

分子育種技術 助牲畜長得更快肉質更優 四川土豬新品種 實現「創豬湯」自由

編者按

種業是農業的「芯片」。從川黑豬實現「長得快、肉質優」、「中芯一號」豬芯片性能國際領先，到「華西牛」攜自主育種芯片彎道超車；從白羽肉雞打破百年壟斷、國產種源市場率突破25%，到「新麥26」品質超越進口、越冬甘藍實現70%國產替代——中國種業正以科技之鑰，解鎖一個又一個「卡脖子」枷鎖。《大公報》今起推出《育種新跨越》系列專題，為讀者介紹這些「從0到1」的突破：不僅攥緊了中國種子，更端牢了中國飯碗。

►李明洲。



育種新跨越①

【大公報訊】據中國科學報報導：「共賀新春新，一家人圍坐一桌，共享熱氣騰騰的創豬湯宴！」在重慶合川，家家戶戶都有養豬的傳統習慣。每到新年，吃「創豬湯」是川渝地區一項特色的民俗活動。然而，這份極具地方特色的「舌尖記憶」卻面臨市場挑戰：傳統四川土豬雖口出眾，但生長緩慢、養殖成本高，長期處於「叫好不叫座」的困境。

由四川農業大學教授李明洲（現任西華師範大學校長）團隊承擔的國家自然科學基金區域創新發展聯合基金項目「四川地方豬種骨骼肌生長和脂肪沉積關鍵基因組變異的鑑定及育種價值評估」（以下簡稱「區域創新發展聯合基金項目」），從「四川地方豬如何長得更快、肉質更優」這一具體「小切口」入手，利用分子育種技術培育新品種，實現「創豬湯」自由，也保護了地方種質資源，讓「長得快、肉質優」的四川土豬出圈。



▲「創豬湯」的重頭戲是一桌豐盛的「全豬宴」，主菜包括回鍋肉、青菜豬血湯、菠菜炒豬肝等，所有菜品均取材於現宰的年豬。

破解川黑豬「叫好不叫座」困局

產業困境

四川是全國養豬第一省份。2024年，全省生豬出欄量達6149萬頭，產值近3000億元，佔畜牧業總產值約70%。本地黑豬適應性強、肌內脂肪豐富、肉質鮮美，卻長期面臨「叫好不叫座」的困境。李明洲團隊培育的新品種破解了這一問題，在保證原有品質的情況下，生長周期縮短3個月。

「地方黑豬生長周期通常需10至12個月，是引進白豬的兩倍，養殖成本高，肉價往往是普通豬肉的2至3倍。」李明洲指出，佔據市場主流的外來白豬雖長得快、成本低，但在肉質風味和口感上遠不及地方豬種。

國家基金支持 項目順利實施

四川地方豬種肉質優良，但因長期缺乏專門化選育和持續改良，其屠宰率、瘦肉率等胴體性狀遠低於引入的商業化豬種。上述情況構成了一個典型的育種「跳躍板」難題：如何在保證優良肉質的前提下，提高四川地方豬生長性能，以及優秀胴體性狀？

近年來，李明洲團隊圍繞豬產肉性狀關鍵

基因鑑定及調控網絡解析這一科學問題開展系統深入研究，以期培育優質高效的新豬種。2019年，國家自然科學基金委員會（以下簡稱「自然科學基金委」）設立的首批四川省聯合基金項目，引來了「源頭活水」。其中，「四川地方豬種骨骼肌生長和脂肪沉積關鍵基因組變異的鑑定及育種價值評估」項目以「需求牽引」，通過自然科學基金委和地方政府共同發布明確的指南，將李明洲團隊的科研目光從「我想做什麼」引導至「國家與地方需要我做什麼」上來。

在區域創新發展聯合基金項目支持下，四川農業大學聯合四川省畜牧科學研究院的團隊開展了協同攻關。前者在畜牧學基礎研究領域具有良好根基，而後者則在產業技術研發和推廣方面具有扎實基礎。

