

STEFANO AMADUCCI*, GIANPIETRO VENTURI**

Sviluppo di una filiera integrata per la produzione di canapa a destinazione tessile: l'esperienza del Progetto Hemp-Sys

INTRODUZIONE

Il Progetto europeo Hemp Sys venne illustrato in questa prestigiosa sede circa quattro anni fa, l'11 giugno 2003. In quell'occasione venne brevemente presentata la storia della coltivazione della canapa e furono introdotti gli elementi che ne farebbero ancor oggi una coltura interessante per gli ordinamenti produttivi. Rimangono tuttavia irrisolti alcuni problemi, allora identificati come colli di bottiglia, che ancora impediscono lo sviluppo di filiere basate sui prodotti della coltivazione della canapa. Fra questi in particolare due sono stati affrontati nell'ambito del Progetto Hemp Sys: una metodologia di meccanizzazione della raccolta capace di preparare gli steli per le successive fasi di lavorazione; la macerazione eseguita sulla fibra stigliata "verde" (invertendo quindi il procedimento tradizionale di macerazione degli steli e successiva stigliatura) per ottenere fibra adatta alla destinazione tessile (Venturi e Amaducci, 2004).

Il Progetto Hempt Sys infatti ha avuto come obiettivo principale lo sviluppo di una filiera integrata per la produzione di canapa a destinazione tessile. Ciò nella convinzione che questa destinazione d'uso, in grado di creare elevato valore aggiunto, fosse l'unica capace di riportare in auge la coltivazione.

Si ritiene infatti che la canapa possa rappresentare già oggi una valida alternativa colturale per gli agricoltori europei e ancor più in futuro in funzione delle istanze di salvaguardia dell'ambiente che si vanno affermando fra le popolazioni rurali e urbane. Ciò anche alla luce dei cambiamenti climatici

* *Istituto di Agronomia generale e coltivazioni erbacee, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

** *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna*

che sembrano indurre, negli ordinamenti colturali, scelte diverse da quelle attuali.

D'altra parte la disponibilità di fibra di canapa, se con le caratteristiche desiderate, può essere un valido stimolo per l'industria tessile europea che, seppur in crisi, storicamente detiene una posizione di supremazia nella lavorazione delle fibre lunghe, soprattutto grazie all'industria liniera.

Inoltre il mercato è caratterizzato da un continuo aumento della domanda di fibra naturale ottenuta con sistemi sostenibili.

L'iniziativa della FAO di promuovere l'anno 2009 quale anno mondiale delle fibre naturali è non solo una prova evidente dell'interesse crescente per questi prodotti, ma anche della necessità di sostenerli attraverso una specifica attività di sensibilizzazione dell'opinione pubblica.

In sintonia con questi obiettivi, il Progetto Hemp-Sys ha dedicato il proprio impegno ad attività di ricerca e sviluppo per realizzare e promuovere una filiera capace di garantire ampi e duraturi vantaggi qualitativi.

Ciò attraverso innovazione di prodotto e di processo valida sia per gli specifici materiali realizzati, sia, più in generale, per l'ambiente.

GLI OBIETTIVI

Gli obiettivi principali del Progetto sono stati tre:

- a) sviluppo di una filiera agro-industriale sostenibile, sia dal punto di vista economico che ambientale, basata su un sistema innovativo in grado di superare uno dei principali colli di bottiglia del processo di lavorazione della fibra a destinazione tessile: la sequenza stigliatura e macerazione. Il processo innovativo prevedeva lo sviluppo di un sistema di valutazione e controllo della qualità lungo l'intera filiera, per identificare effetti e fattori influenti all'interno delle successive fasi dalla semina fino al prodotto finito. Questo sistema di controllo permette di realizzare la produzione massimizzando i diversi obiettivi della filiera e garantendo la certificazione ambientale del prodotto (Ecolabel);
- b) valutazione economica dei mercati europei e internazionali delle fibre di canapa, delle richieste dei consumatori, dei costi e ricavi a livello europeo, per porre le basi di uno sviluppo commerciale della filiera ideata nell'ambito del Progetto;
- c) disseminazione delle conoscenze generate dal Progetto utilizzando sia i canali tradizionali della stampa scientifica, sia media, internet e anche, soprattutto per i prodotti finali ottenuti, manifestazioni quali fiere e saloni specialistici.

