Author/Autore
Pieter Samyn
SIRRIS



Unlocking the potential of Calendula seed residues

In the transition towards a more circular and bio-based economy, the coatings industry is emerging as a powerful enabler for the valorization of underutilised biomass streams. The transition to sustainable coatings is not only about replacing petrochemical binders, itis equally about rethinking the role of fillers and additives. Within this context, Sirris is actively contributing through the AddBIO project. This project searches for bio-based additives for high-performance coatings, and more specifically, for sourcing and processing them.
A particularly promising case has recently emerged and is further evaluated in collaboration with ILVO and Praktijkpunt Landbouw. Both organisations are active members in the industrial guidance group of the AddBIO project: the valorisation of residual Calendula seeds after hexane extraction, sourced through the GOGO4IT project. What is often considered waste after extraction may, in fact, represent a high-value functional material. Calendula residues hold untapped potential as bio-based fillers and additives in coatings, combining performance, sustainability, and circularity. This blog outlines why this material is worth attention, and invites industrial partners to join the journey toward its further development.

Calendula in Flanders

Calendula officinalis is a new crop for Flanders. Ever since the start of research into Calendula in 2014, Flemish growers have been eager to cultivate it. This group of active and driven growers forms the basis of the technical cultivation knowledge, which is now sufficiently refined to scale up the cultivation. Until recently, its introduction into the cropping plan was hampered by a lack of sales for the, admittedly promising, raw materials of Calendula cultivation. In 2024, this changed due to a concrete request from a company specialising in sustainable wood coatings. They needed 10 to 100 tonnes of Calendula seed oil annually (source: ILVO).

A new life for Calendula seed residues

Calendula officinalis flowers are widely cultivated for its valuable extracts used in cosmetics, pharmaceuticals, and

Liberare il potenziale dei residui dei semi di calendula

Nel passaggio verso un'economia più circolare e basata su prodotti bio, l'industria dei rivestimenti sta emergendo come potente strumento di valorizzazione dei flussi di biomassa poco utilizzata. La transizione verso i rivestimenti sostenibili non implica soltanto la sostituzione dei leganti di origine petrolchimica, ma anche il ripensamento del ruolo di riempitivi e additivi.
In questo contesto, Sirris contribuisce attivamente grazie al progetto AddBIO. Il progetto mira al reperimento di additivi bio per rivestimenti di alta prestazione e più in particolare, alla fornitura e al trattamento. Recentemente si è fatto strada un caso molto promettente, approfondito con ILVO e Praktijkpunt Landbouw. Entrambe le organizzazioni fanno parte attivamente del gruppo guida industriale del progetto AddBIO: la valorizzazione dei residui dei semi di calendula dopo l'estrazione dell'esano, reperito grazie al progetto GOGO4IT.
Ciò che spesso viene considerato scarto dopo l'estrazione, potrebbe di fatto essere considerato un materiale funzionale di alto valore. I residui di calendula possiedono potenzialità ancora sconosciute come riempitivi e additivi bio per rivestimenti, in quanto associano in sé prestazione, sostenibilità e circolarità. Questa affermazione sottolinea il motivo per cui questo materiale merita attenzione e invita i partner industriali ad unirsi nel percorso di costante sviluppo.

La calendula nelle Fiandre

La calendula officinalis è una nuova coltura nelle Fiandre. Da quando ha preso avvio l'attività di ricerca nel 2014, i coltivatori fiamminghi sono entusiasti di questa coltura. Questo gruppo attivo costituisce la base della conoscenza tecnica di questa coltura, che è stata sufficientemente rifinita per la coltivazione in scala. Fino a poco tempo fa, la sua introduzione nella pianificazione delle colture è stata ostacolata dalla scarsa attività di vendita della materia prima presumibilmente promettente della calendula. Nel 2024, questa situazione è cambiata a seguito della richiesta di una società specializzata in rivestimenti per legno sostenibili. Essi hanno bisogno da 10 a 100 tonnellate di olio di semi di calendula annualmente (ILVO).



