war wesentlich größer. Als besonders ungünstig erwies sich Birne. Die Raupen zeigten eine geringe Vitalität. Die Größe der Puppen betrug nur die Hälfte der Puppen, die sich an Puffbohne, Maulbeere oder Eschenahorn entwickelt hatten. Wie auch aus der Tabelle zu ersehen ist, waren die Puppen zu 95 % abgestorben.

Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien

In diesem Zusammenhang wurde ein Versuch über die Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien an Maulbeere durchgeführt (Tab. 10). Es wurde je Schale eine Raupe mit 4 Wiederholungen angesetzt und täglich beobachtet. Bei einer Temperatur von durchschnittlich 21,4 °C und einer Feuchtigkeit von 70 – 80 % betrug die Entwicklung der Raupen bis zur Verpuppung 41 – 42 Tage. Diese Beobachtung deckt sich annähernd mit der Entwicklungszeit, die bei dem Fraßversuch an Maulbeere festgestellt wurde. Es wäre falsch, diese Entwicklungszeit auf das Freiland zu übertragen, da hier Faktoren bestehen (Temperaturschwankungen, unterschiedliche Luftfeuchtigkeit usw.), die die Entwicklung der Raupen beschleunigen oder verkürzen.

Zusammenfassung

Es wurde unter Gewächshausbedingungen die Wirksamkeit von 17 von der Biologischen Zentralanstalt Berlin der DAL zu Berlin anerkannter Bekämpfungsmittel gegen Larven von *Hyphantria cunea* geprüft. In den Versuchen konnten die besten Erfolge gegen Larven aller Entwicklungsstadien mit DDT-Präparaten erzielt werden. Die Mortalität nach 6 Tagen liegt zwischen 95,0 – 100 %. Auch die kombinierten Mittel (DDT + HCH) zeigen bis L_5 eine Mortalität zwischen 97,5 – 100 %. Eine geringere Wirksamkeit konnte bei den Parathionpräparaten festgestellt werden. Gleichfalls unter Gewächshausbedingungen wurden ernährungsbiologische Untersuchungen durchgeführt und die Entwicklungsdauer der Raupen von *Hyphantria cunea* an 9 Wirtspflanzen beobachtet. Als günstig erwies sich *Vicia faba;* die Entwicklung von L_1 bis zum Falterflug vollzog sich in 35 Tagen.

Резюме

В тепличных условиях испытывалась эффективность 17 средств борьбы с личинками *Hyphantria cunea,* признанных пригодными Центральным биологическим институтом в Берлине. Эти опыты выявили, что препараты DDT дают наилучшие результаты в борьбе с личинками всех стадий развития. Смертность через 6 дней равняется 95,0 до 100 %. Также комбинированные средства (DDT + ГХЦГ) до L_5 проявляют смертность от 97,5 до 100 %. Менее эффективными оказались препараты паратиона. Также в тепличных условиях проводились исследования биологии питания и наблюдалась на 9 растениях хозяевах продолжительность развития гусениц *Hyphantria cunea.* Благоприятной оказалась *Vicia faba* — развитие от L_1 до полета бабочки продолжалось 35 дней.

Summary

Under green-house conditions the efficiency of 17 compounds, recognised by registration of the Biological Central Institute Berlin, were tested against the larvae of *Hyphantria cunea.*

In the experiments DDT preparations were of best success against the larvae at all the stages of development. The mortality after the elapse of 6 days is between 95,0 to 100 %. The combination DDT + HCH, too, show a mortality between 97,5 to 100 % up to L_5. A diminished efficiency could be stated with parathion preparations. Likewise under green-house conditions food biological investigations were carried out and the duration of development of the caterpillars of *Hyphantria cunea* observed on 9 host plants. *Vicia faba* proved to be favourable, the development from L_1 up to the flight of the moth went on within 35 days.

Literaturverzeichnis

–: Bericht der 4. Intern. Konferenz über den Weißen Bärenspinner, Belgrad und Zagreb, 4. – 6. September 1956. 1957 EPPO, Paris

–: Berichte der Befallsländer auf deren Intern. Konferenzen für Pflanzenschutz und Quarantäne in Moskau (1958) und Bukarest (1960)

BÖHM, H.: 8 Jahre Weißer Bärenspinner in Österreich. Der Pflanzenarzt, 1959, *12,* 117 – 119, Wien

BÖHM, H. und H. PSCHORN-WALCHER: Biologie und Bekämpfung von Hyphantria cunea Drury. Pflanzenschutzberichte 1952, *9,* 105 – 150

FISCHER, H.: Der Weiße Bärenspinner. Flugblatt der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Nr. 8, 1956, 2. Auflage

REICHART, G.: Die Bekämpfung des Weißen Bärenspinners in Ungarn. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft 1960, Nr. 2, Sofia–Berlin

Über die Verwendbarkeit von Zoosporensuspensionen als Infektionsmaterial für Resistenzprüfungen gegen den Kartoffelkrebs *(Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)

Von G. STENZ

Aus der Biologischen Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Mit dem Auffinden neuer Rassen des Kartoffelkrebses im Gebiet der DDR und der zwangsläufigen Forderung nach krebsbiotypenresistenten Kartoffelsorten begann der Umfang der Krebsresistenzprüfung ein immer größeres Ausmaß anzunehmen. Die Belastung der zuständigen Laboratorien ist daher im Hinblick auf die gegenwärtig bekannten Krebsrassen und durch die steigende Anzahl der zu prüfenden Kartoffelstämme recht erheblich.

