

wirkung wiesen die Sämlinge im Jahre 1938 sehr wenig Behang auf. Auch das Jahr 1940 ergab eine Fehlernte, wohl infolge von Schädigungen der Blütenknospen im Winter 1939/40.

Wenn hier trotz mannigfacher Unvollständigkeiten über die Beobachtungen an der zahlenmäßig kleinen Nachkommenschaft aus der Kreuzung Flamentiner  $\times$  Früheste der Mark berichtet wurde, so geschah dies vor allem deshalb, weil derartige vieljährige Untersuchungen an einem eng verwandten Zuchtmaterial beim Steinobst bisher kaum noch angestellt wurden. Die Ergebnisse sollen Anregungen und Ausblicke für Zielsetzung und Methodik ähnlicher Arbeiten auf dem Gebiete der obstbaulichen Züchtungsforschung geben.

Bei der Durchführung der Untersuchungen wurde ich im Verlaufe vieler Jahre von zahlreichen Mitarbeitern in dankenswerter Weise unterstützt. Mein besonderer Dank gilt Frau ADELHEID PRESTIN und Frä. cand. rer. nat. JOHANNA SCHIERER.

#### Literatur.

1. CHITTENDEN, F. L. S.: Pollination in orchards. I. J. Roy. Hort. Soc. 37, II. 350—361 (1911). — 2. HERBST, W., u. N. WEGER: Zur Physiologie des Fruchtens bei den Obstgehölzen. V. Zur Möglichkeit einer Voraussage des Blühtermins bei den Obstgehölzen, ein Beitrag zum Problem der Temperatursummen. Forschungsdienst 9,

518—525 (1940). — 3. KAMLAH, H.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen- und Birnensorten. Gartenbauwiss. 1, 10—45 (1928) und Kühn-Archiv 19, 133—195 (1928). — 4. KOBEL, FRITZ: Die Kirschensorten der deutschen Schweiz. Bern-Bümpliz, Benteli A.G. (1937). — 5. LOEWEL, E. L., u. HANS BRUNN: Der Zeitpunkt der Blüte im Laufe der letzten 15 Jahre. Mitt. Obstbauversuchsrings des Alten Landes Nr. 8, 37—38 (1949). — 6. RUDLOFF, C. F., u. HUGO SCHANDLER: Die Befruchtungsbiologie der Obstgewächse und ihre Anwendung in der Praxis. 3. Aufl. Grundle. u. Fortschr. i. Garten- u. Weinbau, Hrsg. C. F. RUDLOFF, H. 64. Stuttgart, z. Z. Ludwigsburg, Ulmer (1950). — 7. SCHMIDT, MARTIN: Kern- und Steinobst. Handb. d. Pflanzenzüchtg. Hrsg. TH. ROEMER u. W. RUDOLF, Bd. V, 1—77. Berlin: Parey (1939). — 8. SCHMIDT, MARTIN: Forschungsaufgaben der Züchtung bei Kirschen. Dtsch. Obstbau 57, 41—46 (1942). — 9. SCHMIDT, MARTIN: Wo stehen wir in der Frage der Neuzüchtung im Obstbau? Zeitfragen der Baumschule, 5. Folge, 51—78. Dtsch. Gärtnerbörse, Aachen (1943). — 10. SCHMIDT, MARTIN: Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel. I. Phänologische, morphologische und genetische Studien an Nachkommenschaften von Kultursorten. Züchter 17/18, 161—224 (1947). — 11. WEGER, N.: Blühvorhersage bei Obstbäumen. Saat und Ernte 3, Nr. 4, S. 10 (1948). — 12. WEGER, N., W. HERBST u. C. F. RUDLOFF: Witterung und Phänologie der Blühphase des Birnbaumes. Wiss. Abh. Reichsamt f. Wetterdienst VII, Nr. 1 (1940). — 13. ZWINTZSCHER, M.: Zwei neue Steinobstsorten, „Primavera“ und „Magna Glauca“. Der Obstbau 71, 83—84 (1952).

(Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Voldagsen.)

## Beitrag zur Resistenz des *Solanum chacoense* (BITT.) gegen den Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* [SAY.]).

Von P. SCHAPER.

Mit 3 Textabbildungen.

Im Rahmen einer deutsch-französischen Zusammenarbeit wurde von 1937 bis 1939 an der Feldstation A h u n (Frankreich) ein umfangreiches Sortiment wilder und primitiver *Solanum*-Arten auf Resistenzeigenschaften gegen den Kartoffelkäfer überprüft(7). Von den 20 Spezies, die Widerstandsfähigkeit besaßen, erregte das *S. demissum* besonderes Interesse, da einige Herkünfte Pflanzen lieferten, die eine Larvenentwicklung völlig unterbanden und zudem anbauwürdige Hybridformen dieser Art vorhanden waren. Doch brachte die anschließende Abtestung des Hybridmaterials ein enttäuschendes Ergebnis. Bereits in den  $F_2$  und  $F_2'$ -Generationen konnten keine Pflanzen mit nennenswerter Resistenz mehr gefunden werden.

