

全球生質液化石油氣 發展概況與展望

2021 年 6 月

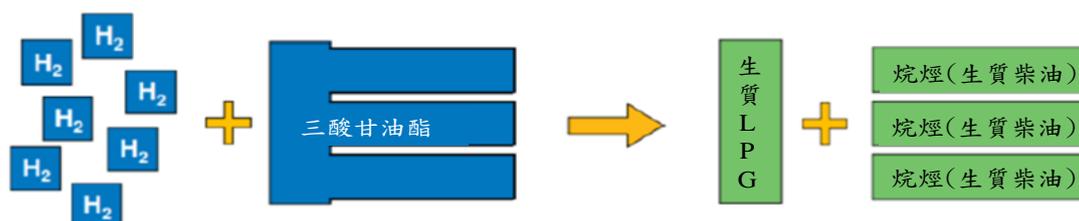
2021Q2 知識物件—評析類

財團法人台灣綜合研究院 | TAIWAN RESEARCH INSTITUTE

液化石油氣 (Liquefied Petroleum Gas; LPG) 具低溫室氣體排放、低污染且方便輸儲等特質，若進一步從生質原料產製，即生質液化石油氣(Bio Liquefied Petroleum Gas; BioLPG)，則其產銷過程排放的溫室氣體將更少。據世界液化石油氣協會 (World LPG Association; WLPGA) 於 2019 年以英國鄉村型酒吧取暖用鍋爐為例進行估計，使用 100% BioLPG 為燃料，其溫室氣體排放量約 0.06 kgCO₂/kWh，較傳統 LPG 減少約 72%，較其他石油產品燃料更減少約 77%。由於 BioLPG 同樣具有傳統 LPG 的優點且減排效果更為優異，最近數年開始有 SHV Energy、Eni 等歐洲業者提煉 BioLPG；此外，WLPGA、英國國家非食品作物中心 (National Non-Food Crops Centre; NNFCC) 等組織亦提倡及推廣使用 BioLPG，並探討其未來發展潛力。本評析將依序說明 BioLPG 生產概況與銷售情形，最後討論生產原料及製程對 BioLPG 發展前景之挑戰。

一、生質液化石油氣生產概況

目前 BioLPG 主要利用氫化植物油 (Hydrotreated Vegetable Oil; HVO) 製程產製，該製程亦為生質柴油(Biodiesel) 主要製程，並以植物油脂為主要進料，另可使用動物油、廢食用油 (Used Cooking Oil; UCO) 作為進料，簡易流程見圖 1。前述油脂成分為三酸甘油酯，HVO 製程首先透過加氫裂解 (Hydrocracking) 分離出脂肪酸，脂肪酸再經脫碳酸基 (Decarboxylation)、去羧基 (Decarbonylation)、加氫脫氧 (Hydrodeoxygenation) 等不同程序，形成生質柴油；至於三酸甘油酯裂解後的殘餘物，則在脫氧後形成以丙烷為主的 BioLPG 並與其他副產物成為製程廢氣 (off-gas)。一般而言，生質柴油與 BioLPG 的產出比例分別約為 95%與 5%，且 BioLPG 化學成分與傳統 LPG 並無差異。



資料來源：WLPGA (2019a), BioLPG—The Renewable Future。

圖 1 HVO 製程示意圖

整體而言，2019 年全球 BioLPG 產能約 20 萬噸/年 (見表 1)，較 2014 年增長逾 1 倍；HVO 產能多集中於歐洲，占全球產能近 65%。

表 1 2019 年全球各區域 BioLPG 產能概況			
歐洲			
生產商	國家	BioLPG 產能 (萬噸/年)**	是否提煉 BioLPG##
Neste Oil	荷蘭	4	✓
	芬蘭	1	✓
Total	法國	3	✓
Eni	義大利	2	✓
Preem	瑞典	1.5	✓
CEPSA	西班牙	0.9	✗
Irving Oil	愛爾蘭	0.3	✗
美洲			
Diamond Diesel	美國	1	✗
Altair Fuels	美國	0.7	✗
Renewable Energy Group	美國	0.13 ~ 0.5	✓
亞洲			
Neste Oil	新加坡	4	✗
合計(估計值)		20 ⁺⁺	