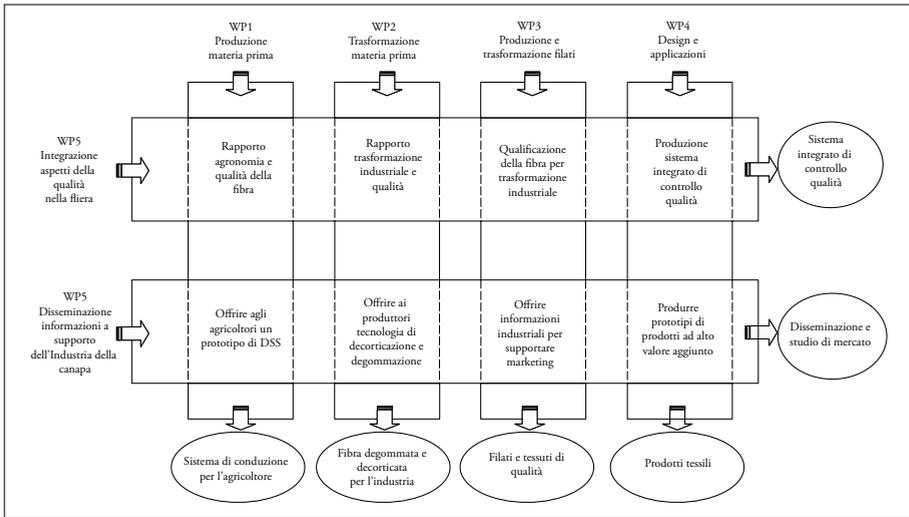


Fig.1 Lo schema del Progetto europeo HempSys

LE AZIONI DEL PROGETTO E LA PARTNERSHIP

Nella figura 1 sono illustrate le sei azioni (*workpackages*) del Progetto HempSys. Le prime quattro sono relative alle fasi successive in cui è strutturata la filiera produttiva: coltivazione (WP1), raccolta e prima trasformazione (WP2), filatura e tessitura (WP3), realizzazione di prodotti finiti (WP4). Il quinto e il sesto riguardano azioni integrative, quali le valutazioni ambientali

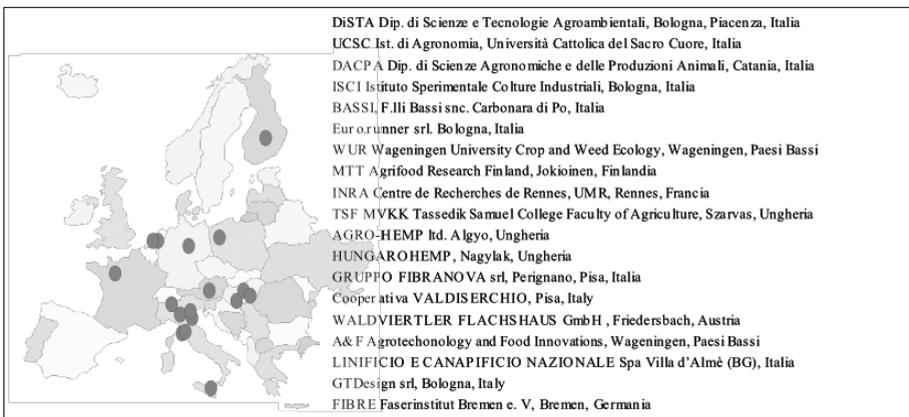


Fig. 2 I partecipanti al Progetto HempSys e la relativa dislocazione sul territorio europeo