Günstiger verlief die Prüfung des reinen *S. chacoense* und seiner Hybriden. An Hand der Herkünfte *S. chacoense* Paraguay, v. BUKASOV und Siambon zeigte sich, daß die Art in der Resistenz aufspaltete und daß vollwiderstandsfähige Pflanzen ausgelesen werden konnten. Auch bestachen einige der Hybridklone durch hohe Festigkeit im freien Befall und exakter Prüfung. Unter ihnen befand sich der Klon F 13, der später von TORKA (8) übernommen und in seinen Eigenschaften näher analysiert wurde.

Auf diesen Ergebnissen fußend, entschloß sich das KWI für Züchtungsforschung, Münchenberg/Mark, dem *S. chacoense* gegenüber dem *S. demissum* den Vorzug zu geben und an der Zweigstelle Rosenhof (Heidel-

berg) Arbeiten zum züchterischen Aufbau Kartoffelkäfer-resistenter Sorten einzuleiten.

Die Erfahrungen der Folgejahre faßte TORKA (9), die mit diesen Untersuchungen betraut wurde, in folgenden Sätzen zusammen: „Im Gegensatz dazu (*S. demissum*) waren Kreuzungen zwischen *S. chacoense* ( $2n = 24$ ) und *S. tuberosum* ( $2n = 48$ ) in der ersten Generation fast ausnahmslos anfällig. In der  $F_2$  trat die Käferfestigkeit wieder in Erscheinung und blieb auch in späteren Generationen unvermindert erhalten. Für die praktische Züchtung ist diese Feststellung von großer Bedeutung, rückt sie doch die „käferfeste Kartoffel“ ins Bereich der Möglichkeit und verspricht, auf der Resistenz von *S. chacoense* aufgebaut, schnelleren Erfolg als bei *demissum*-Bastarden.“ Inzwischen kann auf der Basis homozygot resistenter Ausgangsformen an der weiteren Vervollkommnung von Hybriden gearbeitet werden, die zur Zeit bei einer Sterblichkeit der Larven von 100% eine maximale Leistung von etwa 60% gegenüber anfälligen Kultursorten besitzen.

Nun ist damit zu rechnen, daß ein *chacoense*-Klon mit Sorteneigenschaften, auch wenn er vorzügliche Resistenzqualitäten besitzt, nicht immer zu einem totalen Ausfall der Larvengenerationen führt. Es wird einem, wenn auch noch so geringen Prozentsatz der Larvenpopulationen gelingen, sich bis zum Nymphose- und Käferstadium „durchzuquälen“. Das könnte (Gewöhnung und Rassenbildung des Käfers voraus-

gesetzt) bei der enormen Vermehrungsrate der Tiere zur Anreicherung spezialisierter Individuen führen, die sich über kurz oder lang in einem Normalbefall der ursprünglich resistenten Klone äußern würde.

Es erschien deshalb nicht unwichtig, zu prüfen, ob sich die Resistenz der Pflanzen nur in einer hohen Sterblichkeit der L-Stadien auswirkt, oder ob sich der Fraß *chacoense*-haltigen Blattmaterials auch auf die weitere Entwicklung der überlebenden Tiere nachteilig bemerkbar macht.

Damit sollte zugleich die Frage nach dem wirkamen Resistenzprinzip näher untersucht werden.

Die Ergebnisse der 5jährigen Prüfungen werden hiermit vorgelegt.

Am 11. 8. 1946 wurden 38 Käfer einem Sortenbestand in der Nähe Heidelbergs entnommen und im Jahr 1947 unter Gewächshausbedingungen (Topfkulturen mit Cellophanschut, SCHAPER (7)) auf allgemeine Fragen der Entwicklungsschnelligkeit und Legetätigkeit hin untersucht.

Die aus diesen Kulturen gewonnene Wintergeneration WG 47/48 erhielt vom 17. 3. bis 10. 9. 48 *S. tuberosum*-Futter (Vera, Bona, Fram) und brachte im Zeitraum vom 20. 4. bis 1. 9. insgesamt 199 Gelege mit 3704 Eiern. Einige Gelege dieser Generation dienten als Ausgangsmaterial für eine Untersuchung über die Entwicklungsbeeinflussung von *Lept. decem.* SAY. bei Zwangsfütterung mit *chacoense*-Hybriden. Den *chacoense*-Käfern wurde vergleichend eine Population von *tuberosum*-Käfern gegenübergestellt, die ausschließlich Blattmaterial anfälliger Kultursorten als Futter erhielten.

Die für die Hybridengruppe vorgesehenen Gelege der WG 47/48 (29. 4. bis 10. 5.) wurden auf verschiedene Hybridklone verteilt und aus ihnen die ersten *chacoense*-Käfer gezogen (SG I 48). Diese Verteilung erschien ratsam, weil über die Wirkung der gereichten Futterpflanzen im einzelnen zu wenig bekannt war, um einer von ihnen zur Aufzucht einer hinreichenden Käferzahl bei gleichzeitiger starker Wirkstoffbeeinflussung den Vorzug zu geben.

*S. chacoense* sehr nahe verwandt sind und über das gleiche Wirkungsprinzip verfügen dürften.

