

Jacopo Cricchio

”Bio-manufacturing” cinese: dal laboratorio al mercato attraverso i progetti ”pilot-scale”

(doi: 10.82002/117667)

OrizzonteCina (ISSN 2612-3479)

Fascicolo 1, giugno 2025

Ente di afferenza:

Scuola Superiore di studi universitari e di perfezionamento Sant’Anna (santannapisa)

Copyright © by Società editrice il Mulino, Bologna. Tutti i diritti sono riservati.

Per altre informazioni si veda <https://www.rivisteweb.it>

Licenza d’uso

Questo articolo è reso disponibile con licenza CC BY NC ND. Per altre informazioni si veda <https://www.rivisteweb.it/>

Bio-manufacturing cinese: dal laboratorio al mercato attraverso i progetti *pilot-scale*

Jacopo Cricchio 

Scuola Superiore Sant'Anna

Contatto: jacopo.cricchio@santannapisa.it

Dall'innovazione scientifica alla produzione industriale

La transizione verso un sistema economico che sfrutta risorse biologiche rinnovabili – la cosiddetta bioeconomia – per produrre cibo, materiali ed energia in modo sostenibile, rappresenta una sfida complessa e multilivello. Essa implica trasformazioni nei modelli di produzione e consumo, nei meccanismi tecnologici, nei sistemi gestionali e nei modelli di business e governance a ogni scala, dalle politiche industriali e scientifiche alla pratica organizzativa. La pandemia e le recenti crisi geopolitiche hanno esacerbato fragilità strutturali legate alla resilienza e alla concentrazione delle catene del valore, rafforzando la necessità di sistemi produttivi più distribuiti, fondati su risorse *bio-based* locali.¹

In questo scenario, la Cina ha scelto strategicamente di puntare sulla biotecnologia come leva per rafforzare la propria autosufficienza tecnologica, decarbonizzare l'industria e occupare nuove nicchie globali ad alto valore aggiunto.² Da oltre due decenni, infatti, Pechino promuove la biotecnologia come tecnologia strategica. Dal 2024, la biomanifattura (*shengwu zhizao* 物制造), ovvero la produzione industriale basata su sistemi biologici e biologia sintetica, è stata ufficialmente elevata a perno delle “nuove forze produttive di qualità” (*xinshi shengchanli* 新质生产力), un concetto politico che definisce le priorità emergenti per l'innovazione industriale del paese.³ Questa scelta è sostenuta da investimenti pubblici consistenti: almeno 20 miliardi di CNY nel solo 2023, e quasi 30 miliardi nel 2024, senza contare le risorse allocate a mega-progetti in settori affini come le neuroscienze, la genetica vegetale e la salute.⁴

Nel 2022, la Cina ha pubblicato per la prima volta un piano quinquennale specifico per la bioeconomia, fissando obiettivi trasversali per biofarmaceutica, bioagricoltura, biomanifattura e biosicurezza. A partire da quel momento, l'orientamento strategico del governo si è chiaramente evoluto: dal sostegno alla ricerca scientifica verso un'accelerazione dell'industrializzazione e una più efficace valorizzazione economica dei risultati innovativi, colmando il divario tra la ricerca e la sua applicazione industriale. Già negli anni precedenti,

1 Claire Holland e Philip Shapira, “Building the bioeconomy: a targeted assessment approach to identifying biobased technologies, challenges and opportunities”, *Engineering Biology* 8 (2024) 1: 1-15.

2 Jacopo Cricchio, “Innovazione e sostenibilità: la visione cinese per la transizione verde”, *OrizzonteCina* 15 (2024) 2: 121-126.

3 Alexander Brown e Jeroen Groenewegen-Lau, “Lab leader, market ascender: China's rise in biotechnology”, *Merics Report*, 24 aprile 2025, disponibile all'Url <https://merics.org/en/report/lab-leader-market-ascender-chinas-rise-biotechnology>.