PRODOTTI "MATERIALI"	
Tessuti, oggetti d'arredamento Il Logo "bluhemp"	
Studio di mercato	GTDesign
Filati	GTDesign
Fibra bio-degommata	GTDesign/Linificio
Fibra stigliata	Linificio
Steli di canapa	Gruppo Fibranova Waldland, Hungarohemp
	Partners scientifici e produttori agricoli
PRODOTTI "INTELLETTUALI"	
Prototype Decision Support System	DiSTA
Sistema di controllo integrato della qualità	A&F, FIBRE
In campo	
Nella prima trasformazione	
Nella fase industriale	
Concetto di qualità emozionale	
Brevetti di processo	
Meccanizzazione	Gruppo Fibranova
Bio-degommazione	Gruppo Fibranova
Sostenibilità economica	DiSTA
Sostenibilità ambientale (LCA)	INRA
Disseminazione	Tutti i partners

Tab. 1 *I principali prodotti ottenuti nell'ambito del Progetto HempSys, raggruppati come "materiali" e "intellettuai". A destra è indicato l'acronimo del partner responsabile di ogni risultato*

ed economiche, lo studio della qualità della fibra, il flusso di informazioni e materiale da un *workpackage* al successivo.

I partners del Progetto sono stati otto; a questi si devono aggiungere undici *subpartners* che hanno svolto sia attività di ricerca che produttive, fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi di HempSys (fig. 2).

Da un lato vi è stato il coinvolgimento di Istituti di ricerca, (pubblici e privati) (italiani, tedeschi, olandesi, finlandesi, francesi, austriaci), che in prevalenza hanno studiato l'influenza delle tecniche di coltivazione sulle caratteristiche delle fibre di canapa; dall'altro vi è stato il coinvolgimento di tutti gli attori della filiera produttiva reale, gli agricoltori (italiani e ungheresi), gli stigliatori (austriaci e ungheresi), la piccola media industria (italiana) che ha sviluppato il sistema innovativo di bio-degommazione, l'industria di filatura (italiana) e una piccola media azienda (italiana) che ha realizzato i prodotti finiti.

I RISULTATI

È difficile proporre nel poco tempo a disposizione i risultati conseguiti in oltre tre anni di ricerche multi-disciplinari, condotte da otto partners inter-



Fig. 3 Schema delle diverse fasi della filiera canapa tessile, sviluppata nell'ambito del Progetto HempSys

nazionali. In questa sede ci si limiterà a presentarne i principali, relativi ai prodotti realizzati, alla modalità di controllo della qualità durante il processo produttivo, allo studio degli aspetti di sostenibilità economica e ambientale della filiera canapa tessile e alle attività di disseminazione, ritenute parte fondamentale degli obiettivi.

Per comodità espositiva i prodotti del Progetto sono stati distinti in “materiali” e “intellettuali” e come tali elencati nella tabella 1. Gran parte delle attività hanno riguardato sperimentazioni di campo e analisi di laboratorio; di notevole importanza sono tuttavia i prodotti finiti conseguiti, perché questi, più di altri, testimoniano la fattibilità tecnica e quindi l’implementabilità pratica, del sistema agro-industriale sviluppato. Per questo motivo, nella tabella 1 e di seguito nel testo, i risultati sono presentati partendo da quanto ottenuto alla fine della filiera, risalendo a ritroso fino ai risultati della sperimentazione agronomica. La struttura della filiera, dalla coltivazione alla realizzazione dei prodotti finiti, è rappresentata in figura 3.



Fig. 4 Il cuscino T-Ki, realizzato in diverse taglie da GTDesign è stato il prodotto emblematico del Progetto HempSys

I PRODOTTI FINALI E LA LORO DISSEMINAZIONE

Uno dei momenti più importanti per la disseminazione dei prodotti del Progetto è stata la partecipazione di GTDesign al Salone Internazionale del Mobile di Milano (5-10 Aprile 2006), che rappresenta, per l'arredamento, uno degli avvenimenti fieristici più importanti al mondo. L'utilizzazione della fibra di canapa nel settore dell'arredamento è stata infatti identificata già dall'inizio come obiettivo prioritario, considerate le caratteristiche qualitative della fibra e anche l'entità dei volumi di mercato che questo settore richiede. Nell'ambito del Progetto è stato ottenuto un livello qualitativo della fibra che la rendono compatibile anche con l'utilizzazione nel settore tessile dell'abbigliamento.

