。於此，注意到棕櫚油由於其含有高量飽和脂肪以致無法與黃豆油競爭做為生產多元醇的原料。

目前黃豆油價格朝向跟隨石油價格比率變動，因此黃豆油擁有與石油由來多元醇的競爭能力。黃豆多元醇，業已成為確立的化學品，以供製造 PU 產品。有關廠商的技術發展經予繼續改善其多元醇產品性質，以利使其適用於廣泛用途。石油基質的聚醚多元醇，由於石油碳氫化合物漲價而業已遭受繼續漲價效應。

2.3 聚酯樹脂(Polyester resins):

聚酯樹脂係供為廣泛種類產品的應用，從合成纖維乃至硬質材料的高度易彎曲材料類，諸如，汽車車體零件、浴室用具、廚房用具、洗衣用具以及聚合物混凝土均是。供為以黃豆原料替代的主要目標用途在於強化結構物，例如收割打穀機(Combines)的外殼板可供用。

這種使用在結構物(Composites)的樹脂，係主要經由順丁二酸酐(Maleic anhydride)，各種酸及多種二元醇例如丙二醇(Propylene glycol)的縮合反應(Condensation reaction)予以製造。它係在高溫、高壓及真空下，形成室溫

結晶性固體材料。未經成型以前，它係被溶解在苯乙烯單體(Styrene monomer)，以形成為流動性液體以利與強化材料(如玻璃纖維與其他填料)一起鑄成產品。經選擇各種填料(Filler)而採用聚酯樹脂配方以製成廣泛範圍的商業產品。

不飽和聚酯樹脂(Unsaturated polyester resin)，係屬於熱固型樹脂(Thermoset resins)，供為製造結構物，而它係經由順丁烯二酸酐，飽和酸類，二元醇類以及苯乙烯單體等，予以合成。它可供為製造纖維或飲料容器用的熱固型樹脂。上述各種成份物質，均係由石油提煉或天然氣液體予以裂解所得者。

供需: 美國市場需求不飽和聚酯樹脂，在 2005 年達 19 億 磅/年，而到了 2008 年，由於市場衰退而其需求量降為 16 億磅/年。

聚酯樹脂的中間化學品，諸如，順丁烯二酸酐、丙二醇、苯乙烯單體等，其定價係反映石油與天然氣成本而變動。如是，它經面對這些中間化學品的價格提升而急漲。

不飽和聚酯樹脂的平均價格:

2001 年	53 美分/磅
2005 年	114 美分/磅
2008 年	159 美分/磅

與黃豆油的關連:

在製造供為結構物不飽和聚酯樹脂加工過程中，可採用黃豆油及玉米酒精以替代部份傳統不飽和聚酯樹脂原料中的酸類與二元醇。如此，可節省能源以及部份石化原料。

當黃豆油成本維持比各種其他二元醇(如丙二醇)為低時，可考慮黃豆油供為生質原料以製造聚酯樹脂。有些廠商提示採用生質柴油生產由來的低價粗製甘油以製取丙二醇供用。

然而由於研發粗製甘油的新用途，使得其價格提升，同時甘油的需求亦增

加。依據技術與成本評價，可考慮利用黃豆油/粉的發酵反應來製取反丁烯二酸(Fumaric acid)以替代傳統的順丁烯二酸(Maleic acid)原料。

(a) 順丁烯二酸酐(Maleic anhydride):

順丁烯二酸酐，係高度多元的中間化學品，為製造許多產品所必需者。其最多的單一應用在於不飽和聚酯樹脂，以供建築、運輸及航海產業。它又可供為汽車油添加劑、人造甜味佐料(Sweeteners)、風味增強劑(Flavor enhancers)、紙張上膠劑(Paper sizing)、水處理劑、環氧固化劑(Epoxy curing agent)、頭髮噴劑(Hair sprays)、藥品、農用化學劑以及各種聚合物(Polymers)。它亦可供為製造丁烷二醇(Butanediol)與四氫呋喃(Tetrahydrofuran)。

在歐洲及北美洲均有從事製造順丁烯二酸酐，它具有獨特物理性質(在室溫為固體，但可以在熔融狀態予以加工)，而成為全球所必需產品材料。在美國，它係由正丁烷(n-Butane)經由催化反應(Catalytic reaction)予以製造而正丁烷係由石油提煉或由天然氣萃取所得。亦可由石油由來的苯，經由氧化轉換反應予以製造順丁烯二酸酐。這些過程，均甚受能源與原料成本的影響。

在北美洲預估順丁烯二酸酐的需求量超過 5.6 億磅。其中供為聚酯樹脂用者，佔有總需求量的約 63%，其次依序潤滑油添加劑約佔 12%，丁烷二醇相關化學品佔 6%。從 2001~2006 年，其需求成長率平均為 2.8%/年。在汽車用強化結構物上的潛在需求急速成長，係由於汽車用外覆蓋加工品較輕，同時又可改良其塗膜性，以利燃料經濟所致。