Fig. 1

nutraceuticals. At the same time, the Calendula seeds can also be harvested, collected and further processed into valuable components. Hexane extraction primarily removes non-polar compounds such as oils and lipophilic actives, leaving behind a solid fraction that is underexploited (Fig. 2).

Primary analysis indicated that the extracted residues include high protein and fiber content. It typically retains a lignocellulosic framework (cellulose, hemicellulose, lignin); polar phytochemicals that are not hexane-soluble; natural pigments such as carotenoids; a porous, lightweight structure; reactive surface hydroxyl groups. Calendula seed residues are currently already used as soil fertiliser, or co-feedstock in biorefinery. The above characteristics make them potentially attractive as a functional filler in biocomposites, coatings, pigments or biochar source.

What makes calendula residues a functional additive for the coatings industry?

The coatings industry is continuously searching for sustainable alternatives to mineral fillers (e.g. $CaCO_3$, talc), additives that offer multifunctionality, materials that contribute to CO_2 reduction and circularity targets, and aid at differentiation through bio-based content. Calendula seed residues align strongly with these needs. Unlike many agricultural by-products, they offer a fine structure and intrinsic chemical functionality. They thus offer pathways to serve both in drop-in applications and higher-value engineered solutions.

The most immediate and scalable application to be prospected is to use it as a functional filler. After drying and milling, Calendula seed residues can be incorporated into coatings to provide rheology control (through particle-particle interactions), matting effects (due to surface roughness and light scattering),

Una nuova vita per i residui di semi di Calendula

I fiori di calendula sono ampiamente coltivati per le valide sostanze estratte, utilizzate nei cosmetici, nei prodotti farmaceutici e nutraceutici. Nello stesso tempo, i semi di calendula possono essere raccolti e trattati in componenti validi. L'estrazione dell'esano rimuove principalmente i composti non-polari come gli oli e i principi attivi lipofilici, lasciando indietro una frazione solida che rimane sottoutilizzata (Fig. 2).

L'analisi primaria ha dimostrato che i residui estratti comprendono un alto contenuto di proteine e di fibre. Si trattengono tipicamente una struttura lignocellulosica (cellulosa, emicellulosa, lignina); i prodotti fitochimici polari che non sono esano-solubili; i pigmenti naturali come i carotenoidi; una struttura porosa dal peso ridotto; i gruppi idrossilici superficiali reattivi.

I residui dei semi di calendula sono già utilizzati come fertilizzanti oppure come materie prime parallele in bioraffineria. Queste caratteristiche li rendono potenzialmente interessanti come riempitivi funzionali nei biocompositi, rivestimenti, pigmenti o fonti di carbone dolce bio.

Cosa rende i residui di calendula additivi funzionali per l'industria produttrice di rivestimenti

L'industria produttrice di rivestimenti è alla ricerca di prodotti sostenibili alternativi ai riempitivi minerali (ad esempio $CaCO_3$, talco), additivi che offrono multifunzionalità, materiali che contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi di riduzione di CO_2 e della circolarità contribuendo alla differenziazione grazie al contenuto bio. I residui di semi di calendula si allineano fortemente a queste esigenze. Diversamente da molti sottoprodotti agricoli, essi offrono una struttura fine e una funzionalità chimica intrinseca. Essi offrono quindi dei percorsi utili per applicazioni drop-in e per soluzioni tecniche di valore superiore.

L'applicazione più immediata e scalabile in prospettiva è l'utilizzo di un riempitivo funzionale. Dopo l'essiccazione e la macinazione, i residui di semi di calendula possono essere incorporati nei rivestimenti per ottenere il controllo reologico (mediante interazioni particella-particella), gli effetti di opacizzazione (per la rugosità superficiale e la propagazione della luce), la riduzione del peso (densità inferiore rispetto ai riempitivi minerali), oppure la resistenza alla screpolatura (migliore distribuzione delle sollecitazioni).

In questo ruolo, i residui di semi di calendula possono sostituire parzialmente i riempitivi convenzionali, contribuendo alla sostenibilità e alla prestazione.