Immerhin muß ausdrücklich darauf verwiesen werden, daß sich die gemachten Beobachtungen auf Komplexhybriden stützen, in denen das *chacoense* nicht allein als wirkende Komponente enthalten war. Das gilt auch für einige der Klone, die anschließend (bis Ende 1949) verfüttert wurden.

Die aus den Gelegen der Wintergeneration 47/48 hervorgegangenen 34 Käfer kamen als SG I 48 auf die Hybride geringster Resistenz, so daß mit einer normalen Fraß- und Legetätigkeit der Vollinsekten gerechnet werden konnte. Die im Zeitraum vom 25. 6. bis 5. 7. geschlüpften Käfer zeigten auf dem Klon 47.109/1 (Ackersegen × *S. polyad.*) × (Ostbote × (Fr. 18 × *S. chac.* Siambon I) bis zum 25. 10. ungehemmte Freßlust und Kopulation, lieferten aber nur ein Gelege mit 27 Eiern am 4. 8. 48. Aus diesem Gelege entwickelten sich auf gleichem Blattmaterial bis zum 29. 9. fünf Käfer der SG II, die nach kurzer Fraßperiode ohne Eiablage in die Winterruhe gingen. Demgegenüber produzierten die *tuberosum*-Zuchten (Futter: Vera, Bona, Fram) in der SG I (21 bis 18 Käfer) 133 Gelege mit 2904 Eiern und die SG II (103 Käfer) 372 Gelege mit 7402 Eiern. Von der Aufzucht einer möglichen SG III wurde abgesehen.

Aus diesem ersten Ergebnis ging hervor, daß die unter hoher Sterblichkeit und starken Entwicklungsstörungen mit *chacoense*-Hybriden (Komplex-Hybriden) aufgezogenen Gelege eine SG I mit fast völliger Sterilität ergaben. (Es wurde nachgewiesen, daß mindestens ein Drittel der Käfer aus weiblichen Individuen bestand.) Futteraufnahme und Kopulation der Tiere waren normal, erhöhte Sterblichkeit zeigte sich nicht (1 Käfer tot vom 25. 6. bis 29. 9.), ausreichende Nährstoffspeicherung sicherte eine Überwinterung ohne Ausfall. Die SG II blieb völlig steril und verhielt sich sonst wie die SG I.

Es konnte also angenommen werden, daß die permanente Fütterung der *chacoense*-Hybriden (Komplex-Hybriden) mit Wirkung ab  $L_1$  über die weiteren Larven-

Tabelle 1. Ergebnis: Gelege WG 47/48 (29. 4. bis 10. 5.)

Herkunft	Kl. Nr. Vold.	Abstammung	Larven ( $L_1$ )	Käfer
44. 445 Ros.	47. 14/1	( <i>S. chac</i> Siambon I × Fr. 13) × <i>S. macolae</i>	30	4
45. 1434 „	101/3	( <i>S. chac.</i> Siambon × Fr. 13) × <i>S. mac.</i> ) × s.	39	1
44. 468 „	15/1	(Frühbote × ( <i>S. dem.</i> × Fr. 29) × (Fr. 13 × <i>S. chac.</i> Siambon I)	60	3
45. 1160 „	66/1	[(Ostbote × <i>S. chac.</i> res. 4n) × (Fr. 29 × <i>S. chac.</i> Siambon I) × Fr. 13 fr.] × (Priska × <i>S. dem.</i> )	48	5
45. 1178 „	72/1	[(Schlesien × Fr. 29) × (Schlesien × Fr. 29)) × (36. 124 k/8 × Fr. 29) × s.] × <i>S. dem.</i>	18	2
45. 1581 „	108/1	(Ackersegen × <i>S. polyad.</i> ) × [Ostbote × (Fr. 18 × <i>S. chac.</i> Siambon I)]	35	8
45. 1597 „	110/2	( <i>S. gibberulosum</i> × <i>S. mac.</i> ) × <i>S. mac.</i>	106	8
45. 1434 „	101/2	( <i>S. chac.</i> Siambon I × Fr. 13) × <i>S. mac.</i> ) × s.	123	3

Alle benutzten Klone führten zu einer hohen Sterblichkeit der Larven (insbesondere  $L_1$  und  $L_2$  mit 69,9% Sterblichkeit) und einem gestörten Entwicklungsablauf vieler Individuen von der  $L_1$ — $L_4$  (37—64 Tage). Die Beteiligung der Wildarten *S. demissum* und *S. polyadenium* neben dem *S. chacoense* in zwei Klonen mußte in Kauf genommen werden, da reines *chacoense*-Material nicht in ausreichendem Umfang zur Verfügung stand. Der Effekt auf den Käfer ist bei diesen Spezies in Hybridform nachweisbar geringer. Die Einbeziehung von *S. gibberulosum* und *S. macolae* erschien statthaft, da beide Arten dem

stadien und die Nymphase zum Vollinsekt die Fähigkeit zur Eibildung irreparabel zerstörte, oder, daß die Vollinsekten nach dem Schlüpfen noch voll fertil waren, dann aber bei sofortiger und ausschließlicher Gabe von *chacoense*-Futter diese Funktion verloren. Schließlich bestand die Möglichkeit, daß es sich bei diesem Phänomen nur um eine physiologische Beeinflussung der Tiere auf Zeit handelt, die durch Futterwechsel (*tuberosum*-Sorten) wieder behoben werden konnte.

