

SWEEP AIR[®], INNOVATIVO DISPOSITIVO PER IL CONTENIMENTO DELLA DISPERSIONE DELLE POLVERI EMESSE DALLE SEMINATRICI PNEUMATICHE

P. BALSARI, M. MANZONE, P. MARUCCO, M. TAMAGNONE
DISAFA, Università degli Studi di Torino - L.go Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)
marco.manzone@unito.it

RIASSUNTO

La concia del seme con insetticidi è una tecnica che viene impiegata per controllare l'attacco dei fitofagi nelle prime fasi di sviluppo delle colture erbacee, consentendo l'impiego di dosi ridotte per unità di superficie. Anche se questo sistema è efficace ed economico, da alcuni anni l'impiego di alcune sostanze attive mediante questa tecnologia è stato vietato su alcune colture. L'emissione dalle seminatrici pneumatiche di polvere derivante dall'abrasione dei semi conciatati con questi prodotti è stata ritenuta potenzialmente dannosa per le api. Per far fronte a tale problematica, Bayer ha sviluppato SweepAir[®], un dispositivo innovativo in grado di separare tali polveri dal flusso d'aria emessa dalla seminatrice pneumatica. Le polveri intercettate vengono convogliate nel terreno mentre l'aria pulita è reimmessa in atmosfera. Questo lavoro riporta i risultati di alcune prove sperimentali, eseguite al fine di verificare le prestazioni funzionali dell'innovativo sistema di abbattimento delle polveri. Le prove hanno evidenziato che il sistema è in grado di intercettare fino al 99,4% del materiale emesso e che il suo montaggio sulla seminatrice pneumatica non influenza negativamente le prestazioni della stessa. L'impiego di questo dispositivo permette di evitare la contaminazione superficiale del suolo, poiché la polvere di concia intercettata viene interrata. L'utilizzo di tale sistema consente anche una considerevole riduzione dell'esposizione degli operatori a tali polveri, prevenendo la contaminazione della superficie esterna della seminatrice.

Parole chiave: SweepAir[®], seminatrici pneumatiche, semi conciatati, emissione polveri

SUMMARY

SWEEP AIR[®], INNOVATIVE DEVICE TO CONTAIN THE DISPERSION OF DUST EMISSION FROM PNEUMATIC DRILLING MACHINES

Insecticide seed dressing is widely used in order to control pests in the early development stages of arable crops, thus allowing a reduction of the applied rate per surface unit. Although this system is efficient and convenient, in the last few years, the use of some insecticides has been banned on some crops. The emission from pneumatic drilling machines of dust abraded from seeds treated with these products is considered as potentially harmful to bees. To overcome this problem, Bayer developed SweepAir[®], an innovative device able to separate the dust from the exhaust airflow. These dusts are conveyed into the soil, while the cleaned air is returned to the atmosphere. This paper reports the results of some tests carried out to verify the dust reduction effectiveness of this innovative device. The tests showed that this system is able to capture 99.4% of the emitted materials without affecting the drilling efficiency.

The tested device reduced the contamination of the soil surface because the abraded seed dust is buried into the soil. In addition, this system allows a considerable reduction of the operator exposure by preventing the contamination of the external surface of the seeder.