Al Salone del Mobile, sono stati presentati prodotti finiti e tessuti realizzati con fibra di canapa ottenuta dal Progetto. Hanno suscitato particolare interesse i tessuti trattati con coloranti naturali, i copriletto e i copricuscini e il T-Ki, che è stato il prodotto emblematico del Progetto. Il T-Ki è un cuscino, prodotto in diverse taglie, ispirato all'elemento che ne ha permesso la realiz-



Fig. 5 Il logo “bluhemp” realizzato da G.T.DESIGN

zazione cioè il tessuto di canapa; è infatti resistente, fatto per durare a lungo, ma allo stesso tempo è piacevole e confortevole al tatto (fig. 4).

Un altro prodotto realizzato a cura di GTDesign è stato il “bluhemp” logo. Nato dallo studio delle caratteristiche del processo produttivo e del materiale ottenuto, vuole comunicare tutte le caratteristiche più positive, nobili e rassicuranti della canapa, contrapposte a quelle trasgressive, legate al binomio canapa-droga. Per questo è stato scelto il colore blu, che indica la nobiltà della tradizione tessile della canapa, e il verde, che richiama la sostenibilità ambientale della coltura e dei suoi prodotti. Le forme invece non rimandano in nessun modo alla foglia della canapa, simbolo di trasgressione (fig. 5). Si ritiene che questa scelta debba essere anche una indicazione per la linea di marketing a sostegno dei prodotti di canapa.

STUDIO DEL MERCATO

Lo studio del mercato delle fibre di canapa è stato pianificato e realizzato per prevedere quale potrebbe essere l'entità dello sviluppo della coltivazione e dell'industria a essa connessa per destinazione tessile. I risultati dello studio di mercato, così come quelli dell'analisi economica della filiera, sono confidenziali; in questo contesto verranno presentati solo dati di estrema sintesi.

Non esistendo un mercato consolidato delle fibre di canapa a destinazione tessile, sono stati utilizzati i dati relativi al mercato del lino, fibra affine a quella della canapa.

Il mercato del lino è tradizionalmente instabile e attualmente è soggetto a forte competizione da parte del prodotto di origine cinese. Per riuscire a penetrare questo mercato è necessario fornire produzioni di eccellenza e di origine garantita, con prodotti di alto livello, caratterizzati da forte ricerca stilistica. Il profilo del consumatore interessato a questi prodotti è notevolmente cambiato negli ultimi anni; si è passati da lusso, opulenza, esclusività e stravaganza a emozione, innovazione, versatilità, razionalità e semplicità. Questo sicuramente è un



Fig. 6 Sequenza delle fasi di processo, necessarie alla preparazione della fibra ottenuta dal processo di bio-degomazione per la filatura

cambiamento favorevole ai prodotti a base di canapa che rispondono, inoltre, con le proprie caratteristiche (traspiranti, igroscopici, resistenti, a protezione UV, anallergici e piacevoli al tatto) alle percezioni che i consumatori ricercano: affidabilità, durezza, naturalità, *comfort* e, “di tendenza”.

I FILATI

Seguendo l'ordine dei risultati presentati in tabella 1, troviamo i filati. La realizzazione del filato e la sua valutazione è stato il momento più importante del Progetto perché ha confermato la possibilità di utilizzare, a livello industriale, la fibra ottenuta con processi innovativi. È stato un processo difficoltoso, perché la preparazione della fibra per la filatura richiede numerosi passaggi, ognuno dei quali deve essere messo a punto in funzione delle caratteristiche specifiche della materia prima (fig. 6). Le prime difficoltà sono state rilevate nella fase di pettinatura, dove sono state riscontrate ingenti perdite di fibra bio-degommata. L'utilizzo di macchine pettinatrici predisposte per la lavorazione della canapa, assieme a una migliore parallelizzazione delle fibre ha permesso di raggiungere una resa del 40% che è stata ritenuta soddisfacente. Il 60 % di perdite (stoppe di sottopettinatura) sono comunque un co-prodotto che può trovare un interessante sbocco di mercato nell'industria tessile. Le successive fasi di preparazione del nastro di pettinatura e dello stoppino non hanno presentato particolari problemi, mentre la definizione della miglior