Diese Fragen wurden in den Versuchsjahren 1949 und 1950 weiter untersucht.

Die Wintergeneration WG 48/49 (SG I und II 48 (38 Käfer am 8. 4., 8 Käfer am 8. 10.) erhielt sofort nach dem Schlüpfen (8. 4.) Topfpflanzen des Klons 49.435 (*S. chac.* 4n res. × *S. dem.* × *S. tub.*). Vom 8. 4. bis 27. 5. wurden bei normaler Fraß- und Kopulationstätigkeit am 19. 4. vier verstreute Eier gelegt. Es trat also wiederum eine fast völlige Unterbindung der Legetätigkeit auf, obgleich dieser Klon über keine nennenswerte Resistenz gegenüber den empfindlichen L-Stadien verfügte.

Tabelle. 2  
Ergebnis einiger Larvenaufzuchten auf 49.435.

Gelege vom 24. 6. geschlüpft 1. 7. 28 Eier 25 L <sub>1</sub>		vom 26. 6. geschlüpft 2. 7. 30 Eier 25 L <sub>1</sub>	
4. 7.	20L <sub>1</sub> 5L <sub>2</sub>	25L <sub>1</sub>	
6. 7.	24L <sub>2</sub>	4L <sub>1</sub> 21L <sub>2</sub>	
12. 7.	17L <sub>3</sub> 6L <sub>4</sub>	3L <sub>2</sub> 19L <sub>3</sub>	
18. 7.	1L <sub>4</sub> 22N	5L <sub>4</sub> 17N	
30. 7.	6N 17K	7N 15K	
1. 8.	19K	22K	

Um eine Legetätigkeit auszulösen und den Bestand der Chacoense-Zucht zu sichern, erfolgte am 28. 5. ein Futterwechsel mit einem anfälligen Polyadenium-Bastard 49.286 (*S. tub.* × *S. polyad.* C) × *Aquila*), der bis zum 22. 6. keine Normalisierung der Eiablage brachte. Ein erneuter Futterwechsel am 23. 6., diesmal mit der Sorte Flava, stellte schlagartig die Fertilität der Tiere wieder her. Im Zeitraum der Flava-Fütterung (23. 6. bis 1. 7.) wurden gezählt:

am 24. 6. 2 Gelege  
25./27. 6. 3 „  
28./30. 6. 17 „  
1./3. 7. 13 „ mit insgesamt 698 Eiern.

Am 3. 7. war wieder Futterwechsel auf die Hybride 49.435 erfolgt, der bis zum 15. 7. andauerte und nur am 4. 7. und 8. 7. (Nachwirkung) zwei Gelege mit 12 Eiern brachte. Vom 16. bis 24. 7. dienten Bona und Flava als Futter (18. bis 24. 7. = 33 Gelege mit 558 Eiern), vom 25. 7. bis 18. 8. die Klone 47.21/10—11—15—18—23-(Ackersegen × *chacoense*-Bastard res.) mit 11 Gelegen und 191 Eiern vom 25. 7. bis 5. 8. (Nachwirkung) und Sterilität vom 6. bis 18. 8., vom 19. bis 28. 8. Mittelfrühe (21. bis 28. 8. 18 Gelege und 252 Eier), vom 29. 8. bis 8. 10. der Klon 47/141/6 ((*chacoense*-Bastard × R 36 (*S. chac.* 4n)) mit 6 Gelegen und 93 Eiern vom 29. 8. bis 1. 9. (Nachwirkung) und Sterilität vom 2. 9. bis 8. 10. (Abb. 1).

Aus zwei Gelegen der WG 48/49 nach *tuberosum*-Einschaltung vom 24. und 26. 6. (Aufzucht mit

49.435) wurden 30 Käfer als SG I 49 weiter beobachtet. Bei Fütterung mit 47.21/15 (Ackersegen × *chac.* Bastard res.), 49.435 (*S. chac.* 4n res. × (*S. dem.* × *S. tub.*)), 49.436 (*S. chac.* Bastard × *S. chac.*) im Wechsel schritten die Tiere nicht zur Eiablage vom 30. 7. bis 19. 8. Auch ein Futterwechsel vom 20. 8. bis 9. 9. mit Mittelfrühe und Ostbote behob nicht mehr die Sterilität, die sich hier in der Folge aus der ohnehin abklingenden Vitalität und Legetätigkeit infolge der späten Jahreszeit erklären läßt. Die *tuberosum*-Kontrollen (WG 48/49 mit 15—1, SG I mit 20—18, SG II mit 29—28, SG III mit 33—28 Käfern) brachten im Zeitraum vom 1. 4. bis 11. 9. insgesamt 508 Gelege mit 19 607 Eiern. (Futter: Erstling, Oberarnbacher Frühe, Bona, Flava, Mittelfrühe, Ostbote.) Bei allen Kontrollen wurde eine beschränkte Käferzahl aufgezogen, da es lediglich auf einen Vergleich und nicht auf die absolute Vermehrungsfähigkeit der Tiere ankam.