在 2008 年聚酯樹脂的價格急升到 0.85 美元/磅，與近 5 年價格比較，其漲幅為 100%

由於得悉改進黃豆油/粉的酵素法發酵技術可能供為製造反丁烯二酸(Fumaric acid)(它為順丁烯二酸的異構物)，以利替代順丁烯二酸或轉換為順丁烯二酸酐供用。

(b) 丙二醇(Propylene glycol, PG):

PG係廣泛用於製造配合產品及各種塑膠產品中間品的化學品。在美國，製造PG的能力預估為15.9億磅/年而經予將其產量的27%以上予以外銷。

PG係將環氧丙烷(PO)，經由水合反應(Hydration reaction)予以製造。由丙烯所得PO與水在200°C反應而形成PG(mono-, di-, & tri-propylene glycol)並經蒸餾予以提煉。這個過程受到天然氣由來的原料丙烯與能源兩項成本的影響甚大。

供需: 在北美洲，PG的需求預估為10億磅/年，其中26~27%係利用在不飽和聚酯樹脂的製造，約22%供用在除冰劑(De-icing fluid)，引擎冷卻劑(Engine coolants)以及工業用熱媒(Industrial heat transfer fluids)，另外15%供為液體清淨劑。PG亦可供為藥劑及食品製造配料。食品、化妝品及藥劑方面的用途，約佔市場的20%，而其餘則供為包括油漆及塗膜等，應用。

石油由來的PG需求成長率，曾經超過4.4%/年，但由於經濟衰退而其成長率卻降為2%左右。在食品及藥劑方面的應用，業經衰退，係由於受到生質柴油由來的低價甘油的競爭影響所致。供為汽車用途的強化結構物產品方面的潛在需求，更為急速成長，蓋因由於輕量零件可提升燃料經濟所致。PG售價，曾經由於反映供需與成本擺動而甚易波動。

對黃豆油的衝擊: 由於各有關研究單位(如University of Missouri Researchers 及Dow & Cargill-Ashland)經予開發製造PG的替代方法，係採用黃豆油生質柴油由來的副產品(粗甘油)，予以轉換合成丙二醇。法國的Metabolic Explorer亦開發類似技術。由於從生質柴油工廠提供豐富的粗製甘油，使得這個產業甚受業界吸引，然而經由開發新用途，卻增加其成本，以致採用新技術的建廠情況衰退。

(c) 苯乙烯單體(Styrene monomer):

苯乙烯單體，係由石化碳氫化合物(Fossil hydrocarbon, 如苯與乙烯)製造的基礎化學品而廣泛供為塑膠製造之用。聚苯乙烯(Polystyrene)係廣泛用於製造硬質絕緣泡沫樹脂(Insulation foam resin)，另外，又可供為製造可丟棄杯子之用。苯乙烯單體可以與不飽和聚酯樹脂結合以製造玻璃纖維強化結構物產品而與丁二烯(Butadiene)結合以製造輪胎與地毯底板用的合成橡漿材料(Synthetic latex rubber materials)並且與丙烯腈(Acrylonitrile)及丁二烯一起結合以製造熱塑型樹脂，例如 ABS 塑膠(丙烯腈丁二烯苯乙烯聚合樹脂, Acrylonitrile Butadiene Styrene Copolymer, 即 ABS Copolymer)。然而經由石化原料急速漲價，以致使苯乙烯及其所有下游加工產品，遭受甚大的衝擊。

供需: 在美國，其苯乙烯的製造能力，估計為 137 億 磅/年，其中 65% 供為聚苯乙烯的製造，而僅 6% 供為不飽和聚酯樹脂的製造(如結構物及其他用途)。2008 年的需求量超過 90 億 磅/年，在 2004 年其售價高達 0.68 美元/磅，係由於原料漲價所致。經予擴大生產能力，以利抑制漲價而提升利潤。

對黃豆油/粉的衝擊: 由於大多苯乙烯單體，係用於聚苯乙烯產品及絕緣泡沫樹脂而製造單體的任何石化原料或能源成本提升，將使其最後產品如聚苯乙烯泡沫樹脂或包裝材料漲價。如此，使得與黃豆油由來的 PU 泡沫絕緣樹脂比較，其成本有效性降低，以致採用黃豆油替代石化原料的潛在市場予以成長。

苯乙烯可能擁有對人體致癌性的壓力。它對於工作人員遭受其災害卻成為嚴重問題。目前由於苯乙烯的替代成本甚高，若可採用黃豆原料能夠製取比石化原料更為經濟有效的化學替代方式以取代苯乙烯則可提供給黃豆基質產品予以替代利用機會。

2.4 **熱塑型塑膠(Thermo plastics):**

USB 所提倡採用黃豆粉(Soy flour & meal)及黃豆蛋白加工品製成的熱塑型塑膠的潛在用途如下:

- a) 包裝應用：薄膜、盤子、鑄形產品、包裝袋、坐褥沫泡樹脂、垃圾袋、奶瓶等。
 - b) 建築應用：塑膠板、塗膜、管件、絕緣材料等。
 - c) 運輸應用：車內配件、車外塑膠板。
 - d) 電氣電子應用：辦公用具、半導體、電線、電視框架、開關。
 - e) 消費應用：醫療器具、可丟棄食品用具、安全帽、信用卡、指標板。
 - f) 傢俱應用：裝飾用具、庭園用具、座墊、櫃台、架構。
 - g) 工業應用：引擎零件、農具、庭園機器、化工裝置、油田設備。
 - h) 粘結劑/油墨/塗膜應用：粘結劑、塗膜、油漆、油墨等產品。
- 如此，熱塑型塑膠的用途，幾乎包括每天生活應用品項在內。

供需：在北美洲，熱塑型塑膠生產量高達 900 億磅/年(2006 年)，包括主要 30 種以上的樹脂產品應用，諸如，Poly ethylene, Poly propylene, Poly vinyl, Chloride, Nylon 以及 ABS。而均係石油或天然氣由來的產品，仍須經由各種不同技術加工予以達成。

熱塑型塑膠需求，係由於其效用，成本裨益、技術創新、新產品開發以及全球人口增加而予以促進成長。在北美洲，平均年成長率為 3~5%，然而 2008 年由於經濟衰退的影響而平均成長率降低。

熱塑型塑膠樹脂的新部門產品，稱為生質塑膠(Bio plastics)，業已成為重要的塑膠產品，尤其供為包裝與可丟棄產品市場為甚。生質塑膠產品材料，係一種新型塑膠，而其原料係全部或一部份經由生質(Biomass)基質所構成。歷史上，生質塑膠係纖維素由來者，爾後經化學方法予以修飾者為生質塑膠材料，諸如，醋酸纖維素(Cellulose acetate)，乙基纖維素(Ethyl cellulose)，然而它們由於高成本效用理由而在許多應用上被石化基質塑膠予以取代。過去 10 年以來，經由農產物基質的新穎生質塑膠則比合成纖維素產品更為成本有效地被商業化供用。

生質塑膠由來的薄膜、袋子、可丟棄食品容器等，係由於消費者需求供為永續性包裝材料及政府機關活動鼓勵回收使用予以促進推行。這些產品經

予期待到 2012 年的成長率為 17%，而全球需求量將超過 10 億磅/年。

除了纖維素以外的多量熱塑型塑膠，均石油與天然氣由來者，以致其成本急漲而從 2006 年以來，石化原料漲價超過 100%而從 40.5 美分/磅提升到 85 美分/磅以上，以致熱塑型塑膠均急漲。

各種熱塑型塑膠及生質塑膠價格如下：

(2008 年 9 月)(單位: 美分/磅)

Poly ethylene	95~110
Poly propylene	100~118
Poly styrene	108~115
Poly ester	96~101
Poly lactic acid	95~110
Starch foam	65~75

與黃豆油/粉的關連:

從 2005 年以來，由於石油基質的熱塑型塑膠大大地漲價，使得生質塑膠獲得擁有經濟優勢予以替代競的機會。目前唯可供為黃豆產品由來的熱塑型塑膠，為環氧黃豆油(Epoxidized soybean oil, ESBO)，它可供為可彎性 PVC(Poly Vinyl Chloride, 聚氯乙炔應用上的從屬可塑劑(Secondary plastscizer)，通常可替代添加 5%以下。隨著 PVC 原料成本增加，尤其乙炔及可塑劑而 ESBO 廣泛被採用在這些應用，對於所得最後產品品質仍佳。

黃豆基質熱塑型塑膠的開發，經 Iowa State & Michigan State University 研究，由於石化基質產品漲價以來，尤其黃豆蛋白基質聚合物，業已不再成為不利於成本經濟效果的产品而可與石化產競爭。目前 USB 計劃目標在於應用黃豆粉與修飾黃豆油為原料供用的產品執行運用效果，以利替代石化產品。

3. 木材結構物用的粘結劑(Adhesives for Wood Composites):

粘結劑係由各種化學品調配予以製造。USB 資助研發黃豆基質(黃豆油/粉)粘

粘劑以供木材結構物市場應用，包括木板、合板、人造板以及中級密度纖維板等非結構型板。這些板所使用的黃豆基準粘結劑僅供為屋內結構物加工之用，由於其係為不良耐候性及不佳耐水性所致。

黃豆粉(Soy meal/flour)在商業上，係將不含甲醛(Formaldehyde)的膠劑(Glue)供為硬質木材合板之粘結用為其特點，蓋因通常的傳統粘結劑樹脂，係含有酚類(Phenols)、尿素(Urea)及甲醛等而甲醛係具有毒性化學劑而非為環境友善性所致。上述三種化學品基質樹脂，在2006年的消費量為31億磅，然而由於經濟環境不佳而在2007年~2008年間逐漸衰退。

黃豆粉，均可供以製造而替代目前的尿素—甲醛樹脂(UF resin)及酚—甲醛樹脂(PF resin)。不含甲醛的黃豆粘結劑，經予做為屋內硬質木材合板、人造板、纖維板的製造材料，以利排除有毒性甲醛的健康影響。

隨著上述三種石化中間材料急漲，而黃豆粉售價亦跟進，但仍可與石化材料化學品競爭，尤其甲醛擁有致癌性而予以排除使用它，乃為其特點。

粘結劑原料單價比較: (單位: 美分/磅)