註：**本表 BioLPG 產能數據是 WLPGA (2019a) 依 HVO 製程產能進行推估而得。

##提煉 BioLPG 一欄，「✓」係指已將其單獨分離提煉成單一油品，「✗」係指直接隨同其他廢氣一併作為自用能源燃燒。

++尚有部分業者如法國 Global Bioenergies、葡萄牙 Galp、西班牙 Repsol、巴西 Biodiesel Sul Brasil S.A. 與日本 Hitachi Zosen 等公司，因所使用的生質原料難以估算 BioLPG 產能，或是因產能規模過小而未列入本表。

資料來源：WLPGA (2019a), BioLPG—The Renewable Future；Johnson, E. (2020), Process Technologies and Projects for BioLPG。

(一) 歐洲

歐洲 BioLPG 生產商中，包括芬蘭 Neste Oil 公司、法國 Total 公司、義大利 Eni 公司以及瑞典 Preem 公司等產能較高業者，已從 HVO 製程廢氣中分離提煉出 BioLPG。供應龍頭 Neste Oil 公司早於 2005 ~ 2008 年便於芬蘭 Porvoo 煉廠興建 2 座共 38 萬噸/年的 HVO 工場，並於 2011 年在荷蘭鹿特丹啟動全球最大 (100 萬噸/年) 的生質柴油煉廠；而後耗資 6,000 萬歐元於 2015 年底興建並於 2018 年 3 月啟用鹿特丹煉廠 BioLPG 分餾及輸儲系統。總計該公司於歐洲的 BioLPG 產能為 5 萬噸/年。

Eni 與 Total 等大型國際石油公司起步稍晚，近年透過煉廠轉型，相繼進軍生質柴油及 BioLPG 市場。Eni 於 2014 年將義大利 Porto Marghera 煉廠改建成生質柴油工場；Total 則自 2015 年改建 LaMède 煉廠成為生質能廠區並於 2019

年 3 月落成啟用。Eni 與 Total 等兩家公司的 BioLPG 產能分別為 2 萬噸/年與 3 萬噸/年。瑞典 Preem 公司則早於 2011 年便已完成 Gothenburg 煉廠的 HVO 工場，2019 年生質柴油產能為 30 萬噸/年，於 2021 年 1 月擴建完成後再增長 40% 至 42 萬噸/年，目前其 BioLPG 產能已高於 1.5 萬噸/年。

歐洲尚有西班牙石油公司 (Compañía Española de Petróleos, S.A.U.; CEPSA) 以及愛爾蘭 Irving Oil 公司等業者具 BioLPG 生產潛力，不過因為這兩家業者的煉廠設備以傳統煉製單元為主，實務上是將化石原油及生質原料，依約 7 : 3 的比例混摻後進行煉製；由於所產出的生質柴油及 BioLPG 較難與傳統石油產品分離，再加上產能規模相對較小，故 CEPSA 公司與 Irving Oil 公司並未單獨提煉 BioLPG。

(二) 其他區域

美洲 BioLPG 產能占全球產能約 10 ~ 13%，總計 1.83 ~ 2.53 萬噸/年，分屬 3 家美國生質燃油公司：Altair Fuels、Diamond Green Diesel 與 Renewable Energy Group。其中 Altair Fuels 主要將所生產的 BioLPG 連同其它煉油氣供作煉廠 HVO 製程自用能源，藉以減少額外能源投入；另儘管 DECC (2014) 指出 Diamond Green Diesel 公司於 2013 年曾考慮推出車用 BioLPG，但根據 WLPGA (2019a) 報告，該公司所產 BioLPG 仍僅限煉廠自用；Renewable Energy Group 公司則是自 2019 年開始，成為美國首家確定有單獨提煉 BioLPG 能力的供應商。