Keywords: pneumatic seed drills, coated seed, dust dispersion

INTRODUZIONE

Al fine di consentire la difesa delle fasi iniziali dello sviluppo di alcune colture erbacee, sono state sviluppati diversi agrofarmaci ad attività insetticida in formulazioni adatte per essere applicate sui semi presso aziende sementiere specializzate. Tale metodologia consente la riduzione delle quantità di sostanza attiva distribuita per ettaro, migliorando l'efficacia sugli organismi nocivi da controllare, grazie al fatto che le citate sostanze attive vengono posizionate esclusivamente là dove sono necessarie: sul seme e attorno al germinello che da esso si sviluppa. Anche se questo sistema è altamente efficiente ed economico, negli ultimi anni, è stato vietato su alcune colture per alcune sostanze ad attività insetticida (neonicotinoidi) a causa del possibile distacco ed emissione nell'ambiente di queste sostanze attive ad opera delle seminatrici pneumatiche durante l'operazione di semina (Nuyttens *et al.*, 2013). Le seminatrici pneumatiche, al fine di creare il vuoto all'interno dell'elemento di semina, necessario per la corretta distribuzione dei semi, sono equipaggiate con un ventilatore il cui flusso d'aria può disperdere le particelle di polvere abrasive dai semi trattati verso le aree adiacenti al campo contaminandole (Girolami *et al.*, 2009; Greatti *et al.*, 2006).

Diversi Autori hanno studiato questo fenomeno e hanno quantificato l'emissione delle particelle in atmosfera utilizzando diverse metodologie (Manzone *et al.*, 2014; Giffard and Dupont, 2009; Biocca *et al.*, 2011).

Negli ultimi anni, sono state proposte diverse soluzioni tecniche applicabili alle seminatrici pneumatiche per ridurre questo problema, ma nessuna di queste è risultata in grado di eliminare completamente la dispersione di polvere, ma solo di contenerla in misura, generalmente, non superiore all'80% (Manzone *et al.*, 2014).

Con l'obiettivo di rendere più efficienti tali sistemi, Bayer ha recentemente sviluppato un innovativo dispositivo di abbattimento polveri in grado di filtrare l'aria all'uscita del ventilatore della seminatrice (SweepAir®). Questo sistema è in grado di separare la polvere dal flusso dell'aria di scarico convogliandola nel terreno, mentre l'aria pulita viene rilasciata in atmosfera. (Vrbka *et al.*, 2014; Chapple *et al.*, 2014).

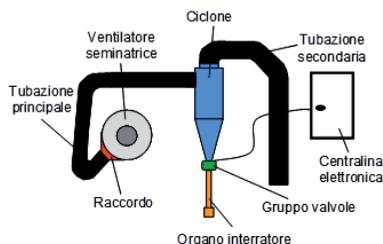
Di seguito sono riportati i risultati di una serie di prove sperimentali mirate a valutare le prestazioni di questo sistema innovativo di abbattimento delle polveri.

MATERIALI

Il sistema SweepAir®

Il componente principale del sistema è il ciclone, un dispositivo in grado di separare la polvere da un flusso d'aria. L'aria aspirata dal ventilatore della seminatrice pneumatica mediante un tubo flessibile con diametro interno di 85 mm è immessa nel ciclone dove la polvere di concia è separata dal flusso dell'aria. Successivamente, l'aria "pulita" viene emessa in atmosfera attraverso un "tubo secondario" con un diametro interno 150 mm, mentre la polvere viene depositata nel terreno mediante un apposito sistema interrattore. Tra il ciclone e il sistema interrattore è collocata una valvola rotativa la quale ha il compito di far funzionare correttamente il sistema e di evitare che durante le manovre in capezzagna la polvere esca dall'organo interrattore e si disperda in atmosfera (figura 1).

Figura 1. Rappresentazione schematica dei componenti del dispositivo SweepAir®



La seminatrice impiegata nelle prove

Le prove sperimentali sono state eseguite con una seminatrice pneumatica normalmente impiegata per la semina del mais in Italia (Gaspardo®MARTA). Durante i test, la seminatrice è stata configurata a 4 e 6 file ed è stata equipaggiata con le tramogge dello spandiconcime. In particolare, la seminatrice è stata tarata per seminare 75.000 semi ad ettaro con una distanza fra le file di 0,75 m (tabella 1).