Ciò è particolarmente importante per i rivestimenti acrilici a base acquosa, i sistemi alchidici o per i rivestimenti epos-

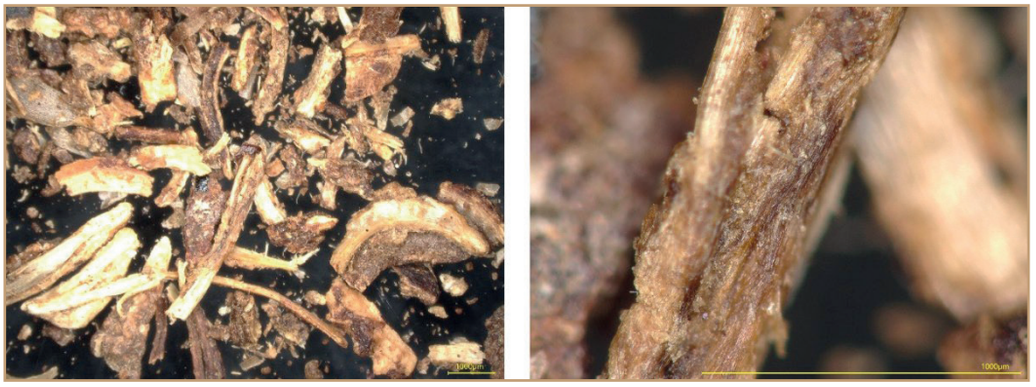


Fig. 2 - Microscopic observation of fibrous seed residues from calendula officinalis after hexane extraction, available as biomass for functional coating applications

Osservazione microscopica dei residui di semi fibrosi della calendula officinalis dopo l'estrazione dell'esano, disponibile come biomassa per applicazioni di rivestimenti funzionali

weight reduction (lower density compared to mineral fillers), or crack resistance (improved stress distribution).
In this role, Calendula seed residues can partially replace conventional fillers, contributing to both sustainability and performance. This is particularly relevant for: waterborne acrylic coatings, alkyd systems, or epoxy coatings. In particular, the high protein content may help enhance chemical crosslinking of the coating with improvement in longevity and mechanical resistance. The key in future development lies in optimising particle size distribution, dispersion quality, and moisture control to optimise coating formulation with maximised contact of bio-based additives.
One of the most exciting aspects of Calendula seed residues is their chemical tunability. Thanks to the presence of hydroxyl groups and reactive surfaces, they can be modified through silanisation (improved compatibility with polymer matrices), fatty acid treatment (enhanced hydrophobicity), and esterification or grafting (reactive integration into binders). This allows the transformation of a simple filler into a functional additive with tailored interfacial properties. The possible benefits may lead to improved dispersion stability, enhanced mechanical performance, reduced viscosity penalties, and better water resistance. For the coatings industry, this represents a shift from filler substitution to performance-driven formulation design.

Aiming at higher performance of bio-based coatings

For high-performance applications, Calendula seed residues can be converted into biochar via pyrolysis. This produces a carbon-rich material with increased hydrophobicity, potential electrical conductivity, and enhanced UV stability. Such materials can be used in antistatic coatings, corrosion protection systems, or specialty industrial coatings. While this route requires additional processing, it may unlock

sidici. In particolare, l'elevato contenuto di proteine può contribuire a migliorare la reticolazione chimica del rivestimento con un miglioramento della durabilità e della resistenza meccanica. Il segreto degli sviluppi futuri sta nella distribuzione ottimizzata della granulometria, nella qualità della dispersione e nel controllo dell'umidità per ottimizzare la formulazione del rivestimento con il contatto massimizzato degli additivi bio.
Uno degli aspetti più interessanti dei residui di semi di calendula è rappresentato dalla loro adattabilità chimica. Grazie alla presenza dei gruppi idrossilici e delle superfici reattive, possono essere modificati con la silanizzazione (maggiore compatibilità con le matrici polimeriche), con il trattamento degli acidi grassi (idrofobicità avanzata) e con l'esterificazione o innesto (integrazione reattiva nei leganti).
Ciò consente la trasformazione di un semplice riempitivo in additivo funzionale con proprietà interfacciali personalizzate. I vantaggi possibili possono determinare una stabilità superiore nella dispersione, una prestazione meccanica superiore, minore penalizzazione di una viscosità ridotta e una migliore resistenza all'acqua. Per l'industria produttrice di rivestimenti, ciò rappresenta un passaggio dalla sostituzione del riempitivo allo sviluppo di una formulazione basata sulla prestazione avanzata.

