

La tecnologia *blockchain* nell'agroalimentare tra prospettive e incertezze

di Mario Rafaniello

Abstract

Food production is among the oldest human activities and lends itself to experimentation and innovation much better than others. The recent developments in the agriculture 4.0 area or 'foodtech' represent an example: over the last half-century, technological-scientific progress has been revolutionary. At the same time, this development represents a necessity according to the great challenges that await mankind in the coming decades. A prominent role can be played by blockchain technology, due to its characteristics particularly suitable for use in the agri-food chain. Thanks to the blockchain, the products' traceability level can be secured and improved, thus also allowing for the protection of the excellence of Made in Italy. However, there is no shortage of serious difficulties in the application of blockchain: limitations such as the transition costs from legacy systems or the lack of knowledge of blockchain risk to slow down this digital revolution.

La rivoluzione tecnologica di un'attività millenaria

La tecnologia *blockchain*, la cui diffusione presso il grande pubblico procede piuttosto a rilento, si sta ritagliando maggiore spazio invece nel dibattito tecnologico e politico. Questa particolare tecnologia nasce nel mondo della rete Bitcoin, il sistema di pagamento virtuale non statale entrato in circolazione per la prima volta nel 2009 (Maupin, 2017). Rimandando al prossimo paragrafo un'analisi più ravvicinata della *blockchain*, può anticiparsi che alla base della sua diffusione vi sono delle caratteristiche estremamente utili in un contesto, come quello attuale, altamente globalizzato e trasversale. Sono molti i settori interessati ma, negli ultimi tempi, sta suscitando particolare interesse l'impiego di questa tecnologia nella filiera agroalimentare, in virtù sia del fatto che alcuni grandi brand del settore la stanno implementando, sia delle iniziative in merito da parte dell'Unione europea, sulle quali per ragioni di spazio non è qui possibile soffermarsi. Ad ogni modo, la *blockchain* (lett. "catena di blocchi") in quanto libro mastro

digitale blindato e gestito con modalità decentralizzata (Grandoni, 2023) il cui scopo è custodire dati, si distingue per l'elevata sicurezza, per la celerità con cui è possibile far circolare le informazioni e per la sostanziale immutabilità delle stesse.

Le catene di approvvigionamento sono caratterizzate da un'elevata complessità e riguardano una moltitudine di fasi e attori diversi, su più livelli. Le materie prime sono spesso oggetto di profondi processi di trasformazione e, in tal senso, le richieste da parte delle Istituzioni e dei consumatori di affidabilità e tracciabilità si pongono allo stesso tempo quali obiettivi e limiti per i produttori. Basti pensare che, secondo dati forniti dal Governo, l'industria alimentare italiana compra e trasforma il 72% delle materie prime agricole nazionali (MAECI, 2019). La *blockchain* risponde proprio a queste esigenze, offrendo ai consumatori la possibilità di verificare in maniera accessibile la "storia" di un prodotto tramite soluzioni digitali, garantendo trasparenza lungo l'intero ciclo produttivo, *from Farm to Fork*, per citare una strategia dell'Unione europea in merito.

Non sorprende, allora, che secondo i dati forniti dall'Osservatorio Smart Agrifood del Politecnico di Milano, nel 2022 ben l'82% delle aziende della trasformazione agroalimentare ha utilizzato o sperimentato almeno una soluzione digitale, con l'88% che ha innovato proprio nell'area della tracciabilità tramite diversi strumenti come software gestionali integrati, soluzioni mobile e cloud (Unioncamere, 2023). Questo passaggio evidenzia un elemento di grande interesse in quanto la tecnologia *blockchain* è solo una delle peculiarità che contraddistinguono l'odierno modello di produzione dell'agroalimentare, settore connotato dal crescente impiego di strumenti e conoscenze mutuate del mondo dell'hi-tech e della più avanzata ricerca scientifica. L'umanità sta vivendo, a partire dal Secondo dopoguerra, un'autentica rivoluzione in questo senso: espressioni quali "agricoltura 4.0", "agritech", "foodtech" o simili, vengono utilizzate per indicare una maniera del tutto nuova di produrre il cibo. Si tratta di un'attività millenaria, che non conosce confini di spazio e di tempo, legata indissolubilmente alla Madre Terra, ma che meglio di molte altre si è prestata sin dalle sue origini alla sperimentazione.