至於亞洲地區則僅有 Neste Oil 公司位於新加坡的生質柴油煉廠較具代表性，該廠產能規模達 100 萬噸/年，與該公司荷蘭廠同列世界第一，且該公司於 2019 年啟動新加坡廠產能擴建計畫，準備在 3 年內提升產能 30% 至 130 萬噸/年。鄰近新加坡的印尼雖然也是生質柴油大宗生產及需求國，但因當地多以棕櫚油或棕櫚酸 (Palm Fatty Acid) 為生產進料，難以產出 BioLPG，致使迄今為止亞洲地區尚未出現其他提煉 BioLPG 做為單一產品的業者。

二、生質液化石油氣銷售情形

綜整 WLPGA (2019a)、Johnson, E. (2020)，扣除煉廠未單獨提煉 BioLPG 的情況，2019 年全球約有 7 萬噸的 BioLPG，透過分裝成住宅、運輸燃料或者混摻至傳統 LPG 的方式提供一般消費者使用 (見表 2)。

表 2 2019 年全球 BioLPG 銷售情形

歐洲				
經銷商	供應商	BioLPG 銷量 (萬噸/年)	銷售商品	地點
SHV Energy	Neste Oil	4.5	桶裝瓦斯、 運輸燃料	比利時、瑞典、西班牙、 法國、荷蘭、德國、丹麥、 英國、愛爾蘭
	Total	0.5*		法國、西班牙
AGA Gas	Preem	0.4	桶裝瓦斯	瑞典
Avanti Gas		0.3	桶裝瓦斯	英國
-	Eni	1.4	混摻至 傳統 LPG	-
小計(估計值)		7		
美洲				
Suburban Propane Partners	Renewable Energy Group	0.2 [#]	運輸燃料	美國加州

註：* Primagaz、Primagas 等 SHV Energy 子公司於法國及西班牙的 BioLPG 供應來源包括 Total 公司及 Neste Oil 公司，據 Total (2020)說明，2019 年該公司向 SHV energy 子公司供貨量約 0.5 萬公噸。

[#]美國 Suburban Propane Partners 公司為 2020 年銷售量。

資料來源：ENI (2020), Carbon Neutrality in the Long Term；Johnson, E. (2020), Process Technologies and Projects for BioLPG；Total (2020), Corporate Social Responsibility Report；WLPGA (2019a), BioLPG—The Renewable Future；Suburban Propane Partners (2021), 2020 Annual Report。

SHV Energy 公司為歐洲乃至全球規模最大的 BioLPG 經銷商，當 2015 年底 Neste Oil 公司開始於荷蘭鹿特丹興建 BioLPG 分餾及輸儲系統時，雙方便簽署 4 年供貨總量至少 16 萬公噸的獨家經銷協議。該協議於 2018 年 3 月興建計畫完成後開始生效，此外，考量運輸因素，Total 公司產品亦自 2019 年起成為 SHV Energy 公司於法國及西班牙的供應來源。SHV Energy 透過 Primagaz、Calor、Primagas 等 3 家子公司推動銷售業務，2019 年合計銷售量約 5 萬噸。

SHV Energy 公司先從設有逾 10 公噸 LPG 儲槽 (Bulk Tank) 的大宗工業或商業客戶開始推廣使用 100% BioLPG，並可提供客戶經第三方機構認證之相關證明，2018 年成功推廣案例包括法國 La-Roche-Posay 化妝品製造廠、德國 Potsdam-Drewitz 工業區、愛爾蘭 Montalto Estate 莊園與 BrookLodge & Macreddin 渡假村等。2018 年 7 月起 SHV Energy 公司進一步於歐洲推出 100% BioLPG 的小型桶裝瓦斯產品，規格從 5.1 公斤至 11 公斤不等。

