

國際農業生物技術月報

(中文版)

中國生物工程學會

2026 年 9 月

本期導讀

- ✧ 巴拿馬將基因編輯生物歸類為常規作物
- ✧ CRISPR-Cas9 基因編輯為飼草改良開闢新路徑
- ✧ ERS 報告顯示美國農民對轉基因作物採用率持續上升
- ✧ 印度水稻新品種在乾旱條件下產量提高高達 82%
- ✧ CRISPR-Combo 系統加速多年生作物基因編輯
- ✧ 新型診斷工具可檢測危害作物的活細菌
- ✧ CRISPR 基因編輯助力加快蕎麥育種
- ✧ CRISPR 基因編輯使虹鱒魚體重增加 56%
- ✧ 基因編輯“陽光”番茄商業化進程取得新進展
- ✧ 科學家改造微藻以生產乳酪製造用酶
- ✧ 升級利用牲畜血清有望大幅降低培養肉生產成本

巴拿馬將基因編輯生物歸類為常規作物



巴拿馬國家轉基因生物安全委員會發佈第 CNB 008-2026 號決議，建立了基於科學標準的基因編輯作物及生物評估框架。根據新規，利用新型育種技術（NBTs）開發的產品將被歸類為常規生物，不再納入傳統的轉基因生物（GMO）監管。

第 CNB 008-2026 號決議是巴拿馬農業監管領域的一項重要的監管里程碑，使該國與其他已更新其生物安全框架以納入現代基因編輯工具的拉丁美洲國家保持一致。該決議針對 CRISPR-Cas 基因組編輯等新型育種技術，建立了正式的評估程式。根據新的科學評估標準，若基因編輯生物不含有通過傳統育種或自然突變無法獲得的穩定外源重組遺傳物質插入，則可歸類為常規生物。

根據該決議，相關行政程式通過事先諮詢申請（ICP）流程開展，並設有兩種不同的評估方式。第一種是針對假設性產品或處於研發階段產品的可選 ICP，允許處於概念設計階段或實驗室研究早期階段的申請人提交非正式諮詢，以獲得關於其預期產品在開發後將可能如何被對待

的非約束性指導。第二種是針對環境釋放或商業化的確定性 ICP，要求尋求市場分銷的開發人員提交完整的遺傳、表型和研發程式數據，以獲得具有約束力的裁定。該監管框架遵循連續性原則，允許申請人在兩種評估方式之間轉換，而無需重新提交已驗證的資訊。標準 ICP 評估須在 80 個工作日內完成，但對於高度複雜的科學審查，評估期限可延長至 120 個工作日。

更多相關資訊請流覽：[Panama's Official Gazette No. 30559 D](#)