	2005年	2008年
黃豆粉	9.15	15.75
尿 素	13.5	30.7
酚	64.5	80.5
甲 醛	21.0	18.0

在USB資助下，Oregon州立大學繼續研究黃豆基質的粘結膠劑供為屋內硬質合板粘結之用。由於房屋建築市場蕭條，以致木材粘結膠劑需求逐漸衰退。

4. 塗膜與油墨(Coatings and inks):

在歷史上，塗膜與油墨係採用黃豆油為原料的最大工業市場。它係使用在各種不同成份材料構成的產品予以裝飾。黃豆油，長久以來均供為固體樹脂與液體溶劑，諸如，使用在龐大量，效用佳並且低成本報紙用油墨，由黃豆油製造的酸醇樹脂(Alkyd resin)，油脂基質油漆的製造，均是。

- a)建築塗膜 b)代客加工用(OEM) c)粉末塗膜(Powder coating)
- d)塗膜與油墨用的乾性油 e)輻射固化油墨(Radiation cured coating ink)

通常黃豆油尤其大量使用在報紙印刷產業(以彩色印刷為佳)。

4.1 建築塗膜(Architectural coatings):

建築塗膜，係供為住宅、工商業大廈的屋內外現場塗膜應用，它可供防制與裝飾的室溫加工，諸如住宅用油漆、染料與捺印(Stains & sealers)以及屋頂塗膜。油脂基質的油漆，係在這些市場帶領其產品銷售，僅次於水性油漆。

主要建築用塗膜樹脂，包括丙烯酸酯(Acrylic ester)，乙酸乙烯酯(Vinyl acetate copolymer)均可用。這些均係硬度佳、耐用、可洗性的最後塗膜樹脂。由於房屋建築產業蕭條，而經予衰退，但仍佔有所有油漆及塗膜的 55%。在 2006 年，美國的塗膜樹脂消費達 238 億美元而到了 2011 年將高達 250 億美元。

與黃豆油的關連: 過去幾年來，黃豆油已進入建築塗膜市場以供新應用，諸如屋頂塗膜、染料與捺印、工業油漆以及住宅油漆均是。雖然黃豆油成本比合成樹脂為高，但仍擁有其價值而適用於油漆與塗膜之用。黃豆油基質油漆可降低石化基質產品由來的油漆所產生的臭味，可減少揮發性有機成份氣體(VOCs)並提供綠色的永續性替代品。有關永續性生質而可再生原料的議題，業已使塗膜業者大力推行以提供給黃豆油充分商機。經由USB資助塗膜計劃予以提升利用黃豆油的生質永續性與低VOCs特性，乃為其特點。

為代客加工業者調配塗膜，以符合應用條件及產品要求品質。目前，由 USB資助應用包括黃豆多元醇在內以供農用設備、電子設備以及汽車零件的塗膜應用。

於此，採用黃豆多元醇以替代石化系多元醇的興趣甚大，以利滿足配合綠色計劃(Corporate Green Programs)。大多興趣在於黃豆原料的生質基質永續

性，以利與石油與天然氣原料競爭，蓋因它關連到價格穩定性及供應可靠性佳所致。塗膜產業的大廠商正在尋找研發使用黃豆油在工業塗膜用途，以替代石化多元醇(Petrochemical Polyols)。

如是，黃豆油獲得更多的興趣，蓋因塗膜廠商甚有興趣採用生質可再生而且可降低 VOCs 層次的永續性聚合物所致。由於更多的公司企圖擴大其“綠色”塗膜，以致黃豆多元醇(Soy Polyol)獲得供為工業塗膜上的新穎興趣。另外，將黃豆基質的粉末塗膜(Powder coating)技術，成功地移轉給有關廠商供用。

4.2 粉末塗膜(Powder coatings):

粉末塗膜，係 100% 固體塗膜，而主要應用在金屬材料產品的塗膜，以利保護與裝飾目的。其主要應用在辦公廳傢俱、用具以及汽車零件。與液體塗膜比較，粉末塗膜更可快速固化(Curing)，廢棄物料較少，而且沒有揮發性有機溶劑與其回收與安全問題。它係在代客加工塗膜方面用量最多。

使用在粉末塗膜的主要樹脂，有環氧樹脂類(Epoxies)、聚酯類(Polyesters)以及兩者混成樹脂(Epoxy/polyester hybrid)。聚酯類主要成份為丙二醇，順丁烯二酸酐及苯乙烯。環氧樹脂，係由表氯烷(Epichlorohydrin)與雙酚甲烷(Bisphenol A)以供製造。環氧樹脂及表氯烷的主要成份，係由聚丙烯所誘導合成的產品化學品。

2007 年，粉本塗膜的產量約為 3.6 億磅(產值 9.27 億美元)，已達最高記錄，其市場經予統合而已成熟並無成長趨勢。

由於石化原料漲價而使得環氧樹脂價格，目前業已急漲到約為 1.65 美元/磅，然而環氧樹脂的需求並未受高價的影響。當家庭用產品方面用途尚在努力推廣，然而在工業塗膜、風力能源及太空方面的設備需求應用，卻正在大大地予以成長。聚酯基質粉末塗膜樹脂的漲價，也由於各種石化原料價格上揚所致。

