

Elisa Giuliano

**Osservazioni sul *Melandrium album* (Miller) Garcke
parassitato da *Ustilago violacea* (Pers.) Roussel**

INTRODUZIONE

Le modificazioni che l'*Ustilago violacea* promuove nel *Melandrium album* sono largamente note, tuttavia, sono state costantemente interpretate come effetti di una causa (il fungo) tacitamente riconosciuta ma non indagata nel suo intimo meccanismo. Questo fatto potrebbe essere spiegato facendo riferimento al tipo di ricerche fino ad oggi intraprese, infatti le modificazioni che questo fungo stabilisce possono essere interpretate senza ausiliari accertamenti di natura fitopatologica in quanto l'identificazione del parassita può essere effettuata attraverso la sua fase sporifica che si realizza nelle antere degli individui colpiti.

Dati bibliografici informano, che tutte le notizie relative a questo fungo sono frutto di esperimenti condotti in vitro cosicchè, ancora oggi si formulano ipotesi sulla probabile localizzazione della infezione fungina che secondo SPENCER e WITE (1951) potrebbe essere individuata o negli apici vegetativi o nei fiori o in lesioni casuali del fusto.

Sulla base di questi fatti abbiamo creduto opportuno di intraprendere una serie di ricerche nell'intento di raccogliere tutti i dati possibili per una ricostruzione del ciclo fungino ed in particolare per mettere in luce le modalità di sviluppo del micelio attraverso i tessuti dell'ospite. Per quanto concerne i punti di infezione sembra tuttavia possibile riconoscere una certa affinità di comportamento con il genere *Tilletia* che attacca le

giovani piante alla base, ne segue lo sviluppo e poi sporifica negli ovari.

MATERIALE E METODI

Tutto il materiale esaminato nel lungo periodo dedicato a questa ricerca lo abbiamo prelevato soprattutto nell'Orto Botanico di Napoli dove oltre agli individui maschili e femminili sani erano particolarmente abbondanti anche i corrispondenti individui parassitati.

Il materiale raccolto nell'intervallo di alcuni anni ed in tutti i periodi di vegetazione fu conservato in alcool a 70°.

Poichè non avevamo un'idea precisa di quali fossero i punti in cui potesse iniziare l'infezione fungina, abbiamo prelevato le piante per intere. Gli individui furono raccolti nello stesso giorno e quasi sempre nelle ore fresche del mattino e della sera cioè in quel periodo in cui i fiori di *Melandrium album* sono in antesi e perfettamente turgidi. Abbiamo inoltre esteso le ricerche anche ad individui ottenuti da seme ed infettati artificialmente.

Il problema che polarizzò più a lungo la nostra attenzione fu quello riguardante la scelta del reattivo dal quale dipendeva praticamente l'esito delle ricerche che furono soddisfatte mediante l'uso del bleu cotton ottenuto secondo la formula proposta dal GUEGUEN. Abbiamo inoltre esaminate numerosissime serie di sezioni trasversali e longitudinali di ogni più piccola porzione di organo ed in tutti gli stadi di sviluppo a partire dalle radici e proseguendo verso gli apici fiorali.

Nell'intento di ricostruire le varie tappe del processo infettivo abbiamo iniziato con ordine la comparazione delle strutture morfologiche ed anatomiche degli individui maschili e femminili sani e parassitati del *Melandrium album*.

GLI ORGANI RADICALI

Nell'indagine effettuata sugli organi radicali degli individui sani e parassitati abbiamo notato alcuni fatti che ci hanno indotto a vagliare la possibilità che l'infezione possa iniziare il

suo percorso dalle estreme porzioni radicali. Questa ipotesi poteva essere avvalorata sia da fatti consimili, già noti in letteratura, sia perchè concordava con il comportamento di una pianta perenne quale è il *Melandrium album*, il cui rizoma poteva essere considerato come un focolaio di infezione al quale ogni nuova vegetazione avrebbe attinto lo stato patologico.

Il micelio fungino riscontrato nelle radici degli individui parassitati si presentava sotto forma di tracheo-micosi in quanto invadeva i vasi legnosi delle giovani radici. Queste presentavano un complesso vasale così sviluppato da occupare la quasi totalità della superficie di sezione ed il lume dei vasi era così largo da poter distinguere facilmente le formazioni in essi contenute.

I primi dubbi sulla reale interpretazione di questi fatti sorsero quando abbiamo cercato di rintracciare il micelio sia negli organi radicali limitrofi più vecchi e sia nei corrispondenti organi epigei.

A confermare la scarsa attendibilità di questa origine della infezione fungina, concorre anche l'esame effettuato su radici di individui di un anno, artificialmente infettati e portanti fiori parassitati. Le sezioni ottenute su questi organi dimostrano che non vi è traccia nè di tracheo-micosi nè di micelio nei tessuti ma soltanto l'esistenza sporadica di ife miceliche nella regione corticale esterna.

F U S T I

Le ricerche che ci hanno permesso di ricostruire le modalità di infezione dell'*Ustilago violacea* furono molto lunghe e laboriose poichè mentre era relativamente comprensibile ciò che si verificava nella fase di fioritura e soprattutto a livello delle antere, risultava estremamente problematico nella fase vegetativa in quanto occorreva definire da quale porzione dell'individuo prendeva origine l'infezione.

Dai risultati ottenuti sembra possibile affermare che l'*Ustilago violacea* si propaga attraverso i tessuti dell'ospite a partire dagli organi epigei nella loro fase vegetativa e fiorale.

All'inizio della ripresa vegetativa la pianta presenta una rosetta di foglie dalla quale ben presto si dipartono numerosi rigetti provvisti di gemme vegetative e fiorali.

Il materiale usato in questa ricerca era rappresentato da fusti in diverso grado di sviluppo ma facenti parte di individui di vegetazione non recente, quindi, provvisti di rizomi.

L'esame delle numerose sezioni trasversali e longitudinali in serie ottenute su ogni più piccola porzione di fusto e previamente colorate mostrava che gli organi più vecchi possedevano un'epidermide più spessa ed una sensibile riduzione di peli. Tra l'epidermide ed i fasci fibro vascolari esisteva una guaina di tessuto di origine collenchimatica ma con cellule a parete lignificata negli organi adulti.

Il parenchima midollare presenta normalmente una lesione ellisoidale o circolare che scompare negli organi giovani ed in corrispondenza delle zone nodali. Esaminando infatti una serie progressiva di sezioni trasversali ottenute lungo i fusti adulti abbiamo notato una lesione ellittica o più sovente circolare che attraversava il parenchima midollare (Tav. I fig. b). In un primo tempo abbiamo pensato che questa lesione fosse di natura meccanica cioè risultato di uno sfibramento dei tessuti avvenuto nell'intento di ottenere sezioni estremamente sottili ma poi abbiamo constatato che recidendo nettamente e progressivamente i fusti la lesione anzidetta appariva costantemente come un foro biancastro che spiccava sui tessuti parenchimatici midollari. Un'osservazione microscopica a questo livello mostra che la lesione non è sempre circolare perchè in alcuni punti del fusto essa inizia dalla porzione interna dei fasci ed attraversa tutto il parenchima midollare in senso radiale. Questa lesione fu riscontrata per la prima volta negli individui parassitati ma ulteriori accertamenti dimostrarono che può trovarsi ugualmente anche negli individui sani. Abbiamo notato inoltre che essa attraversa sempre organi adulti mentre si interrompe in corrispondenza delle regioni nodali e negli organi giovani.