Allen Stellen, die sich mit Laborprüfungen auf Resistenz gegenüber dem Kartoffelkrebs befassen, ist darüber hinaus bekannt, daß mit dem zur Verfügung stehenden Infektionsmaterial sowie den verfügbaren Arbeitskräften oftmals das geforderte Pensum nur mit Mühe erfüllt werden kann. Die bisher angewandte Infektionsmethode erfordert umfangreiche Manipulationen und vor allem beachtliche Mengen an Infektionsmaterial. Untersuchungen über eine mögliche Vereinfachung des Infektionsganges haben daher gerade heute erneut Interesse gefunden, denn auch auf dem Gebiete der Resistenzprüfungen ergibt sich die Forderung nach einer Rationalisierung der wissenschaftlichen Arbeit.

Die ersten Versuche zur Entwicklung einer brauchbaren Infektionsmethode gehen zurück auf Untersuchungen von SPIECKERMANN und KOTTHOFF (1924) sowie von SPIECKERMANN (1926). Diese benutzten in ihren Prüfungen keimende Kartoffelknollen, die mit Dauersporen beimpft wurden. Die Sicherheit dieses Verfahrens erwies sich jedoch als ungenügend. Im Scottish Journal of Agriculture (1925/1926) wird eine Methode zur Infektion mit Hilfe von Sporenaufschwemmungen, sogenannten „washings" beschrieben, die jedoch in bezug auf ihre Aussagekraft bei Resistenzprüfungen ebenfalls nicht befriedigte. KÖHLER (1924, 1927), GLYNNE (1925), KÖHLER und LEMMERZAHL (1930) sowie LEMMERZAHL (1930/1930a/1931) verwendeten dagegen bei ihren Laborprüfungen Sommersporenmaterial, welches ihnen in Form von frischen Wucherungen zur Verfügung stand.

Bei dem von LEMMERZAHL verbesserten Infektionsverfahren wurden Augenstücke von Kartoffelknollen mit 1,5 bis 2 mm langen Keimen infiziert. Um den Bereich des Keimes wurden die Augenstücke mit einem Vaselinering versehen, der erreichen soll, daß das zur Infektion benötigte Wasser erhalten bleibt. Die Kartoffelstücke wurden dann mit destilliertem Wasser benetzt, so daß in jedem Vaselinering ein Wassertropfen verblieb. In diesen Wassertropfen legte man ein Stück einer frischen Wucherung. Nach einiger Zeit, meist nach 24 Stunden, wurden die Wucherungen entfernt und die Knollenstücke mit Erde bedeckt, die stets feucht gehalten wurde. Die Holzkästen, in welche die Augenstücke eingebettet waren, deckte man schließlich mit einer Glasscheibe als Verdunstungsschutz zu. Diese Methode hat sich im wesentlichen bis heute behauptet und wird zu den amtlichen Prüfungen im Labor zur Unterstützung der Resistenzprüfung im Freiland herangezogen.

In neuerer Zeit hat es nicht an Versuchen gefehlt, die Methodik der Krebsprüfungen ständig zu verbessern. So benutzte NEUMANN (1941) anstelle der Holzkästen Glasschalen mit eingeschliffenem Deckel zum Schutz vor Verdunstung. Gleichzeitig wird auch auf die Abdeckung der Kartoffelstücke mit Erde verzichtet, wodurch bessere Beobachtungsmöglichkeiten an den infizierten Keimen gegeben sind. ULLRICH (1959) ist ebenfalls von der Verwendung von Holzkästen abgekommen und empfiehlt auf Grund eigener Erfahrungen die besser geeigneten Plastikdosen mit den Abmessungen 20 mal 20 mal 6 cm. Als Verdunstungschutz ist ein gut schließender Deckel aus dem gleichen Material vorgesehen.

Ganze, unverletzte Knollen benutzen SPITZOVÁ und ZAKOPAL (1959) zur Resistenzprüfung gegenüber Kartoffelkrebs. Diese werden in einem Glasgefäß mit Wasser überdeckt, wobei das Kronenende jeder Knolle mit einem Stück einer frischen Krebswucherung versehen wird. Dabei sollen nicht nur das Kronenauge, sondern auch alle anderen Augen Befall zeigen.

Die Verwendung von Vinidurringen nach ULLRICH (1959) oder von rostfreien Stahlringen, wie es ZAKOPAL und SPITZOVÁ (1959) anstelle des Vaselineringes empfehlen, hat sich anscheinend nicht weiter durchgesetzt. Für Glasringe (MÜLLER 1959) gilt dasselbe. Die durch das Eindrücken des Ringes entstehenden Verletzungen bedingen ein rasches Absorbieren der Infektionsflüssigkeit. Außerdem scheinen die Absonderungen aus den Wundstellen einen ungünstigen Einfluß auf den Infektionserfolg zu nehmen.

Bei eigenen Versuchen gingen wir von der Methode des Auflegens von Wucherungsstücken gänzlich ab und impften direkt mit Zoosporensuspensionen, die aus frischem, reifendem Wucherungsmaterial gewonnnen wurden. Je nach Menge des zur Verfügung stehenden Infektionsmaterials wurden zu etwa 10 – 30 g Wucherungen, die vorher gereinigt wurden, 50 – 100 ml destilliertes Wasser gegeben. Nach etwa 1 – 1½ Std. sind genügend Zoosporen ausgeschwärmt, um die Lösung zum Impfen zu benutzen. Dabei muß besonders darauf hingewiesen werden, daß ganze, unverletzte Wucherungsstücke, die frei von Fäulnisstellen sind, verwendet werden.