4 Guowuyuan 国务院 [Consiglio degli affari di Stato], “Quantum tech, embodied AI, biomanufacturing. China doubles down on emerging industries”, 28 dicembre 2024, disponibile all'Url https://english.www.gov.cn/news/202412/28/content_WS676f38b1c6do868f4e8ee534.html?utm.

la Cina aveva introdotto riforme al proprio sistema di valutazione e approvazione dei farmaci (nel 2015 e nel 2017), aderendo agli standard dell'International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use (ICH).⁵

Malgrado questi avanzamenti sistemici, la distanza tra capacità scientifica e penetrazione di mercato resta significativa. La Cina ha ormai raggiunto una posizione di leadership globale nella produzione scientifica in settori chiave come la biologia sintetica (61% delle pubblicazioni più citate nel 2023), il sequenziamento e l'analisi genomica (42%) e la biomanifattura (29%). Tuttavia, la sua incidenza sul mercato *biotech* globale rimane limitata: nel 2024 rappresentava appena il 4,8%, a fronte del 35% degli Stati Uniti e del 31% dell'Europa. Più in generale, l'intero comparto della biomanifattura contribuiva nel 2023 solo per il 2,4% al valore aggiunto manifatturiero nazionale, segnalando il persistere di colli di bottiglia nella scalabilità commerciale delle innovazioni.⁶

Per colmare il divario tra ricerca di laboratorio e produzione industriale nel settore della biomanifattura, la Comunicazione congiunta del Ministero dell'Industria e della Tecnologia dell'Informazione (MIIT) e della Commissione Nazionale per lo Sviluppo e le Riforme (NDRC) del giugno 2025 sottolinea il ruolo cruciale delle piattaforme pilota per lo sviluppo delle capacità (*zhongshi nengli jianshe pingtai* 中试能力建设平台).⁷ Queste infrastrutture sono considerate un anello cruciale per trasformare le scoperte scientifiche in prodotti industriali, colmando il divario tra la ricerca di laboratorio e la produzione su larga scala. Già previste come priorità nel piano quinquennale sulla bioeconomia del 2022, le piattaforme pilota rappresentano oggi una leva strategica per rafforzare la competitività industriale e sostenere la transizione dalle scoperte isolate alle catene di valore integrate, secondo la logica della *hua dian cheng zhu* (化点成珠, “trasformare punti in perle”) e della *chuan zhu cheng lian* (串珠成链, “collegare perle in catene”).

L'obiettivo del governo è sviluppare oltre 20 piattaforme operative entro il 2027, in grado di servire più di 200 imprese e supportare l'incubazione di almeno 400 nuovi prodotti. L'iniziativa è guidata da principi di sviluppo classificato e coltivazione graduale, con un forte orientamento alla domanda di mercato, alla sicurezza e all'affidabilità tecnica. I settori prioritari includono biofarmaci, alimenti e additivi, cosmetici, prodotti chimici, bioenergia, enzimi industriali, materie prime da lignocellulosa, nonché piattaforme basate su cellule vegetali come tabacco, riso e tasso geneticamente modificati.

Oltre a fornire un'infrastruttura tecnica avanzata, queste piattaforme mirano a rafforzare la capacità del sistema industriale cinese di rispondere a sfide ambientali e di sostenibilità, contribuendo alla maturazione commerciale delle innovazioni scientifiche. In un contesto in cui la Cina eccelle nella produzione scientifica, ma resta indietro nella penetrazione dei

5 Brown e Groenewegen-Lau, *cit.*

6 *Ibid.*

7 Gongye he xinxi hua bu 工业和信息化部 [Ministero dell'Industria e della Tecnologia dell'Informazione] e Guojia fazhan gaige weiyuanhui 国家发展改革委员会 [Commissione Nazionale per lo Sviluppo e le Riforme], „Gongye he xinxi hua bu bangong ting guojia fazhan gaige wei bangong ting guanyu kaizhan shengwu zhizao zhongshi nengli jianshe pingtai peiyu gongzuo de tongzhi 工业和信息化部办公厅 国家发展改革委员会办公厅关于开展生物制造中试能力建设平台培育工作的通知“ [Comunicazione del Ministero dell'Industria e della Tecnologia dell'Informazione e della Commissione Nazionale per lo Sviluppo e le Riforme sullo sviluppo delle piattaforme pilota per lo sviluppo delle capacità di biomanifattura], 10 giugno 2025, disponibile all'Url https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202506/content_7027390.htm.

mercati globali, la costruzione di un ecosistema robusto viene considerata una condizione abilitante per l'emergere di una bioeconomia nazionale ad alto valore aggiunto.