Die Untersuchungen des Jahres 1949 beantworteten die Frage der Fertilitätsbeeinflussung durch *chacoense*-Hybriden (Komplex-Hybriden) dahingehend, daß diese sich lediglich für die Zeitdauer des Fraßes auf den Hybriden in einer Stagnation äußert, die jederzeit durch *tuberosum*-Gaben wieder behoben werden kann. Eine organische Rückbildung oder Zerstörung der Legefähigkeit findet nicht statt. Es muß also so sein, daß das *S. chacoense* über einen Hemmstoff verfügt, der die Legetätigkeit unterbindet, ohne auf die Tiere toxisch zu wirken. Für diese Annahme spricht, daß im Gegensatz zu den im Jahre 1948 gefütterten Hybriden, die einen hohen Totenfall in den Larvenstadien auslösten, bei anfälligen *chacoense*-Bastarden (ungestörte Larvenentwicklung) der gleiche Effekt einer erlöschenden Fertilität auftrat. Die Tatsache, daß auch anfällige *chacoense*-Hybriden die Vermehrungsrate des Käfers stark herabsetzen oder zur völligen Unterbrechung des Zyklus führen, ist für die züchterische Auslese nicht ohne Bedeutung.

Im folgenden Jahr war dieser Befund nachzuprüfen und des weiteren zu untersuchen, ob die *chacoense*-Hybriden durchweg in gleicher Art reagierten, oder, wahrscheinlicher, ob Differenzen in der Fertilitätsminderung vorkamen. Für die letzte Möglichkeit sprach die schnellere Hemmung des Klons 49.435 nach Flava-Futter gegenüber 47.21 nach Bona-Flava-Futter.

Die Wintergeneration 49/50 (= SG I 49) schlüpfte mit 28 Käfern am 13. 4. 50 und erhielt sofort die Hybride 47.21 (Ackersegen × *S. chac.* Bastard res.) als Futter. Am 9. 6. wurden 12 Käfer für einen Spezialversuch abgezweigt. Die Käfer (19. 4. bis 9. 6.

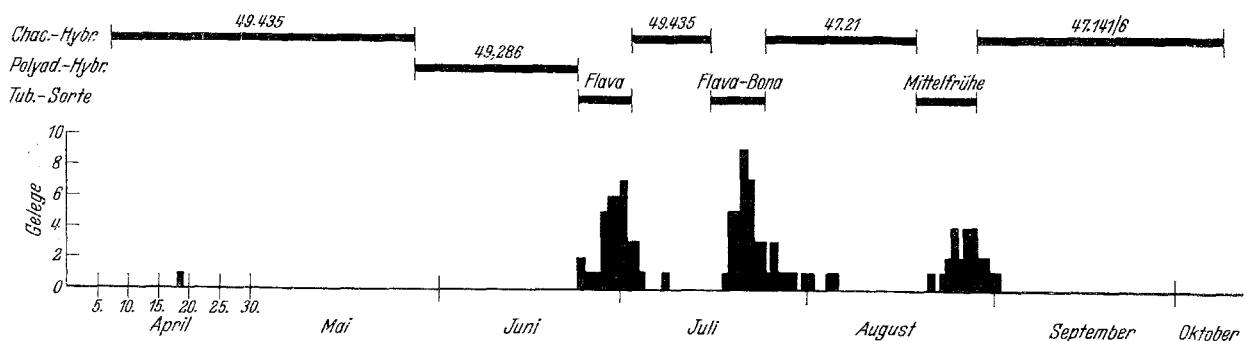


Abb. 1. Beeinflussung der Fertilität durch Futterwechsel (I).

28—24; 9. 6. bis 14. 8. 12—7) blieben bis zum 14. 8. völlig steril. Zu diesem Zeitpunkt war das Pflanzenmaterial im Freiland durch Blattentnahme und spontanen Befall mit *Phyt. inf. DE BARY* erschöpft.

Vom 13. bis 21. 8. wurde versehentlich Blattmaterial von durchgewachsenen Stolonen einer benachbarten *demissum*-Hybride verfüttert, was zur Ablage von 7 Gelegen mit 127 Eiern führte. Ab 22. 8. erhielten die Käfer Blätter eines anfälligen *chacoense*-Klons 50.366 (Falke × *S. chac.* Siambon) × Flava), die keine Unterbrechung der Legetätigkeit auslösten. Die Tiere brachten in der Zeit vom 22. 8. bis 12. 9. (Winterruhe) noch 22 Gelege mit 613 Eiern.

Die am 9. 6. für einen Spezialversuch der WG 49/50 entnommenen 12 Käfer fraßen vom 9. 6. bis 27. 6. Erstling-Blätter (vom 19. 6. bis 27. 6. 13 Gelege mit 334 Eiern), vom 28. 6. bis 12. 8. Klon 47/21 (vom 28. 6. bis 5. 7. 13 Gelege mit 272 Eiern, vom 6. 7. bis 12. 8. völlige Sterilität). Auch diese Zucht erhielt vom 13. bis 21. 8. versehentlich *demissum*-Hybrid-Futter und brachte dabei 6 Gelege mit 95 Eiern. Bei der folgenden Fütterung mit 50.366 hielt auch hier die Legetätigkeit an (vom 22. 8. bis 18. 9. 27 Gelege mit 378 Eiern) (Abb. 2).