Fig. 7 Sequenze di operazioni che contraddistinguono i due sistemi di prima trasformazione della fibra di canapa confrontati nel Progetto Hemp Sys

	Steli in entrata (Mg s.s)	Steli dopo macerazione tradizionale (Mg s.s)	Fibra lunga totale stigliata (Mg s.s)	Fibra lunga stigliata (Mg s.s)	Fibra lunga dopo biodegommazione (Mg s.s)	Resa in fibra lunga (%)
Sist. tradizionale	1	0,95	0,192	0,059	-	5,9
Sist. innovativo	1	-	0,311	0,131	0,078	7,8

Tab. 2 Risultati del confronto condotto a livello industriale tra metodo tradizionale e sistema innovativo sviluppato nel Progetto HempSys

ricetta per il trattamento chimico ha richiesto la disponibilità di quantitativi di fibra che sono stati disponibili solamente in fasi avanzate del Progetto.

Relativamente alle prove condotte sul filato è emerso che questo ha mediamen- te caratteristiche superiori rispetto a quelle ottenute con tecniche tradizionali.

CONFRONTO FRA SISTEMI

Nell’ambito del Progetto, sono state realizzate colture, in Ungheria, in parte destinate alla trasformazione tradizionale, con macerazione in acqua degli steli e successiva stigliatura e in parte trattate con il sistema messo a punto nel Progetto Hemp-Sys, che prevede la stigliatura degli steli e la successiva macerazione della fibra liberiana in un sistema prototipo brevettato (fig. 7). I risultati del suddetto confronto dimostrano come il sistema innovativo permetta di ottenere rese in fibra maggiori (tab. 2). La fibra, inoltre, ha permesso la realizzazione di un filato più fine e quindi di maggior valore commerciale.

LA BIO-DEGOMMAZIONE

La bio-degommazione rappresenta l’innovazione centrale del progetto e attorno a questa si è sviluppata l’idea stessa di realizzare Hemp-Sys. L’impianto utilizzato per eseguire la macerazione della fibra di canapa nell’ambito di Hemp-Sys era

stato realizzato e messo a punto durante il progetto Toscanapa, finanziato dalla Regione Toscana. Senza entrare nel dettaglio delle sperimentazioni realizzate con questo sistema prototipo, si ricorda in questa sede che esso opera una macerazione sulla fibra di canapa ottenuta da steli, non macerati, essiccati in campo e stigliati con sistemi di stigliatura linieri. La macerazione, eseguita da microrganismi aerobici e anaerobici inoculati durante il processo, viene controllata nei suoi parametri principali: temperatura, pH, potenziale redox, ossigeno disciolto e velocità di flusso dell'acqua.

Le sperimentazioni hanno permesso di ottimizzare il processo di macerazione, in modo da minimizzarne i tempi (per ridurre i costi del processo), massimizzare l'omogeneità del prodotto, ridurre l'impatto ambientale e determinare i costi del processo in vista di una futura industrializzazione dello stesso.