2019 年開始 SHV Energy 公司採取客製化銷售策略，對於設有儲槽的客戶，可選擇 BioLPG 含量 40%與 100%等 2 種方案；另外在桶裝瓦斯部分也推出混摻 BioLPG 的商品，如 2019 年 6 月於英國及愛爾蘭開始銷售 BioLPG 含量 40% 的 18 公斤桶裝瓦斯，2020 年 7 月則於丹麥與法國推出 BioLPG 含量 20%的桶裝瓦斯。除桶裝瓦斯及大宗客戶等 LPG 傳統銷售業務外，SHV Energy 公司亦有銷售 Autogas 商品，例如 2018 年 7 月與法國 AVIA 加油站合作，在 130 座加氣站提供摻配 8% BioLPG 的 Autogas、2020 年 8 月在捷克 Moravia 地區加氣站提供含有 BioLPG 的 Autogas，以及於 2020 年 9 月與西班牙 AutosMediterráneo 客運公司合作，提供含 BioLPG 的 Autogas。

近年另有瑞典 AGA Gas 公司與英國 Avanti Gas 公司進入歐洲 BioLPG 零售市場，兩者供應來源皆為瑞典 Preem 公司。AGA Gas 公司自 2018 年 4 月開始銷售 BioLPG 含量 20%的桶裝瓦斯，規格統一為 10 公斤裝。Avanti Gas 公司於 2019 年初展開銷售業務，採客製化銷售策略，無限制 BioLPG 桶裝瓦斯規格，對於使用儲槽與桶裝瓦斯客戶，其採購的 BioLPG 含量能在 20%、50%與 100% 等三種方案選擇。除此之外，2019 年歐洲尚有產自義大利 Eni 公司的 1.4 萬公噸 BioLPG 被摻配至傳統 LPG 流入市場，並未在零售端以 BioLPG 商品名稱出售。歐洲以外區域，則至 2020 年 9 月才有 BioLPG 銷售案例，負責 LPG 運輸及經銷業務的美國 Suburban Propane Partners 公司將 BioLPG 含量 100%的 Autogas 銷至 U-Haul 公司於美國南加州約 50 座的加氣站，總量約 0.2 萬公噸。

綜觀 BioLPG 消費市場發展情形，即使在歐洲地區，也是到 2018 年供應鏈方逐漸成形並開始作為商品銷售；但參考 SHV Energy 公司銷售業務發展案例，其從以大宗工商業客戶為對象的先期推廣到推出桶裝瓦斯商品之進展相當迅速，並同時發展 Autogas 業務。雖根據 Argus Media (2020)，2019 年歐洲 LPG 消費量為 5,337 萬公噸，BioLPG 於歐洲 LPG 銷售市場的市占率僅約 0.1%，但其潛在市場需求仍不容忽視。

三、生質液化石油氣市場發展前景

BioLPG 作為新興生質燃料產品，其產業規模正不斷擴張，據 WLPGA(2019a) 評估，2040 年全球 BioLPG 供給量可達 1.2 億噸/年，滿足約 33%的 LPG 市場需求，以下從生產原料及製程的角度檢視 BioLPG 市場未來發展。

綜整 WLPGA(2019a)與 Johnson, E.(2020)，生質原料主要可分為 4 類，分別為(1)生物油脂 (Bio-oil)：如動、植物油及廢食用油；(2)木質纖維素 (Cellulose)：如作物剩餘秸稈及木材加工後剩餘顆粒；(3)都市一般固體廢棄物 (Municipal Solid Waste)：如廚餘及污泥，以及(4)醣類：甜菜、甘蔗和玉米等作物。目前除已商業化的 HVO 製程外，各類生質原料可能涉及 BioLPG 的製程尚處於建立示範工場 (Demonstration) 或實驗 (Laboratory) 可行性的階段。