Volendo ricollegare questa lesione alle tracheo-micosi radicali, appare chiaro, che se esistesse un rapporto tra questi due fatti essi dovrebbero necessariamente essere legati da una soluzione di continuità.

Il fatto più importante e che si ripeteva costantemente nei fusti era rappresentato da una più intensa colorazione dei tessuti riscontrata a livello dei fasci fibro vascolari. Questa colorazione assumeva spesso l'aspetto di macchie che lasciavano pre-

vedere l'esistenza di elementi estranei abbinati al sistema conduttore e talmente delicati che anche una lieve pressione era sufficiente a distruggerli.

INDIVIDUI OTTENUTI DA SEME

Per identificare quali potevano essere i punti di penetrazione del micelio abbiamo creduto opportuno indagare anche su gli individui molto giovani ottenuti da seme. A questo scopo abbiamo effettuato due esperimenti: nel 1° furono posti a germinare in capsule Petri numerosissimi semi di *Melandrium album* e le plantule ottenute furono prelevate in vari stadi di sviluppo e trasportate in altre capsule. In queste, su carta bibula umida, era stata sparsa una grande quantità di clamidospore di *Ustilago violacea* che avevano dato origine ad abbondante micelio. Le plantule, in queste condizioni, cioè con le radichette appoggiate su questo substrato, racchiuse in termostato, rimanevano per alcuni giorni sviluppandosi più o meno regolarmente, poi erano prelevate e poste in terrine le quali erano collocate per alcuni giorni in una serretta all'aperto. Allorchè dette plantule furono provviste di alcune foglie furono portate su di una terrazza all'aperto, con esposizione sud-est e protette solo da foglie di palma poggiate su di una gabbia metallica.

Il 2° esperimento fu molto più semplice perchè i semi furono posti a germinare direttamente nella terra e le terrine furono tenute nella solita serretta all'aperto per alcuni giorni e quando le plantule erano ancora giovanissime le terrine furono portate all'aperto, sotto la gabbia protetta dalle foglie di palma e si sparsero sulla terra numerose clamidospore di *Ustilago violacea*.

Gli esperimenti in questione furono iniziati il mese di marzo e tutte le terrine in esame furono poste in recipienti più grandi che furono costantemente riforniti di acqua. Dopo tre mesi, cioè nel mese di giugno; incominciò la fioritura. Questo fatto riveste una certa importanza poichè come è noto il *Melandrium album* è una pianta biennale e dovrebbe fiorire soltanto a partire dal secondo anno, salvo quanto riferisce lo SCHOPFER che effettuando esperimenti sul fotoperiodismo ottenne la fioritura entro il sesto mese,

Dai risultati degli esperimenti si può dedurre che di tutte le piante trattate solo alcune di quelle germinate in piena terra ed infettate con spore sparse sul terreno risultarono parassitate cioè con fiori recanti clamidospore.

Nell'intento di chiarire i nostri dubbi sulla origine della infezione fungina abbiamo prelevato alcune piantine in cui un solo fiore aveva appena iniziato l'antesi e le abbiamo conservate in alcool per un esame accurato sia degli organi epigei che ipogei.

La serie di sezioni trasversali ottenute lungo l'organo radicale e previamente colorate consentì di rilevare che non esistevano tracce di micelio nè sotto forma di tracheo-micosi nè in altra regione dei tessuti, soltanto si riscontravano ife miceliche sulla porzione corticale esterna ma non vi era traccia di penetrazione.

ELEMENTI E CAUSE FAVOREVOLI ALL'INFEZIONE

Analizzando i caratteri morfologici esterni presentati dagli individui di *Melandrium album* sembra possibile fare una distinzione tra individui sani e parassitati anche in rapporto alla distribuzione dei peli che non è costante. La pelosità può variare sia qualitativamente che quantitativamente. Se è indotta può essere diffusa o localizzata. Il primo caso si ha negli individui parassitati, mentre il secondo sia nei sani che nei parassitati. In questi ultimi infatti i peli sono maggiormente addensati nei fusti giovani, nel peduncolo florale e nella porzione immediatamente sovrastante. Che la densità di questi peli sia a volte sensibile può essere definita in base al numero di clamidospore che riesce a superare la barriera stabilita da questi peli per raggiungere l'epidermide e che è senz'altro molto limitato. Detti peli sono inoltre nella regione florale di due tipi e cioè pluricellulari semplici e pluricellulari secretori e poichè sono piuttosto ruvidi le clamidospore possono localizzarsi lungo tutta la loro superficie. Sono inoltre fragili e ciò si può dedurre dal fatto che le clamidospore si rinvengono sovente sulla superficie di rottura o nella prima cellula di peli decapitati.

Il tessuto epidermico degli organi giovani, è provvisto di sottile strato cuticolare il quale, unitamente alla forma cellulare

piuttosto convessa consente il formarsi, fra cellula e cellula, di piccolissime insenature. Queste o formazioni consimili che si trovano alla base dei peli anzidetti sono i punti di localizzazione delle clamidospore.

Per quel che concerne l'anatomia degli organi sembra che siano favorevoli alla penetrazione del micelio le strutture di tipo primario cioè con guaine collenchimatiche e fasci vascolari disposti a gruppi separati da evidenti raggi midollari.

È stato inoltre accertato, che le clamidospore di *Ustilago violacea* sono state trovate, anche se con minor frequenza, negli individui sani. Questo fatto è da tener presente allorchè voglia tentarsi una spiegazione sulle cause di localizzazione delle clamidospore per cui anche se la pelosità del peduncolo florale è certo un'elemento favorevole allorchè voglia ammettersi che la prorogazione delle clamidospore sia anemofila, tuttavia, la netta superiorità di questi elementi proprio sui peduncoli degli individui parassitati sembra accreditare l'ipotesi di una *autoinfezione* in quanto i fiori parassitati in antesi si trovano normalmente ad un livello superiore a quelli più giovani di uno stesso individuo. Inoltre i fiori parassitati non si staccano subito dal peduncolo come quelli sani ma durano quel tanto da permettere la completa dispersione delle clamidospore, che possono raggiungere le nuove posizioni, sia ad opera del vento, degli insetti ma soprattutto per semplice caduta sugli organi sottostanti.

INFEZIONE PRIMARIA

Lo stato patologico di un'individuo sembra temporaneo e deriverebbe da due tipi di infezione i quali agirebbero in due momenti che possono essere considerati successivi, contemporanei o ad azione singola (isolata).