與黃豆油的關連: 黃豆油擁有潛力予以替代部份供為粉末塗膜用的中間產品樹脂，而努力研發粉末塗膜樹脂，予以使用最高量的黃豆油，以利提供低成本而可再生原料，使得與石化系樹脂競爭。

USB 資助的廠商(Battele Memorial Institute)經予確立低溫及標準溫度固化的粉末塗膜技術。該標準溫度固化粉末塗膜，尤其可供為金屬材料產品的塗膜，而可耐 350~400°F。另外，也有較低溫的粉末塗膜應用，使得擴大另外 8 億美元的潛在市場。為了使這種新技術予以商業化，該公司與全球最大樹脂廠商合作，以進入這個市場提供金屬農機的塗膜。

4.3 **乾性油脂(Drying oils):**

某些塗膜及油墨，係採用植物油脂做為結合劑(Binder/solvent)予以配製。這些乾性植物油脂的最重要用途在於油脂基質的酸醇樹脂油漆(Alkyd paint)以及某些油墨(Ink)，例如報紙用及張頁(Sheet fed)與冷加工用油墨。黃豆油以外的最普遍乾性油為亞麻仁油。2007 年，在美國生產 2.9 億磅的亞麻仁油，而其中約 40%係供為油脂基質塗膜，另外 30%供為油墨。

與黃豆油的關連: 亞麻仁油的價格，比黃豆油為高，蓋因其快乾性尤佳所致。黃豆油經予化學修飾(Chemical modification)予以改善其快乾性，將可獲得取代亞麻仁油的機會。

經由 USB 的資助，Iowa 州立大學研究製造共軛型黃豆油(Conjugated soybean oil)以改善快乾性。它係採用光解加工過程(Photolytic process)以獲得比傳統的黃豆油更佳的快乾固化特性，但目前仍未能達成其經濟效用。然而亞麻仁油，仍繼續擁有快乾固化特性的油脂。

4.4 **輻射固化塗膜(Radiation cured coatings):**

輻射固化塗膜，諸如使用在印刷藝術、包裝、木材傢俱、電子及汽車零件，均被認為必須採用這種優異的技術。它可提供比傳統固化塗膜更佳裨益，蓋因它係低 VOCs，更快速加工，可節省工廠加工空間以及甚為耐用等特性所致。近來，由於嚴格的環境規制而促進其成長這種新技術供用。

使用這種塗膜用的主要樹脂為丙烯酸樹脂與丙烯酸聚酯(Acrylic acid resin and acrylic polyester)或其混成樹脂供用。這種樹脂耐用而且品質甚佳。然而這些化學品樹脂均係為石油與天然氣由來者，易受環境條件予以規制。在北美洲的需求量為 54,100 噸(約值 5 億美元，2007 年)。

全球需求量約佔總塗膜市場約為 2%(14 億美元)而今後其成長率將約達 8% 年。

與黃豆油的關連: 經由USB資助的Lehigh/Northampton大學，經予計劃使用化學修飾黃豆油以取代更高成本丙烯酸聚酯聚合物產品供用於印刷油墨。其目的在於降低生產成本並避免丙烯酸樹脂的臭味。經研究提示，化學修飾黃豆油可替代部份上述產品樹脂而供用於紫外光印刷油墨(UV printing ink)，以利縮短固化時間並改善顏料增濕(Pigment wetting)。目前，正在建設其中間工廠以利生產。另外，USB亦資助廠商研發甘油基質的UV固化工業塗膜(UV-curable industrial clear coating)以強調促進“新穎綠色塗膜技術”，其目的在於減少使用有毒性的異氰酸酯及其他石化系樹脂，以利改善環境條件。

5. 潤滑油(Lubricants):

5.1 潤滑油基礎油展望: 第一類基礎油(Group 1 base stock)的生產，似乎將繼續衰退，蓋因美國煉油業，已由溶劑系統轉換為氫裂解系統製程(Hydrocracking process)以利製取符合更為高品質基礎油燃料以及其他化學品的需求所致。因此，其供應量減少而使得這些產品價格甚為接近高品質油品。潤滑油總體價格必會反映其原料成本。在任何場合，供需因素將會影響情況變動而以石油做為潤滑油基礎油的成本，更會比過去進一步反映在基礎油成本上。

供需趨勢:

(a) 在美國，從 2005 年以來，其石油基質油的生產，主要由於工廠升級擴大而增加。第一類(Group I)基礎油繼續衰退，係由於其生產量縮減而且多量的潤滑油經予轉換使用第二類(Group II)，Group II⁺，及 Group III

