Premio “DARIO CIAPETTI” enti locali e sostenibilità

Sintesi del lavoro di 5 cartelle editoriali di 1218 PAROLE, candidatura di Matteo Santarelli

Matteo Santarelli[1], Report written on LaTeX

[1] *University of Camerino, School of Science and Technology, Chemistry and Advanced Chemical Methodologies*
[1] *DIASEN Certified B Corp, Research Development Specialist in biobased coating materials*

Sommario

In questa candidatura presento la mia tesi triennale per la mia laurea in Chimica e tecnologie per l’ambiente e per i materiali curriculum Ambiente, Energia, Rifiuti all’Università di Bologna. Attualmente sono studente di Chimica presso l’Università di camerino e sto lavorando ad un progetto industriale di sostituzione di resine fossili. Da sempre nell’ottica della sostenibilità, questa tesi propone un via sintetica per ottenere biocombustibili a partire dal legno utilizzando processi puliti e sostenibili.
Keywords: Economia circolare, Biocombustibili, Meccanochimica, Catalisi, Biomasse lignocellulosiche.

Introduzione

La mia tesi intitolata **Layered Double Hydroxides as Sustainable Catalysts for Mechanochemically-Assisted Aldol Condensation of Furfural with Acetone** è stata svolta presso l’Università di Bologna, nel Dipartimento di Chimica Industriale ”Toso Montanari”. In particolare è il risultato di una collaborazione tra i miei due relatori Prof. Nikolaos Dimitratos esperto in catalisi e chimica sostenibile (H-Index=67) e del Prof. Pedro J. Maireles Torres, ricercatore e Professore ordinario per Deasyl (H-Index=56) all’Università di Malaga. Oggi, nel 2025, mi candido al Premio ”Dario Ciapetti” per enti locali e sostenibilità, con un focus sulla tematica ”Impronta ecologica: politiche energetiche e uso di fonti rinnovabili”. Credo che la mia ricerca rappresenti un passo concreto verso un futuro più verde, e voglio spiegare perché, in prima persona, ritengo che meriti questo riconoscimento. Non mi dilungherò su aspetti esterni alla tesi, ma mi concentrerò su ciò che ho studiato e sperimentato, mostrando come possa ispirare azioni locali per ridurre l’impatto ambientale.

Carburanti fossili

Si da una premessa fondamentale: le risorse fossili hanno guidato la Rivoluzione Industriale, fornendo il 40% dell’energia mondiale e consentendo un boost economico senza eguali, ma il loro uso ha generato inquinamento atmosferico, marino, cambiamenti climatici e instabilità geopolitica. Ho sottolineato come la crescente domanda, specialmente da India e Cina, acceleri l’esaurimento di queste fonti non rinnovabili. Qui entra in gioco l’impronta ecologica, l’uso non regolato di queste materie prime porta danni irreversibili portando a un surriscaldamento globale ritardato, solo con il contributo degli enti locali promuovendo

filiere e scelte sostenibili possiamo arrivare da cinquantuno a zero mld di emissioni nette di tonnellate di CO_2 entro il 2030 come proposto da Bill Gates nel suo libro *Clima, come evitare un disastro - le soluzione di oggi le sfide di domani* .

Impronta ecologica e Green premium

La benzina è una bomba di energia senza eguali e costa poco ed è per quello che riempiamo le nostre automobili di benzina, spostarci ad una fonte di energia più pulita per traspostarci avrebbe un costo non poco trascurabile anche mantenendo le stesse performance. I veicoli stradali contribuiscono per circa il 24% alle emissioni globali di CO da combustione di carburanti. Il "green premium" è il sovrapprezzo per scegliere soluzioni sostenibili rispetto a quelle tradizionali, e nel caso del biodiesel rappresenta il costo aggiuntivo per usare un carburante rinnovabile anziché il diesel fossile. L'obiettivo è **eliminare il Green Premium** per rendere le soluzioni sostenibili competitive sul piano economico tramite comunità consapevoli e responsabili nell'investire oggi per un futuro migliore domani. Il Green Premium includono:

- Costi di produzione più alti
- Prezzi di mercato maggiori
- Investimenti in infrastrutture verdi