「良好的儀器設備配置、現代化的科研實驗基地以及高效、完備的養殖生產設施均為項目的順利實施提供了條件。」李明洲說。

下一代育種與科研

Q 下一代育種如何發力？

李明洲

過去，我們在肌肉組織整體層面定位影響生長和產肉的基因變異，但一塊肌肉包含十幾種不同功能的細胞，關鍵突變究竟在哪種細胞中發揮核心作用尚不明確。在組織層面的干預，可能將性狀改良效率提升2%至5%。而未未來針對特定細胞內靶點的調控，則有望將這個數字提升至10%甚至20%，為下一代高效精準育種奠定科學基礎。

Q 怎樣促進更多「從0到1」突破？

李明洲

希望在項目評審中，進一步加大對「真聯合、實協同」的考查權重，鼓勵形成實質性的創新聯合體。同時，適當增加對高風險、高回報的探索性研究的包容度，設立專門的資助渠道，鼓勵挑戰傳統認知，為「從0到1」的突破預留空間。

Q 如何將科研成果最大化？

李明洲

完善成果評價與共享機制，不能只考慮論文、專利等學術產出，也要看對解決實際問題的貢獻，並促進項目間數據、資源的規範共享，實現國家科研經費投入效益的最大化。

川渝地方名豬

榮昌豬

●被列為世界八大優良豬種之一，產於重慶市榮昌縣和四川省隆昌。體型較大，頭大小適中，面微凹，耳中等大、下垂，體軀較長。脂肪含量較高，瘦肉和肥肉的比率極佳，因此被作為回鍋肉的最佳原料。

內江豬

●內江豬是「中國四大名豬」之一，也是四川首個納入「國家級畜禽遺傳資源保護名錄」的地方豬種。內江豬體型具有頭較短、額寬、額面有較深皺褶、耳中等大、臀部寬稍後傾等特點，分布在四川內江市市中區等地。

成華豬

●成都土生土長的黑毛豬，曾是成都豬肉市場的主力品種，也是回鍋肉的「好搭檔」。成華豬具有全身黑毛、四肢短小、體型肥等特點，分佈於成都市新都区、金堂縣等地。

藏豬

●藏豬是一種高原放牧豬種，具有頭長、嘴尖、耳小直立、體軀窄、四肢結實緊湊等特點。四川藏豬肉質優良，分佈於四川阿壩州、甘孜州等地。

成功育種

團隊在提升選育準確性和速度的同時，也以烏金豬、杜洛克和大白豬為育種素材，與高金集團等企業合作培育兼顧產量與品質的「莊園黑豬」。在保證高肌內脂肪含量的基礎上，其生長周期相較其他地方品種縮短3個月。相關產品已進入四川省內多家連鎖超市銷售。據不完全統計，其中有兩家連鎖超市2025年度銷售額已超過億元（人民幣）。

「這些成果產出是從一個具體的、區域的『小切口』入手，最終由點及面，實現研究深度和產業發展的『大作為』。」李明洲感嘆，同樣的科學問題，如果申請國家層面的重大項目或重點項目，評審專家可能會認為範圍過於局限。反之，如果僅申請地方課題，又難以支撐起高水平基礎研究，「而此次區域創新發展聯合基金項目，給了我們機會。」

「大作為」在於團隊以四川地方豬為研究對象所構建的研究體系、探索的遺傳調控機制。如三維基因組學方法，其思路和範式對豬的遺傳育種研究，乃至雞、鴨、牛、羊等其他農業動物的重要經濟性狀，都具有借鑒和啟示意義。四川作為全國首屈一指的養豬大省，生豬產業關乎民生與經濟重大需求。「我們的科學問題直指產業痛點。」李明洲表示。

跨學科協作促實驗成功

在區域創新發展聯合基金項目執行過程中，團隊引入多位海內外優秀青年博士，涵蓋了動物育種學、畜牧生產分子遺傳學、生物信息學、數學等多個學科背景。組建團隊需成員間產生「化學反應」，「我常帶他們進入生產一線，統一對當下科研問題的認識。」李明洲選定了具有多學科教育背景及較強溝通能力的成員當「翻譯官」，作為團隊內連接點。此外，他採用迭代式的工作流程，通過短周期的計劃—執行—評估，快速整合反饋，適時調整方向。課題組成員新獲批青年科學基金項目（A類）1個、青年長江學者1人，團隊骨幹入選國家現代農業產業技術體系四川省生豬創新團隊崗位專家2人。