基礎油產品，以致目前在北美洲，它們佔總石臘(Paraffin)基礎油比率正在增加而符合需求以供調配為最近規制的汽車用潤滑油。

- (b) 從 2005 年以來，Group II⁺基礎油的增產，雖然其大部份基礎油的新建製造，係在北美洲境外進行，但卻協助美國能夠跟進市場予以成長。大半的潤滑基礎油，均係經由提煉石油而來，然而甚多量的 Group II、Group II⁺ Group III 基礎油，均由海外予以進口。
- (c) 過去 10 年以來，中國及中東地區，係為新潤滑油生產的最大來源，而目前似乎仍然。中國正在提升其生產量以配合需求的增加但卻仍為基礎油與產品潤滑油的進口國。北美洲及歐洲均希望提升其工業經濟需求以配合其國內生產總值(Gross Domestic Production, GDPs)的整體成長。
- (d) Group II, Group II⁺, Group III 以及 Group IV(Poly alpha olefin, PAO)基礎油的用途，供為配製曲軸箱油(Crankcase oil)，在過去 5~10 年以來大大地增加用量，蓋因其可用性，業已提升並更改其執行標準而要求使用高品質基礎油所致。引擎廠商要求使用高品質、標準而要求使用高品質基礎油所致。引擎廠商要求使用高品質、高粘度指數(Viscosity Index, VI)產品並且規制排廢氣量，以致大大地提升使用高品質、高價格的 Group II⁺, Group III 以及 Group IV 基礎油。這些油，業已成為大多曲軸箱油的工作主幹油，經予配製以符合目前現代化引擎的 ILSAC-GF-4 規範。當 ILSAC-GF-5 規範在 2011 年設立而 Group II⁺, Group III 及 Group IV 基礎油，均希能夠提升其用途。經引進 GF-5 規範後，更新的 Group III⁺(Viscosity Index, VI 140⁺)將予以大大地佔有市場。這些均提示高粘度指數(VI)的重要性及低揮發性(Volatility)為要，而它係歸功於黃豆油以展現大量的潤滑油應用。

價格趨勢:

從 2005 年以來，所有等級的潤滑油基礎原料，均隨著石油價格而大大地漲價。如 Group II⁺產品高達 0.73 美元/磅，Group I 及 Group II

基礎油分別達 0.72 美元/磅與 0.73 美元/磅而 Group III 則高達 0.83 美元/磅。如此，2008 年這些油類幾乎均大大地漲價。

黃豆油不像石油基礎油那麼高價而仍在 0.50 美元/磅，尤其高油酸黃豆油(High Oleic Soybean Oil)可以配製以替代 Group II⁺及 Group III 基礎油。目前，高油酸黃豆油擁有成本有效替代 Group II⁺及 Group III 油的潛力，然而黃豆油須要某些添加劑以利改進其氧化穩定性(Oxidation stability)，此將促使黃豆油展現其裨益供用。

與黃豆油的關連:

隨著近來的漲勢，石油潤滑基礎油，係比高油酸黃豆油的價格為高。高價格的 Group I 基礎油，就總損耗潤滑油(Total loss lubricants)市場而言，黃豆油的較低氧化穩定性並無大礙而將需求其較低價的黃豆油供用。在曲軸箱油及油壓機液油(Hydraulic fluid)的大型市場，黃豆油能夠展現其高粘度指數特性及低揮發性，以供為基礎油。然而傳統的黃豆油，卻尚未能供為 Group II⁺及 Group III 基礎油的替代品。這些油類，均要求高油酸含量的黃豆油予以應用。經予改良的黃豆油(Modified soybean oil)可供為變壓器介電液油(Transformer dielectric fluids)，而高油酸黃豆油能經濟有效的供用，以與石化基礎油競爭。

2008 年，傳統黃豆油基礎油價格為 0.51 美元/磅，高油酸黃豆油基礎油為 0.56~0.61 美元/磅。

5.2 黃豆油供為非傳統及合成潤滑油基礎油(Non-conventional & synthetic base oils):

據估計 5~10%的潤滑油，將繼續採用非傳統的基礎油，諸如包括 Group IV(PAO)及 Group V 基礎油(其他合成油、酯油、再精煉油、臘油、植物油及動物脂)。白礦油(White oil)，係高度精煉而且係 Group I 及 Group II 基礎油由來的化學修飾石化油，亦被包括在傳統基礎油，做為非潤滑性能的應用。將來生產 Group III⁺基礎油，將會負面衝擊影響 Group IV 油的用途。

潤滑油潛在成長的第三條路，係為黃豆油的化學修飾轉換以製取合成的潤滑油。採用黃豆油做為潤滑油基礎油原料用途，業已完成。石油及天然原料的高漲成本甚受影響供用，若黃豆產品的製造與應用成本能夠與目前石化產品競爭，則可能使黃豆油獲得這個市場的莫大佔有率。

6. 溶劑(Solvents):

縱覽: 工業溶劑(Industrial solvents)，係供為配製各種石化產品的組成物質，或供為清潔劑、萃取劑以萃提其他成份物質。溶劑市場包括廣泛種類產品，諸如，工業用及家庭用的清潔劑、去污劑、塗膜、油墨以及個人保護劑等產品的媒質溶劑在內。

由於新增規制壓力與消費者的知悉狀況，以致各市場機會正在成長，以利於獲得環境友善的“綠色溶劑”(Green solvent)及更高價值的特殊溶劑以替代傳統的碳氫化合物與氯化溶劑(Hydrocarbon and chlorinated solvent)。這種需求的成長，將予以促進石化溶劑的漲價，係由於石化原料達到高價記錄所致。