Tabella 1. Seminatrice pneumatica utilizzata nelle prove

Modello seminatrice	Gaspardo®MARTA
Elementi di semina (n°)	4-6
Tramogge concime (n°)	2
Diametro ventilatore (mm)	410
Larghezza ventilatore (mm)	60
Pale del ventilatore (n°)	10
Inclinazione delle pale (°)	31
Larghezza delle pale (mm)	30
Dimen. Bocca di uscita dell'aria (mm)	230 x 60
Direzione dell'aria in uscita	Verso il basso
Rotazione del ventilatore (giri/min)	5400

MATERIALI E METODI

Per valutare le prestazioni del sistema innovativo sono state eseguite due serie di prove. In particolare, l'efficienza del sistema è stata determinata valutando: 1) l'efficienza di separazione della polvere del ciclone, 2) la tenuta della depressione della valvola rotativa e 3) l'efficienza del sistema di interrimento della polvere. Parallelamente è stata valutata anche l'influenza del sistema sulle prestazioni della seminatrice mediante: 4) la misurazione della portata d'aria del ventilatore ed il livello del vuoto all'interno degli elementi di semina. I test 3) e 4) sono stati effettuati con e senza il dispositivo montato sulla seminatrice.

Tabella 2. Caratteristiche fisiche degli inerti utilizzati nelle prove a confronto con la polvere abrasa dai semi

Dimensione particelle	Polvere abrasa da semi concitati	Farina di frumento "00"	Tartrazina E102
D ₁₀ (µm)	34,1 ns	35,4 ns	42,6 ns
D ₅₀ (µm)	84,1 ns	74,1 ns	80,1 ns
D ₉₀ (µm)	180,9 ns	163,5 ns	172,3 ns
Density (g/cm ³)	0,41 ns	0,45 ns	0,44 ns

Note: ns = nessuna differenza significativa utilizzando p > 0,05

Tutte le prove sono state eseguite utilizzando una quantità nota di tracciante in simulazione della polvere concia. In particolare, nelle prove sono stati utilizzati due tipi di tracciante (farina di frumento "00" e Tartrazina E 102), come proposto da Balsari *et al.* (2013) poiché tali materiali evidenziano caratteristiche fisiche simili alla polvere abrasa dai semi conciatati (tabella 2).

Questa scelta ha permesso di eliminare la variabilità nella quantità di polvere abrasa dai semi conciatati durante ogni prova e di avere condizioni di prova ripetibili per tutte le prove.

Efficienza di separazione del ciclone

L'efficienza di separazione aria/polvere del ciclone è stata valutata utilizzando il metodo "mass balance". Ossia è stata valutata la differenza tra la massa di tracciante inserito a monte del sistema di abbattimento polveri e la quantità intercettata dal ciclone.

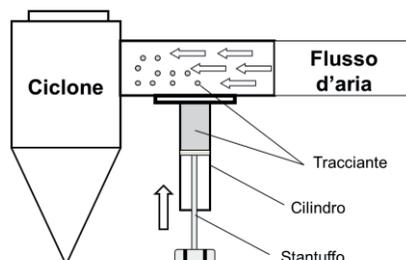
Durante le prove, la depressione all'interno dell'elemento di semina è stata di 42 mbar in quanto tale valore è ritenuto ottimale per una corretta semina del mais (Bragatto, 2008).

In ogni test è stata introdotta una quantità di farina di frumento "00" pari a 100 g all'interno del flusso d'aria in ingresso al ciclone. Si tratta di una quantità di circa 300 volte superiore a quella potenzialmente in grado di uscire dallo scarico del ventilatore di una seminatrice pneumatica da mais (valore calcolato considerando il valore limite per la commercializzazione del seme 3 g per 100 kg di semi trattati; Heimbach, 2012). L'efficienza del ciclone è stata valutata impiegando una quantità di farina di frumento superiore rispetto alle quantità di polveri abrasi dai semi conciatati, al fine di considerare la polvere del suolo che durante le normali attività di semina della seminatrice può sommarsi a quella abrasa dai semi.

