

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：這隻豬菜不萊——探討萊豬對人體的影響和國際現狀

一、摘要

在全球畜牧業中，萊克多巴胺備受關注。它能提高動物瘦肉率，增加養殖收益。但在國際上使用的情況存在巨大分歧。美國等國允許一定範圍使用，歐盟、中國等多數國家和地區則全面禁止。它雖能提升豬肉瘦肉率，卻可能導致人體出現心悸等不良反應。為何這一藥劑會造成各個國家如此嚴重的政策分歧？市場明確規定不得添加萊克多巴胺的國家是否又有確實做到呢？這就是這一篇報告的主要內容。

二、探究題目與動機

發現台灣開放美國進口萊豬之後許多商家標示豬肉類使用本土豬

好奇添加萊克多巴胺的豬肉對人體有什麼影響

查詢發現各國對萊克多巴胺的使用限制有所不同

市場調研對岸的豬肉使否有合乎此國的相關法規

三、探究目的與假設

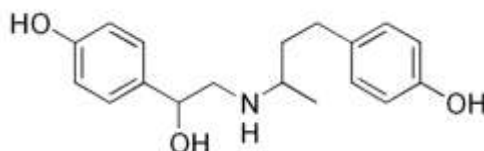
本實驗透過隨機採取不同市場的豬肉，檢測豬肉是否合乎規範，有無違規添加瘦肉精。

■ 萊克多巴胺之介紹

萊克多巴胺英文名 Ractopamine，是一種有機物，化學式為 $C_{18}H_{23}NO_3$ 。是一種人工合成的苯乙醇胺類 β_2 腎上腺素受體激動劑。屬於第二代瘦肉精，毒性低、代謝快、副作用小都是他的特點。萊克多巴胺具有調節蛋白質合成的作用，在國外也稱為「蛋白質再分配劑」。在臨床上主要用於治療支氣管哮喘、充血性心力衰竭症和肌肉萎縮症等。在畜牧業上用於促進牲畜（如豬、牛、火雞）的肌肉生長，減少脂肪堆積（歐洲食品安全局〔EFSA〕，2009）。

（一）作用原理：

- 1、與靶組織細胞膜上的 β_2 受體結合後啟動腺苷酸環化酶，催化三磷酸腺苷（ATP）轉化為環磷酸腺苷（cAMP）。cAMP 能促進豬和牛最長肌中基因轉錄與翻譯過程，使蛋白質合成增加，從而促進動物生長。（Smith, 1998）
- 2、促使豬股二頭肌中氨基酸向細胞膜內轉運，為蛋白質的合成提供更多底物。（Peter et al., 1990）
- 3、使肌肉和肝細胞中 Ca^{2+} 濃度降低，減少蛋白質的降解。與細胞膜上 β_2 受體結合後，刺激脂肪分解，抑制脂肪合成，同時降低脂肪組織細胞膜上的胰島素受體數量，使進入脂肪細胞的葡萄糖數量減少，降低脂肪沉積量。（Edmonds, & Baker, 2013）



圖（一）萊克多巴胺結構示意圖
（使用 Word 繪製而成）

■ 國際情勢與影響

(一) 使用的國家和地區：

- 1、 允許使用：美國、加拿大、墨西哥、日本、巴西、澳大利亞等 20 多個國家和地區允許萊克多巴胺用於畜禽養殖。美國食品藥品監督管理局 (FDA) 分別在 1999 年和 2003 年批准將其用於豬和牛飼料中的促生長添加劑。這些國家和地區認為在規定的使用範圍內，萊克多巴胺可以提高動物的蛋白質含量和瘦肉率，帶來一定的經濟效益。
- 2、 禁止使用：包括中國、歐盟國家、俄羅斯等在內的眾多國家和地區全面禁止萊克多巴胺用於畜牧養殖。中國自 2002 年起就將其列入《禁止在飼料和動物飲用水中使用的藥物品種目錄》，2009 年商務部、海關總署聯合通知禁止其進出口。歐盟出於對食品安全和公眾健康的考慮，一直對萊克多巴胺持嚴格禁止的態度。俄羅斯也禁止該物質在本國畜牧業中的使用，以保障本國的食品安全。

(二) 國際爭議：

1、 健康風險爭議：

萊克多巴胺在動物體內代謝較快、殘留量低，但有研究表明，人體攝入過量含有萊克多巴胺殘留的肉類，可能會出現肌肉震顫、四肢麻痺、心動過速、心律失常、腹部及肌肉疼痛、噁心、眩暈等症狀，嚴重的可導致高血壓、心臟病甚至死亡。(EFSA, 2009)