Regia centrale, sperimentazione territoriale

A livello subnazionale, città come Pechino, Tianjin e Chongqing stanno implementando piani d'azione ambiziosi per posizionarsi come poli nazionali della biomanifattura. Le strategie locali riflettono un approccio duale: da un lato, un forte coordinamento centrale, incarnato dall'iniziativa nazionale per le piattaforme pilota promossa congiuntamente dal MIIT e dalla NDRC; dall'altro, un ampio margine di sperimentazione territoriale.

Pechino: hub di frontiera per la biomanifattura sintetica

Pechino ha adottato un *Piano d'azione per accelerare l'innovazione e lo sviluppo dell'industria manifatturiera della biologia sintetica (2024–2026)* che punta a fare della capitale un centro di innovazione di rilevanza globale entro il 2026.⁸ Il piano identifica la biomanifattura come uno degli "alti punti strategici" (*zhigaodian 制高点*) della competizione globale, e mira a portare rapidamente le scoperte scientifiche dal "laboratorio alla linea di produzione" (*cong "shiyanshi" zouxiang "shengchanxian" 从“实验室”走向“生产线”*). Il piano prevede il potenziamento delle capacità di innovazione autonoma, con la costituzione di almeno cinque team di leadership internazionale nel campo della biologia sintetica, e lo sviluppo di 3-5 piattaforme pilota per l'amplificazione dei processi industriali. Verranno inoltre istituite infrastrutture tecnologiche avanzate: due nuove piattaforme per la progettazione e il controllo automatico, una collezione di oltre 100.000 ceppi microbici e strumenti per la progettazione biologica basati su *big data*, intelligenza artificiale e automazione.

Sul piano economico-industriale, Pechino mira a insediare almeno tre nuove aziende quotate nel settore, attrarre 5-10 imprese leader con influenza nazionale e internazionale, e coltivare oltre 100 startup *deep-tech*. L'obiettivo finale è costituire uno o due distretti industriali da decine di miliardi di Renminbi, specializzati nella produzione di biofarmaci, alimenti, biomateriali e bioenergia, con il contributo attivo delle grandi imprese statali nella transizione verso processi a basse emissioni di carbonio.

8 Beijing shi kexue jishu weiyuanhui 北京市科学技术委员会 [Commissione Municipale per la Scienza e la Tecnologia di Pechino] e Zhongguancun keji yuanqu guanli weiyuanhui 中关村科技园区管理委员会 [Comitato Amministrativo del Parco Scientifico di Zhongguancun], „Beijing shi kexue jishu weiyuanhui, zhongguancun keji yuanqu guanli weiyuanhui deng bumen guanyu yinfa «Beijing shi jiakuai hecheng shengwu zhizao chanye chuangxin fazhan xingdong jihua (2024-2026 nian)» de tongzhi” 北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会等部门关于印发《北京市加快合成生物制造产业创新发展行动计划(2024-2026年)》的通知 [Comunicazione della Commissione Municipale per la Scienza e la Tecnologia di Pechino, del Comitato Amministrativo del Parco Scientifico di Zhongguancun e di altri dipartimenti sulla pubblicazione del «Piano d'azione di Pechino per accelerare l'innovazione e lo sviluppo dell'industria manifatturiera della biologia sintetica (2024-2026)»], 14 settembre 2024, disponibile all'Url https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202411/t20241129_3952690.html.