La ragione di questo mutamento è presto detta: fattori quali conflitti armati, cambiamenti climatici estremi, aumento della popolazione mondiale e progressiva riduzione delle risorse energetiche non rinnovabili rende il futuro del cibo imprevedibile. Fondamentale sarà l'apporto della tecnologia: esempi quali la produzione di carne in laboratorio, l'uso di ingredienti a base di insetti, la produzione agricola delle *vertical farm*, l'intelligenza artificiale, i robot, i *big data*, droni e sensori, così come della *blockchain* stessa (Unioncamere, 2023), rappresentano novità inedite di un'attività dal-

la storia ancestrale. A legare tutto questo scenario è il sistema dell'*Internet of Things* (IoT) in grado di far comunicare in modo sicuro tra di loro le macchine. La *blockchain* ricopre un ruolo centrale: «The capabilities introduced by blockchain will substantially enhance the operations of digital and physical systems, allowing business to truly be conducted at digital speed» (Chou, 2018). Quella appena citata è solo una delle dimostrazioni di questo importante sviluppo per ciò che concerne il rapporto tra bisogni umani e tecnologia innovativa: un progresso che ha raggiunto un livello tale da diventare un processo strategico che agisce su scala mondiale (Maraglino Misciagna, 2018).

Il successo della *blockchain* nella filiera del cibo

Prima di entrare nel merito della questione è utile chiarire alcuni tratti distintivi della *blockchain*, a partire dalla definizione. Anche se non è del tutto univoca in dottrina una definizione generale (Tabatabaei, Vitenberg, Veeraragavan, 2023), esistono diverse indicazioni fornite dagli esperti. Citando un Rapporto del Dipartimento di Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano, la *blockchain* viene descritta alla stregua di un «insieme di tecnologie incluse nella famiglia dei Distributed Ledger Technology, ovvero sistemi che permettono ai nodi di una rete di raggiungere il consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale, in cui il registro distribuito è strutturato come una catena di blocchi contenenti transazioni» (DIG, 2020). La *blockchain*, quindi, rappresenta un'implementazione delle DLT; quest'ultime, in parole semplici, fanno riferimento ad un sistema decentralizzato per la registrazione (su un libro mastro immutabile) delle transazioni attraverso meccanismi di elaborazione, convalida e autorizzazione delle stesse (Sylverster, 2019). I blocchi di dati citati, ordinati cronologicamente, vanno a formare una catena di informazioni – la *blockchain*, appunto – svincolata da qualsiasi controllo statale di enti nazionali o sovranazionali (*trustless*), rappresentando «una piattaforma veramente paritaria che tutti gli operatori del settore alimentare, tanto privati che pubblici, possono utilizzare disponendo delle medesime facoltà di accesso e controllo» (almeno nel caso delle *blockchain permissionless*, cioè totalmente aperte al pubblico; Pernazza, Picarelli, 2020).

Oltre a questa assenza di intermediari terzi, altra caratteristica è che una volta inseriti nella catena i dati contenuti nei blocchi crittografati non sono più modificabili, proteggendone l'integrità. Il consenso della rete è essenziale nella tecnologia *blockchain*: per accertare la legittimità delle transazioni

registrate, la rete deve confermarne la validità. Sicché, può essere aggiunto un nuovo blocco di dati alla catena digitale solo dopo che la rete ha confermato la validità delle nuove transazioni (Kulhari, 2018). Questi fattori sono sostanzialmente alla base della “fiducia” interna alla *blockchain* la quale, tra l’altro, è in grado di ridurre l’enorme quantità di risorse necessarie per convalidare le informazioni come l’identità, la proprietà e i registri (Chou, 2018). Per esempio, una volta caricati e resi disponibili i certificati d’ispezione a tutti sulla rete, se ne può garantire l’autenticità in quanto non sarà più possibile modificarli o falsificarli (MISE, IBM, 2019).