Chiamiamo infezione primaria quella che sembra colpire gli organi vegetativi e risulterebbe localizzata alla base degli individui giovani. Essa è rappresentata da pochi punti d'infezione che però sono compresi in un intervallo relativamente esteso. Il micelio attraverserebbe tutto il fusto seguendone lo sviluppo ma lasciando, solo in alcuni organi, traccia del suo percorso. Ciò è confermato dall'esame del primo internodo costituente l'asse

vegetativo dove furono rinvenute per la prima volta, sulla superficie epidermica, clamidospore di *Ustilago violacea*. Queste sono per lo più localizzate alla base del primo internodo ma possono rinvenirsi anche nel primo nodo dell'asse, in quanto, le clamidospore attive si troverebbero sempre alla superficie del suolo o sugli organi vegetativi basali costituenti la rosetta nel caso che le piante siano adulte.

Questi fatti avallano affermazioni già note come quella espressa dal WOLFF (1873) secondo la quale il micelio delle *Ustilaginaceae*, fruttificanti sulle parti fiorali delle *Graminaceae*, penetra alla base dell'asse di queste piante e l'altra riguardante la vita saprofitica dello stato sporidifero del fungo che svolge il suo promicelio sulle sostanze organiche (COMES).

Poichè il *Melandrium album* è provvisto di una rosetta di foglie basali è logico che questa formazione rappresenta un substrato azotato favorevole alla germinazione delle clamidospore. Al sopraggiungere delle condizioni adatte il micelio fungino inizierà la sua penetrazione ed il suo cammino ascendente a partire dalle zone limitrofe al terreno ed il suo accrescimento sarà parallelo o quasi a quello dei rigetti in via di sviluppo. Poichè gli organi vegetativi aerei scompaiono all'inizio della stagione avversa le clamidospore che daranno origine alla nuova infezione rimarranno annidate, per tutto l'inverno sulle foglie della rosetta basale o nelle immediate circostanze cosicchè il risveglio della primavera mentre farà germinare le clamidospore formerà anche i nuovi germogli la cui tenera costituzione favorirà la penetrazione del micelio stesso.

Il rinvenimento delle clamidospore, nel caso dell'infezione primaria, lungo il primo internodo resta praticamente spiegato dal fatto che essendo questo organo molto peloso e piuttosto ruvido allorchè esso si accresce allontanandosi dal suolo, può trasportare verso l'alto quelle clamidospore che erano tra le foglie basali. Le clamidospore trascorrono il loro periodo di riposo a fior di terra e germinano in superficie, in ambiente ricco di ossigeno, ed attaccano gli organi giovani su cui si trovano o che possono facilmente raggiungere strisciando per tratti più o meno lunghi.

IL PEDUNCOLO FIORALE E L'INFEZIONE FUNGINA

Sotto l'epidermide dei giovani tessuti del peduncolo florale in esame abbiamo trovato un parenchima corticale non molto sviluppato comunque raramente differenziato in uno strato di natura collenchimatica che lo divide in due metà. Detta semplicità di tessuti è però quasi sempre limitata alla sola porzione superiore del peduncolo florale e rispecchia anche la struttura dei giovani fusti. Infatti a partire da questo limite procedendo verso le regioni più vecchie, già descritte, il parenchima corticale del fusto si arricchisce di una guaina di tessuto sclerenchimatico che forma quasi una barriera tra l'epidermide ed i tessuti vascolari. Identiche modificazioni si verificano anche nei confronti del tessuto vascolare i cui elementi in un primo tempo decorrono raggruppati e separati da raggi midollari ma ben presto si fondono isolando verso l'interno il parenchima midollare.

I primi fiori sporificanti daranno origine al secondo tipo infettivo o infezione secondaria che colpisce quasi esclusivamente gli organi floreali. Questo secondo stadio infettivo può essere normalmente considerato come una reinfezione poichè ha inizio dopo l'antesi dei primi fiori cioè quando le clamidospore provenienti da questi, per cause naturali o meno, cadranno sulle ramificazioni sottostanti i cui fiori, sono in vario grado di sviluppo.

Nella infezione secondaria o florale le superfici colpite sono molto ridotte ma i punti d'infezione sono numerosissimi ed il micelio per raggiungere gli organi staminali percorre a volte intervalli ridottissimi. Abbiamo inoltre accertato che la reinfezione può funzionare anche da infezione primaria qualora le clamidospore cadono o sugli organi floreali di individui sani pressochè adiacenti o su organi vegetativi basali di individui giovani e sani. L'infezione si articola praticamente in due tempi che risultano forniti di due cicli: « *uno lungo* » se gli individui sono colpiti all'inizio dello sviluppo vegetativo ed in un « *ciclo breve* » se l'infezione si instaura all'altezza della fase florale. Conformemente alla durata del ciclo vegetativo nella vita di un individuo esisteranno uno o almeno pochi « *cicli lunghi* » mentre numerosissimi saranno quelli « *brevi* ».

L'infezione primaria serve ad instaurare lo stato patologico infettivo ma questi sarebbe costretto ad esaurirsi in breve tempo se le clamidospore formatesi nei fiori non trovassero elementi e condizioni adatte, come spesso accade. L'affermarsi ed il perdurare dell'infezione dipende quindi sia dalla cospicua ed incalzante produzione di elementi fiorali sull'individuo portatore dell'infezione primaria e sugli individui sani e malati esistenti nelle circostanze ma soprattutto è legata alla facile ed immediata germinabilità delle clamidospore di recente produzione non appena hanno raggiunto gli elementi fiorali o comunque organi giovani assili. Nel corso delle nostre ricerche è risultato evidente che era sufficiente prelevare un'abbondante numero di fiori parassitati appena in anthesi per notare una scomparsa, a volte definitiva, dello stato patologico su di una larga estensione.

Le clamidospore che riescono a superare la barriera di peli, si depositano nelle sinuosità intercellulari della superficie epidermica che rappresentano anche i punti d'infezione e da cui prenderà origine il micelio fungino. La clamidospora, così localizzata, si trova praticamente nelle condizioni migliori per poter germinare in quanto la fitta barriera di peli che protegge l'epidermide crea, in vicinanza di questa, delle condizioni certamente ottimali di temperatura ed umidità paragonabili a quelle che possono realizzarsi in una serra.

MODALITÀ DI PROPAGAZIONE DEL MICELIO

Poichè la clamidospora può trovarsi sia in diretto contatto con l'epidermide o può rimanere sospesa tra i peli tratteremo questi due casi separatamente. Se la clamidospora si trova sulle cellule epidermiche allorchè il micelio ha perforato il sottile strato cuticolare la cellula apicale si insinua tra le pareti di due cellule contigue. Se si riesce a cogliere la fase iniziale di penetrazione si noterà che man mano che il micelio si sviluppa nei tessuti dell'ospite le cellule esterne da cui deriva aderiscono schiacciandosi l'una all'altra fino a formare un corpo cuneiforme infisso nel punto di penetrazione del micelio (Tav. III, fig. a). La penetrazione del micelio può essere facilitata dall'apertura delle cellule stomatiche attraverso le quali si dirige verso l'interno.

Il fatto più importante e suggestivo che si nota nel decorso del micelio fungino è la sua propagazione in linea retta e la sua direzione ben precisa, infatti insinuandosi tra le pareti cellulari attraversa gli spazi intercellulari, e punta direttamente sui fasci fibro-vascolari.