Tianjin: specializzazione settoriale e distretti tecnologici

Anche Tianjin ha messo in campo una strategia articolata per diventare un nodo strategico della biomanifattura nazionale.⁹ Il piano, pubblicato nell'ottobre 2024, punta a superare i 100 miliardi di Renminbi di valore di produzione industriale entro il 2026, attraverso la creazione di due poli emblematici: la "Valle delle cellule" (*xibao gu* 细胞谷) nella Binhai Hi-Tech Zone e un nuovo parco biofarmaceutico nella Tianjin Economic-Technological Development Area. La città si focalizza su settori ad alto potenziale tecnologico e ambientale, tra cui la conversione biologica della CO₂, gli alimenti del futuro, lo stoccaggio dati su DNA, gli enzimi industriali, la creazione di ceppi microbici digitali e le biotecnologie verdi per la produzione sostenibile di materiali e chimici.

Il piano prevede inoltre 20-30 progetti di industrializzazione, il supporto a oltre 30 imprese, comprese startup, piccole-medie imprese e leader tecnologici, e la costruzione di piattaforme di collaborazione per facilitare la transizione delle innovazioni verso il mercato.

Chongqing: laboratorio occidentale per la bioindustria integrata

Chongqing ha presentato nel 2024 un articolato *Piano d'azione per la promozione dello sviluppo dell'industria della biomanifattura (2024-2027)*,¹⁰ con l'obiettivo di diventare un polo multifunzionale nella regione superiore dello Yangtze: centro di sperimentazione su scala pilota, zona di integrazione industriale e piattaforma per la valorizzazione delle risorse biologiche locali. La strategia riflette la volontà di trasformare la forza scientifica in capacità produttiva a partire da un tessuto territoriale ricco di risorse naturali, competenze e biodiversità.

Il piano si articola in diverse linee strategiche. Sul fronte della ricerca e sviluppo, Chongqing mira a rafforzare la capacità di innovazione radicale in biologia sintetica, con attenzione a geni, enzimi, cellule microbiche e metabolismo. Inoltre, promuove l'integrazione tra biotecnologie e intelligenza artificiale per creare officine intelligenti e tracciabilità completa dei processi, anche grazie all'istituzione della futura "Valle del nucleo vitale" (*shengming xingu* 生命芯谷). In parallelo, la città intende costruire basi di validazione su scala pilota e una rete di servizi dedicati, con meccanismi semplificati per l'approvazione e l'uso industriale delle innovazioni.

La strategia industriale include lo sviluppo di biofarmaci avanzati, come vaccini ricombinanti e derivati da piante officinali locali, alimenti funzionali e biotecnologie per la produzione sostenibile di materiali, carburanti e sostanze chimiche. Particolare enfasi è posta sul recupero di risorse organiche e rifiuti per la produzione di biocarburanti (inclusi carburanti per

9 Tianjin shi renmin zhengfu bangong ting 天津市人民政府办公厅 [Ufficio Affari Generali del Governo Popolare della Municipalità di Tianjin], „Tianjin shi renmin zhengfu bangong ting guanyu yinfa tianjin shi jiakuai hecheng shengwu chuangxin ce yuan tuidong shengwu zhizao chanye gao zhiliang fazhan shishi fang'an de tongzhi“ 天津市人民政府办公厅关于印发天津市加快合成生物创新策源推动生物制造产业高质量发展实施方案的通知 [Comunicazione dell'Ufficio Affari Generali del Governo Popolare della Municipalità di Tianjin sulla pubblicazione del piano di attuazione della Municipalità di di Tianjin per accelerare l'innovazione nella biologia sintetica e promuovere lo sviluppo di alta qualità dell'industria biomanifatturiera], 17 ottobre 2024, disponibile all'Url https://kxjx.tj.gov.cn/managecol/ZCWJ0923/SJ09232/202410/t20241017_6755635.html.