LA MECCANIZZAZIONE DELLA RACCOLTA

La possibilità di diffondere la coltivazione di canapa a destinazione tessile secondo le modalità proposte nel Progetto Hemp-Sys dipende anche dalla disponibilità di una macchina per la raccolta in grado di sfalciare la coltura, dividere lo stelo in due porzioni di circa un metro di lunghezza disposte in modo ordinato per poter utilizzare, in successione, le rotoimbattrici da lino. Nell'ambito del Progetto non erano previste le risorse necessarie per realizzare un prototipo capace di questa operazione. Tuttavia la necessità di condurre prove sperimentali su ampie superfici, non gestibili attraverso raccolte manuali, ha indotto a realizzare due prototipi. Il primo per sfalciare la coltura adagiando, in modo ordinato gli steli perpendicolari al senso di marcia e tra loro paralleli. Il secondo prototipo ha il compito di passare sull'andana composta dagli steli, rivoltandoli e dividendoli in due parti di circa 1 metro per poterli lavorare utilizzando le stigliatrici da lino. I prototipi sono stati provati in campo solamente nell'ultimo anno e non è stato possibile completare le individuate modifiche necessarie a permetterne un corretto funzionamento a livello aziendale.

RELAZIONE TRA TECNICA CULTURALE E PRODUZIONE DI FIBRA

Un notevole impegno del Progetto è stato dedicato allo studio della tecnica colturale e dell'effetto di alcuni fattori della stessa sulla determinazione degli aspetti qualitativi e quantitativi della produzione.

I risultati sperimentali sono stati sintetizzati in un rapporto che evidenzia, quan-

tificandone gli effetti, come l'interazione tra genotipo, pratiche colturali e ambiente possa influenzare la produzione (rapporto interno Progetto Hemp-Sys).

Un obiettivo dell'attività si è concretizzato nella realizzazione del prototipo di un sistema di supporto decisionale, ora disponibile in rete (*www.hempsys.net*), che, sulla base dei principali risultati scientifici del Progetto, fornisce indicazioni utili per la coltivazione della canapa a destinazione tessile.

Le ricerche agronomiche sono state condotte con diverse finalità che possono essere sintetizzate nel seguente punto.

STUDIO DELL'INFLUENZA DI FATTORI AGRONOMICI SU PRODUZIONE
IN INTERAZIONE CON TECNICHE DI RACCOLTA E DI LAVORAZIONE DELLA FIBRA

Si è partiti dallo studio delle esperienze precedenti e soprattutto delle conoscenze ancora vive nei paesi dell'est per raccogliere informazioni relativamente ai sistemi produttivi in parte ancora impiegati nell'Est Europa (*Rapporto sui sistemi di coltivazione nei paesi dell'Est Europa*, Deliverable di Progetto n° 11).

Sono stati condotti numerosi esperimenti di campo, in ambienti differenziati (da Catania latitudine 37° 28' nord a Jokioinen, latitudine 60° 49' nord), per confrontare gli effetti sulla produzione di fattori agronomici quali: epoca di semina e raccolta, genotipo, densità di semina e ambiente di coltivazione (Catania e Bologna – I; Szavras – HU; Wageningen – NL; Jokioinen – FIN). I risultati ottenuti sono stati sintetizzati nel *Rapporto sull'effetto di GxMxE sulla produzione di fibra di elevata qualità* (Deliverable n° 12 di Progetto), e in parte pubblicati negli atti del convegno "HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach tenutosi a Bologna il 28 aprile 2006, e ora sono in corso di pubblicazione su riviste scientifiche internazionali (Amaducci et al., 2008).

In estrema sintesi si propone di seguito un elenco dei principali risultati, alcuni derivanti da aspetti innovativi studiati e altri di cui era noto il senso degli andamenti che dal Progetto sono stati quantificati, individuando l'intensità degli effetti anche in funzione di fattori singoli e combinati fra loro.

- Contenuto in fibra dello stelo e caratteristiche qualitative hanno mostrato una variabilità sia interpianta che intrapianta determinata dalla combinazione di fattori ambientali e di fitotecnica;
- la massimizzazione della resa in steli e fibra è stata conseguita con genotipi a ciclo lungo, con semine precoci per prolungare il periodo di accrescimento, avendo cura di utilizzare genotipi poco suscettibili al fenomeno della pre-floritura;
- l'epoca di semina può essere scelta per controllare l'altezza della pianta;