Das Zerschneiden der Wucherungen scheint im Gegensatz zu den Erfahrungen LEMMERZAHLs (1931) tatsächlich einen ungünstigen Einfluß auf das Infektionsergebnis zu nehmen. Auch MÜLLER (1959) hat bei seinen Arbeiten die nachteilige Wirkung des Schnittflächensekrets auf den Erfolg der Infektion beim LEMMERZAHL-Verfahren bestätigt gefunden. Außerdem muß beachtet werden, daß unmittelbar vor dem Impfen das Substrat umgerührt wird, da die Zoosporen dazu neigen, sich an der Behälterwand festzusetzen. Das Ringeln mit Vaseline ist selbstverständlich auch bei der neuen Methode (im weiteren als Tropfenmethode bezeichnet) erforderlich.

Die ersten Versuche der Beimpfung mit in Wasser suspendierten Zoosporen zeigten bei Biotyp D_1 recht gute Ergebnisse. Von 60 auf diese Weise beimpften Knollenstücken konnte an 54 Befall mit sehr guter Krebswucherungsbildung festgestellt werden. Die zum Vergleich mit der alten Methode (Auflage von Wucherungsstücken) zur selben Zeit behandelten Augen brachten demgegenüber ein Ergebnis von 43 befallenen Augen. Das sind in Prozenten ausgedrückt nur 71 gegenüber 90 bei der Tropfenmethode. Daß das Infektionsergebnis weitgehend von der Güte des Knollen- und Wucherungsmaterials bestimmt wird – eine Tatsache, die übrigens auch für das LEMMERZAHL-Verfahren zutrifft –, zeigten die zum gleichen Zeitpunkt mit G_1, E_1 und K_1 auf alten Knollen der Sorte Ackersegen vorgenommenen Impfversuche. Letztere brachten auf Grund starken *Rhizoctonia*-Befalles nur ungenügende Infektionswerte. Der erwähnte Versuch mit D_1 war auf frisch geernteten Knollen der Sorte Deodora durchgeführt worden, die zur Überwindung der Keimruhe mit Rindite behandelt wurden.

Zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommene Infektionsversuche mit verschiedenen Biotypen unter Verwendung gesunden Knollenmaterials verliefen demgegenüber erfolgreich. Von 30 beimpften Augenstücken der Sorte Ackersegen war bei Infektion mit G_1 an 25 Augen, mit K_1 an 28 Augen, mit der Herkunft Schweinsberg (Biotyp 7 nach ULLRICH 1958) an 20 Augen, mit R_1 an 22 Augen und mit E_1 an 14 Augen Befall festgestellt worden. Bei den Impfversuchen mit E_1 traten allerdings durch *Rhizoctonia solani* erhebliche Ausfälle ein. Immerhin sind die erzielten Infektionsergebnisse unter den Bedingungen von Kleinmachnow als recht gut zu bezeichnen. Die Befallszahlen der zum gleichen Zeitpunkt auf dem bisher üblichen Wege mit Wucherungsstücken beimpften Kontrollen sind in Tabelle 1 zum Vergleich aufgeführt.

Höhere Infektionsergebnisse waren, wie aus der Aufstellung ersichtlich ist, bei den Laborprüfungen in Kleinmachnow mit dem LEMMERZAHL-Verfahren im Schnitt nur selten erreicht worden.

Tabelle 1

Infektionsergebnisse bei Beimpfung von Kartoffelaugenstücken mit Zoosporensuspensionen (Tropfenmethode) und mit Wucherungsstücken (LEMMERZAHL-Verfahren) des Kartoffelkrebserregers

Zoosporensuspensionen			LEMMERZAHL-Verfahren	
Biotyp.	Augen m. Befall	in %	beimpfte Augen	Befall in %
G_1 (von 30	25	83	120	63
K_1 Augen)	28	93	180	50
Sg	20	67	120 (180)	70 (20)
R_1	22	73	180	20
E_1	14	47	180 (180)	53 (73)

Allen bisherigen Untersuchungen zufolge scheint die Tropfenmethode unter Beachtung der Arbeitsersparnis – das mühselige Auflegen von Krebswucherungen mit anschließendem erneuten Anfeuchten fällt weg –, und der Möglichkeit, mit geringem Infektionsmaterial eine große Anzahl Stämme zu testen, für die Prüfung von Kartoffelzuchtmaterial auf Resistenz gegenüber *Synchytrium endobioticum* recht aussichtsreich zu sein.

Bisher hielt man die Beimpfung mit reinen Zoosporensuspensionen für ungeeignet, wenn nicht gar für unmöglich. Keinesfalls aber vermutete man in dieser Möglichkeit ein sicheres Infektionsverfahren beim Kartoffelkrebs.