主要黃豆基質的工業溶劑為黃豆甲基酯(Methyl soyate)或(Soy methyl ester, SME)，它可供為生質柴油燃料(Biodiesel fuel)。經由 USB 及工業界的資助，予以許多研究發展 SME 的新溶劑用途，以提供許多市場資訊，諸如配方導引(Formulary guide)，設定溶劑品質標準，容器包裝材料研究，VOCs 及毒物的測試，以及溶劑品質與其丟棄處理研究。最近經由 Bio Technologies 公司開發一系列的新黃豆基質溶劑而提示改進的執行運用特性，將創造更多的市場商機，以利廣泛替代傳統使用的石化溶劑，並創新其用途以利環境健康裨益。

供給與需求:

在美國，其工業溶劑的年需求量約為 120 億磅，而其市場成長率可達 1%以上。可用混合溶劑產品，由於環境規制壓力而將戲劇性的影響變化。綠色溶劑的用途，將由 1995 年市場需求量的 6%，將提升到 2010 年的 14%。它可能由於石化原料價格高漲而予以加速成長。

SME 係經由黃豆油與甲醇的轉酯化反應(Transesterification)予以製造。美國在

2007 年生產 SME 約為 30 億磅，而其大部份係以生質柴油(Biodiesel)燃料形態出售。其中市場需求做為工業溶劑，其年產量約為 4,000 萬磅，它係供為廣泛的最後產品與銷售推廣之應用，諸如，包括零件清洗劑，去油劑(Degreaser)，通用清潔劑、去油漆劑(Paint stripper)、粘結劑、油墨以及塗鴉去除劑與手清洗劑，並予以宣導其對環境裨益。生質溶劑與 SME 溶劑的市場需求成長率，約為 10%/年，然而石化系溶劑的需求，由於環境因素影響，卻平淡或衰退。

競爭性產品:

在市場應用上，SME 溶劑可與傳統石化系產品競爭而且可替代，諸如三氯化乙烯(Trichloro ethylene, TCE)，甲基乙基酮(Methyl ethyl ketone, MEK)，礦物油(Mineral spirit)及其他生質溶劑例如檸檬油(d'Limonene)。SME 主要係供為配製產品之用，並非供為純粹溶劑(Neat solvent)之用。石化系溶劑係由石油及天然氣予以提煉而 d'Limonene 係由檸檬萃取製造。

黃豆基質溶劑的功效:

上述各種石化系溶劑的需求量約為 2 億~4.3 億磅/年，價格高漲，以致黃豆基質溶劑 SME 仍有競爭的空間。這些石油系溶劑戲劇性急漲而呈展環境不佳嚴重效應，諸如 VOCs，燃燒性、毒性而影響工作人員的健康與安全。黃豆基質溶劑提供安全可靠的優異特性，而且具有成本競爭的執行運用效果，以及其他無形價值，例如減少違規、低保險費以及低丟棄成本。經由 Bio Span Tech 公司所開發的新黃豆基質溶劑必能提供附加執行裨益，市場應用成長佳以及替代傳統的石化溶劑，乃為其商機。

當生質柴油的市場需求成長而 SME 繼續做為工業溶劑的可用性仍有些顧慮其與生質柴油競爭。由於黃豆油價格急漲以致生質柴油利潤減少。SME 將繼續提供高價值、穩定而有利潤以及永續成長商機供為溶劑。

由於對傳統工業溶劑的環保要求與規制壓力，經予嚴格加強管制，以致對於氯化石油溶劑的需求衰退，然而“綠色溶劑”的用途，包括 SME 在內，均大大地增進。如是，生質基質溶劑可予以替代石化系溶劑以利環保。

7. 其他市場(Other markets):

7.1 殺蚊劑(Larvicides):

在美國，殺蚊劑含有對環境有害而高成本的石油基質成份物質。最有效的殺蚊方法，係採用石油由來的消除劑噴霧以殺除蚊子幼蟲。於是，提供開發並銷售黃豆基質殺蚊劑的商機。

黃豆基質的殺蚊劑配方如下(BVA oils and stepan 公司產品):

SME 溶劑 43%，界面活性劑及添加劑 9%，水 48%，予以配製微乳化劑(Micro-emulsion)產品。SME 溶劑比礦油基質產品更佳的特性在於效用活性殘留期較長、低 VOCs、低燃燒性、低毒性以及生物可分解性佳，同時對其他生物無害等，乃為其特點。

石油系產品價格為 5.2 美元/加侖而 SME 產品較貴，約為 7.0 美元/加侖(2008 年)。由於黃豆油較為高價，而為了成本有效的競爭力，將噴霧劑濃度在不影響效果的狀況下降低為要，如是，才有市場商機。

7.2 甘油(Glycerin, Glycerol):

甘油係將油脂轉換為脂肪酸與甲酯時，所產生的副產品。製造肥皂、脂肪酸及生質柴油，均係天然甘油的主要來源。甘油的主要用途在於口腔保護產品、護膚髮產品、食品及飲料、聚胺甲酸酯多元醇、醫藥品、以及烟草添加用。目前正在研發甘油的新用途予以轉換為工業化學品，諸如，丙二醇與表氯烷。