- infatti con l'epoca di semina si può determinare il momento di fioritura e quindi il momento in cui lo stelo interrompe la sua crescita in altezza;
- il contenuto in fibra dello stelo è influenzato dal genotipo e dalle condizioni ambientali;
 - la densità di semina non ha influenzato la produzione di steli e fibra ma la biometria della pianta e la qualità della fibra;
 - l'efficienza d'uso dell'acqua è stata pari a 3 g l⁻¹ in condizioni di buona disponibilità e 6 g l⁻¹ in condizioni di stress idrico. Si è registrato un consumo di 250 mm per i genotipi più precoci e 450 mm per i tardivi;
 - ritardando l'epoca di raccolta aumenta la produzione, la maturità della fibra e la presenza di fibra secondaria;
 - la percentuale di canapulo residua sulla fibra dopo la stigliatura aumenta al calare del diametro dello stelo, che è minore nella parte apicale e a densità di piante maggiori;
 - la percentuale di canapulo residua sulla fibra dopo la stigliatura aumenta all'aumentare della densità di piante e nella parte apicale dello stelo;
 - l'altezza dello stelo diminuisce all'aumentare della densità di semina. Aumentano quindi le perdite di fibra nella parte apicale durante la stigliatura industriale e anche la finezza risulta minore alle densità maggiori;
 - la densità ottimale per quantità e qualità delle produzioni sembra essere 100-150 piante m⁻².

CONCLUSIONI

La produzione di canapa tessile in Europa prima del Progetto era praticamente scomparsa. Oggi imprenditori agricoli e industriali interessati alla canapa possono trarre profitto dalle conoscenze raccolte in oltre tre anni di ricerca e sperimentazione.

È stato progettato e sviluppato un sistema integrato, innovativo, sostenibile e moderno per la produzione di fibre di canapa a destinazione tessile, con qualità migliore di quella ottenuta con sistemi tradizionali disponibile sul mercato.

Il sistema di raccolta meccanica e bio-degommazione sviluppati nell'ambito del Progetto vanno a colmare buona parte delle lacune tecnologiche che hanno fino a oggi impedito il rilancio della canapa in Italia ed Europa per destinazione tessile.

La valutazione combinata di mercato di riferimento, preferenze dei consumatori e caratteristiche della fibra di canapa prodotta ha consentito di stabilire che il materiale va destinato ad applicazioni di elevato livello, e prodotti di lusso.

I prodotti ottenuti con il sistema studiato potranno essere contraddistinti dal marchio “bluhemp” ideato per promuovere la fibra di canapa e le sue notevoli qualità.

Il passo successivo per l’implementazione industriale del processo descritto è una fase pre-industriale in cui poterne validare la fattibilità tecnica ed economica.

Infine, l’esperienza di HempSys ha rappresentato un’importante opportunità per tutti i partecipanti di arricchire il proprio bagaglio tecnico-scientifico, ma anche di acquisire conoscenze e sensibilità che sono tipici risultati di progetti multi-disciplinari. Un esempio di questo è stata la definizione di qualità emozionale che non si oppone a quella tecnica, misurata con sistemi oggettivi, risultandone invece complementare.

RIASSUNTO

Durante il Progetto di ricerca e sviluppo HempSys è stata progettata e studiata una filiera innovativa per la realizzazione di prodotti tessili a base di fibra di canapa. In una precedente presentazione (Venturi e Amaducci, 2003) sono stati illustrati gli obiettivi del Progetto, qui sono invece presentati i principali risultati ottenuti dai partecipanti scientifici ed industriali coinvolti nelle diverse fasi di processo, dalla semina della coltura fino alla realizzazione di tessuti ed oggetti di arredamento.

L’innovazione principale sviluppata negli oltre tre anni di sperimentazione ha riguardato le modalità di prima trasformazione dello stelo, che è avvenuta su impianti linieri previa suddivisione dello stelo in due porzioni di circa un metro, e la successiva macerazione della fibra stigliata in condizioni controllate, all’interno di un impianto prototipo. La fibra ottenuta con questo processo è stata ritenuta idonea per la filatura ed ha mostrato caratteristiche superiori rispetto a quella ottenuta con processi tradizionali.