Die bisherige, negative Einschätzung einer direkten Zoosporenbeimpfung mag ihre Ursache in einigen, in der Literatur enthaltenen Hinweisen zur Lebensfähigkeit der Krebszoosporen haben. So finden wir bei PERCIVAL (1909), CURTIS (1921) sowie bei KÖHLER (1923), WEISS (1925) und LEMMERZAHL (1930) Angaben, denen zufolge die Lebensfähigkeit der Zoosporen des Kartoffelkrebserregers nach dem Schlüpfen auf eine kurze Zeitspanne von 30 bis 40 Minuten bzw. von 2 Stunden beschränkt sein soll. So schreibt KÖHLER S. 297:

> „Ungefähr 10 bis 20 Min. nach der Entleerung ist die Lebhaftigkeit der Zoosporenbewegung am größten. Später läßt sie nach, so daß man die charakteristische ruckweise Bewegung der Geißeln unschwer beobachten kann. Zwischen 30 und 40 Min. nach der Entleerung hört die Beweglichkeit allmählich ganz auf, hat die Zoospore dann noch kein geeignetes Substrat gefunden, so geht sie zugrunde."

Zugleich teilt KÖHLER interessanterweise mit, daß die Zellausscheidungen der Wucherungen einen hemmenden Einfluß auf die Schwärmfähigkeit der Zoosporen ausüben. Beide Beobachtungen stehen unseres Erachtens in enger Beziehung. Vermeiden wir den ungünstigen Einfluß derartiger oder anderer Verunreinigungen des Substrats, dann müßte es auch möglich sein, die Lebensdauer für die Zeit, die zur Erzielung einer sicheren Infektion notwendig ist, zu erhalten. Das ist nach unseren Erfahrungen gewährleistet, wenn man bei der Herstellung der Suspension berücksichtigt, daß nur einwandfreie frische Krebswucherungen mit günstigem Besatz schwärmbereiter Sori Verwendung finden. Im Hinblick darauf, daß in der Literatur nur sehr kurzfristige Lebenszeiten für die ausgeschwärmten Zoosporen angegeben werden, interessiert die Nachprüfung der Frage, ob diese Ansichten nicht als überholt zu betrachten sind. Vergleicht man die erwähnten Literaturzitate miteinander, so entsteht ohnedies der Eindruck, als ob die von PERCIVAL gewonnenen Erkenntnisse gelegentlich widerspruchslos übernommen worden sind. Die Tatsache, daß eine zweistündige Einwirkung eines Infektionsmaterials nicht ausreichend ist, um mit Sicherheit eine Infektion durch den Kartoffelkrebserreger hervorzurufen, veranlaßte uns zur Untersuchung der Lebensfähigkeit von Zoosporen, die aus Sommersori isoliert wurden.

Eine Zoosporenaufschwemmung wurde bereitet, indem frische Krebswucherungen in destilliertes Wasser eingelegt wurden. Nach etwa einer Stunde wurden sämtliche Wucherungsstücke aus der Suspension sorgfältig entfernt. Dadurch vermieden wir die negative Beeinflussung der sich schnell zersetzenden Gewebeteile und ein neuerliches Ausschwärmen von Zoosporen. Von diesem Zeitpunkt an wurde mit den Impfungen in stündlicher Folge begonnen.

Tabelle 2

Stündliche Infektionsfolge mit Zoosporensuspensionen der Biotypen G_1 und K_1 des Kartoffelkrebserregers (von 20 Augen bef.)

Impfung nach Std.	befallene Augen	in %	*Rhizoctonia*-Befall fraglich	*Rhizoctonia*-Befall	unbefallen
G_1 0	8	40	4	6	2
1	6	30	2	3	9
2	9	45	1	2	8
3	7	35	–	2	11
4	10	50	–	1	9
5	13	65	2	–	5
K_1 0	15	75	2	2	1
1	15	75	–	–	5
2	11	55	1	2	6
3	13	65	2	0	5
4	13	65	1	–	6

Bei den Biotypen G_1 und K_1 sind bei stündlicher Impfung von je 20 Augenstücken der Sorte Ackersegen vorstehende Infektionsergebnisse erzielt worden (Tab. 2). Aus diesen Untersuchungen ist zu entnehmen, daß innerhalb der ersten 4 bzw. 5 Stunden nach dem Schlüpfen der Zoosporen noch nicht mit einem Absinken der Infektionsbereitschaft der Sporen zu rechnen ist.

Auch nach 26 bzw. 33 Stunden erhält man noch Infektionsergebnisse, die darauf schließen lassen, daß sich die Infektionskraft des Erregers auch in diesen Zeiträumen kaum verändert (Tab. 3). Diese eben beschriebenen Befunde gaben zu der Erwartung Anlaß, daß auch nach größeren Zeitspannen über einige Tage hinweg die Infektionsbereitschaft der Zoosporen erhalten bleibt. In weiteren Versuchen wurde daher auch eine Infektionsfolge mit täglichem Impfintervall geprüft. Auch bei diesen Untersuchungen wurden wieder Zoosporenaufschwemmungen verwendet, aus denen nach etwa 60 Minuten alle Krebswucherungen entfernt worden waren. Temperatur und Luftfeuchtigkeit waren für alle hier erwähnten Versuche einheitlich. Die Temperaturhöhe betrug 18 °C, die relative Luftfeuchtigkeit um 90 %.

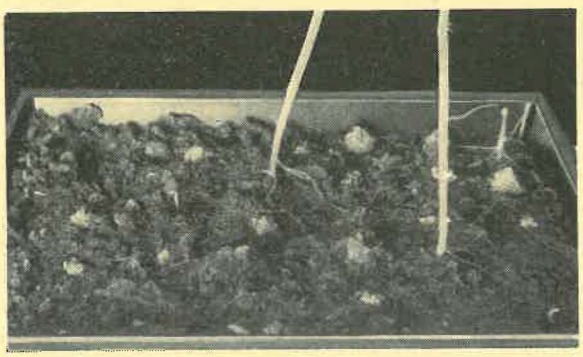

Abb. 1: Beimpfung mit Zoosporensuspensionen nach einstündiger Schwärmdauer der Zoosporen in dest. Wasser. Von 30 beimpften Augen sind 28 befallen (K_1 auf Ackersegen)

Tabelle 3

2stündliche Infektionsfolge mit Zoosporensuspensionen der Biotypen R_1 und D_1 des Kartoffelkrebserregers (von 20 Augen bef.)