Le caratteristiche tratteggiate, nell’ambito della più ampia digitalizzazione della filiera agroalimentare, hanno decretato il successo della *blockchain* per ragioni legate specialmente alla tracciabilità dei prodotti e alla sicurezza dei dati. In dottrina si evidenzia che nell’agroalimentare l’importanza della tracciabilità della filiera consiste nella possibilità di «ricostruire tutti i passaggi della produzione e il processo informativo che segue il prodotto da monte a valle» (Zortea, Palumbieri, Felice, 2020). Altrettanto indispensabile, tuttavia, è la rintracciabilità della filiera, cioè il processo inverso da valle a monte. Queste procedure consentono di mantenere almeno un nesso tra fornitore e cliente ed un collegamento tra requisiti di tracciabilità ed etichettatura; una sorta di processo documentale a “cascata” (Natalini, 2021). La *blockchain* è in grado di registrare e assicurare la tracciabilità di tutti gli eventi che avvengono tra una qualunque coppia di nodi in tempo reale. Queste transazioni, per restare nel discorso di questo settore, possono scaturire da eventi quali l’entrata di un bene alla dogana o in un porto, l’utilizzo di un mezzo di trasporto da parte di una persona o, soprattutto, la trasformazione di un bene all’interno del ciclo produttivo (De Grandis, 2021). In tal modo, al consumatore è possibile controllare ogni singolo passaggio che viene effettivamente registrato nel corso della filiera, evitando così perdite di informazioni dovute alla complessità della *supply chain* alimentare. Per garantire la trasparenza in questi termini è necessario che gli *stakeholders* coinvolti collaborino per essere tutti “parte di un sistema”, sentendosi incentivati. «Per i contadini, per esempio, può essere interessante un pagamento in tempo reale dei prodotti oltre che la possibilità di valutare la merce in tempo reale, insieme agli altri attori della filiera» (Giordano, 2019).

La tutela del *made in Italy* e il problema dell’*Italian sounding*

L’agroalimentare italiano vale almeno l’8% del PIL nazionale ed è considerato trainante per l’economia con un fatturato di almeno 145 miliardi di

euro; l'80% del suo export è rappresentato da prestigiosi marchi industriali (MAECI, 2019). Solo nel 2023 queste esportazioni *made in Italy* nel mondo sono cresciute dell'11% segnando un record storico, secondo la Coldiretti (Redazione ANSA, 2023). Uno dei segreti di questo posizionamento sullo scenario internazionale è il patrimonio di conoscenze e tradizioni uniche del comparto enogastronomico italiano, apprezzato all'estero per l'elevata qualità e la sicurezza della produzione. Per mantenere queste "prestazioni" è indispensabile proteggere in tutti mercati, sia interni che esteri, il marchio del *made in Italy* inteso quale garanzia della vera origine del prodotto. Questa nozione nell'agroalimentare assume un ruolo chiave in termini di salute del consumatore e di tutela della concorrenza. All'interno del territorio dell'Unione europea la tracciabilità alimentare, regolata per la prima volta col Regolamento (CE) n.178/2002, è obbligatoria e trattasi di materia in costante aggiornamento. Tale norma

stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione in materia, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo *food safety*, investendo tutte le fasi della *food supply chain* dalla produzione, alla trasformazione e distribuzione degli alimenti e dei mangimi, ai sensi dell'art. 1 n. 3. (Rota, 2020)

Di vitale importanza, in aggiunta, è la protezione accordata dal Legislatore europeo alle Indicazioni Geografiche (es. DOP e IGP) così come la corredata disciplina dell'origine dei prodotti, cristallizzata nell'art. 60 del Regolamento (UE) n. 952/2013, cioè del Codice doganale dell'Unione (Fabio, 2022). Alla luce di quanto finora descritto, è intuibile il potenziale della *blockchain* nella difesa e valorizzazione dei prodotti italiani, ritenuta dallo stesso Governo uno strumento ampiamente idoneo anche per ciò che riguarda il superamento delle problematiche tipiche dei processi di tracciabilità attualmente utilizzati (MISE, IBM, 2019).