La mia ricerca

La mia ricerca propone una soluzione alternativa per ottenere biocombustibili: la biomassa lignocellulosica, una fonte rinnovabile che non compete con la produzione alimentare. Composta da cellulosa (40-50%), emicellulosa (25-35%) e lignina (15-20%), questa biomassa può essere trasformata in bioraffinerie per produrre composti preziosi, riducendo l'impronta ecologica associata ai fossili. Ho focalizzato il mio lavoro sull'emicellulosa, che attraverso depolimerizzazione e disidratazione produce Furan-2-carbaldeide (FUR), un composto piattaforma chiave. Nella tesi, descrivo il roadmap per la sua formazione: da pretrattamento a idrolisi acida, ottenendo zuccheri C_5 come xilosio, poi disidratati in FUR. Ho citato studi su processi one-pot per sintetizzarlo direttamente dall'emicellulosa, ottimizzando l'efficienza. Il FUR, con formula C5H4O2, massa molare 96.09 g/mol, punto di ebollizione 162°C e bassa tossicità, è altamente reattivo grazie all'anello furanico e al gruppo aldeidico. Può subire autocondensazione in ambienti acidi o basici, formando difurilchetone aldeide o trifuril dialdeide, che portano a polimeri scuri come le humine. Ho conservato il FUR a basse temperature per evitarlo, come indicato nelle proprietà chimiche che ho tabellato.

Concept, catalisi e meccanismi

Il concept della mia tesi è l'upgrading del FUR attraverso la condensazione di Claisen-Schmidt con acetone, assistita dalla meccanochimica, usando layered double hydroxides (idrossidi misti stratificati trovati anche in miniere e rinnovabili) calcinati come catalizzatori sostenibili. Questo processo converte il FUR in bis-furanyl-pentadienone (F2Ac), un precursore per biocarburanti. Il meccanismo, che ho dettagliato, inizia con l'astrazione del protone dall'acetone, generando un carbanione che attacca il FUR, formando intermedi C_8 e C_{13}.. Questi, disidratati, danno prodotti ,-insaturi. Ho evidenziato reazioni parallele, come la formazione di diacetone alcol o mesitile ossido, ma il focus è sulla sostenibilità: la meccanochimica usa un mulino a miscelazione con ossido di zirconio, minimizzando solventi e energia, operando a condizioni miti.

SIntesi e caratterizzazione

Ho sintetizzato i catalizzatori LDH MgAl, calcinati per ottenere ossidi misti, e li ho caratterizzati con diffrazione a raggi X (XRD) e isoterme di adsorbimento-desorbimento di azoto a -196°C, confermando strutture mesoporose. I prodotti sono stati analizzati con HPLC. Questo approccio riduce l'impronta ecologica rispetto a processi termochimici come pirolisi o gassificazione, che richiedono alta energia e producono scarti. La meccanochimica, con liquid assisted grinding (LAG), usa piccole quantità di solvente, tagliando emissioni di CO2 e consumi energetici. Immaginate: invece di bruciare fossili, usiamo biomassa locale per produrre biocarburanti, chiudendo il ciclo carbonio in modo neutro.

Upgrading successivo

Il F_2Ac può essere idrogenato e idrodeossigenato per ottenere idrocarburi C_{13}-C_{15}, superiori ai C_5-C_6 da idrogenazione diretta, ideali per diesel green. Ho mappato vie di valorizzazione: idrogenazione per furfuril alcol, ossidazione per acido furanoico, alchilazione, riduzione carbonilica, apertura anello. Queste trasformano la biomassa in bio-PET, bio-resine o bio-fuels, riducendo la dipendenza dai fossili. L'impronta ecologica si abbassa perché la biomassa è rinnovabile, locale e non alimentare, evitando deforestazione o competizione con cibo. In termini di politiche energetiche, la mia ricerca promuove un shift verso economie circolari, dove i rifiuti agricoli diventano risorse.

Ruolo degli enti locali

Il ruolo degli enti locali è cruciale, come emerge implicitamente dalla mia tesi. Comuni e province possono implementare queste tecnologie a scala territoriale. Ad esempio, un ente locale potrebbe finanziare bio-raffinerie pilota usando scarti lignocellulosici da agricoltura regionale, convertendoli in FUR e F2Ac via meccanochimica. Questo ridurrebbe l'impronta ecologica del 20-30%, stimando dai miei dati di efficienza, fornendo energia rinnovabile per riscaldamento pubblico o trasporti. Ho studiato come i processi tradizionali richiedano tempi lunghi e solventi estensivi; la meccanochimica li ottimizza, rendendoli fattibili per piccole comunità. Enti locali possono adottare piani energetici che incentivino LDH riciclabili, educando cittadini su sostenibilità e monitorando impronta tramite indicatori come emissioni CO2.

Risultati finali e caratterizzazione

Nella sezione sperimentale, ho usato reagenti come nitrato di magnesio e alluminio, sintetizzando LDH per coprecipitazione, calcinandoli a 500°C. Le reazioni catalitiche, con rapporti FUR:acetone 1:20, hanno mostrato alte conversioni. I risultati, con XRD confermando fasi periclase e spinello, e porosità BET di 100-200 m^2/g, dimostrano robustezza. Nelle conclusioni, propongo prospettive future dove si richiede maggiore ricerca e innovazione con contributi economici per implementare le rese complessive e passar per scale pilota per l'industrializzazione.

Scritto, riletto e confermato, un cordiale saluto