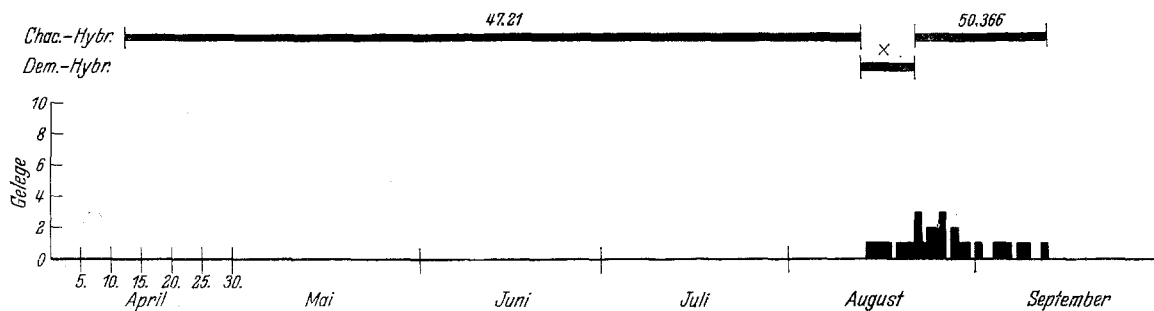
Die Untersuchungen des Jahres 1950 bestätigten einwandfrei die Beobachtung, daß anfällige *chacoense*-Bastarde bei permanenter Fütterung die Legetätigkeit der Völlinsekten völlig unterbinden können (*chacoense*-Dauerfutter 47.21), und daß die Eiablage durch *tuberosum* in Gang gesetzt und durch *chacoense* ausgeschaltet werden kann. Im August führte die ungewollte Zwischenfütterung mit einer *demissum*-Hybride in beiden Zuchten zur Eiablage, die sich durch Einschaltung des Klons 50.366 nicht wieder beheben ließ und erst im September wie üblich erlosch.

Bereits in der Vorjahrsprüfung hatte es den Anschein, als ob der Klon 49.435 schärfer fertilitätsmindernd wirkte als 47.21. Das Verhalten von 50.366 deutete gleichfalls auf graduelle Abstufungen der Fertilitätsbeeinflussung innerhalb der *chacoense*-Hybriden.

Zur Entscheidung dieser Frage wurde abschließend das Verhalten der Käfer auf dem Klon 50.366 einer genauen zweijährigen Prüfung unterzogen.

Die Wintergeneration 50/51 schlüpfte am 13. 4. mit 12 Käfern und blieb bei Dauerfütterung mit 50.366 bis zum 20. 6. steril. Von diesem Zeitpunkt ab setzte Eiablage ein, bei der bis zum 31. 8. 90 Gelege mit

#### *Chacoense*-Dauerfutter



#### *Chacoense*-*Tuberosum*-Futter im Wechsel

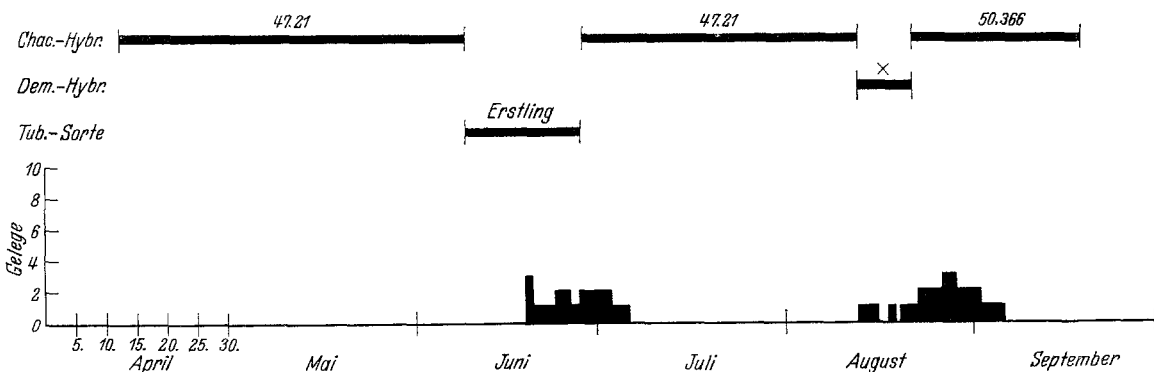


Abb. 2. Beeinflussung der Fertilität durch Futterwechsel (II).

Die SG I/50 entstammte der WG 49/50 mit *chacoense*-Dauerfutter. Aus zwei Gelegen vom 21. und 23. 8. schlüpfen nach Fütterung mit 50.366 bei 30 L<sub>1</sub> 24 Käfer, so daß auch diesem Klon keine nennenswerte Resistenz eigen ist. Die vom 4. 9. bis 2. 10. geschlüpfen Käfer kamen nicht mehr zur Eiablage, was auf die vorgeschrittene Jahreszeit zurückzuführen sein mag. Die Kontrollzuchten auf *tuberosum* lieferten folgendes Ergebnis: WG 49/50 11 Käfer = 34 Gelege mit 622 Eiern (26. 4. bis 15. 6., abgetötet), SG I 20 Käfer = 140 Gelege mit 2730 Eiern (19. 6. bis 10. 9.), SG II 20 Käfer = 46 Gelege mit 880 Eiern (30. 7. bis 15. 9.).