Il successo del *made in Italy* agroalimentare ha comportato nel tempo la nascita e la crescita di un parallelo mercato ombra, contraddistinto anch'esso da cifre record, in cui operano sia gli imprenditori disonesti che la criminalità organizzata sfruttando la fama dei prodotti italiani per vendere i ben noti "falsi". In termini di tutela e contrasto, una delle più interessanti declinazioni della *blockchain* riguarda la lotta al *Italian sounding*, solo una delle molte fattispecie del *fake*, ma di certo quella che a livello globale risulta più preoccupante. In breve, l'*Italian sounding* riguarda quei prodotti fabbricati altrove ma letteralmente "spacciati" d'origine italiana, richiamando, appunto, una sorta di sonorità che rimanda il consumatore estero al nostro Paese, confondendolo sulla vera origine del prodotto (Giorgianni, 2021).

Gli espedienti utilizzati spaziano dal colore, forma, parole, simboli, marchi o qualsiasi indizio utile al produttore per far credere che quel prodotto sia *made in Italy* (es. colori della bandiera italiana, parole come “Roma”, “Toscana” o anche modifiche di marchi protetti come “Mozzarella Mu Mu DOP” o “Parmesan”).

In questo senso, uno studio di settore proposto da Unioncamere e The European House-Ambrosetti afferma che soluzioni di tracciabilità digitali, come la *blockchain* e lo *smart labelling* (es. QR Code), fanno parte di quella cassetta degli attrezzi indispensabile per contrastare l'*Italian sounding*. Lo studio segnala che per favorire queste azioni è necessario un supporto tecnologico alle PMI agroalimentari nell'implementazione dei sistemi di tracciabilità al fine di favorirne la crescita e la competitività sul piano internazionale (The European House-Ambrosetti, 2022). Sulla difficoltà delle imprese di affrontare tali investimenti si tornerà in altra sede ma in questa si fa presente un curioso paradosso. Come riporta un articolo pubblicato su Il Sole 24 Ore, a sviluppare soluzioni *blockchain* per le imprese italiane pare siano soprattutto società estere. Un caso eclatante è quello di “FederItaly 100% Made in Italy”, primo marchio di origine e qualità delle eccellenze italiane certificato tramite *blockchain* decentralizzata, la cui parte tecnica è curata da due fondazioni elvetiche (Soressi, 2023).

Alcuni casi di studio italiani

Una buona parte di questa considerazione della *blockchain* nell'agroalimentare italiano è dovuta alla sua adozione da parte di numerosi grandi marchi, tra i quali leader assoluti del settore. Nelle prossime righe verranno analizzati alcuni *case studies*, utili a comprendere questo trend e a stimolare ulteriori riflessioni. Impossibile non iniziare dai vasetti di Pesto alla genovese Barilla commercializzati da qualche tempo con un QR Code stampato sull'etichetta, frutto della collaborazione con la piattaforma Connecting Food. Scansionando il codice, per i consumatori è possibile accedere immediatamente ad una serie di informazioni: il luogo di coltivazione, l'azienda agricola coinvolta, la data di raccolta, il luogo e data di trasformazione del basilico impiegato per la preparazione del Pesto (Franzosi, 2023). Il Consorzio Arance Rosse di Sicilia, con lo scopo di contrastare le frodi alimentari e valorizzare l'origine e la genuinità del pregiato agrume, offre una soluzione *blockchain* per scansionare il bollino IGP presente sulle confezioni. Il consumatore può risalire così al campo di produzione, alla data del raccolto, alle modalità di conservazione e distribuzione delle arance (Morgantini,

2019). Passando ai singoli prodotti, interessante è il caso della Mozzarella di bufala campana DOP dell'azienda Spinosa di Castel Volturno, nel casertano, la cui soluzione impiega la piattaforma Ops Chain Food Traceability di EY basata su architettura Ethereum. Questo latticino è molto sensibile alla contraffazione, in particolar modo all'estero. Tramite un QR Code sulle confezioni recanti il bollino "Certificato Blockchain – Quality", si accede a una landing page

contenente gli aspetti nutrizionali generici e una serie di consigli per la degustazione del prodotto, le informazioni relative alla catena produttiva [...] fino alle fasi di trasformazione e confezionamento, e un video racconto degli allevamenti per portare virtualmente l'utente nella patria di questa eccellenza del comparto agroalimentare italiano. (Rusconi, 2019)