ABSTRACT

During the course of the HempSys Project an innovative production chain for hemp textiles was designed and studied. In a previous presentation (Venturi e Amaducci, 2003) the main objectives of the Project were illustrated, here the main results achieved by scientific and industrial partners in each phase of the processing chain are presented: from the cultivation technique until the realisation of fabrics and apparels. The main innovation developed during the over three years of experiments regarded the phase of scutching, which was carried out on flax machines after dividing the stems in two portions of one meter, and the subsequent retting of the scutched fibre under controlled conditions. Retting was carried out in a prototype plant. The fibre obtained with this process was considered suitable for yarn production and it was evaluated as superior compared to the fibre obtained with traditional methods.

BIBLIOGRAFIA CITATA RELATIVA A RISULTATI OTTENUTI
DAL PROGETTO HEMP-SYS

- AMADUCCI S., COLAUZZI M., BELLOCCHI G., VENTURI G. (2008): *Modelling post-emergent hemp phenology (Cannabis sativa L.): Theory and evaluation*, «Eur. J. Agron.», 28, pp. 90-102.
- AMADUCCI S., ZATTA A., PELATTI F., VENTURI G. (2008): *Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (Cannabis sativa L.) fibre and implication for an innovative production system*. Field crops Research, (in stampa).
- AMADUCCI S., COLAUZZI M., ZATTA A., VENTURI G. (2008): *Flowering dynamics in monoecious and dioecious hemp genotypes*, «Journal of Industrial Hemp», (in stampa).
- AMADUCCI S. (2006): *HempSys: developing an integrated production system*, in *Proceeding of the Final conference: HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach*, Bologna, Italy 28th April 2006, pp. 13-16, (ISBN 88-86817-28-2).
- AMADUCCI S. (2006): *Cultivation of hemp for textile destination*, in *Proceeding of the Final conference: HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach*, Bologna, Italy 28th April 2006, pp. 33-40, (ISBN 88-86817-28-2).
- COLAUZZI M., BELLOCCHI G., AMADUCCI S. and VENTURI G. (2006): *Role of modelling in predicting fibre hemp production*, in *Proceeding of the Final conference: HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach*, Bologna, Italy 28th April 2006, pp. 121-142, (ISBN 88-86817-28-2).
- PELATTI F., COLAUZZI M. and AMADUCCI S. (2006): *Microscopic evaluation of hemp fibre characteristics*, in *Proceeding of the Final conference: HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach*, Bologna, Italy 28th April 2006, pp. 115-120, (ISBN 88-86817-28-2).
- AMADUCCI S. (2006): *Colture agrarie finalizzate alla produzione di bioenergie*, Atti del Corso di aggiornamento Tecnologie e prospettive della produzione di energia da biomasse, 20-22 novembre, pp. 469-477.
- AMADUCCI S., MUESSIG J., ZATTA A., PELATTI F. (2005): *HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach. How to affect hemp fibre quality?*, in *Proceedings of the Conference: Textile for sustainable development, 23-27 october 2005*, Port Elizabeth, South Africa, pp. 533-541.
- AMADUCCI S., PELATTI F., MEDEGHINI BONATTI P. (2005): *Fibre development in hemp (Cannabis sativa L.) as affected by agrotechnique: preliminary results of a microscopic study*, «Journal of Industrial Hemp», 10 (1), pp. 31-48.
- VENTURI G., AMADUCCI S. (2004): *Canapa: una coltura antica in una prospettiva moderna*, Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili» Anno 2003, serie VII, L, pp. 17-64.
- ZATTA A. (2006): *Hemp harvesting and first processing effects on fibre production*. In: *Proceeding of the Final conference: HEMP SYS: Design, Development and Up-Scaling of a Sustainable Production System for HEMP Textiles: an Integrated Quality SYStems Approach*, Bologna, Italy 28th April 2006, pp.46-80, (ISBN 88-86817-28-2).