CRISPR-Cas9 基因編輯為飼草改良開闢新路徑



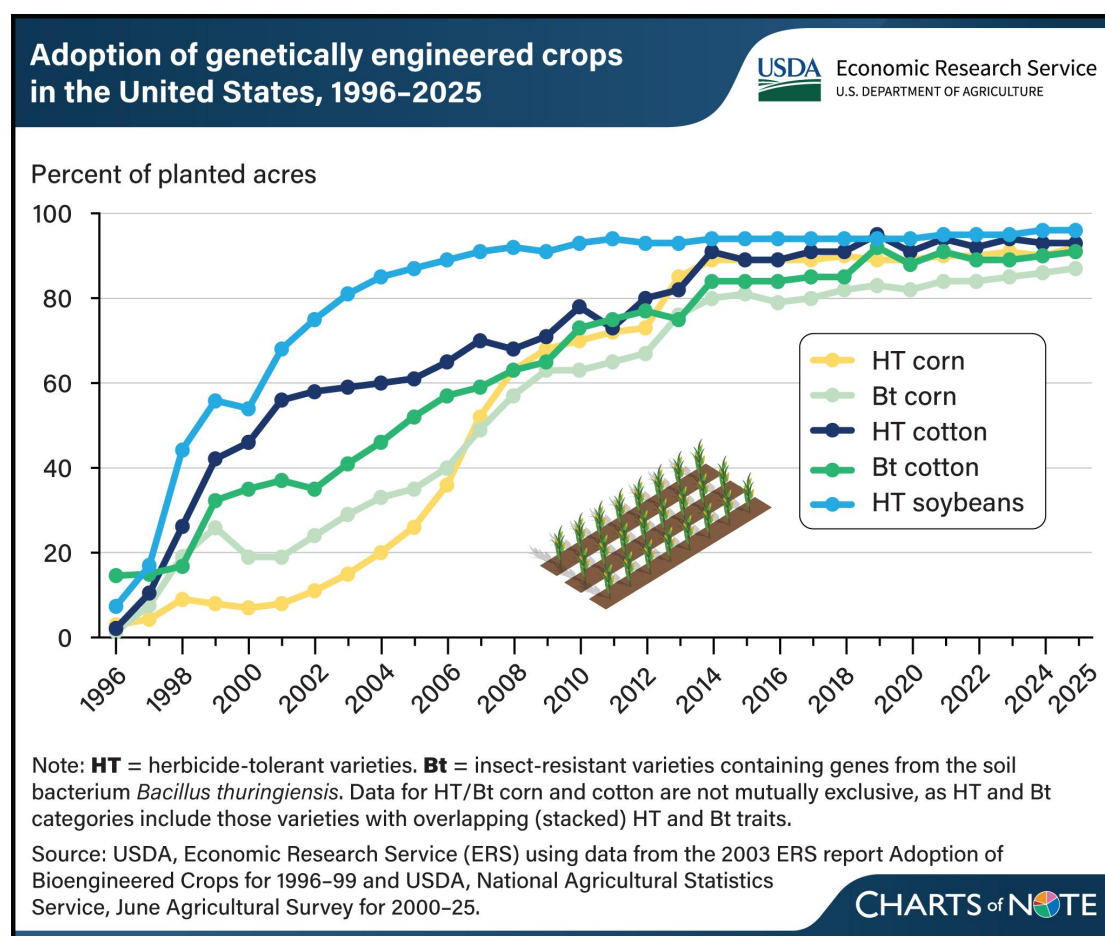
中國科研人員在黑苜蓿（*Medicago lupulina*）中成功建立了一套 CRISPR-Cas9 基因編輯體系。黑苜蓿是一種高蛋白豆科飼草作物，可用作牲畜飼料和固氮覆蓋作物。通過靶向敲除參與複葉發育的 *MIPINNA1* 基因，研究人員將黑苜蓿典型的三出複葉轉變為羽狀五出複葉。所建立的基因編輯體系可用於改良其他與飼草相關性狀，以培育優良牧草品種，同時助力苜蓿等相關物種的遺傳改良。

為建立基因編輯和植株再生體系，研究人員對培養條件進行了優化，並構建了靶向 *MIPINNA1* 基因的 CRISPR-Cas9 編輯載體。他們獲得了3個獨立的基因編輯株系，並通過測序確認了靶位點的插入和缺失。3個編輯株系均發育出五出複葉，證實了 *MIPINNA1* 基因在葉片發育中的作用。

雖然還需進一步研究以確認五出複葉性狀本身是否能帶來更高的生物量，但 *MIPINNA1* 基因編輯的成功證明了基因編輯在黑苜蓿中精準改變性狀的潛力。所建立的技術體系可用於研究和操控飼草產量與品質相關的基因，有望提高飼草的產量和營養價值，助力生產更營養的飼料、促進畜牧業可持續發展。

更多相關資訊請流覽：[Journal of Integrative Plant Biology](#)

ERS 報告顯示美國農民對轉基因作物採用率持續上升



根據美國農業部（USDA）經濟研究局（ERS）發佈的農業調查，2025 年美國農民對轉基因作物的採用率繼續上升。

轉基因種子於 1996 年首次應用於美國農業生產，隨後迅速在全國範圍內推廣。目前，大多數轉基因作物主要具有兩種關鍵性狀：除草劑耐受性和抗蟲性。其中，抗蟲性通常通過導入來源於土壤細菌蘇雲金芽孢桿菌（*Bacillus thuringiensis*）的相關基因來實現。早期開發的轉基因種子通常只具有其中一種性狀，而如今越來越多的農民開始種植疊加性狀的轉基因作物，即在同一植株中同時具備除草劑耐受性和抗蟲性。美國農業部的數據顯示，到 2008 年，轉基因品種的種植面積已占美國玉米、棉花和大豆總種植面積的一半以上，而如今這一比例已超過 90%。