Beimpfung nach Std.	befallene Augen	in %	fraglich	*Rhizoctonia*-Befall	unbefallen
R_1 0	10	50	1	–	9
2	8	40	–	–	12
4	14	70	–	–	6
6	9	45	–	–	11
8	16	80	–	–	4
20	11	55	1	–	8
22	11	55	4	–	5
24	5	25	2	–	13
26	6	30	–	–	14
D_1 0	5	25	1	1	13
2	9	45	–	–	11
4	5	25	2	2	11
6	9	45	2	–	9
22	10	50	2	–	8
24	7	35	3	–	10
26	10	50	1	–	9
28	6	30	2	–	12
30	12	60	2	–	6
33	11	55	1	–	8

Die erste Impfung erfolgte unmittelbar nach der Entnahme der Wucherungsstücke aus der Suspension. Weitere Impfungen wurden jeweils im Abstand von 24 Stunden vorgenommen.

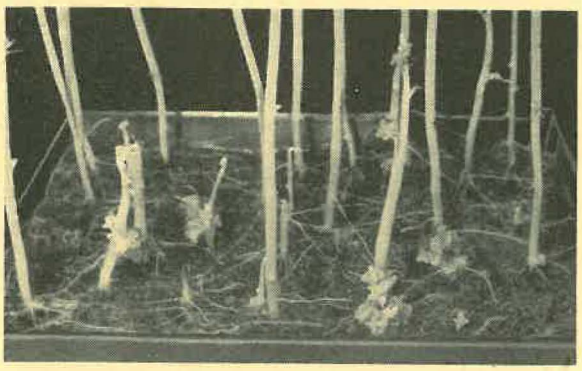

Abb. 2: Beimpfung mit Zoosporensuspensionen 24 Stunden nach dem Ausschwärmen der Zoosporen in dest. Wasser. Von 30 beimpften Augen sind 22 befallen (K_1 auf Ackersegen)

Die Ergebnisse (Tabelle 4, Abbildungen 1, 2, 3) lassen erkennen, daß noch nach einigen Tagen, im Falle von G_1 sogar noch nach 5 Tagen mit dem Vorhandensein lebensfähiger Zoosporen in den Aufschwemmungen zu rechnen ist. Diese Erkenntnis ist insofern von Interesse, als demzufolge auch die im Erdboden schwärmende Zoospore eine weitaus längere Lebensdauer besitzen dürfte als bisher angenommen wurde. Daraus ergibt sich, daß der Aktionsradius der Zoosporen des Krebserregers im Boden, – sei es durch aktive Bewegung mit Unterstützung durch die Geißel oder aber durch passive Bewegung mit dem Bodenwasser–, recht erheblich sein kann. Es ist anzunehmen, daß mit dem Verlust der Geißel, wie er mehrfach innerhalb kurzer Zeit nach dem Ausschwärmen festgestellt wurde (KÖHLER 1923), nicht auch gleichzeitig die Infektionsfähigkeit der Zoospore verlorengehen muß.

Vergleichen wir die Lebensdauer der Biotypen miteinander, so entsteht der Eindruck, als ob der Biotyp G_1 mit einer über 5 Tage anhaltenden Infektionsbereitschaft den anderen Rassen überlegen ist. Bei K_1 wurden im Gegensatz zu G_1 schon vom dritten Tage an keine Infektionen mehr festgestellt. Zur Prüfung der

Tabelle 4

Tägliche Infektionsfolge mit Zoosporensuspensionen verschiedener Biotypen des Kartoffelkrebserregers (von 30 Augen bef.)

Beimpfung nach Std.	befallene Augen	in %	*Rhizoctonia*-Befall	nicht bef.
G_1 0	25	83	–	5
24	20	67	–	10
48	11	37	–	19
72	3	10	stark	27
120	2	7	–	8
K_1 0	28	93	–	28
24	22	73	–	2
48	8	27	–	22
72	0	0	–	30
96	0	0	–	30
Sg 0	20	67	3	7
24	16	53	4	10
48	5	17	4	21
72	4	13	2	24
96	0	0	–	30
R_1 0	22	73	–	8
24	18	60	3	9
48	8	27	2	20
72	1	3	2	27
96	0	0	–	21
E_1 0	14	47	7	9
24	7	23	6	17
48	2	7	5	23
72	0	0	4	26

Frage, ob bezüglich der Lebensdauer biotypenspezifische Unterschiede bestehen, wiederholten wir die Vitalitätsmessungen zu verschiedenen Zeitpunkten und verglichen diese miteinander (Tabelle 5).

Tabelle 5

Infektionsergebnisse bei Beimpfung mit Zoosporensuspensionen verschiedener Krebsbiotypen 0, 24, 48, 72 und 120 Stunden nach dem Ausschwärmen der Zoosporen (von 30 Augen bef.)