La consistenza del filamento micelico non è però uniforme in quanto si presenta più ispessito in corrispondenza degli spazi intercellulari dove cioè occupa tutto lo spazio consentito.

Ulteriori accertamenti sembrano favorire l'ipotesi che lo spessore, non indifferente, mostrato dal micelio fungino nel suo decorso non sia quello effettivo e ciò risulta chiaro se si osserva quanto avviene allorchè il filamento staminale s'insinua tra due pareti cellulari contigue. I nuclei di queste cellule sono attratti verso la parete costeggiata dal micelio ed aderiscono ad essa quasi a formare un'unico corpo, inoltre, è evidente che il micelio nell'attraversare i tessuti dell'ospite incontra punti di maggiore resistenza quindi assume un'aspetto anulato lombriciforme.

Il micelio si ramifica quasi sempre ad una certa distanza dall'epidermide ed i suoi rami circondano o penetrano direttamente nei fasci fibro vascolari.

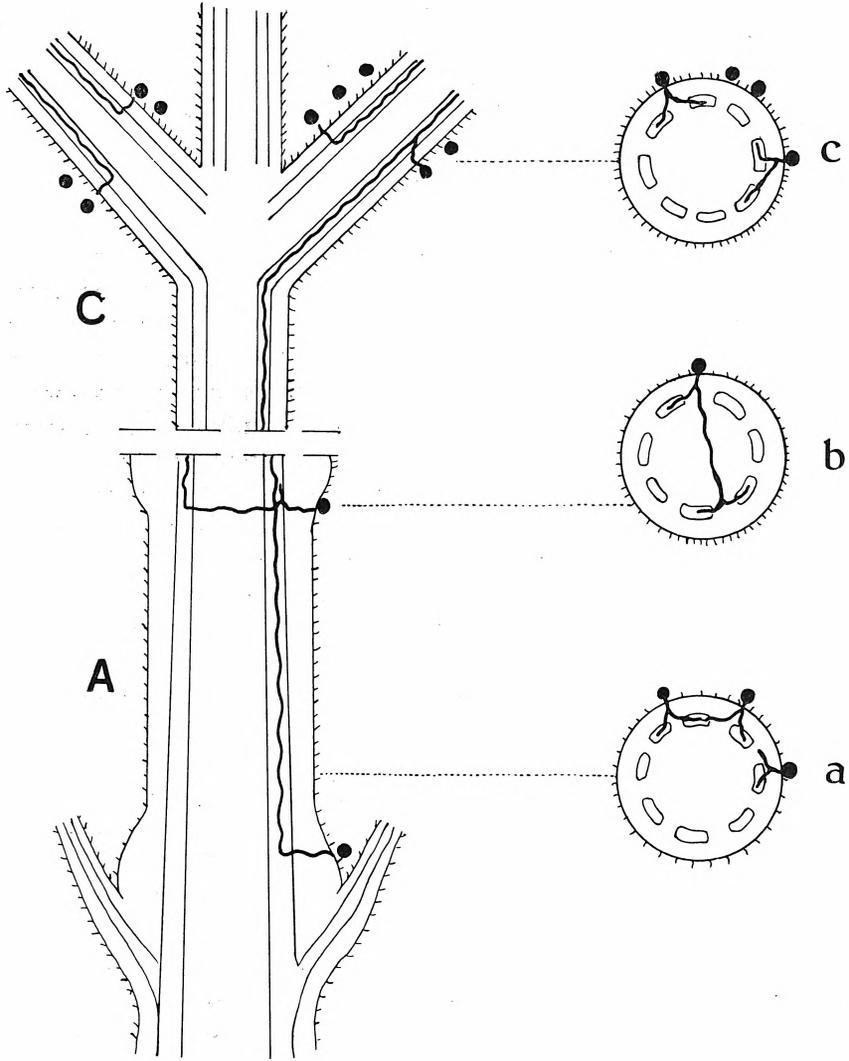
PUNTI D'INFEZIONE

I punti d'infezione possono essere estesi a tutta la circonferenza degli organi o circoscritti ad un solo settore. Nel primo caso il decorso dei vari miceli fungini appare sulla superficie di sezione come tanti raggi quasi simmetricamente distanziati che convergono sulla regione dei fasci fibro vascolari (Tav. I, fig. c). Nel secondo caso, quando l'infezione è limitata ad uno o più punti della stessa semicirconferenza, il micelio può comportarsi in due modi o raggiungere i fasci che gli competono e confondersi in essi oppure una o più ife oltrepassano detti fasci attraversando il parenchima midollare e penetrando e scomparendo nell'opposta regione vascolare. Questi fatti sono stati ulteriormente avvalorati dall'esame di sezioni longitudinali in quanto queste possono fornirci una visione più ampia del fenomeno. Da questo esame risulta che i punti d'infezione sono normalmente compresi nella estrema porzione apicale del peduncolo consi-

derato e ciò concorda con quanto è stato notato circa la variazione delle strutture anatomiche dell'asse (Tav. I, fig. d). Resta anche perfettamente confermato quanto abbiamo detto circa il percorso rettilineo del micelio fungino e per quel che riguarda i punti d'infezione che possono essere estesi a tutta la circonferenza dell'asse o solo ad una semicirconferenza. Esaminando ora, la questione dei punti d'infezione su di un piano più generico possiamo dire che non soltanto le clamidospore che sono in diretto contatto con l'epidermide possono germinare, ma a quanto sembra, anche quelle che si trovano ad una certa distanza da essa cioè tra i peli. Infatti, è stato constatato spesse volte che un determinato micelio fungino si prolungava al di fuori del tessuto epidermico confondendosi nell'intrico di peli che lo circondava (Tav. II, fig. d). Sembra quindi possibile affermare che il micelio fungino sia dotato, forse nella sua cellula apicale, marcatamente ellittica, più sviluppata e densa di materia vivente, di un potere che la guida nella selezione dei punti più adatti da attraversare per raggiungere la meta.

Le osservazioni fin qui riportate le abbiamo fatte esaminando individui maschili parassitati tuttavia salvo alcune precisazioni queste sembrano valide anche per le femmine parassitate. In quest'ultime si ha che l'intervallo del peduncolo florale, sul quale si verifica l'infezione fungina è sensibilmente più ridotto nei confronti di quello dei maschi parassitati. Inoltre, il micelio fungino si presenta molto più sottile che nei maschi parassitati e ciò sembra concordare con la struttura anatomica del peduncolo florale che è un pò diversa. Infatti le cellule delle porzioni attraversate dal micelio non sembrano così strettamente connesse come nei maschi parassitati quindi il micelio non incontrando grandi difficoltà di penetrazione, si deforma meno.