2、 貿易爭端：

萊克多巴胺的使用差異導致了國際貿易中的諸多爭端。例如，中國對萊克多巴胺的嚴格禁止與美國等允許使用的國家形成了貿易矛盾。美國曾多次就中國禁止進口含有萊克多巴胺的肉類產品向世界貿易組織 (WTO) 提出申訴，但中國基於食品安全的考慮堅持自己的立場。2024 年 5 月，巴西肉類加工企業 (JBS) 稱在運往中國的牛肉中發現萊克多巴胺痕跡後，中國禁止進口該公司位於美國科羅拉多州的格里利工廠生產的牛肉。

3、 對全球畜牧業的影響：

- (1) 在允許使用的國家在一定程度上依賴藥物添加劑來提高養殖效益。
- (2) 禁止使用萊克多巴胺的國家的畜產品由於其安全性更受消費者認可，在一些對食品安全要求較高的市場上具有競爭優勢。

(三) 安全性相關：

國際食品法典委員會規定的每日允許攝入量 (ADI) 為 0-1 μ g/kg，人體攝入過量會出現不同程度的中毒反應，如肌肉震顫、四肢麻痺、心動過速、心律失常、腹部及肌肉疼痛、噁心、眩暈等症狀，嚴重的可導致高血壓、心臟病甚至死亡。(國際食品法典委員會 [CAC]，2023)

(四) 使用限制：

在中國，2002 年農業部、原衛生部、國家藥品監督管理局聯合發文，將萊克多巴胺列入《禁止在飼料和動物飲用水中使用的藥物品種目錄》（新華社，2011）。2009 年商務部、海關總署聯合通知禁止萊克多巴胺進出口，2011 年發改委將瘦肉精類產品列入淘汰類（落後）產品，同年六部委發佈聯合公告，要求在中國境內禁止生產和銷售萊克多巴胺。（工業和資訊化部，2011）

在世界範圍內，歐盟、俄羅斯等國家也全面禁止將其用於畜牧養殖，但美國、加拿大、墨西哥等 20 多個國家先後批准將其用於生豬養殖。不過，部分美國肉類企業已逐漸停止使用。

1、 以下是關於瘦肉精（如萊克多巴胺）在中國大陸和臺灣地區的具體法規：

(1) 中國大陸：

- I. 農業部、衛生部、國家食品藥品監督管理局公告第 176 號：
明確禁止在飼料和動物飲用水中使用鹽酸克倫特羅、萊克多巴胺等物質。（工業和資訊化部，2011）
- II. 商務部、海關總署通知：
禁止萊克多巴胺的進出口（工業和資訊化部，2011）
- III. 國家發展改革委《產業結構調整指導目錄》：
將「瘦肉精」類產品列入淘汰類產品，要求停止生產和使用。
（工業和資訊化部，2011）

(1) 臺灣：

- I. 食品安全衛生管理法第 15 條第 4 項：
規定國內外的肉品及其他相關產製品，除依中央主管機關根據國人膳食習慣為風險評估所訂定安全容許標準者外，不得檢出乙型受體素。（衛生福利部，2020）
- II. 衛生福利部公告：
內容：增訂豬只各身體部位的萊克多巴胺殘留容許量，包括：豬肌肉及脂（含皮）0.01 ppm、肝和腎 0.04 ppm、其他可食用部分 0.01 ppm（衛生福利部，2020）
- III. 行政院政策說明（2020 年）：
政府決定開放含萊克多巴胺的美國豬肉進口，但要求嚴格標示原產地，並制定殘留容許量標準（衛生福利部，2020）

透過以上文獻探討，得出以下目的與假設：

■ **假設實驗結果：**依據中國大陸官方頒布之法規，推測所有豬肉內均未含有瘦肉精。

四、探究方法與驗證步驟

■ **實驗：**隨機採樣市場上的豬肉，並測量是否含有萊克多巴胺或其他瘦肉精

本實驗採用大陸採購的某基牌食品三聯檢測卡檢測得來，本檢測卡經大陸農業部基本實驗室認證，以下是根據此產品說明的實驗步驟：

■ **實驗步驟：**

1. 取 8 種豬肉，一樣本取 4g 豬肉，每種 2 個樣本，共計 16 管樣本。
2. 肉切碎，取 4g，加到試管裡，放熱水裡加熱 10 分鐘，煮到有湯汁。
3. 肉液出來後，取肉汁並和緩衝液 1:1 混勻。
4. 取三滴混和液加入三聯檢測卡，並觀察結果。

		
步驟一	步驟二(煮肉)	步驟二(肉汁)
		