Biotyp G_1	nach 0	24	48	72	120 Std.
Februar 1959	83 %	67 %	37 %	10 %	7 %
Januar 1960	50	17	0	0	0
Februar 1960	73	50	26	0	0
m	69 %	43 %	20 %	3 %	2 %
Biotyp D_1	nach 0	24	48	72	120 Std.
Oktober 1959	90 %	40 %	15 %	0 %	0 %
Februar 1960	50	53	26	7	0
Oktober 1960	63	23	12	3	0
m	68 %	39 %	18 %	3 %	0 %

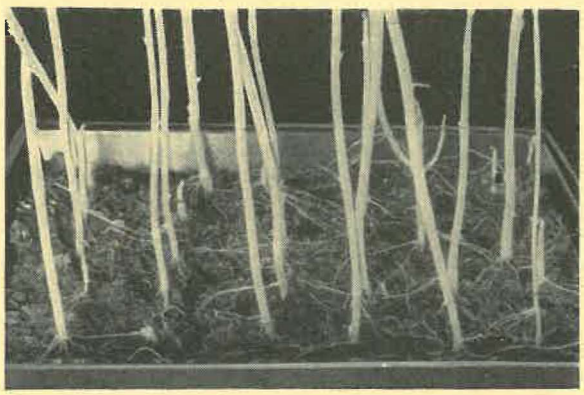

Abb. 3: Beimpfung mit Zoosporensuspensionen 24 Stunden nach dem Ausschwärmen der Zoosporen in dest. Wasser. Von 30 beimpften Augen sind 8 befallen (K_1 auf Ackersegen)

Die erhaltenen Infektionswerte lassen keine Unterschiede zwischen den beiden Biotypen erkennen. Die auftretenden Schwankungen bezüglich der Lebensdauer in den Wiederholungen bei G_1 sind immerhin so beträchtlich, daß das im Februar 1959 erzielte Ergebnis nicht als typisch angesehen werden kann. Errechnet man die durchschnittlichen Befallsprozente aus den Versuchen, so erhält man annähernd gleiche Werte. Für die untersuchten Biotypen kann deshalb die längste Lebensdauer der Soruszoosporen mit 3 bis 4 Tagen angegeben werden, wenn sie einer Temperatur von 18 °C ausgesetzt sind.

Es soll in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen werden, daß Infektionen mit Schwärmsporensuspensionen bei Temperaturen um 25 °C nicht erzielt werden konnten. Bei allen Biotypen wurden parallel zu den Impfungen um 18 °C auch solche bei 25 °C in Klimakammern vorgenommen. Die Sporenaufschwemmung wurde etwa ½ Stunde vor dem Impfprozeß in die Kammer gebracht und dort zugleich mit allen zur Beimpfung notwendigen Materialien (Schalen, Pipetten, Augenstücke und Gießwasser) der höheren Temperatur angepaßt. In einzelnen Fällen brachte die erste Impfung am Tage des Ausschwärmens ein oder zwei befallene Augenstücke, während in der Mehrzahl der Versuche überhaupt kein Befall festgestellt werden konnte. In einem Versuch wurde allerdings bei D_1 ein Befallsergebnis von 15 % erzielt. Es ließ sich jedoch nachweisen, daß bei diesem Versuch die notwendige Vorbereitungszeit zur Angleichung an die höhere Temperatur nicht eingehalten wurde.

Die bei Impfversuchen mit Temperaturen um 25 °C gewonnenen Infektionsergebnisse deuten darauf hin, daß ausgeschwärmte Zoosporen des Krebserregers auf eine Temperaturerhöhung von 18 °C auf 25 °C mit einer schnellen Verkürzung ihrer Lebensdauer reagieren. Andererseits muß angenommen werden, daß die Schwärmsporen bei Temperaturen unter 18 °C ihre Infektionsfähigkeit über einen längeren Zeitraum behalten.

Zur Bestätigung dieser Annahme führten wir auch Impfversuche mit Zoosporensuspensionen im Temperaturbereich von 4 bis 6 °C durch.

Es wurden Zoosporensuspensionen in der beschriebenen Weise angesetzt und sofort in eine Kühlzelle mit der vorgesehenen Temperatur gebracht. Die Suspension verblieb während der gesamten Versuchsdauer in dieser Kühlzelle. Die Impfungen wurden in der Kühlzelle vorgenommen, die Anzucht der Augenstücke erfolgte dann bei Temperaturen um 18 °C im Kellerraum. Die Impfungen wurden über 11 Tage fortgesetzt. Geprüft wurde die Lebensfähigkeit von Zoosporen der Krebsbiotypen D_1 auf der Sorte Deodara, G_1 auf Ackersegen und der Herkunft Gräfenhain auf Ackersegen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt.