儘管科學家已培育出具有耐旱、抗病毒和抗真菌能力的作物，以及蛋白質、健康油脂和維生素含量更高的作物，但除草劑耐受性和抗蟲性仍是美國農業應用最廣泛的特性。此外，儘管苜蓿、油菜和甜菜等轉基因作物也有種植，但玉米、棉花和大豆仍占美國轉基因作物總種植面積的絕大部分。

更多相關資訊請流覽：[USDA ERS](#)

印度水稻新品種在乾旱條件下產量提高高達 82%



印度研究人員成功培育出一批新型水稻品系，在乾旱條件下的產量較對照品系提高了 36%至 82%。這項研究發表於《印度遺傳學與植物育種雜誌》。研究人員評估了 40 個育種品系，這些品系攜帶了四個組合的耐旱基因，被導入廣泛種植的 DRR Dhan 50 水稻品種中。其中，QTV 108-4 和 QTV 108-3 等 5 個表現優異的品系，在嚴重水分脅迫下展現出卓越的抗逆性，表現出高度的遺傳穩定性，使這些性狀能夠可靠地遺傳給後代。

這項研究的關鍵在於採用數量性狀位點（QTL pyramiding）聚合技術，即結合分子標記輔助選擇育種技術，而非基因工程或轉基因改造。由於沒有引入外源基因，這些新水稻品種避免了印度轉基因作物通常面臨的複雜監管審批程式。這為應對氣候變化提供了一條重要途徑，有望加快耐旱水稻品種在農業生產中的應用。

這項研究成果有望應用於印度東部和中部的雨養農業區，以及非洲和東南亞等易受乾旱影響的地區。來自馬拉雷迪大學、印度農業研究委

員會（ICAR）海得拉巴印度水稻研究所、中央農業大學和印度農業研究委員會國家植物生物技術研究所的研究團隊，通過鑒定小穗育性和收穫指數等關鍵性狀，為國際育種專案制定了一套清晰且可推廣的技術方案，以應對日益加劇的氣候風險，保障全球糧食安全。

更多相關資訊請流覽：[Global Agriculture](#)

CRISPR-Combo 系統加速多年生作物基因編輯



（圖片來源：Sam Craft / 德克薩斯農工大學農業生命中心）

美國德克薩斯農工大學農業生命研究中心、馬里蘭大學和美國農業部的研究人員合作開發出一種名為 CRISPR-Combo 的基因編輯系統，有望加速從基因編輯細胞再生出完整植株。該系統將基因編輯與啟動植物自身調控細胞發育的基因相結合，從而縮短柑橘、草莓和楊樹等多年生作物基因編輯植株的培育時間。

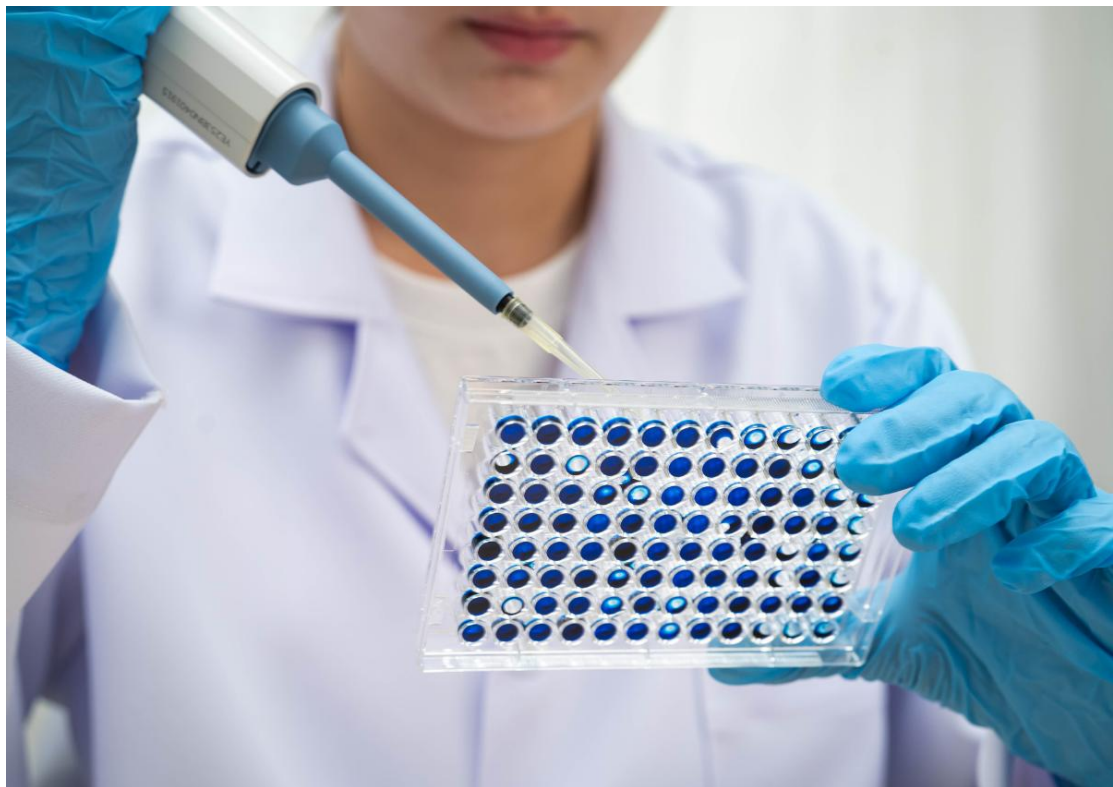
研究團隊利用快速毛狀根系統篩選了形態發生相關候選基因。在馬鈴薯中，研究人員測試了 17 個基因，鑒定出 4 個能夠促進根系形成的基因，其中 3 個還能將芽再生效率提高至 45%—70%，而對照組僅為 30%