Infine, si cita il particolare caso della Mortadella di Bologna dell'azienda Artigianquality che si affida alla giovane realtà di Quality Chain per la sua soluzione di tracciabilità. Come riporta un articolo web di settore, seppur lo scopo di questa *blockchain* è raccontare ai consumatori il modo in cui viene prodotta la mortadella e per farlo si impiega una comoda web app, mancano sia collegamenti ai fornitori di materia prima, sia riferimenti al lotto di produzione. Si ritiene, questa, una grave mancanza poiché: «La tracciabilità si fa per lotti non per prodotto generico o peggio ancora per azienda. Possiamo concludere che anche questa soluzione non fornisce alcuna prova di veridicità delle informazioni mostrate» (Redazione Agenfood, 2024). Proprio quest'ultimo caso di studio pone delle incertezze riguardo la *blockchain* che è ora di affrontare.

Blockchain, ma non per tutti. Limiti applicativi

L'entusiasmo che ha accompagnato l'adozione della *blockchain* da parte delle imprese agroalimentari non è esente da criticità sia oggettive che soggettive. Le prime si riferiscono a difficoltà insite nella struttura della *blockchain* stessa e nei suoi limiti applicati ad una filiera complessa come quella del cibo. Altro discorso, ben diverso, riguarda l'impiego di questa tecnologia ai soli fini di strategie di *restyling* dell'immagine aziendale nei confronti nel pubblico oppure di ampio ricorso allo *storytelling* basato sull'innovazione della *blockchain*, cui non sempre corrisponde un effettivo impegno nel suo utilizzo. Iniziando da quanto poc'anzi scritto, le filiere produttive in generale sono molto strutturate e, anche se i dati una volta

inseriti nella *blockchain* risultano imm modificabili, non è di per sé garantita la veridicità del dato iniziale. Una soluzione potrebbe essere l'impiego, tramite l'associazione a sensori e tag RFID/NFC, dell'identificazione univoca automatica che renderebbe le applicazioni della *blockchain* «fondate su una gestione delle informazioni certa e garantita all'insegna della trasparenza *end-to-end*» (Bixio, 2023). Altro problema riguarda un punto di forza della *blockchain*, cioè la velocità: più nodi e una rete più ampia significano maggior tempo prima che una transazione sia approvata; la questione della scalabilità ad oggi rappresenta un ostacolo rilevante (Rodeck, Giuliani, Adonopoulos, 2023). Per quanto riguarda l'aspetto soggettivo, è indubbio che alla base della scelta di un'impresa di adottare soluzioni *blockchain* vi siano ragioni di opportunità strategica, nel senso già descritto in merito alla fiducia dei consumatori e della tracciabilità dei prodotti. L'attenzione nei confronti di questo strumento – e la ridotta comprensione che aleggia sulla stessa da parte del pubblico – ha condotto taluni imprenditori a “fare vanto” del suo impiego, al fine di mostrarsi all'esterno come realtà innovative e attente ai bisogni dei consumatori, con l'obiettivo di distinguersi dalla concorrenza. In questi casi, c'è il rischio che le imprese in oggetto rilascino progetti *blockchain* «senza avere una conoscenza approfondita di come vada implementata correttamente, ma soprattutto coerentemente con quei principi ideatori che l'hanno resa meritevole di fiducia» (Redazione Agenfood, 2024).

Un limite a metà strada tra l'oggettivo e il soggettivo, invece, riguarda la difficoltà che un'impresa agroalimentare può ritrovarsi a gestire proprio nel voler adottare soluzioni *blockchain*. Gli investimenti possono essere molto onerosi in termini di software e hardware; la transizione dagli attuali sistemi *legacy* ai sistemi basati su DLT può essere semplicemente fuori portata per alcuni. Il primo di questi due sistemi indica – letteralmente – un'eredità nel senso di un patrimonio tecnologico impiegato da un'azienda che, anche se ritenuto obsoleto, viene mantenuto per ragioni di volontà o di difficoltà nella transizione a sistemi basati su tecnologie più recenti. Questo fattore può rappresentare uno degli ostacoli maggiori all'introduzione di soluzioni *blockchain* o di innovazione digitale di ultima generazione. Un rapporto della FAO evidenzia come sia il settore pubblico che quello privato debbano prepararsi a facilitare questo passaggio generazionale da *legacy* a DLT, il quale richiederà anche piani e procedure industriali per facilitare la coesistenza di sistemi diversi durante il periodo di transizione (Tripoli, Schmidhuber, 2018). Poiché questa migrazione da un sistema all'altro comporta diverse preoccupazioni (es. scomponibilità, budget, vincoli tecnici e temporali, ecc.), un'alternativa potrebbe essere, preservando gli investimenti pas-

sati e riducendo rischi e costi di sviluppo, addirittura «l'incapsulamento» (*wrapping*) dei sistemi legacy, che comunque richiede soluzioni specifiche (Colosimo *et al.*, 2009).