表 3 生質原料與 BioLPG 相關製程比較

生質原料	製程	主要產品	BioLPG 估計產率	發展情形
生物油脂	HVO	柴油	5%	已商業化
木質纖維素	氣體轉化與合成	汽油、柴油、航空燃油	7.5% ~ 50%	已建立示範工場或具實驗可行性
都市一般固體廢棄物	■氣體轉化與合成	汽油、柴油、航空燃油	10%	已建立示範工場
	■厭氧消化	甲烷	-	具實驗可行性
醣類	發酵	丙烯、異丁烯	-	已建立示範工場

資料來源：WLPGA (2019a), BioLPG—The Renewable Future；Johnson, E. (2020), Process Technologies and Projects for BioLPG。

比較各項製程的 BioLPG 估計產率 (見表 3)，以生物油脂為原料的 HVO 製程產率約 5% 左右，雖然近年來瑞典生質燃料研究機構 BioFuel Solution 開發甘油原料製程，有望提高產率，但至今仍未進入建立示範工場的階段。

以木質纖維素為原料者，以氣體轉化與合成 (Gaseous Conversion and Synthesis) 製程為主，產率可達 7.5% ~ 50%。該製程主要是將原料至於溫度至少在 700°C 以上，壓力則約 5 ~ 10 倍大氣壓力的高溫高壓環境下加以氣化 (Gasification)，形成以一氧化碳與氫氣為主的合成氣 (Synthesis Gas)，再合成各類碳氫化合物。合成製程差異將影響 BioLPG 產率，美國普林斯頓大學 (Princeton University) 曾使用費托法 (Fischer-Tropsch) 合成進行實驗，產出以生質柴油、航空燃油為主，BioLPG 產率約 7.5%；日本北九州市立大學於 2012 年亦使用費托法合成，最終 BioLPG 產率可達約 50%。美國能源部、天然氣技術研究所 (Gas Technology Institute; GTI) 與丹麥 Haldor Topsoe 公司則於 2010 ~ 2014 年間，合作執行 Green Gasoline from Wood 計畫，先將合成氣轉化成甲醇，再合成為汽油與 LPG，BioLPG 產率約 8.4%，其中約 2/3 為丁烷，1/3 為丙烷，並在伊利諾州建造示範工場，Haldor Topsoe 公司評估 BioLPG 最大產率可達 10%。

都市一般固體廢棄物同樣具有以氣體轉化與合成製程製造 BioLPG 的潛力，以殼牌石油公司 (Royal Dutch Shell) IH2 製程為例，該製程利用快速加氫熱解 (Fast Hydrolysis)，即首先在溫度約 400 ~ 600°C，壓力約 1.5 ~ 3 倍大氣壓力，氧氣含量較低的物理條件下進行熱解，半成品成分類似真空製氣油 (Vacuum Gasoil)，隨後再進行加氫脫氧反應，最終產品包括生質柴油、航空燃油、汽油與 LPG，BioLPG 產率約 10%。該公司於 2018 年在印度 Bangalore 啟用示範工場，煉能為 5 噸/日。此外，美國 Alkcon 公司與德國 Technische Universität Clausthal 大學則分別於 2016 年與 2019 年，利用微生物厭氧消化 (Anaerobic Digestion) 廚餘產生的沼氣製造 BioLPG，不過僅止於實驗階段。

至於醣類原料雖可透過發酵 (Fermentation) 轉化成碳氫化合物，不過參照法國 Global Bioenergies 公司的示範工場案例，醣類製程以丙烯、丁烯等石化原料為主要產品，不會產出 BioLPG。另芬蘭 Turku 大學與英國倫敦帝國理工學院 (Imperial College London) 雖曾分別於 2014 年與 2015 年發表過以藍綠藻和大腸桿菌作為酵母，將醣類轉化成含 BioLPG 生質燃料的研究，但並未說明產率。