—35%。在柑橘中，測試的 10 個基因有 5 個改善植株再生，將芽再生效率提高至 80%或更高，而對照組低於 60%。

研究團隊還發現，同時啟動兩個形態發生基因能夠進一步加快植株再生。在野草莓中，該方法將植株培育時間縮短了一個多月。在楊樹中，芽不到一個月內再生，無需添加外源植物激素，而基因編輯植株表現出更高的生物量且無明顯異常。研究結果表明，CRISPR-Combo 有助於提高難以通過常規方法育種作物的基因編輯效率。

更多相關資訊請流覽：[Texas A&M AgriLife](#)

新型診斷工具可檢測危害作物的活細菌



賓夕法尼亞州立大學的科學家開發了一種名為酶聯伴侶蛋白檢測法（ELCA）的新型診斷工具，用於檢測可感染多種農作物的丁香假單胞菌（*Pseudomonas syringae*）。與傳統的抗體檢測或基於 DNA 的檢測方法不同，ELCA 利用與活細菌相關的效應蛋白作為檢測標誌物，以判斷細菌是否存活。這種方法有望通過優先檢測活細菌，提高病原體檢測

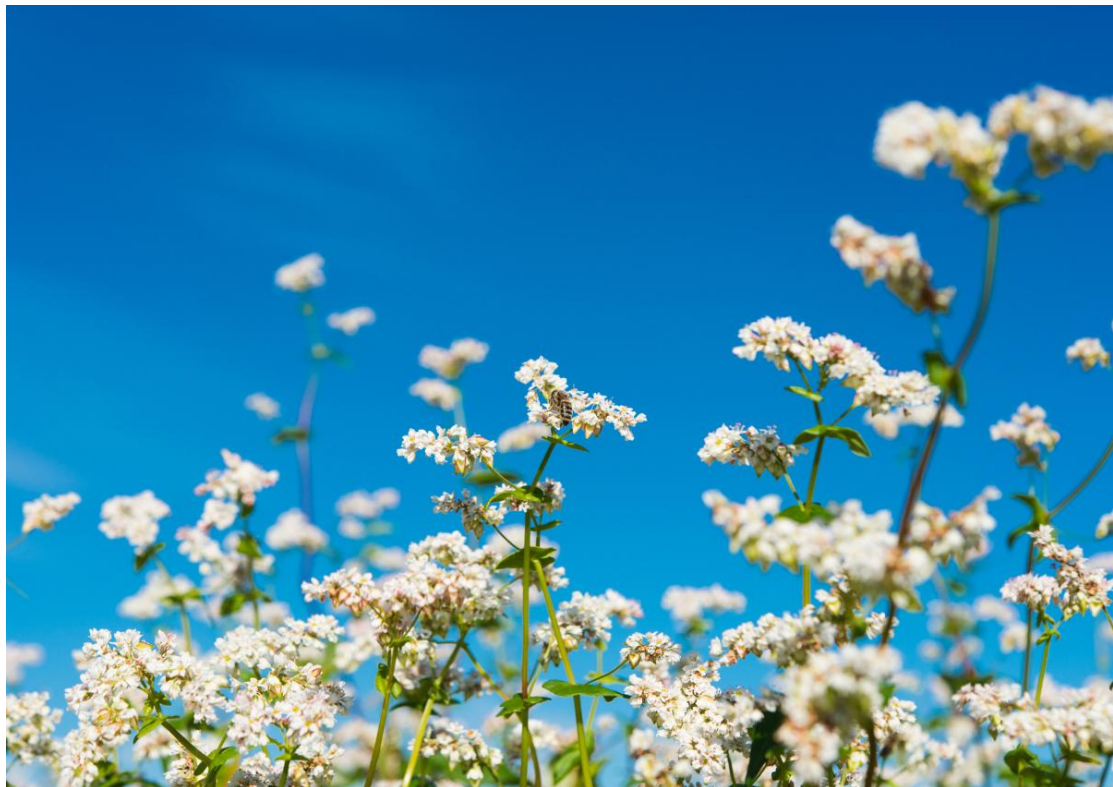
的靈敏度和準確性。

研究人員利用細菌伴侶蛋白結合參與感染過程的特定效應蛋白，在檢測到目標效應蛋白時產生可見信號。由於這些效應蛋白被認為在細菌死亡後會迅速降解，因此在含有活細菌的樣本中觀察到的檢測水準顯著高於含有死細菌的樣本。此外，該方法的檢測成本與傳統酶聯免疫吸附試驗（ELISA）相當，表明利用伴侶蛋白與效應蛋白相互作用檢測病原體具有實際應用可行性。

這種診斷方法可適用於檢測其他具有類似伴侶蛋白-效應蛋白系統的病原體，應用領域包括農業、獸醫學和人類健康。未來，通過進一步優化檢測體系，包括降低背景信號，有助於擴大其在病原體監測中的潛在應用。

更多相關資訊請流覽：[Journal of Microbiological Methods](#)

CRISPR 基因編輯助力加快蕎麥育種



波蘭科學家找到了一種克服普通蕎麥自交不親和性的方法。自交不