步驟三	步驟四	結果

五、結論與生活應用

■ **實驗結果：**根據上述實驗檢測後，觀察得出以下結果：



■ 結論

- (一) 依據上述實驗，隨機市場調研共 8 家，測出萊克多巴胺含量大於 5ppb 的有 1 家，沙丁含量大於 5ppb 的有 2 家。關於萊克多巴胺或其他種類瘦肉精，雖明確禁止施打瘦肉精，和禁止進口和攜帶含有萊克多巴胺之製品，但市場上還能找到含量大於 5ppb 之肉品，說明需加強對於萊克多巴胺的監管。以防止民眾在未知的情況下攝入過量而導致健康隱患。
- (二) 根據國際食品法典委員會 CAC 規定的萊克多巴胺每日允許攝入量為 ADI：0-1 $\mu\text{g} / \text{kg}$ 。假設一位 45 kg 的成年女性一天三餐皆食用豬肉，則一天可食用的萊克多巴胺量為 45 μg ，根據國際食品法典委員會規定，豬與牛的肌肉及脂肪都是 10ppb，也就是 10 $\mu\text{g} / \text{kg}$ ，那麼按照規定，可推出一天可食用 4.5 kg 含萊克多巴胺的豬肉。(CAC, 2012)
- (三) 不過代謝功能正常的健康人類萊克多巴胺在體內完全代謝掉的時間為 1-3 天，體內 85% 的萊克多巴胺最快可在 1 天內經由尿液或排泄物排出，但是我們無法準確預估他人的排尿情況，所以如果以最保守 3 天來計算，並且不將排尿列為考慮範圍內，代謝速率用 3 天平均來計算，假設一天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$ 那麼殘留在體內的萊克多巴胺含量如下：

	星期日 1	星期一 2	星期二 3	星期三 4	星期四 5	星期五 6	星期六 7
第一天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 1X $\mu\text{g} / \text{kg}$				
第二天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$		殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 1X $\mu\text{g} / \text{kg}$			
第三天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$			殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 1X $\mu\text{g} / \text{kg}$		
第四天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$				殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 1X $\mu\text{g} / \text{kg}$	
第五天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$					殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 1X $\mu\text{g} / \text{kg}$
第六天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$						殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 2X $\mu\text{g} / \text{kg}$
第七天服用 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$							殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$
體內總共含有	殘留 3X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 5X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 6X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 6X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 6X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 6X $\mu\text{g} / \text{kg}$	殘留 6X $\mu\text{g} / \text{kg}$

從上表可以得知，在 3 天之後，每日殘留在體內的萊克多巴胺量為 6X，若按照 CAC 規定的每日規定的萊克多巴胺允許攝入量，45 kg 的成年女性一日最多只能食用 0.75 公斤的含有萊克多巴胺的肉。

- (四) 按照上面殘留量的表格,可推算出不同公斤數的人每天可食用的含有萊克多巴胺的肉的千克數，這邊我們是以每 10kg 體重為間隔，推算而得出以下這張體重對照表

每日可食用含萊克多巴胺的肉體重對照表									
體重 (kg)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
可食用肉量 (kg)	0.67	0.83	1	1.17	1.33	1.5	1.67	1.83	2

(五) 建議大家在大陸吃肉的時候小心買到未標示的萊豬，特別是愛吃肉或者增肌的健身人士，在吃肉時還需飲食均衡，避免食用到萊豬且過量萊克多巴胺殘留量留於體內，造成身體不適。

■ 生活應用

畜禽業：增加豬、牛、羊和肉仔雞的蛋白質沉積和減少脂肪沉積提高瘦肉率，且能改善胴體品質。但隨著藥量增加，豬染色體畸變率會升高，對口感和品質也會產生不良影響。(Edmonds, & Baker, 2013)

醫藥領域：可用於治療支氣管哮喘、充血性心力衰竭症和肌肉萎縮症等，還可作為醫藥原料製作治療充血性心力衰竭症的強心藥。(EFSA, 2009) 可作為懸浮劑、黏著劑，例如攝影行業所需之底片。

參考資料

1. 聯合國糧農組織及世界衛生組織法典委員會 (2012 年) 鹽酸萊克多巴胺最大殘留限量。取自 https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/vetdrugs/veterinary-drug-detail/en/?d_id=79
2. 新華社，(2011 年 12 月 5 日)。工業和信息化部等聯合公告禁產禁銷萊克多巴胺。取自 http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/govweb/jrzg/2011-12/23/content_2027552.htm
3. European Food Safety Authority (2009, April 07). Safety evaluation of ractopamine. *EFSA Journal*, 7 (04), 1041. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1041>
4. Smith, D. J. (1998, January 01). The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of β -adrenergic agonists in livestock. *The Journal of Animal Science*, 76 (01), 173-194. <https://doi.org/10.2527/1998.761173x>
5. Peter Anderson, T., & William Helferich, G., & Lorie Parkhill, C., & Robert Merkel, A., & Werner Bergen, G. (1990, July 13). Ractopamine Increases Total and Myofibrillar Protein Synthesis in Cultured Rat Myotubes. *The Journal of Nutrition*, 120 (12), 1677-1683. [https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166\(22\)17479-1/abstract](https://jn.nutrition.org/article/S0022-3166(22)17479-1/abstract)
6. Edmonds, M. S., & Baker, D. H. (2010, February 01). Effect of dietary protein and lysine fluctuations in the absence and presence of ractopamine on performance and carcass quality of late-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 88 (2), 604-611. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1671>