在鑑定一個與脂肪沉積相關的關鍵非編碼區結構變異時，生物信息學團隊通過基因組比對和染色質構象分析預測了其潛在靶基因，分子遺傳學團隊則通過細胞實驗驗證了其調控功能，而育種團隊利用大規模群體基因分型和表型數據進行關聯分析、基因編輯動物創製，以實現育種價值評估。「正是這種環環相扣的跨學科協作，使我們系統、完整地解析了一個新發現的基因組變異的生物學功能和育種潛力。」李明洲說。

精準調控目標基因「定製」豬肉肥瘦

科研攻關

面對豬產肉性狀這一由眾多基因微妙調控的複雜體系，研究必須進入遺傳機制的「深水區」。前期研究表明，決定豬種間差異的關鍵，可能不在直接編碼蛋白質的基因區域，而藏身於佔比超過98%、被視為「垃圾序列」的基因組非編碼區。而這些區域又指揮着基因在何時、何地、以何種強度工作。

李明洲團隊的首要工作是建立針對四川地方豬種非編碼區基因結構變異的高通量鑑定與精準分型技術體系，即為豬的遺傳密碼本中曾經被忽略的龐大「調控開關」構建一套全新的解碼系統。

這些「開關」是如何工作的？「我們率先將國際前沿的『三維基因組學』研究策略系統應用於農業動物經濟性狀解析。」團隊成員、四川農業大學副教授龍科任介紹，傳統基因組學如同查看線性序列的「一維地圖」，而三維基因組學則能揭示DNA在細胞核內複雜的空間摺疊與遠程交互，就像構建了生命活動的「立體模型」。

通過整合基因組序列、基因表達（轉錄組）和三維空間構象數據，研究團隊構建了解析豬肌肉生長與脂肪沉積調控網絡的整合分析體系，首次從動態空間視角，揭示了非編碼變異如何通過「隔空對話」精準調控目標基因，從而影響豬的「胖」「瘦」、長勢快慢。

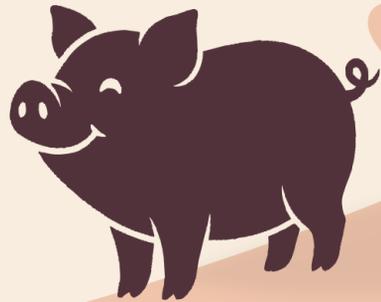
在上述技術突破的支持下，李明洲團隊鑒定出一批調控骨骼肌生長和脂肪沉積的關鍵基因組變異及其靶基因。團隊因此先後獲四川省自然科學獎一、二等獎各1項，四川省科技

進步獎二等獎1項，獲批國家自然科學基金創新研究群體項目（A類）、科技部國家重點研發計劃項目等多個國家級項目。

成果最直接的應用在於育種。龍科任表示，既然知道了影響生長和肉質的關鍵遺傳位點，就可以在豬的幼崽時期通過基因檢測，預判它未來的生長潛力或肉品質趨勢，實現精準的早期選擇，縮短育種周期。「進一步來講，一旦清楚是哪些基因和調控元件起主導作用，可通過分子育種技術，有針對性地對這些遺傳靶點進行選育或調控，從而更高效地引導豬的性狀朝着期望的方向改變。」

過去，為了培育出適合做五花肉或者做火腿的豬，從事育種工作的科研人員依賴經驗進行雜交選育，但效率低且具有偶然性。如今，李明洲團隊可通過解析控制這些關鍵性狀的基因與通路，為「定製化」育種提供科學依據。

龍科任解釋，針對由少數主效基因控制的性狀，可採用標記輔助選擇進行早期優良個體篩選。而對於像脂肪含量這種由大量微效基因控制的複雜性狀，則採用全基因組選擇策略，在早期實現對豬類表型的整體預測和選擇。



大公報整理

「小切口」有「大作為」 新品種黑豬銷量大增