另一方面，從原料供應穩定性來看，歐盟 2018 年修訂 RED II，要求自 2020 年開始，各成員國食品相關來源的生質原料 (Food Based Biofuels) 於運輸部門能源消費量的占比不得高於 7%，並規劃 2030 年以前逐漸減量，再加上 2020 年廢食用油一度因新冠肺炎 (COVID-19) 疫情因素影響供應，相對於以生物油脂為原料產製 BioLPG 前景存在隱憂，依國際再生能源總署 (International Renewable Energy Agency; IRENA) 估計，2010 年至 2019 年間，全球木質顆粒產量從約 1,430 萬噸增長約 160% 至 3,710 萬噸，全球都市一般固體廢棄物製造量估計從 12 億噸增長約 67% 增加至 20 億噸，呈現穩健成長。

綜上所述，在木質纖維素具有製程產率高及原料供應穩定等 2 大優勢下，據 WLPGA (2019a) 評估，與目前 BioLPG 原料來源皆來自生物油脂相比，2040 年後全球以木質纖維素產製的 BioLPG 產量將達 1.01 億噸/年，占全球 BioLPG 供應的 84%；以都市一般固體廢棄物為來源者次之，預估有 1,500 萬噸/年，占 12%；同期間生物油脂製 BioLPG 產量雖有增長，但其占比將大幅萎縮，未達 3.5%。

BioLPG 之應用使能源來源多元化再現一道曙光，惟其發展仍存在不少有待突破之限制，包括：(1) 生質原料部分，目前木質纖維素與都市一般固體廢棄物更

常作為發電或熱利用的替代燃料，用途不同可能影響原料供應成長空間；(2)製程部分，無論是現今已成熟或處示範階段的 BioLPG 製程，其產率尚不足以作為主產品，故 BioLPG 市場勢必容易受其它生質燃料市場景氣榮枯影響；(3)政策面來看，至今為止直接針對 BioLPG 提供免稅優惠政策的國家僅有瑞典一國(見表 4)，且訂定推廣目標的英國與美國，其推動者皆為非官方性質的行業協會，並不具強制性。整體而言，在生質原料、製程與政策皆面臨不確定性的情況下，BioLPG 是否能於未來 20~30 年逐漸取代傳統 LPG 的市場版圖，仍有相當不確定性。

表 4 主要國家 BioLPG 相關政策或發展目標

國家	說明
英國	<ul style="list-style-type: none"> ▪2018 年 BioLPG 列入再生運輸燃料義務法 (Renewable Transport Fuel Obligations; RTFO) 所規定的運輸燃料 ▪2019 年英國液化石油氣協會 (Liquid Gas UK) 訂定 2040 年 LPG 生產來源 100% 為生質原料目標
瑞典	2020 年針對非食品來源的 BioLPG 提供免稅優惠
美國	2020 年，加州西方丙烷氣體協會 (Western Propane Gas Association) 訂定 2030 年 LPG 生產來源 100% 為生質原料目標

資料來源：Department for Transport (2018), Renewable Transport Fuel Obligation Guidance Part One Process Guidance；European Commission Web, https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-prolongation-tax-exemption-non-food-based-biogas-and-bio-propane-used-heating-or-motor-fuel-sweden-2020-jun-29_en；Politics Home Web, <https://www.politicshome.com/news/article/lpg-industry-aims-for-100-transition-to-biolpg-by-2040>；WPGA Web, <https://westernpga.org/sustainability/>。