親和性是阻礙蕎麥自花授粉和高效育種的主要障礙。通過利用 CRISPR 技術敲除 *FeS-ELF3* 基因，研究人員成功獲得了能夠自花授粉的蕎麥株系，為加快蕎麥育種進程和培育新品種奠定了技術基礎。

長期以來，實現自交親和一直是蕎麥育種的重要目標，因為普通蕎麥天然受到二型花柱的阻礙，即同一物種存在兩種花柱形態不同的花型，這一特徵會阻礙其自花授粉。為克服這一障礙，研究人員首先改良了農桿菌介導的遺傳轉化系統，並結合熱激處理，建立了該物種首個穩定的遺傳轉化體系。隨後，研究人員利用 CRISPR-Cas9 技術對商業品種“Panda”中的 *FeS-ELF3* 基因進行靶向編輯，最終獲得了能夠自花授粉的蕎麥株系。

在溫室條件下，由這一編輯株系獲得的植株表現出株高降低、花序變短等特徵，但種子產量與未經編輯植株相當。由於這些形態變化僅在一個基因編輯株系中得到觀察，因此仍需對其他獨立編輯株系開展進一步測試，以確定這些性狀是不是 *FeS-ELF3* 基因失活的直接效應。

更多相關資訊請流覽：[Frontiers in Plant Science](#)

CRISPR 基因編輯使虹鱒魚體重增加 56%



土耳其阿塔圖爾克大學及其合作機構的研究人員發現，CRISPR-Cas9 基因編輯可通過敲除肌肉生長抑制素基因 *mstnb1*，顯著促進虹鱒魚生長。研究表明，基因編輯的虹鱒魚體重明顯高於未編輯的魚，凸顯了基因編輯在提高水產養殖生產效率方面的潛力。

研究人員設計了兩條靶向 *mstnb1* 第一個外顯子的嚮導 RNA，並將其注射到受精的虹鱒魚卵中。儘管只有 23.5% 的注射胚胎存活至上浮階段，但 Sanger 測序證實了所獲得 F0 魚中產生了成功的突變。隨後對這些魚進行了為期 10 個月的生長監測，並與野生型對照組進行比較。

編輯後的虹鱒魚體重增加了 56%，平均達到 825.0 克，而對照組為 464.1 克。研究人員表示，敲除 *mstnb1* 不僅能夠改變肌肉特徵，還能顯著改善整體體重生長。這些發現表明，CRISPR-Cas9 有助於縮短可持續虹鱒養殖的生產時間並降低成本。