Dalle osservazioni relative agli individui sani risulta inoltre che nonostante la presenza di clamidospore sui loro peduncoli fiorali sia frequente ed esse possono germinare e svilupparsi con le stesse modalità riscontrate nei corrispondenti individui parassitati essi non vengono tuttavia considerati tali perchè il micelio, per cause non ancora assodate, si esaurisce prima di raggiungere gli organi fiorali dove normalmente conclude il suo ciclo sporificando. Basandoci su queste premesse e sul fatto che il fungo ha un ciclo relativamente breve è evidente che se di tutti



A primo internodo e nodo di una giovane pianta dove inizia l'infezione primaria.
 a sezione trasversale del primo internodo di una giovane pianta con presenza di clamidospore e modalità del percorso del micelio fungino di *Ustilago violacea*.

b il micelio fungino non scompare nei fasci fibro vascolari che gli competono ma attraversa il parenchima midollare e penetra nei fasci opposti.

C peduncoli fiorali dove inizia l'infezione secondaria o reinfezione.

c sezione trasversale dell'estremità di un peduncolo florale il quale differisce dalla (a) solo per il numero molto più sensibile di clamidospore e di punti d'infezione su di essa riscontrati.

gli individui infettati solo alcuni, mostrano tramite la formazione di clamidospore, la loro condizione patologica, deve esistere un punto di sfasamento nell'azione del fungo sui tessuti dell'ospite, i quali risulterebbero recettivi solo in particolari condizioni o in particolari momenti.

Fatti consimili appaiono evidenti fin dalla germinazione della clamidospora in quanto nonostante il numero di queste sia enorme in particolare sugli individui parassitati, soltanto alcune si trovano in condizioni di germinare come è possibile constatare dal numero dei miceli che possono incontrarsi su di una superficie di sezione. Tra i fattori che certamente influiscono sensibilmente sono da annoverarsi l'umidità e la temperatura, esiste infatti una quasi perfetta uniformità di sviluppo tra il ciclo del fungo e quello della pianta ospite, mentre uno sfasamento si verifica in corrispondenza della stagione calda.

È stato tuttavia notato che piante normalmente parassitate, con il sopraggiungere dell'estate, portano fiori sani quindi è possibile ammettere due ipotesi o il fungo pur essendo presente nella pianta non trova le condizioni adatte per sporificare e gli elementi fiorali risultano sani o il fungo esaurisce la sua vitalità nel breve intervallo compreso tra il peduncolo florale e le antere. La prima ipotesi potrebbe essere avvalorata dall'aver trovato il micelio anche negli individui sani mentre la presenza di clamidospore sui peduncoli fiorali di individui parassitati avvalorerebbe la seconda ipotesi cioè quella relativa alla presenza di numerosi cicli di infezione (settoriali) cioè tanti quanti sono i punti d'infezione sui peduncoli fiorali o altri organi. Poichè le clamidospore che incontriamo sugli organi degli individui parassitati e sani di *Melandrium album* non differiscono minimamente da quelle prodotte nelle antere è logico ammettere che nel ciclo del fungo non esistono fasi intermedie al di fuori della pianta ospite. Esiste quindi per il micelio dell'*Ustilago violacea* un primo ciclo che inizia con la fase vegetativa e termina con i primi fiori parassitati. Da questo momento e per tutta la durata delle numerose fioriture l'infezione prende origine a livello florale ed è rappresentata da altrettanti cicli brevi. Poichè questo ciclo si compie con minimo dispendio di materia e d'energia è logico supporre che durante il periodo in cui esistono antere sporificanti sarà il solo a funzionare.

INFEZIONE NELLE LAMINE FOGLIARI

Sezionando longitudinalmente dei germogli fiorali di un individuo parassitato di *Melandrium album*, sarà possibile osservare previa colorazione, il decorso del micelio fungino sia nei fusti che nelle foglie.

Al livello da noi prescelto tutti gli organi che s'incontrano: nodi, internodi, foglie e fiori possono trovarsi in vari stadi di sviluppo il che consente di ricostruire le modalità del processo infettivo. Un'indagine microscopica, effettuata sui predetti germogli, ci permette inoltre di precisare, che essi sono quasi costantemente cosparsi di clamidospore di *Ustilago violacea* la cui localizzazione è favorita dalla pelosità degli organi in esame. Detta localizzazione, sembra tuttavia controllata dallo stadio di sviluppo in cui si trovano gli organi anzidetti in quanto le clamidospore, potranno trovarsi o solo sul lato esterno dell'elemento fogliare o anche sul lato interno e quindi direttamente in contatto con gli organi assili.

L'esame delle sezioni longitudinali e trasversali ci permetterà quindi di confermare fatti già noti e di individuarne altri nuovi. Infatti, quando le clamidospore raggiunta la maturità, germinano, il micelio fungino, potrà in base alla posizione iniziale delle spore, o penetrare direttamente nel fusto o per raggiungere questo organo dovrà attraversare prima lo spessore fogliare.

Per quanto concerne il decorso del micelio fungino esso rispecchia le modalità già menzionate, cioè ha un'andamento rettilineo radiale fino ai fasci fibro vascolari nei quali si cela per tutto il suo decorso. Il micelio fungino si propaga, inoltre, solo attraverso organi già differenziati come dimostra il suo decorso che solo raramente è sinuoso, per effetto dell'accrescimento dell'organo colpito. È tuttavia possibile trovare casi in cui il micelio penetra radialmente in organi molto giovani siano essi fogliari od assili. Questo fatto ci consente di poter prevedere che negli organi adulti, qualora risulteranno infetti, non si potrà rintracciare il percorso effettuato inizialmente dal micelio poichè l'allungamento degli organi non sarà certo coadiuvato da quello

delle ife che praticamente si distruggeranno anche perchè sono di breve durata. Per quel che concerne la localizzazione delle clamidospore di *Ustilago violacea* è stato già precisato che esse possono trovarsi su ambedue le pagine fogliari tuttavia è logico pensare che solo il micelio proveniente dalla pagina esterna attraversi lo spessore fogliare. Da numerose osservazioni risulta invece che, forse per il realizzarsi di condizioni favorevoli di temperatura ed umidità, la germinazione delle clamidospore è molto più rilevante sulla pagina interna della foglia. Il micelio però pur avanzando in linea retta molto spesso anzichè penetrare subito nel fusto si dirige molto spesso, invertendo il cammino, verso la pagina esterna della foglia. Dopo aver percorso un breve intervallo parallelamente al di sopra o al di sotto delle cellule epidermiche riattraversa una o più volte lo spessore fogliare ed infine si dirige verso il fusto. È stato importante osservare che mentre nel fusto il micelio si dirige verso i fasci fibro vascolari e prosegue in essi allorchè esso attraversa lo spessore fogliare, pur incontrando sovente molti fasci, esso li supera senza alcuna incertezza. Questo fatto è stato notato anche su di alcune sezioni longitudinali di fusto, provviste di gemme ascellari. Il micelio infatti, attraversa indifferente i giovani fusti della gemma e punta sui fasci dei tessuti adulti del fusto, che sono più centrali.