Il peso dei diversi campioni di farina di frumento "00" sono stati determinati con una precisione di 0,1 g. Le prove sono state condotte con e senza semi nella tramoggia poiché durante le normali operazioni di semina è possibile che la macchina seminatrice possa rimanere senza semi. Si sottolinea che, in assenza di semi nell'elemento di semina, la portata d'aria in uscita dal ventilatore delle seminatrici viene incrementata di circa il 130% (Balsari *et al.*, 2015). Pertanto, i test sono stati condotti utilizzando un flusso d'aria di 210 e 480 m/h. Al fine di garantire la piena operatività del ciclone, la macchina seminatrice è stata attivata 5 minuti prima dell'inserimento dell'inerte. Quest'ultimo è stato inserito nella tubazione d'ingresso del ciclone mediante un apposito pistone-cilindro in grado di dosare il tracciante nella misura di 3 g per min. Inoltre, per ridurre il rischio che la polvere si depositasse all'interno della tubazione, l'inserimento del tracciante è avvenuto in prossimità dell'ingresso del ciclone (figura 2).

Le prove sono state ripetute dieci volte ed i dati sono stati elaborati usando SSPS 2014.

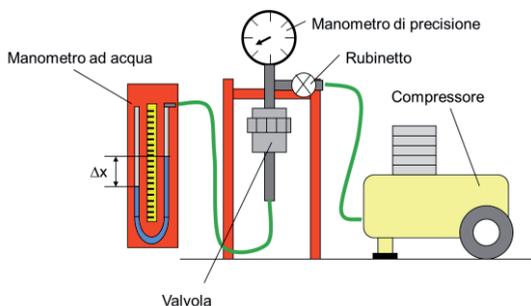
Figura 2. Schema del sistema impiegato per introdurre il tracciante nel ciclone



Tenuta e vita utile della valvola rotativa

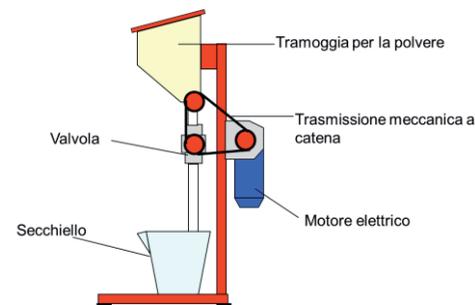
La tenuta della valvola è stata valutata con aria compressa seguendo la norma UNI 7129/0825, utilizzata per il collaudo degli impianti civili del metano. In particolare, la tubazione in ingresso alla valvola è stata collegata ad un compressore d'aria e messa ad una pressione di 500 mbar. Le perdite d'aria sono state determinate utilizzando un manometro ad acqua, collegato alla tubazione in uscita dalla valvola, dopo aver lasciato trascorrere un tempo di 15 minuti per stabilizzare il sistema (figura 3).

Figura 3. Sistema di valutazione della tenuta ermetica della valvola rotativa



La determinazione della vita utile della valvola rotativa è estremamente importante in quanto se la valvola perdesse nel tempo la sua tenuta ermetica, la polvere di concia potrebbe fuoriuscire dal sistema e disperdersi nell'ambiente. Sono state, pertanto, eseguite alcune prove per verificare la sua vita utile utilizzando un banco prova ad hoc, in grado di simulare l'azione abrasiva a cui è sottoposta la valvola durante l'operazione di semina. Schematicamente, tale banco prova è costituito da un telaio sul quale è stata posizionata una tramoggia contenente la polvere "abrasiva", un supporto per la valvola rotativa di prova, un dosatore volumetrico e un motoriduttore elettrico. Il motoriduttore aziona il dosatore di polvere e la valvola rotativa, utilizzando un sistema di trasmissione a catena. La polvere scaricata dalla valvola è stata convogliata in un contenitore e recuperata per un successivo passaggio (figura 4).

Figura 4. Banco prova per la verifica della tenuta della valvola rotativa



Al fine di aumentarne l'azione abrasiva, a tale polvere sono state aggiunte delle microsferiche di vetro con un diametro di 90-120 micron nella misura del 10% sul peso.