Non meno dispendioso è il *know-how* richiesto per gestire questa transizione e poi le operazioni basate su *blockchain*, andando ad impattare nelle strategie aziendali. Il reperimento di figure formate o la formazione del personale già in servizio può rivelarsi costosa in termini di tempo e denaro, aggiungendosi ai costi di *revamping* tecnologico. Infine, un terzo elemento d'incertezza riguardante la *blockchain* interessa il pubblico che patisce, specialmente in Italia, una scarsa alfabetizzazione digitale.

La soluzione a tutti i mali dell'agroalimentare?

Il precedente paragrafo ha avuto il compito di smorzare – solo in parte – i toni entusiastici che in genere accompagnano l'utilizzo della *blockchain*. Per funzionare a dovere nella filiera del cibo e affrontare le sfide menzionate *passim*, è indispensabile che la *blockchain* incontri la più ampia partecipazione tra tutti gli attori coinvolti e che la stessa possa avanzare su larga scala. Oltre a ciò, fondamentale sarà il ruolo della governance nazionale e internazionale nello stabilire i quadri normativi e gli standard necessari (si pensi a ciò che sta avvenendo con l'Unione europea) per le DLT. Un'incombenza che, secondo un rapporto della FAO, potrebbe essere appannaggio di grandi organismi internazionali come il WTO o il World Economic Forum nel settore delle filiere agricole, dello sviluppo rurale e del commercio (Tripoli, Schmidhuber, 2018). Com'è intuibile, non esisterà mai una sola *blockchain* globale, a prescindere dall'ambito di applicazione, poiché già esistono tanti sistemi multipli nei più disparati settori. A tal proposito, in dottrina si ritiene che se questa sperimentazione da un lato sia positiva, essa implica però che ogni singolo utente potrebbe ritrovarsi a far parte di molti sistemi *blockchain* diversi tra loro per tecnologia e governance (Suominen *et al.*, 2018). Non si può escludere che tali intrecci portino a dei possibili errori dovuti ad una non corretta comunicazione/integrazione tra sistemi diversi.

In parte lo stesso può dirsi per gli imprenditori, tornando al caso dei limiti della *blockchain*. Nel settore agricolo italiano in particolare un misto di diffidenza tecnologica e mancata alfabetizzazione digitale rende l'implementazione su larga scala della *blockchain* piuttosto faticosa. Va rilevato, per fortuna, che anche questo settore negli ultimi anni si è visto travolto dalle più innovative soluzioni tecnologiche, andando incontro alle richieste di quest'epoca come la *food security* e il rispetto dell'ambiente.

La tecnologia blockchain trova dunque vasti campi d'applicazione ma non rappresenta la pietra filosofale che risolve ogni problema, anzi può crearne di nuovi se non viene utilizzata dopo un'attenta analisi del contesto sociale nel quale si pensa di inserirla. (Giordano, 2019)

Infatti, quando si parla di attori da coinvolgere bisognerebbe considerare parte integrante di questa svolta i diretti interessati, cioè i consumatori. Non sempre gli sforzi delle Istituzioni e delle imprese incontrano terreno fertile; la scarsità di preparazione del pubblico sulla *blockchain* nell'agroalimentare non sono d'aiuto. Ben vengano, allora, le numerose iniziative dei grandi brand e degli esperti del settore mirate a far conoscere le proprie proposte, così come la sterminata letteratura che sta fiorendo nel giornalismo web e social, così come nel mondo accademico.