Questi fatti ci consentono una duplice interpretazione e cioè o che soltanto a livello degli organi adulti ed assili esistono delle sostanze capaci di funzionare da prodotti chemiotattici per il micelio in movimento o esso si serve degli organi adulti semplicemente perchè sono i soli adatti alla sporificazione. Una semplice constatazione sembrerebbe tuttavia favorevole all'accettazione del primo presupposto perchè è chiaro che allorchè ci allontaniamo dai fusti adulti e cioè a livello delle gemme e più segnatamente negli organi fogliari, il micelio dimostra di non soggiacere ad alcun stimolo preciso almeno per quel che concerne la sua finalità. È evidente, tuttavia che nonostante negli organi fogliari il micelio effettui molto spesso, dei percorsi superflui e privi di significato il suo decorso è però sempre rettilineo, come nel fusto, il che lascia prevedere che la cellula apicale deve essere dotata di un particolare senso orientativo per cui dovrebbe realizzare il massimo rendimento con minimo consumo di materia e d'energia.

La realizzazione delle finalità del micelio fungino di *Ustilago violacea* dipendono quindi da fattori di varia natura che possono precedere, favorire, ritardare od anche annullare l'incontro tra il micelio e gli elementi vascolari del fusto.

CARATTERISTICHE DEGLI INDIVIDUI SANI E PARASSITATI

A giudicare da quanto abbiamo più volte messo in evidenza nel corso delle nostre ricerche sembra possibile affermare che lo stato patologico di un individuo di *Melandrium album* non può essere definito soltanto dalla presenza di clamidospore di *Ustilago violacea* nelle antere in quanto è possibile dimostrare l'esistenza di individui parassitati ma con antere prive di clamidospore. Questo fatto, facilmente comprensibile, sembra legato ad una duplice finalità del micelio fungino che pur presentando un'unico sistema di sviluppo può per l'instaurarsi di condizioni particolari essere costretto a seguire un duplice comportamento. La prima e più semplice versione di questo andamento è senz'altro quella a tutti nota e che rispecchia praticamente le finalità del micelio che si esaurisce sporificando a livello degli organi fiorali per cui chiamiamo parassitati gli individui che hanno le antere ricche di clamidospore. Per identificare l'altro comportamento del micelio sarà necessario far ricorso all'indagine microscopica attraverso la quale potremo scoprire che molti individui che normalmente sono considerati sani mostrano caratteri comuni con quelli parassitati e cioè hanno l'epidermide cosparsa di clamidospore e se queste germinano le ife miceliche hanno un comportamento rettilineo radiale con riferimento ai fasci fibro vascolari. Le differenze nel comportamento dei due tipi menzionati sembra si verificano a livello degli organi fiorali o nelle immediate vicinanze cosichè, negli individui considerati macroscopicamente sani, il micelio, o non riesce a raggiungere le antere o qualora le raggiunge non può sporificare. Che la inibizione, sia localizzata con molta probabilità in corrispondenza dei peduncoli fiorali, sembra poterlo dedurre attraverso gli individui femminili sani nei quali il fungo stabilisce, allorchè diventano parassitati, delle modificazioni abbastanza profonde facendo insorgere gli organi staminali nei quali sporificherà. In questo caso particolare si nota spesso che nonostante gli organi

assili degli individui siano abbondantemente infettati gli organi florali non mostrano alcun carattere mascolino (stami) e i pistilli continuano indisturbati il loro sviluppo. Un comportamento così particolare sembra lasciare prevedere l'esistenza di una barriera naturale creata dall'organismo stesso cioè una resistenza all'agente patogeno che potrebbe essere anche il risultato delle numerose e frequenti infezioni subite dall'individuo.

Se in una colonia di individui di *Melandrium album* uno di essi viene raggiunto da una o più clamidospore all'inizio della vegetazione o successivamente allorchè appariranno i primi fiori parassitati e per tutto il periodo di fioritura, questi, potranno infettare e reinfettare, a gettito continuo praticamente tutti gli individui esistenti nelle circostanze ma l'infezione sarà giudicata tale solo se il fungo riuscirà a sporificare. La reazione degli individui all'infezione è come abbiamo visto molto varia.

Se il micelio riesce a raggiungere le antere e sporificare esso sarà macroscopicamente visibile e l'individuo sarà considerato parassitato ma dalle precisazioni dianzi fatte potremo asserire che virtualmente non esistono individui sani poichè il micelio potrebbe essere sempre presente ma non sempre rilevabile ad occhio nudo.

Un caso particolare con valore di stadio intermedio tra lo stato patologico a carattere macroscopico e quello microscopico sembra rappresentato dall'andamento settoriale dell'infezione fungina. Infatti, abbiamo avuto occasione di considerare questo fenomeno e di notare che l'infezione fungina si propaga per settori cosichè per individuare la sua presenza è necessario a seconda degli organi abbinare l'esame macroscopico a quello microscopico ed inoltre quest'ultimo deve essere sempre effettuato su superfici di sezione complete. Poichè lo stato patologico è quasi sempre legato ad un particolare tipo d'infezione, cioè alla reinfezione, poichè questa è di breve durata, in quanto il ciclo fungino si conclude molto rapidamente si può dedurre che nella vita di un individuo, l'intensità dei cicli infettivi è regolata dalla sporificazione dello stesso individuo o di tutti quelli esistenti nelle immediate vicinanze. Ciò è palese qualora si riesca a recidere tutti gli organi florali di un individuo parassitato così da eliminare per una certa area ogni possibilità d'infezione, fatto questo, che non potrebbe realizzarsi qualora il micelio avesse

un comportamento diverso con sede stabile e definitiva nei tessuti invasi.

DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

L'A. ha cercato di mettere in luce i rapporti che il micelio fungino di *Ustilago violacea* contrae con tutti gli organi degli individui maschili e femmini del *Melandrium album*. In questa prima nota, sono stati approfonditi solo i rapporti stabiliti con gli organi vegetativi.

Dall'esame degli organi epigei, sembrò possibile dedurre che l'infezione si propaga mediante *cicli infettivi* che possono essere di due tipi: lunghi e brevi. Il primo ciclo sembra ascrivere uno o comunque pochi *cicli lunghi* o *infezioni primarie* perchè possono colpire soltanto gli individui giovani in via di sviluppo in quanto la loro struttura anatomica è perfettamente rispondente allo scopo. Le clamidospore che raggiungono la base di un individuo di *Melandrium album*, possono a seconda delle condizioni ambientali e vegetative dell'individuo germinare subito o con la nuova vegetazione. Il micelio che si formerà penetra radialmente nei fusti giovani fino a raggiungere i fasci fibro vascolari e procede intimamente celato in essi fino alla sporificazione. L'infezione secondaria o reinfezione sembra formata da numerosissimi *cicli brevi* perchè si realizza in corrispondenza della fase florale (organi giovani) con esclusione totale o parziale di quella vegetativa (organi adulti). Le clamidospore provenienti dai primi fiori di un individuo colpito da infezione primaria, potranno cadere sia sui fiori dello stesso individuo sia sui fiori di individui sani o parassitati che si trovano nelle immediate circostanze. Se poi, dette clamidospore raggiungono, individui giovani in via di sviluppo la loro germinazione darà origine ad una nuova infezione che in questo caso chiameremo ancora *primaria* od a *ciclo lungo*.