10 Chongqing shi fazhan he gaige weiyuanhui 重庆市发展和改革委员会 [Commissione per lo Sviluppo e la Riforma della Municipalità di Chongqing], „Chongqing shi fazhan he gaige weiyuanhui guanyu Chongqing shi tuidong shengwu zhizao chanye fazhan xingdong jihua (2024-2027 nian)“ 重庆市发展和改革委员会关于重庆市推动生物制造产业发展行动计划(2024-2027年) [Annuncio della Commissione per lo sviluppo e la riforma municipale di Chongqing sulla raccolta di opinioni pubbliche sul piano d'azione di Chongqing per promuovere lo sviluppo dell'industria biomanifatturiera (2024-2027)], 26 luglio 2024, disponibile all'Url https://fzggw.cq.gov.cn/hdjl/yjq/202407/t20240726_13434993_wap.html.

l'aviazione da oli esausti della cucina *hotpot*), oltre che sul trattamento biotecnologico delle acque e dei fanghi industriali.

Chongqing punta inoltre alla costruzione di cluster specializzati, con progetti come la Chongqing International Bio-City (*gao zhiliang guoji shengwu cheng* 高质量国际生物城), la Liangjiang Life Science City (*Liangjiang shengming keji cheng* 两江生命科技城) e la Bio-chemical Industrial Belt (*shengwu huagong changye dai* 生物化工产业带), oltre a basi produttive per la bioenergia e l'agricoltura *bio-based*. Sul piano della governance, il piano prevede meccanismi per l'attrazione di investimenti, la trasformazione *green* delle imprese a bassa efficienza, e l'adozione di sistemi avanzati per la gestione della proprietà intellettuale e la valutazione della sicurezza biotecnologica.

Completano il quadro misure per la formazione di talenti –con incentivi per università e laboratori, comitati di esperti, programmi di attrazione per scienziati e imprenditori– e azioni mirate alla protezione e valorizzazione delle risorse genetiche, attraverso banche dati microbiche, laboratori di biosicurezza e sistemi di tracciabilità. L'obiettivo dichiarato è raggiungere, entro il 2027, un valore industriale superiore ai 100 miliardi di Renminbi, consolidando la vocazione di Chongqing a diventare il motore occidentale dell'industrializzazione biotecnologica cinese.

Conclusioni

La traiettoria della Cina nella biomanifattura sintetica incarna una strategia industriale di lungo respiro, capace di allineare ambizione politica, eccellenza scientifica e capacità di intervento coordinato. Le piattaforme pilota emergono come infrastrutture chiave per colmare il divario tra ricerca e produzione, ma anche come strumenti per disegnare nuovi ecosistemi di innovazione, con imprese, talenti e territori integrati in catene di valore evolutive. In un contesto globale segnato da instabilità geopolitica e nuove pressioni tecnologiche, la Cina punta a rafforzare la propria sovranità tecnologica *bio-based*, ma anche a diventare un *hub* competitivo a livello mondiale. La costruzione di un'industria della biomanifattura non è soltanto una questione tecnica o economica, ma l'espressione di una precisa visione sul futuro delle produzioni, dell'ambiente e della scienza applicata.

Ringraziamenti

Progetto finanziato dall'Unione Europea, NextGenerationEU – Piano Nazionale Resilienza e Resilienza (PNRR). Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 – Avviso N. 3138 del 16 dicembre 2021 rettificato con D.D. n.3175 del 18 dicembre 2021 del Ministero dell'Università e della Ricerca. Codice progetto CN_00000033, Decreto Direttoriale MUR n.1034 del 17 giugno 2022 di concessione del finanziamento, CUP J53C21000290006, titolo progetto “National Biodiversity Future Center – NBFC”.

Jacopo Cricchio, Scuola Superiore Sant'Anna, Institute of Management, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, jacopo.cricchio@santannapisa.it, <https://orcid.org/0000-0002-3723-6741>

Jacopo Cricchio è ricercatore postdoc in Innovation Management nella Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, dove studia l'intersezione tra tecnologie emergenti e politiche per l'innovazione. Ha svolto periodi di ricerca in Cina e Danimarca e parla fluentemente cinese. La sua ricerca si concentra sull'ecosistema dell'innovazione in Cina, in particolare sull'intelligenza artificiale, l'*open innovation* e le disuguaglianze regionali. Collabora con l'OCSE e lavora su come le tecnologie possano supportare la sostenibilità, inclusa la biodiversità.