更多相關資訊請流覽：[Journal of the World Aquaculture Society](#)

基因編輯“陽光”番茄商業化進程取得新進展



（圖片來源：John Innes Centre）

近日，英國政府批准了首個有關精準育種番茄的上市通知，標誌著約翰·英尼斯中心（JIC）培育的作物首次獲得精準育種生物（PBO）上市批准。這種基因編輯番茄也被稱為“陽光”番茄，可為解決廣泛的膳食缺乏問題提供一種潛在的植物性食物來源。

該作物由 Cathie Martin 教授的實驗室開發，通過基因編輯技術阻斷維生素 D₃前體向防禦性化合物的轉化，使這種前體在果實和葉片中大量積累。當受到自然陽光或 UVB 紫外線照射時，這種前體直接轉化為維生素 D₃，即人體最容易利用的形式。研究人員指出，一顆生物強化番茄所提供的維生素 D₃相當於兩個雞蛋或 28 克金槍魚，且不改變植株的生長狀況、外觀或產量。

目前，研究人員正將經過基因編輯的植株與口感更甜、帶有條紋的番茄品種進行雜交，以進一步優化商業化產品。同時，研究團隊也準備向英國食品標準局（FSA）提交申請，以獲得相關食品監管批准。

更多相關資訊請流覽：[news from JIC](#) 和 [GOV.UK website](#)

科學家改造微藻以生產乳酪製造用酶



巴基斯坦旁遮普大學的研究人員通過改造萊茵衣藻（*Chlamydomonas reinhardtii*）的葉綠體基因組，成功從微藻中獲得了具有活性的凝乳酶。這是一種用於乳酪生產、能夠使牛奶凝乳的關鍵酶。該方法避免了從小牛胃內壁提取凝乳酶的傳統方式，為食品工業生產提供了一種更具可持續性、成本效益和倫理優勢的解決方案。

研究人員將牛源 *cym* 基因直接導入微藻的葉綠體中，培育出一種能夠表達自啟動型凝乳酶的轉基因微藻菌株，從而省去了傳統製備方法中將凝乳酶原轉化為凝乳酶的額外步驟。隨後，研究人員通過標準凝乳測試證實了所得重組酶使牛奶蛋白質凝結的能力，其活性與傳統凝乳酶相當。

儘管目前該方法的單位體積產量仍低於成熟的工業真菌生產平臺，但這項研究為擴大微藻生物製造規模奠定了基礎。使用安全且可食用的微藻，為犢牛來源的動物凝乳酶提供了一種可持續的替代方案。微藻僅需光照和二氧化碳便能快速生長，同時還能天然提供蛋白質和 omega-3

脂肪酸等額外營養成分。

更多相關資訊請流覽：[World Journal of Microbiology and Biotechnology](#)

升級利用牲畜血清有望大幅降低培養肉生產成本



韓國中央大學的科學家開發出一種利用屠宰場血液副產物替代培養肉生產中胎牛血清（FBS）的方法。研究人員從原本會被當作廢棄物丟棄的成年牲畜血液中提取並加工血清，製備出一種符合倫理要求且可規模化生產的傳統胎牛血清替代品。這一策略有助於解決細胞農業領域的一項主要成本問題和倫理爭議，為推動細胞培養肉實現商業化生產提供了切實可行的方案。

研究人員在牛衛星細胞培養體系中評估了牛、豬和雞血清，以優化細胞生長性能。原始牲畜血清經過純化、熱滅活處理以確保生物安全性，並添加少量低成本添加劑，如富含脂質的白蛋白或胰島素－轉鐵蛋白－硒混合物。雖然由於存在物種不相容性，雞血清的培養效果較差，但優

化後的牛血清和豬血清則能夠有效支持細胞生長、成肌分化以及通過連續傳代實現長期擴增，其效果與胎牛血清相當。

以這些經過優化的牲畜血清配方替代商業胎牛血清後，培養基總成本降低了 62.6%。將這些低成本血清替代品應用於培養肉生產流程，有望降低肉類生物質的培養成本，使其更易於與植物基原料混合，從而為開發混合肉類產品提供切實可行的途徑，同時實現農業廢棄物資源化利用。

更多相關資訊請流覽：[Applied Microbiology and Biotechnology](#)