Im Gegensatz zu den Impffolgen bei 18 °C, die nach 3 bis 4 Tagen, meist jedoch schon nach 48 Std. keine Infektion mehr hervorzurufen vermochten, zeigte sich bei den Impfversuchen unter Einwirkung von Temperaturen von 4 bis 6 °C eindeutig eine längere Haltbarkeit der Sporensuspensionen. In den vorliegenden Versuchen konnten sowohl bei D_1 als auch bei G_1 noch nach 5 Tagen Infektionserfolge von 40 bis 60 % erzielt werden. Selbst nach 8 Tagen bei D_1 und nach 9 Tagen bei G_1 war noch Krebsbefall in Form einwandfreier Krebswucherungen nachweisbar. Selbstverständlich muß hierbei auch berücksichtigt werden, daß bei D_1 während der Impfperiode gerade ein Höhepunkt in bezug auf die Vitalität des Pilzes zu verzeichnen war. Allerdings lagen auch die Impfperioden von D_1 in den Versuchen bei 18 °C in Perioden hoher Infektionskraft. Andererseits darf nicht übersehen werden, daß der Biotyp G_1 im Januar und im Februar 1961 eine Periode mit ausgeprägter Depression durchlaufen hatte. Die zum gleichen Zeitpunkt mit Wucherungsstücken beimpften Knollenstücke brachten extrem niedrige Befallsergebnisse mit nur ungenügender Wucherungsbildung. Aus diesem Grunde muß die lang anhaltende Infektionsbereitschaft der Zoosporensuspension auf den Einfluß der niedrigen Temperatur und nicht auf endogene Faktoren zurückgeführt werden. Darüber hinaus liegen die Befallszahlen hauptsächlich in den ersten 5 Impfterminen im Vergleich zu den bei 18 °C erhaltenen Werten weitaus höher. Diese hohen Infektionswerte bestätigen, daß die Infektionsleistung einer Suspension von Soruszoosporen in bezug auf Stärke und Dauer bei niedrigen Temperaturen um 4 bis 6 °C bedeutend größer ist als bei höheren Temperaturen.

Es ist daher bei Anwendung von Zoosporenaufschwemmungen zur Resistenzprüfung gegenüber dem Kartoffelkrebs im Labor ein möglichst niedriger Temperaturbereich, wenn möglich ein solcher zwischen 4 bis 6 °C, zu wählen.

Tabelle 6

Infektionsergebnisse bei Beimpfung mit Zoosporensuspensionen verschiedener Krebsbiotypen 1 bis 10 Tage nach dem Ausschwärmen der Zoosporen (von 30 Augen bef.)

Impfdatum	Biotyp D_1 befallen in %		Biotyp G_1 befallen in %		Herkunft Gräfenhain befallen in %		Impfdatum	Herkunft Gräfenhain befallen in %	
30. 1. 61	30	100	21	70	17	57	28. 2.	17	57
31. 1.	23	77	16	53	18	60	1. 3.	12	40
1. 2.	20	66	15	50	13	43	2. 3.	17	57
2. 2.	13	43	11	37	4	13	3. 3.	26	87
3. 2.	10	33	8	27	2	7	4. 3.	28	93
4. 2.	12	40	19	63	1	3	5. 3.	–	–
5. 2.	–	–	–	–	–	–	6. 3.	19	63
6. 2.	0	0	6	20	0	0	7. 3.	10	33
7. 2.	2	7	0	0	0	0	8. 3.	7	23
8. 2.	0	0	2	7	0	0	9. 3.	3	10
9. 2.	0	0	0	0	0	0	10. 3.	0	0

Zusammenfassung

Die Bemühungen um Verbesserung der Infektionsmethodik beim Kartoffelkrebs *(Synchytrium endobioticum)* führten zur Entwicklung eines neuen Impfverfahrens. Wesentlich an dieser Methode ist die Beimpfung mit fertigen Zoosporensuspensionen ohne Auflage von Wucherungsstücken. Die Vorzüge dieser Methode liegen in der einfacheren Handhabung, in Zeitersparnis und in der Möglichkeit, mit geringem, jedoch einwandfreiem Wucherungsmaterial zahlenmäßig umfangreiche Impfungen vorzunehmen.

Die Untersuchung der Frage, wie lange Soruszoosporen in einer Suspension mit Wasser lebens- bzw. infektionstüchtig bleiben, ergab, daß bei 18 °C noch nach 2 bis 4 Tagen Infektionen stattfinden können. Bei Temperaturen von 25 °C verkürzte sich die Dauer der Infektionsbereitschaft so erheblich, daß nach kurzer Einwirkungszeit die Beimpfungen erfolglos blieben.

Temperaturen von 4 bis 6 °C verlängerten dagegen die Infektionsbereitschaft der Suspension auf 8 bis 9 Tage.

Biotypenspezifische Unterschiede ließen sich nicht nachweisen.

Резюме

Усилия для улучшения методики заражения раком картофеля *(Synchytrium endobioticum)* при-

вели к разработке нового способа заражения. Сущность этого способа является заражение готовыми суспенсиями зооспор без наложения кусков наростов. Преимущества этого метода состоят в более легком обращении, в экономии времени и в возможности незначительным, но безупречным материалом наростов проводить многочисленные заражения.

Исследования вопроса относительно продолжительности жизни и способности к заражению зооспор *Sorus* в водной суспензии показали, что при 18 °C, уже спустя два дня до четырех дней, могут иметь место заражения. При температурах 25 °C продолжительность готовности к заражению сокращается столь значительно, что после короткого воздействия заражения оставались безуспешными.

Температуры от 4 до 6 °C продлили готовность к заражению суспенсии до восьми или девяти дней.

Не удалось доказать специфических разниц биотипов.

Summary

The endeavours for the amelioration of the infection methods of potato wart (*Synchytrium endobioticum*) led to the development of a new procedure of inoculation. It is essential in this method that the inoculating is carried out with ready made zoospores-suspensions without laying on pieces of tumours. The advantages of this method are in the simplified manipulating, in saving time and in the possibility of carrying out many inoculations by means of little but unobjectionable material of tumours.

The investigations concerning the question how long soruszoospores remain fit for life and infection in a suspension of water showed that infections can take place at 18 °C still after the elapse of 2 to 4 days. At temperatures of 25 °C the duration of the readiness of infection shortened thus considerably that after a short period the inocculations remained inefficient.