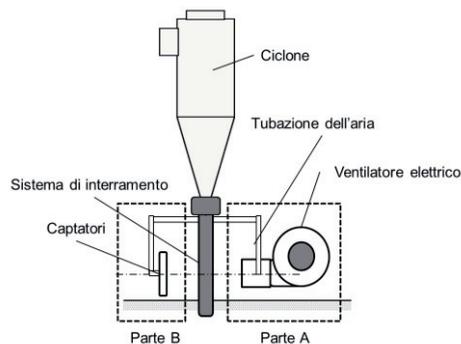
La valvola rotativa è stata utilizzata con un regime di rotazione di nove giri al minuto, che corrisponde allo svuotamento del ciclone ogni 16 m di avanzamento della seminatrice assumendo una velocità di avanzamento di quest'ultima di 9 km/h.

In questo modo si è voluto simulare l'operazione di semina su un terreno sabbioso ed asciutto. Le prove di tenuta della valvola sono state effettuate ogni 30 ore di funzionamento della stessa, per un tempo di funzionamento totale di 210 ore. Tale limite temporale è emerso dalla bibliografia inerente all'utilizzo annuale delle macchine seminatrici in Italia (150-200 h) (Bertocco *et al.*, 2008; Basso *et al.*, 2011).

Verifica della funzionalità del sistema di interrimento della polvere intercettata dal dispositivo di abbattimento polveri

La verifica della funzionalità del sistema di interrimento della polvere intercettata dal dispositivo di abbattimento polveri è stata eseguita mediante l'utilizzo di un banco prova appositamente progettato e realizzato e in grado di generare una corrente d'aria superficiale in prossimità della zona di scarico della polvere intercettata dal dispositivo stesso. In particolare, il banco è costituito da due parti fissate, mediante viti con dado, all'elemento di semina. Sulla prima, appena dopo il tubo che convoglia la polvere di conca nel solco (posizione A) e immediatamente dopo le ruote compattatrici del terreno posizionate dietro l'elemento di semina (posizione B), sono state fissate due manichette del diametro di 10 cm poste orizzontalmente al terreno dalle quali fuoriusciva l'aria creata da un ventilatore tangenziale alla velocità di 1 m/s. Le due manichette dell'aria sono state disposte ad una distanza dalla fila di semina di circa 20 cm e ad un'altezza da terra di circa 3 cm. Sul secondo "telaio" posizionato dall'altra parte dell'elemento di semina, in corrispondenza delle manichette dell'aria sono stati fissati due porta captatori; questi sono stati costruiti in modo tale che ognuno poteva contenere un captatore rettangolare realizzato in materiale sintetico delle dimensioni di 10 cm di altezza e 20 cm di larghezza (figura 5).

Figura 5. Banco prova realizzato per valutazione dell'efficienza dell'organo interratore



Le prove sono state eseguite simulando l'operazione di semina e introducendo una quantità nota (circa 1 g per metro lineare di avanzamento) di tracciante colorato (Tartrazina E 102) all'interno della condotta di collegamento della valvola rotativa con l'organo interratore. Si è operato in assenza di vento ambientale e percorrendo una distanza di circa 25 metri alla velocità di circa 6 km/h.

Portata dell'aria del ventilatore e depressione all'interno dell'elemento di semina

Tale valutazione è stata condotta analizzando le prestazioni della macchina seminatrice in assetto tradizionale e con il dispositivo di abbattimento polveri montato. In particolare, nelle prove sperimentali il dispositivo è stato allestito sulla seminatrice equipaggiata con 4 e 6 elementi di semina.

La portata d'aria è stata misurata in aspirazione mediante il convogliamento del flusso d'aria generato dal ventilatore della seminatrice all'interno di una condotta del diametro di 110 mm e della lunghezza di 1 metro in cui è stato posizionato un anemometro (ECOMETEO con precisione di 0,1 m/s). La depressione è stata rilevata per mezzo di un manometro ad acqua inserito nella tubazione di collegamento dell'elemento di semina con il ventilatore. Le prove sono state eseguite con tre ripetizioni.