In questo senso si cita quanto riportano in un documento del 2015 prodotto dal World Economic Forum's Global Agenda Council on the Future of Software & Society. Un sondaggio dallo stesso realizzato proponeva agli intervistati una loro impressione su quando, in un arco di 10/15 anni, si sarebbe verificato il picco di conoscenza su determinati aspetti del cambiamento tecnologico globale. Per la diffusione e la totale consapevolezza sulla *blockchain* il risultato era il 2027 ma in Italia – ed è questo il vero problema – se ne parla relativamente da poco. Il rischio è che «quando questa tecnologia sarà pienamente diffusa, non potremo più considerarla innovazione, perdendo così importanti occasioni di crescita» (Maraglino Misciagna, 2018).

Pertanto, ipotizzando uno scenario futuro, se davvero vogliono affrontarsi con impegno le grandi incognite che la contemporaneità pone all'agroalimentare (anche al *made in Italy*), bisogna contribuire allo sviluppo e all'adozione massiva di questo tipo di tracciabilità digitale in maniera strutturata e ponderata, senza né facili entusiasmi, né ostruzionismi (Motta, Tekinerdogan, Athanasiadis, 2020). In questi termini la *blockchain* può, insieme ad altri strumenti di ultima generazione, contribuire ad affrontare le sfide citate in apertura del lavoro (Patelli, Mandrioli, 2020). Queste sfide sono state fatte proprie dall'Agenda 2030 dell'ONU e dall'Unione Europea che intendono intervenire sulla moltitudine di aspetti che interessano gli attuali modelli di produzione e consumo globali. La *blockchain*, d'altronde, ha già dimostrato (es. nei paesi in via di sviluppo) che, se combinata efficacemente con altre tecnologie come l'IoT e il *cloud computing*, può guidare persino le trasformazioni economiche, sociali e politiche (Kshetri, 2023).

Bibliografia

- Bixio M.L., *Blockchain, tracciabilità e marchi di certificazione*, in Galli C. (a cura di), *Blockchain, NFT, Metaversi e Proprietà Intellettuale tra innovazione tecnica e innovazione giuridica*, Wolters Kluwer, Milano, 2023.
- Chou S.-Y., *The fourth industrial revolution*, “Journal of International Affairs”, vol. 72, n. 1, 2018.
- Colosimo M., De Lucia A., Scanniello G., Tortora G., *Evaluating legacy system migration technologies through empirical studies*, “Information and Software Technology”, vol. 51, n. 2, 2009.
- De Grandis C., *I dati come modalità di ottimizzazione energetica nei trasporti*, in Ammanati L., Canepa A., Greco G.L., Minneci U. (a cura di), *Algoritmi, Big Data, piattaforme digitali. La regolazione dei mercati in trasformazione*, Giappichelli, Torino, 2021.
- DIG-Dipartimento di Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano, *Il Glossario dell’Agricoltura 4.0. Ricerca 2020*: <https://bit.ly/3z4iWb5>.
- Fabio M., *Manuale di diritto e pratica doganale*, VIII ed., Wolters Kluwer, Milano, 2022.
- Franzosi M., *Da Barilla pesto sostenibile a prova di blockchain*, “La Repubblica”, 12 luglio 2023: <https://bit.ly/4c1TDoO>.
- Giordano A. (a cura di), *Blockchain per l’agrifood. Scenari, applicazioni, impatti*, Societing 4.0 – Accademia di Management Mediterraneo, Napoli, 2019.
- Giorgianni V., *La tutela civilistica dei prodotti agrolimentari, tra disciplina italiana ed europea: pratiche commerciali sleali e dumping*, in F. Romeo (a cura di), *La difesa del made in Italy nel settore agroalimentare fra spinte protezionistiche e crisi pandemica*, Giappichelli, Torino, 2021.
- Grandoni A., *Blockchain, perché è utile nel settore alimentare: tracciabilità, certificazioni, filiera, tutte le applicazioni*, “Agenda Digitale”, 1° marzo 2023: <https://bit.ly/45tA7yV>.
- Kshetri N., *Fourth Revolution and the Bottom Four Billion. Making Technologies Work for the Poor*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 2023.
- Kulhari, S., *Building-Blocks of a Data Protection Revolution: The Uneasy Case for Blockchain Technology to Secure Privacy and Identity*, 1° ed., Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, Germany, 2018.
- MAECI-Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, infoMercatiEsteri, Osservatorio Economico, *Settore Agroalimentare*: <https://bit.ly/45I4cet>.
- Maraglino Misciagna M., *La blockchain è l’innovazione più importante degli ultimi 30 anni. E l’Italia che fa?* “Il Sole 24 Ore”, 19 febbraio 2018: <https://bit.ly/45t87M3>.
- Maupin J., *Blockchains and the G20: Building an Inclusive, Transparent and Accountable Digital Economy*, Centre for International Governance Innovation, Waterloo (Canada), 2017.
- MISE-Ministero dello Sviluppo Economico, IBM, *La Blockchain per la tracciabilità del Made In Italy: Origine, Qualità, Sostenibilità*, novembre 2019.
- Morgantini F., *Dal Bitcoin al basilico, assegnato il primo Forbes Blockchain Award 2019*, 1 luglio 2019, “Forbes”: <https://bit.ly/45tjjIc>.
- Motta, G.A., Tekinerdogan B., Athanasiadis I.N., *Blockchain Applications in the Agri-Food Domain: The First Wave*, “Frontiers in Blockchain”, vol. 3, n. 6, 2020.
- Natalini A., *Indagini preliminari e prove*, in Gargani A. (a cura di), *Illeciti punitivi in materia agro-alimentare*, Giappichelli, Torino, 2021.