1978 Eiern gezählt wurden. Die am 6. 8. geschlüpfen 20 Käfer der SG I gingen am 10. 9. ohne Eiablage in die Winterruhe.

Die *tuberosum*-Gruppe produzierte: Wintergeneration 50/51 vom 25. 4. bis 4. 8. 11 Käfer = 139 Gelege mit 2476 Eiern, SG I vom 27. 6. bis 5. 10. 20—15 Käfer = 166 Gelege mit 3076 Eiern, SG II vom 13. 8. bis 1. 9. 20—17 Käfer = 36 Gelege mit 536 Eiern. (Futterbasis: Erstling, Bona, Ostbote.)

Bei der *chacoense*-Gruppe folgte also einer zwei-monatigen Sterilitätsperiode nach der Winterruhe eine ziemlich normale Legetätigkeit, während die Folgegeneration (SG I) keine Eiablage mehr zeigte.

Das Ergebnis erklärt, warum im August des Vorjahres trotz Einschaltung des Klons 50.366 die Legetätigkeit andauerte. Im Gegensatz zu den früher geprüften Hybriden besitzt der Klon 50.366 nur ein schwaches Einwirkungsvermögen auf die Fertilität der Käfer, das aber immerhin ausreicht, um die Vermehrungsrate der Tiere gegenüber den *tuberosum*-Käfern ganz erheblich herabzusetzen.

Eine letzte Überprüfung fand im Jahre 1952 statt. Die WG 51/52 (= SG I 51) der *chacoense*-Gruppe brachte bei Fütterungsbeginn am 17. 4. (20—13 Käfer) in der Zeit vom 28. 4. bis 6. 9. 143 Gelege mit 2736 Eiern, gegenüber der *tuberosum*-Gruppe (20—8 Käfer) mit 367 Gelegen und 9058 Eiern (28. 4. bis 16. 9.). Bei der SG I war es möglich, beide Gruppen zum gleichen Zeitpunkt zu entwickeln.

Dabei zeigte sich wieder, daß 50.366 die Entwicklung der L-Stadien nicht wesentlich beeinflusste.

(*tuberosum*: 9. 5. 52 = 34 L<sub>1</sub> am 16. 6. = 24 Käfer  
50.366 9. 5. 52 = 41 L<sub>1</sub> am 16. 6. = 29 Käfer)

Je 20 Käfer beider Gruppen, geschlüpft am 16. 6., wurden am gleichen Tage mit Futter versorgt und zeigten folgendes Verhalten:

Bei normal einsetzender Eiablage betrug für die *chacoense*-WG die Zahl der Gelege und Eier gegenüber der *tuberosum* WG nur etwa ein Drittel, für die SG I nur etwa ein Viertel. Daraus ergibt sich, daß der Klon 50.366 bei hoher Anfälligkeit einen mäßigen, aber unverkennbaren fertilitätsmindernden Einfluß auf das Vollinsekt ausübt, wobei der Effekt sich in den Sommergenerationen stärker als bei überwinterten Tieren entfaltet. Zieht man das Verhalten der in den Vorjahren geprüften Klone heran, so darf insgesamt geschlossen werden, daß resistente *chacoense*-Hybriden bei Vollinsekten völlige Sterilität auslösen können, und daß anfälligen die gleiche Eigenschaft oder doch zumindest eine fertilitätsmindernde Wirkung eigen sein kann. Die graduelle Beeinflussung der Fertilität wird abhängig sein von der Eigenart des zum Klonaufbau benutzten reinen *S. chac.*-Typs, sowie von der Art und Zahl der zur Einkreuzung gelangten Komponenten.

Es hat übrigens den Anschein als ob auch andere Wildspezies in Hybridform, wenn auch schwächer als *S. chacoense*, die Fertilität der Käfer beeinflussen. So brachte eine vergleichende Untersuchung von Käfer-Populationen auf *chacoense*-, *demissum*-, *polyadenium*-, *salamanii*-Hybriden und der Hybridsorte Falke folgendes Ergebnis:

Tabelle 3. Herkunft der Käfer: SG II 1950 *tuberosum* überwintert. Versuchsdauer: 13. 4. bis 4. 8. 1951 (Käfer abgetötet).