RISULTATI

Efficienza di separazione del dispositivo di abbattimento polveri

In assenza di semi all'interno della tramoggia, il dispositivo di prova è riuscito a intercettare il 99,4% (in massa) della farina di frumento "00" immessa; un valore lievemente maggiore (99,6%) si è rilevato in presenza di semi nella tramoggia (tabella 3). La presenza di un valore superiore a 100 g riscontrato nelle prove (quantità introdotta in ciascuna prova) evidenzia un potenziale deposito di polvere all'interno del dispositivo.

Tabella 3. Quantità di inerte intercettato dal dispositivo di abbattimento polveri

Test	media (g)	min (g)	max (g)	DS	IQR	Efficienza (%)
Con semi	99,6	99,2	100	0,4	0,7	99,6
Senza semi	99,4	98,8	100,1	0,7	1,1	99,4

Vita utile della valvola rotativa

Le prove hanno dimostrato che la valvola è in grado di mantenere una tenuta ermetica fino a 120 h di funzionamento. Tra 150 e 200 h (tempo di servizio annuo ipotizzato per una seminatrice da mais), la valvola perde meno dell'1% della pressione in ingresso (500 bar) (tabella 4).

Tabella 4. Perdita di depressione della valvola rotativa

Ore lavorate	Perdita di depressione (mbar)
0 (nuova)	0
30	0
60	0
90	0
120	0
150	2
180	3
210	5

Verifica della funzionalità del sistema di interrimento della polvere intercettata dal dispositivo di abbattimento polveri

L'analisi dei risultati ha evidenziato che non c'è stata deriva di polvere di Tartrazina E102 durante la simulazione della semina, non essendo stata trovata alcuna traccia del colorante durante

il lavaggio dei captatori. In sintesi, il sistema di interrimento si è dimostrato in grado di scaricare all'interno del terreno tutto il prodotto raccolto nel ciclone senza generare dispersione dello stesso nell'ambiente.

Portata dell'aria del ventilatore e depressione all'interno dell'elemento di semina

La presenza del dispositivo sulla seminatrice non ha modificato la portata dell'aria del ventilatore, infatti questa è stata influenzata solo dal numero di elementi di semina presenti sulla seminatrice. La depressione all'interno dell'elemento di semina ha evidenziato valori compresi fra 62 e 58 mbar: valori di circa il 30% maggiori rispetto al valore ritenuto ottimale per la semina del mais (42 mbar) (tabella 5), senza differenze significative tra elemento di semina con e senza dispositivo di abbattimento polveri.

Tabella 5. Portata dell'aria del ventilatore e depressione all'interno dell'elemento di semina utilizzando la seminatrice con e senza kit

Elementi di semina (n°)	Portata d'aria (m ³ /h)		Depressione (mbar)	
	Tradizionale	Con kit	Tradizionale	Con kit
4	140	140	62	60
6	210	210	61	58

CONCLUSIONI

Le prove hanno dimostrato che il dispositivo di abbattimento polveri testato è in grado di garantire un'efficienza di separazione polvere/aria del 99,4% operando con una quantità di polvere 300 volte superiore a quella potenzialmente presente durante la normale attività di semina. Tali risultati sono in linea con quelli ottenuti in precedenti prove eseguite sullo stesso dispositivo (Chapple *et al.*, 2014).

Inoltre, dalla sperimentazione è emerso che la valvola rotativa è in grado di mantenere una buona tenuta ermetica (perdite di pressione mai superiore a 2 mbar) anche dopo parecchie ore di utilizzo della stessa (150 ore). Infatti, considerando una seminatrice pneumatica a sei elementi di semina che operi con una velocità di avanzamento di 8 km/h, in 150 h verrebbero seminati 540 ettari, superficie tre volte maggiore a quella usualmente seminata in un anno nelle aziende italiane (Bertocco *et al.*, 2008; Basso *et al.*, 2011). È necessario sottolineare che le prove sono state condotte aggiungendo microsferi di vetro alla polvere di suolo per aumentarne il potere abrasivo e determinare condizioni operative molto severe.