- Patelli N., Mandrioli M., *Blockchain technology and traceability in the agrifood industry*, “Jurnal of Food Science”, vol. 85, n. 11, 2020.
- Pernazza F., Picarelli P.P., *La tracciabilità dei prodotti agroalimentari: finalità, tecniche e modelli regolatori*, in Scaffardi L., Zeno-Zencovich V. (a cura di), *Cibo e diritto. Una prospettiva comparata. Vol. II*, Roma Tre-Press, Roma, 2020.
- Redazione Agen Food, *Food: Si fa presto a dire “certificato in blockchain*”, “Agenfood”, 13 febbraio 2024: <https://bit.ly/45pL190>.
- Redazione ANSA, *Made in Italy: Coldiretti, nel 2023 export agroalimentare +11%*, “ANSA”, 26 giugno 2023: <https://bit.ly/3XttKtt>.
- Rodeck D., Giuliani B., Adonopoulos G., *Che cos'è la blockchain?* 13 marzo 2023, “Forbes”: <https://bit.ly/3VKrQ6H>.
- Rota L., *Il ruolo della tecnologia blockchain nella tracciabilità alimentare*, “CyberLaws”, 27 aprile 2020: <https://bit.ly/3Xsx2x4>.
- Rusconi G., *Mozzarella Dop: con il QR code e la blockchain sai cosa mangi e da dove viene*, “Il Sole 24 Ore”, 15 marzo 2019: <https://bit.ly/3VGj8Gi>.
- Soressi M., *Così la blockchain sta cambiando l'agroalimentare e tutela il made in Italy*, “Il Sole 24 Ore”, 1° agosto 2023: <https://bit.ly/4c1TLEO>.
- Suominen, K., Chatzky A., Reinsch W., Robison J., *Harnessing Blockchain for American Business and Prosperity: 10 Use Cases, 10 Big Questions, 5 Solutions*, Center for Strategic and International Studies (CSIS), Rhode Island Avenue, NW, Washington, DC, 2018.
- Sylverster G. (ed.), *E-agriculture in action: Blockchain for agriculture. Opportunities and Challenges*, FAO & ITU, Bangkok, 2019.
- Tabatabaei M.H., Vitenberg R., Veeraragavan N.R., *Understanding blockchain: Definitions, architecture, design, and system comparison*, “Computer Science Review”, vol. 50, 2023.
- The European House-Ambrosetti, Assocamerestero, *Italian Sounding: quanto vale e quali sono le opportunità per le aziende agroalimentari italiane*, Rapporto 2022, The European House-Ambrosetti, Assocamerestero, 2022.
- Tripoli M., Schmidhuber J., *Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-food Industry*, FAO-ICTSD, 2018.
- Unioncamere, Camera di Commercio Salerno, *Agrifood Future. Sostenibilità, cultura mercati*, Rapporto Agrifood Future 2023: <https://bit.ly/4es2H7O>.
- Zorteo M., Palumbieri E.E., Felice P., *Riqualificare le filiere agroalimentari*, Wolters Kluwer, Milano, 2021.