Temperatures of 4 to 6 °C, however, prolonged the readiness of infection of the suspension for 8 to 9 days.

Specific differences between the biotypes could not be proved.

Literaturverzeichnis

ANONYM: Wart disease of the potato: Infection Tests. Scott. J. Aric. 1926, *9*, 302

–,–: Wart disease: Immunity Tests. Scott. J. Agric. 1927, *10*, 333

CURTIS, K. M.: The life history and cytology of Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc., the cause of the wart diseases in potato. Philos. Transact. Roy. Soc. London, 1921, *210*, 409 – 478

GLYNNE, M. D.: Infection experiments with wart disease of potatoes, Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Ann. Appl. Biol. 1925, *12*, 34 – 60

KÖHLER, E.: Über den derzeitigen Stand der Erforschung des Kartoffelkrebses. Arb. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtschaft 1923, *11*, 289 – 336

–,–: Über die hauptsächlichen Fehlerquellen, die bei der Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit zu berücksichtigen sind. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst 1924, *4*, 8

–,–: Methodische Bemerkungen zum Infektionsverfahren nach Spieckermann. Fortschritte der Landw. 1927, *2*, 115 – 118

–,– und I. LEMMERZAHL: Über die Prüfung von Kartoffelsorten im Gewächshaus auf ihr Verhalten gegen den Kartoffelkrebs Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Arb. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtschaft 1930, *18*, 177 – 188

LEMMERZAHL, I.: Über ein neues Verfahren zur Prüfung von Kartoffelstämmen auf Krebsfestigkeit. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst 1930, *10*, 85

–,–: Neues vereinfachtes Infektionsverfahren zur Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. Züchter 1930 a, *2*, 288 – 297

–,–: Zur Methodik der Krebsprüfung von Kartoffelstämmen. Züchter 1931, *3*, 138 – 152

MÜLLER, W.: Beitrag zur Methodik der Krebsresistenzprüfung bei Kartoffeln. 1959, Dissertation Rostock

NEUMANN, H.: Methodische Vereinfachungen der Kartoffelkrebsprüfungen. Mitt. Biol. Reichsanstalt Land- und Forstw., Dahlem, 1941, H. 65, 90 – 91

PERCIVAL, J.: Potato „wart" disease, the life history and cytology of Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Zentralbl. Bakt. 1909, II, *25*, 440 – 446

SPIECKERMANN, A.: Die Laboratoriumsuntersuchung von Kartoffeln auf Krebsfestigkeit und ihre Bedeutung für den Handel und die Züchtung. Die Kartoffel 1926, *6*, 63

–,– und O. KOTTHOFF: Die Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. Dt. Landw. Presse 1927, *51*, 114

SPITZOVA, B. und J. ZAKOPAL: Methoden der Laboratoriumsprüfung der Stämme auf ihre Krebsfestigkeit. Sborník, Čs. Akad. Zeměd. Věd Rostl. výr. 1959, *5*, 179 – 184

ULLRICH, J.: Die physiologische Spezialisierung von Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. in der Bundesrepublik. Phytopath. Z. 1958, *31*, 273 – 278

–,–: Die Prüfungen von Kartoffelsorten und Kartoffelzuchtstämmen auf Resistenz gegenüber den Biotypen des Kartoffelkrebserregers Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 1959, *11*, 10 – 12

WEISS, F.: The conditions of the infection in potato wart. J. Botany 1925, *12*, 413 – 443

ZAKOPAL, J. und B. SPITZOVA: Einfluß der Temperatur auf den Verlauf der durch Sommerzoosporen des Kartoffelkrebses (Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc.) hervorgerufenen Infektion. Sborník Čs. Akad. Zeměd. Věd Rostl. výr. 1959, *5*, 97 – 106

Methode zur zahlenmäßigen Bestimmung einiger physikalischer Charakteristika der Emulsionen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln

Von K. ULLRICH

Aus dem Forschungsinstitut für agrochemische Technologie in Bratislava-Predmestie, ČSSR

Eine der biologisch wirksamsten und beliebtesten Applikationsformen pesticider Stoffe für den Pflanzenschutz und die Schädlingsbekämpfung stellen Emulsionen von in Wasser emulgierbaren ölartigen sog. Emulsionskonzentraten dar. Sie bestehen bekanntlich entweder aus nur einem, oder aus mehreren Wirkstoffen, gelöst in einem oder mehreren organischen Lösungsmitteln, und aus einem Emulgator oder einem Emulgatorengemisch, welches in dem resultierenden Konzentrat gelöst enthalten ist. Von weiteren Zusätzen (öllösliche Warnteerfarbstoffe, Geruchskorrigenzien u. dgl.), welche mit den Emulgierungseigenschaften dieser Präparate in keinem Zusammenhang stehen, wird hier abgesehen. Der mit der Aufbereitung pesticider Wirkstoffe in die Form von Emulsionskonzentraten Beschäftigte sieht sich vor eine schwierige Aufgabe gestellt, aus einer schier unübersehbaren Fülle von Herstellungsmöglichkeiten solcher Produkte bei Einhaltung einer möglichst hohen Wirkstoffkonzentration und bei voller Entfaltung des biologischen Wertes des Wirkstoffs, last not least unter Zugrundelegung ökonomischer Erwägungen jene Formulierung herauszufinden und der Großproduktion zur Realisierung vorzuschlagen, die auch einer gründlichen physikali-