Gli agenti che collobarono al realizzarsi di questi fatti potrebbero essere il vento e gli insetti per la infezione a distanza, ma è chiaro che il principio normalmente realizzato è quello della *autoinfezione* in quanto le clamidospore dei fiori più vecchi di una pianta per mezzo di reinfezioni successive colpiscono i fiori via via più giovani della stessa pianta. La condizione ideale

affinchè possa realizzarsi l'infezione è la presenza di organi a struttura primaria. Tra i fattori che collaborano al realizzarsi dell'infezione è senz'altro da considerare la pelosità che può essere più o meno evidente. La penetrazione dell'ifa micelica apicale, ricca di plasma, e di forma allungata, avviene in punti ben definiti dell'epidermide cioè tra le pareti intercellulari radiali o attraverso le aperture stomatiche dirigendosi infallibilmente verso i fasci fibro vascolari che potrà raggiungere direttamente o dopo breve percorso. Questo comportamento consente di commentare un'altro fatto cioè quello inerente alla propagazione dell'infezione fungina, che appare sotto un'aspetto che potremo definire « controllata o per settori » e che è transitoria e perfettamente giustificata nel decorso e nella specifica localizzazione attraverso i fasci fibro vascolari. Poichè il micelio ha come punto di riferimento i fasci e raggiunge questi percorrendo lo spazio più breve e poichè non si espande nei tessuti parenchimatici corticali o midollari il decorso che il micelio effettua nell'interno del fusto è praticamente stabilito, salvo eccezioni, dai suoi punti di penetrazione sull'epidermide. Quindi per quel che riguarda l'estensione dei punti d'infezione, poichè il fusto è a sezione circolare, esiste una numerosa gamma di variazioni per cui la pianta può risultare parassitata per metà o secondo frazioni maggiori o minori sia della circonferenza dell'asse che di qualsiasi organo colpito. Se l'infezione inizia su di una mezza circonferenza, come spesso accade, è perchè su di essa sono cadute le clamidospore o comunque è lì che esistono i punti d'infezione. L'altra metà dell'asse può infettarsi soltanto se i fasci di questa vengono raggiunti a livello del punto l'infezione o successivamente da qualche ifa che anzichè penetrare nei fasci che le competono attraverso il parenchima midollare e scompare nei fasci opposti. Questo fatto sembra causare quella lesione esistente nel parenchima midollare di un gran numero di fusti. Detta lesione si formerebbe in uno stadio giovanile e starebbe a dimostrare il punto di attraversamento del micelio. L'estensione di questa lesione a tutto l'internodo sarebbe operata dall'allungamento di quest'organo.

La uniformità di comportamento di molti individui sani e parassitati, a livello microscopico, ha inoltre consentito di precisare che non si può definire parassitato solo quell'individuo con antere colpite dalla fase sporifica del fungo. Se il fungo non

riesce a sporificare, come avviene molto spesso, ciò non toglie che il micelio esiste e l'individuo non potrà essere considerato sano.

Il comportamento del micelio è molto schematico tuttavia alla realizzazione del suo meccanismo d'azione sembra non concorrono soltanto le strutture morfologiche ed anatomiche dianzi menzionate ma esse agirebbero in funzione di un meccanismo più complesso di natura fisiologica. La elettività del micelio fungino per la regione vascolare lascia prevedere infatti rapporti molto più profondi di quelli derivanti da una semplice contiguità di tessuti. Ciò sembra avvalorato dal fatto che il micelio fungino di alcune *Ustilaginaceae* a decorso intercellulare, può inviare diverticoli nella cavità delle cellule che costeggia. Questa premessa avvalorerebbe la nostra ipotesi qualora si sia tentati di interpretare nello stesso senso i rapporti esistenti tra i fasci fibro vascolari ed il micelio di *Ustilago violacea*. Questa interpretazione qualora fosse esatta, avrebbe un grandissimo valore in quanto consentirebbe di pensare che i prodotti del metabolismo fungino potrebbero essere immessi direttamente nel sistema vasale causando immediate e molto complesse reazioni generali o locali a seconda che sia interessato al processo tutto o parte del sistema vasale di un individuo. Poichè queste reazioni esistono ci auguriamo di poter chiarire, anche indirettamente, la loro origine.

RIASSUNTO

L'A. ha esaminato il comportamento dell'*Ustilago violacea* negli organi vegetativi del *Melandrium album*.

Sembra che l'infezione colpisce sempre gli organi giovani e può essere di due tipi: « primaria » se li localizza alla base dei fusti, e « secondaria » se si localizza all'estremità dei peduncoli fiorali.

Il sistema di propagazione del micelio è uniforme in quanto esso dopo aver attraversato radialmente la regione corticale segue il percorso dei fasci. Questo comportamento è perfettamente rispondente alle finalità del fungo il cui unico scopo è di raggiungere gli organi fiorali dove sporificherà.

SUMMARY

The author has examined the behaviour of *Ustilago violacea* in the vegetative organs of *Melandrium album*.

It appears that infection always strikes young organs. Such infection may be of two types: «primary» if it is localised at the base of stems and «secondary» if it localised is at the top of the floral peduncle.

The system of propagation of mycelium is uniform since such mycelium follows the direction of the bundles. This behaviour corresponds perfectly to the purpose of the fungus whose sole aim is to reach the floral organs where it will spore.

BIBLIOGRAFIA

- BAAR, R. - *Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise des Mycelium von Ustilago violacea Pers.* Sitzungsber d. Naturw. Medizin. Ver. für Böhmen. «Lotos» 23: 276-282, 1903
- BAKER, H. G. - *Infection of species of Melandrium by Ustilago violacea (Pers.) Fuckel and the transmission of the resultat disease.* Ann. Bot. N.S. II: 333-348, 1947.
- BAUCH, R. - *Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerk male bei Ustilago violacea.* Biol. Centralbl. 42: 9-38, 1922.
- BLARINGHEM, L. - *Notes sur la biologie des rouilles et des charbon 3. Infection partielle par les Ustilaginées.* Rev. Path. Veg. Ent. Agric. 10: 246-252, 1923.
- BLUMER, S. - *Untersuchungen über die von Ustilago violacea (Pers.) Fuck. I. Mitteilung: Ernährungs und Kulturbidigungen-Wirkungen des Saponins* Arch. Mikrobiol. 8: 458-478, 1937.
- BRAUN, C. A. - *Growth Is Affected.* Plant Pathology, vol. I: 207-208, 1959.
- BREFELD, O. - *Botanische Untersuchungen über Hefenpilze. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie. V. Die Brandpilze I. VI, 220 pp.* Leipzig 1883.
- CHEVALIER, L. - *Comportement du Cynodon dactylon vis-avis d'un parasite Ustilago cynodontis (Pass.) P. Henn.* Naturalia Monapeliensia Ser. Bot. fasc. 12: 3-12, 1960.
- CICCARONE, A. - *Reproduction Is affected.* Plant Pathology, vol. I: 267-268, 1959.
- CIFERRI, R. - *Flora Cryptogama pars. I. Fungi, Ustilaginales, fasc. 17:* 1938.
- COMES, C. - *Crittogamia Agraria*, 1891.
- CORNU, M. - *Sur le Melandrium dioicum attaque par un Ustilago.* Bull. Soc. Bot. France 16: 213-214, 1869.
- DE FRANCISCIS, F. - *Sulla presenza dell'Ustilago violacea Pers. nei fiori di Melandrium pratense Roehl.* Bull. Soc. Bot. Ital.: 261-266, 1901.
- FERRARIS, T. - *I parassiti vegetali delle piante coltivate od utili*, 1913.
- FISCHER, G. W. - *The smut fungi. A guide to the literature, withe bibliography.* New York, 1951.
- GIARD, A. - *Sur la castration parasitaire du Lyncis dioica L. par l'Ustilago antherarum Fr.* Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 107: 757-759, 1888.
- GRASSO, V. - *Attacchi di Ustilago Hordei (Pers.) Lagerh. sui culmi dell'orzo.* Annali della Sper. Agr. N. S., vol. II, n. 4: 1087-1093, 1953.
- HECKE, L. - *Die ansteckung Von Blattachselknospen durch Ustilago violacea (Pers.) Fuck.* Fortschr. der Landw (Vienna). I: 150-151, 1926.