供需: 甘油係為成熟的化學商品，其供需甚為平衡。在美國由於引進生質柴油供用，以致推翻了這個歷史性的甘油產業平衡。2007 年美國生質柴油產量約為 30 億磅，由此可副產 10%的粗製甘油。如此，全球甘油供應過多而急促其市場價格受到浸蝕，並使Dow Chem公司關閉其石化系合成甘油(2006年)。如是甘油市場價格急跌，然而目前因應碳氫化合物與油籽油(Seed oils)價格急漲而甘油價格又回漲。

副產品甘油的生產，隨著生質柴油生產能力的擴大而成長。有些粗製甘油，經予精煉為高品質甘油，以供補充石化系合成甘油供應短缺。由於黃豆油與牛脂價格急漲(2006年以來)而2008年生質柴油實質上其生產衰退，同時粗製甘油產量亦然。

美國市場的甘油需求約為4.6億磅/年，其成長率為2.2%年。新甘油基質化學產品製程與市場應用，將予刺激增加其需求成長。2007年生質柴油由來的甘油供應由於全球油籽油的漲價衝擊而趨於衰退。甘油的生產，由於開工率減少以及一些生質柴油工廠關閉，以致其生產量更為減少。

經由2008年中期，粗甘生產過剩情況予以緩和，而其市場價格，卻由於因應全球所有油籽油價格高漲而上漲。最後使用者經予採用聚羥基醇類(Polyhydric alcohols)，諸如丙二醇及山梨糖醇(Sorbitol)做為替代原料，以利降低成本。目前，許多甘油的新用途，係正在開發中，但尚未予以商業化。

對黃豆油的衝擊:

雖然，聯邦政府及州政府給予優惠措施予以獎勵，但黃豆油由來的生質柴油，仍在柴油燃料市場受到不少成本壓力，以致降低其生產能力設備而產量亦減少。當經濟情況改善時，生質柴油仍來不及充分供應，因此其價格將予波動。經由研發副產品甘油的新產品與用途，以創造其附加價值而生質柴油各廠商將可獲得增進其盈利。如是，可以協助予以穩定黃豆油的需求與價格。

7.3 變壓器介電液油(Transformer dielectric fluid):

變壓器介電液油供為電力設備變壓之用，可擁有冷卻劑(Coolant)與絕緣(Insulation)兩項功效，必須能夠耐幾萬伏特(Volts)的電壓而熱穩定性佳以及可與變壓器結構材料相容才行。精製的石油腦礦油(Naphthenic mineral oil)係為最好的變壓器介電液油，蓋因它係低成本，在45°C以下流動性佳並且容易予以精製所致。然而石油臘礦油的較低閃火點(Flash point, 145~150°C)使它不適合在顧慮燃燒性的地點(建築物屋內外)供用。矽脂油(Silicon oil)，合成酯(Synthetic ester)以及高分子量碳氫化合物，業經被採用在須要低燃燒

性的地點供用，以利彌補其甚高成本。通常變壓器的壽命約為 20 年，而變壓器介電液油為其重要部份。

供需: 在北美洲，變壓器介電液油的市場需求量約為 7,500 加侖/年主要採用石油臘礦油產品。它係由石油臘(Naphtha)提煉的輕油。由於石油需求供為製造苯(Benzene)、甲苯(Toluene)及二甲苯(Xylene)增加，以致供應製造石油臘礦油及白礦油(Mineral sprit)受到限制。石油臘礦油可供為廣泛應用，諸如潤滑油及橡膠與塑膠製造用的中間產品，其供為變壓器介電液油的用途，約佔北美洲需求量的三分之一。

目前，黃豆基質變壓器介電液油的價格，估計為 10 美元/加侖，廣泛採用的石油臘礦油為 5 美元/加侖，而矽脂油基質介電液油為 15 美元/加侖。

與黃豆油的關連: 由於天然礦油的生物分解性不佳而且其清洗成本甚高，以致受到嚴重顧慮供用。黃豆基質油比天然礦油的絕緣紙(Insulating paper)壽命高達 5 倍，其閃火點高(天然礦油的兩倍)，係為環境友善安全可靠而且丟棄成本較低，均為其特點。近來美國在颶風季被損壞的變壓器更新，對於採用環境友善的黃豆基質油需求甚大。將來石化系礦油逐漸漲價，可使黃豆基質油成本有效性提升，而將獲得更多商機供用。

關於變壓器介電液油的氧化穩性，在北美洲的變壓器係採用密閉型者，因此對於介電液油提供氧氣密閉系統而可減少介電液油受氧化劣變，然而在歐洲，係採用開放型的變壓器，以致不適合採用黃豆基質油做為變壓器介電液油。

2005 年以來 Cooper Power 公司所出售黃豆基質變壓器介電液油產品，其銷售量經予加倍而在 2008 年高達 600 萬加侖/年而預估將在 2011 年達 2,000 萬加侖/年。