參考資料

1. 林錕，2012 年，「參加第 25 屆世界液化石油氣論壇會議出國報告」，台灣中油公司液化石油氣事業部。
2. 林昶輝，2018 年，「台灣生質燃油發展歷程與策略」，工業技術研究院綠能與環境研究所，永續替代燃油研討會。
3. 張俊雄與劉思妤，2018 年，「參加 107 年度世界液化石油氣協會第 31 屆年度論壇會議出國報告」，台灣中油公司液化石油氣事業部。
4. 莊浩宇，2018 年，「台灣生質燃油技術發展」，台灣中油公司綠能科技研究所，永續替代燃油研討會。
5. Altair Fuels (2020), "AltAir Paramount LLC. GREET Pathway for the Production of Renewable Diesel, Alternative Jet Fuel, and Renewable Naphtha from Animal Tallow from Greeley, Colorado added to Previous Three Tallow Feedstocks" .
6. Argus (2020), "Statistical Review of LPG 2020" .
7. Department of Energy and Climate Change (2014), "RHI Evidence Report: Biopropane for Grid Injection" .

8. Department for Transport (2018), "Renewable Transport Fuel Obligation Guidance Part One Process Guidance" .
9. Eni (2020), " Carbon Neutrality in the Long Term" .
10. The Global LPG Partnership (2020), "Assessing Potential for BioLPG Production and Use within the Cooking Energy Sector in Africa" .
11. Ile Kauppila (2018), "HVO making it big" .
12. International Renewable Energy Agency (2013), "Waste to Energy for More Effective Landfill Site Management" .
13. International Renewable Energy Agency (2020), "Renewable Energy Capacity Statistics" .
14. National Non-Food Crops Centre (2020), "A business case for an indigenous BioLPG supply chain in the UK" .
15. SHV Energy (2019), "Energy Sustainability Report 2018" .
16. SHV Energy (2020), "Energy Sustainability Report 2019" .
17. Sustainable and Renewable Energy Development Authority (2019), "National Action Plan for Clean Cooking 2020-2030" .
18. Suburban Propane Partners (2021), "2020 Annual Report" .
19. Total (2019), "Total Starts Up The La MÈde Biorefinery" .
20. Total (2020), "Total Corporate Social Responsibility Report 2019" .
21. WIP Renewable Energies (2020), "Technical options for retrofitting industries with bioenergy" .
22. World LPG Association (2019a), "BioLPG—The Renewable Future" .
23. World LPG Association (2019b), "Supporting businesses in the energy transition—The role of LPG and bioLPG in Europe" .
24. World LPG Association (2020), "Renewable LPG Alcohol to Jet Stakeholder" .
25. Businesswire Web · <https://www.businesswire.com/news/home/20190422005192/en/>
26. Calor Web · <https://www.calor.co.uk/home-energy/new-to-lpg/switch-from-oil>
27. European Commission Web · https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-prolongation-tax-exemption-non-food-based-biogas-and-bio-propane-used-heating-or-motor-fuel-sweden-2020-jun-29_en
28. ETIP Bioenergy Web · <https://www.etipbioenergy.eu/value-chains/products-end-use/products/hvo-hefa>
29. European Commission Web · https://ec.europa.eu/info/news/state-aid-commission-approves-prolongation-tax-exemption-non-food-based-biogas-and-bio-propane-used-heating-or-motor-fuel-sweden-2020-jun-29_en
30. Green Gas Certification Scheme Web · <https://www.greengas.org.uk/governance/scheme-rules>
31. Politics Home Web · <https://www.politicshome.com/news/article/lpg-industry-aims-for-100-transition-to-biolpg-by-2040>

32. Royal Dutch Shell Web · <https://www.shell.com/business-customers/catalysts-technologies/licensed-technologies/benefits-of-biofuels/ih2-technology/demonstration-facility.html>
33. Statista Web · <https://www.statista.com/topics/4983/waste-generation-worldwide/>
34. SHV Energy Web · <https://www.shvenergy.com/what-we-do/biolpg>
35. Suburban Propane Partners Web · <https://investor.suburbanpropane.com/2020-10-07-Going-Green-Suburban-Propane-Partners-L-P-Collaborates-with-U-Haul-to-Offer-Renewable-Propane-in-California>
36. WPGA Web · <https://westernpga.org/sustainability/>