- LIRO, I. - *Die Ustilagineen Finnlands*. I. Ann. Acad. Sci. Fenn. ser. A 17 - XVIII 37, Helsinki, 1924.
- LINDBERG, B. - *Ustilaginales of Sweden*. Symbolae Botanicae Upsalienses, XVI, 2, 1959.
- MEROLA A. - *L'azione di Ustilago violacea (Pers.) Roussel sui caratteri sessuali secondari di Melandrium album (Miller) Garcke*. Ann. di Bot., 24: 71-96, 1952 a.
- — - *Osservazioni sulla lunghezza dell'internodio calice-corollino nei fiori maschili e femminili di Melandrium album (Miller) Garcke parassitato da Ustilago violacea (Pers.) Roussel e sul suo significato*. Delpinoa, N. S., vol. I, 177-198, 1959.
- MOTTAREALE, G. - *L'Ustilago reileiana f. Zeae e la formazione dei tumori staminali nel granone*. Annali Scuola Sup. Agr. Portici fasc. II, vol. IV: 1-17, 1902.
- PIRONE, P. P., DODGE, B. Q., RICHTT, H. W. - *Diseases and Pests of Ornamental Plants*, 1960.
- SARTORIS, G. B. - *Studies in the life history and physiology of certain smuunt*. Amer. Journ. Bot., XI, n. 10: 617-646, 1924.
- SCHOPFER, W. H. - *Etude du photoperiodisme chez Melandrium album (Miller) Garcke*. Actes de la Soc. Helvétique des sciences Natur.: 151-152, 1941.
- — - *Über die Einwirkung von Aneurin auf das Wachstum von Ustilago violacea*. Ber. Deutschen Bot. Ges. 55: 572-576, 1937.
- — and BLUMER, S. - *Les facteurs des croissance des espèces du genre Ustilago*. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 206: 1141-1143, 1938.
- — - *Recherches sur la phénologie de Melandrium album (Miller) Gke parasite par Ustilago violacea (Pers.) Fuck*. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 210: 703-705, 1940.
- SMITH, G. M. - *Cryptogamic Botany. Algae and Fungi*, vol. I, 1955.
- TAPKE, F. V. - *Environment and Cereal Smuts*. The Botanical Review, vol. 14 n. 6, 359-412, 1948.
- TULASNE, L. R. - *Second mémoire sur les Uredinées et les Ustilaginées*. Annales des Sci. Nat., 77-196, 1854.
- WALDHEIM, A. - *Aperçu systematique des Ustilaginées leur plantes nourricieres et la localization de leur spores*, 51 pp., Paris 1877.
- WANG, D. T. - *Observations cytologiques sur l'Ustilago violacea (Pers.) Fuck*. Compt. Rend. Acad. Scien. Paris 195: 1417-1418, 1932.
- — - *Contribution à l'étude des Ustilaginées (cytologie du parasite et pathologie de la cellule hôte)*. Le Botaniste 26: 540-670, 1934.
- WERTH, E. - *Untersuchungen über die Infection von Melandrium album*. Mitt. Biol. Anst. f. Land. u-Forstw. 10: 11-12, 1910-1912.
- WHITE, H. L. - *Anther smut of perpetual flowering carnations*. Gard. Chron. 100: 254, 1936.
- WOOLMAN e HUMPHREY - *Summary of literature on bunt, or stinking smut of wheat*. U.S. Dept. of Agr. Departm. Bull. n. 1210, pag. 1-44, 1924.
- ZILLING, H. - *Über spezializiert Formen beim Antherenbrand Ustilago violacea (Pers.) Fuck*. Centralbl. f. Bart Part. 2, 53: 33-73, 1921.
- — - *Ustilaginales (Brandpilze)* In « Soraner) Handbuch d. Pflanzenkrank. 3, 5th Edit., 255-266, 1932.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

- Fig. a — Sezione trasversale del primo internodo di un giovane fusto di una pianta ottenuta da seme ed infettata artificialmente.
- Fig. b — Sezione trasversale di un fusto più adulto che in (a) nella quale è visibile la lesione parenchimatosa midollare che sembra causata dal micelio fungino che si è spostato radialmente.
- Fig. c — Sezione trasversale dell'estremità del peduncolo florale nella quale si notano dei miceli fungini provenienti dall'epidermide che attraversano radialmente il parenchima corticale e scompaiono nei fasci fibro-vascolari.
- Fig. d — Sezione longitudinale di un peduncolo florale ottenuta alla base di un fiore femminile parassitato e nel quale si notano alcuni miceli fungini che attraversano in linea retta radiale il parenchima corticale per raggiungere i fasci fibro-vascolari.

TAVOLA II

- Fig. a — Sezione trasversale di un peduncolo florale mostrante il punto di infezione, la penetrazione del micelio ed il suo decorso iniziale. Il micelio è più consistente in corrispondenza degli spazi intercellulari.
- Fig. b — In questa sezione trasversale è messo in evidenza come il micelio attraversa lo strato di cellule collenchimatiche o con pareti lievemente sclerificate che incontra nel suo percorso verso i fasci.
- Fig. c — Rappresenta un particolare della precedente in cui è visibile la ramificazione del micelio dopo aver superato lo strato di cellule a parete ispessita.
- Fig. d — La sezione mostra che la penetrazione del micelio può avvenire anche attraverso l'apertura stomatica anzichè tra le cellule epidermiche e il punto d'origine del micelio può essere ben lontano dalla superficie epidermica cioè tra i peli.

TAVOLA III

- Fig. a — L'ispessimento che in questa sezione si nota a livello dell'epidermide è costituito dai residui che il micelio abbandona allorchè attraversa la parete epidermica.
- Fig. b — In questa sezione si notano due particolari e cioè la penetrazione del micelio attraverso un'apertura stomatica e la ramificazione nel parenchima corticale.