La presenza del dispositivo non ha influito negativamente sulle prestazioni della macchina seminatrice. Le ridotte perdite di depressione registrate (2 mbar) non hanno un'incidenza significativa sulla qualità della semina poiché i valori di vuoto all'interno dell'elemento di semina risultano comunque ben al di sopra di quello ritenuto ottimale per una corretta semina del mais (42 mbar).

Il dispositivo di abbattimento polveri SweepAir[®] può essere montato su tutti i tipi di seminatrice pneumatica.

Oltre alla pressochè totale eliminazione delle emissioni di polveri nell'atmosfera, l'utilizzo di questo dispositivo contribuisce a ridurre l'esposizione dell'operatore poiché la superficie esterna della seminatrice risulta priva di residui di agrofarmaci concianti.

LAVORI CITATI

Balsari P., Manzone M., Marucco P., Tamagnone M., 2013. Evaluation of seeds dressing dust dispersion from maize sowing machines. *Crop Protection* 51,19-23.

- Basso B., Sartori L., Bertocco M., Cammarano D., Martin C.E., Grace P.R., 2011. Economic and environmental evaluation of site –specific tillage in a maize crop in NE Italy. *European Journal of Agronomy* 35,83-92.
- Bertocco M., Basso B., Sartori L., Martin E.C., 2008. Evaluating energy efficiency of site-specific tillage in maize in NE Italy. *Bioresource technology* 99,6957-6965.
- Biocca M., Conte E., Pulcini P., Marinelli E., Pochi D., 2011. Sowing simulation tests of a pneumatic drill equipped with systems aimed at reducing the emission of abrasion dust from maize dressed seed. *J Environ Sci Hlth Part B* 46,438–448.
- Bragatto G., 2008. Responsible for the engineering sector of the Maschio-Gaspardo manufacturer. *Personal Communication*.
- Chapple A.C., Vrbka L., Friessleben R., Schnier H.F., Cantoni A., Arnold A.C., 2014. A novel technical solution to minimize seed dust during the sowing process of maize using vacuum based equipment: principals and an estimate of efficiency. *Aspect of applied Biology* 122, *International Advances in Pesticide Application*, 119-124.
- Giffard H., Dupont T., 2009. A methodology to assess the impact on bees of dust from coated seeds. *Julius-K`uhn-Arch* 423,73–75.
- Girolami V., Mazzon L., Squartini A., Mori N., Marzaro M., Di Bernardo A., Greatti M., Giorio C., Tapparo A., 2009. Translocation of neonicotinoid Insecticides From Coated Seeds to Seedling Guttation Drop: A Novel Way Intoxication for Bees. *Journal Econ. Entomol.* 102,1808-1815.
- Greatti M., Barbatini R., Stravisi A., Sabatini A.G., Rossi S., 2006. Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho dressed seeds. *Bulletin of Insectology* 59,99-103.
- Heimbach U., 2012. Mit Beizen geizen. *Wochenblatt-Mag* 1, 14-18.
- Nuyttens D., Devarrewaere W., Verboven P., Foquè D., 2013. Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. *Pesticide management Science* 69,564-575.
- Manzone M., Balsari P., Marucco P., Tamagnone M., 2014. Indoor assessment of dust drift effect from different types of pneumatic seed drills. *Crop Protection* 57, 15-19.
- UNI 7129, 2008. Gas systems for domestic use and similar fed by the distribution network
- Vrbka L., Friessleben R., Neubauer K., Cantoni A., Chapple A.C., 2014. Bayer Air Washer® and SweepAir®: technological options for mitigation of dust emission from vacuum based maize sowing equipment. *Aspect of applied Biology* 122, *International Advances in Pesticide Application*, 113-118.