Mirare a una prestazione superiore dei rivestimenti di origine bio

Per applicazioni di alta prestazione, i residui di semi di calendula possono essere convertiti in carbone dolce bio mediante la pirolisi. Questo processo produce un materiale ricco di carbonio, dotato di una superiore idrofobicità, di una conducibilità elettrica potenziale, e una stabilità agli UV superiore.
Questi materiali possono essere utilizzati nei rivestimenti antistatici, nei sistemi anticorrosione o nei rivestimenti di specialità d'uso industriale. Se è vero che questo percorso richiede un trattamento aggiuntivo, esso può anche liberare applicazioni di nicchia di alto valore. In parallelo, i residui dei fiori di calendula sono già disponibili su una base più comune e possono servire come pigmenti dalla tinta vibrante.
Anche dopo l'estrazione del solvente, possono essere prodotti la colorazione residua e i composti attivi UV. Le appli-

high-value niche applications. In parallel, Calendula flower residues are already available on a more common base and may serve as vibrant color pigments. Even after solvent extraction, residual coloration and UV-active compounds can be produced. Potential applications include soft tinting in decorative coatings, natural aesthetic finishes, and supplementary UV protection.

Looking for partners to explore and collaborate

To unlock the full potential of Calendula seed residues, a structured development approach is essential. Calendula residues represent an easily accessible source with high innovation potential:

- Available as a side stream in the testing phase.
- Requires relatively simple processing for initial applications.
- Offers multiple functionality pathways.
- Strong alignment with regulatory and market trends.

By engaging now, partners can:

- Shape the value proposition early on.
- Develop application-specific solutions.
- Gain a competitive advantage in sustainable coatings.

The valorisation of Calendula seed residues is not just a technical opportunity, it is a collaborative innovation challenge. Sirris and ILVO are actively seeking industrial partners to explore and co-develop this promising material in Flanders as a high-value product. We are particularly interested in collaborations with coating manufacturers wanting to integrate bio-based fillers, looking to differentiate with circular materials, or exploring low-carbon formulations. Moreover, we want to collaborate with raw material suppliers open to developing and scaling modified bio-fillers, or looking to expand their sustainable portfolio.

cazioni potenziali includono una tinteggiatura poco intensa nei rivestimenti decorativi, le finiture estetiche naturali e la protezione supplementare agli UV.

Alla ricerca di partner per esplorare e collaborare

Per liberare il potenziale dei residui di semi di calendula, è essenziale un approccio allo sviluppo strutturato. I residui di calendula rappresentano una fonte facilmente accessibile con un grande potenziale di innovazione:

- *Disponibile come flusso parallelo nella fase di analisi.*
- *Richiede un trattamento relativamente semplice per le applicazioni iniziali.*
- *Offre percorsi multipli di funzionalità.*
- *Forte allineamento con tendenze legislative e di mercato.*

I partner della collaborazione possono:

- *Dare forma a una proposta di valore.*
- *Sviluppare soluzioni specifiche.*
- *Ottenere un vantaggio sul piano della concorrenza nei rivestimenti sostenibili.*

La valorizzazione dei residui di semi di calendula non è soltanto un'opportunità tecnica, ma una sfida dell'innovazione collaborativa. Sirris e ILVO sono alla ricerca di partner industriali per esplorare e co-sviluppare questo materiale promettente nelle Fiandre come prodotto di alto valore. Siamo particolarmente interessati alla collaborazione con produttori di rivestimenti che vogliono integrare riempitivi di origine bio, cercando di differenziarsi con materiali circolari o di esplorare formulazioni a basso contenuto di carbonio. Inoltre, l'azienda intende collaborare con i fornitori di materie prime per lo sviluppo e la crescita in scala di riempitivi bio modificati o per espandere il loro portafoglio sostenibile.