	Chac.	Demiss.	Polyad.	Salam.	Falke	Tub.-Sort.
Zahl der Käfer . . . . .	12	12	10	12—11	12—10	12—10
Beginn der Fütterung . . . . .	13. 4.	13. 4.	13. 4.	13. 4.	13. 4.	13. 4.
Beginn der Eiablage . . . . .	2. 5.	24. 6.	27. 6.	5. 6.	7. 5.	25. 4.
Zahl der Gelege . . . . .	45	148	78	58	111	141
Zahl der Eier . . . . .	887	2629	1476	1547	3091	2577

Dieser Versuch bietet Anhaltspunkte dafür, daß die Legetätigkeit durch die relativ schwache *chacoense*-Hybride am stärksten gehemmt wird, aber auch die

*salamanii*- und *polyadenium*-Klone wirken. Der *demissum*-Bastard, dazu auch Falke, bleiben ohne Effekt und können den tub.-Sorten (Erstling, Flava, Ostbote) gleichgesetzt werden. Einschränkung ist zu sagen, daß dieses Ergebnis nur für die Wildtypen in diesen 4 speziellen F<sub>2</sub>'-Kombinationen gilt und nicht allgemein zutrifft. Es liegt ein Protokoll aus dem Jahre 1949 vor, aus dem folgendes hervorgeht:

Die WG 48/49 schlüpfte mit 39 Käfern am 8. 4. Bei Fütterung mit dem Klon 49.433 (*S. dem.* × *S. tub.*) F<sub>2</sub>' × Mittelfrühe) × (*S. tub.* × *S. andig.*) erfolgte am 19. 4. Eiablage (8 Gelege vom 19. 4. bis 10. 5.), die Legetätigkeit blieb bei Futterwechsel mit dem Klon 49.277 (*S. dem.* × *S. rybinii* (voll käferanfällig) × Flava) × Falke) schwach (15. 5. bis 19. 6. 10 Gelege) und stieg bei Verwendung von 49.217—221—223 (*Phyt.* Stamm × s.) sehr stark an (116 Gelege vom 22. 6. bis 21. 8.). Eine Fütterung mit Mittelfrühe

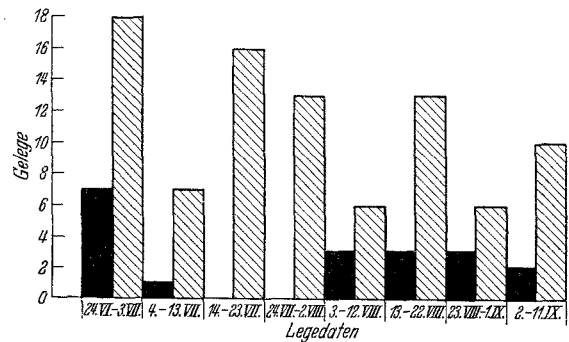


Abb. 3. *chacoense*-Gruppe = schwarzes Feld Futter: 50.366 insgesamt 19 Gelege mit 349 Eiern  
*tuberosum*-Gruppe = Liniert. Feld Futter: Erstling, Bona, Ostbote, Ackersegen insgesamt 89 Gelege mit 2345 Eiern

stimulierte die Fertilität nochmals (22. 8. bis 28. 8. 34 Gelege!). Hier ist also eine unterschiedliche Beeinflussung der Fertilität durch die Klone 49.433 und 49.277 einerseits und die Klone 49.217—221—223 andererseits unverkennbar. Im Gegensatz zur Wintergeneration 48/49 reagierte die Sommergeneration I empfindlicher und brachte mit dem Hybridfutter 49.217—221—223 vom 11.6 bis 4. 8. keine Gelege. Erst der Wechsel auf Mittelfrühe löste auch hier Legetätigkeit aus (47 Gelege vom 5. 8. bis 28. 8.).

Ganz wie bei den *chacoense*-Hybriden kommen auch bei *S. demissum*-Kombinationen Abstufungen

der Fertilitätsbeeinflussung vor, die sich bei den einzelnen Käfergenerationen verschieden stark auswirkt.

### Diskussion der Ergebnisse.

Seit langem beschäftigt man sich mit der Frage, welcher Natur das resistenzbedingende Prinzip einiger wilder *Solanum*-Arten ist und in welcher Form es sich auf die verschiedenen Entwicklungsstadien (Larvengeneration 1—4, Nymphe, Vollinsekt) auswirkt. TROUVELOT und Mitarbeiter (12) prüften Larven in Fütterungsversuchen mit extrem anfälligen bzw. widerstandsfähigen Pflanzen und unterschieden morphologische Besonderheiten (*S. mammosum*, *S. lycopersicum*), abschreckende Wirkung (*S. demissum*) und entwicklungshemmenden Einfluß (*S. hendersonii*, *S. apsicistrum*) als Komponenten der Käferresistenz. Über die Existenz eines toxischen Prinzips, das zu regelrechten Vergiftungen führt, sind die Meinungen geteilt.

Es ist bekannt, daß die Larven Kraut von resistentem *S. demissum* bei Zwangsfütterung nur schwach aufnehmen und früher oder später zugrunde gehen. Dieses Verhalten beruht auf dem Vorhandensein des Demissins in der Blattsubstanz, das als „Vergällungsmittel“ die Tiere vom Fraß abschreckt (3). Ob der Tod ausschließlich durch Ablehnung der vergällten Blätter und damit durch Verhungern eintritt, oder ob die geringe Menge der aufgenommenen Blattsubstanz darüber hinaus auch toxisch wirkt und das Sterben der Tiere beschleunigt, ist bei den geringen Individuenzahlen, die KUHN und GRAUHE (2) untersuchten, nicht mit Sicherheit zu beurteilen. MÜLLER und SELLKE (6) halten die Giftwirkung des *S. demissum* nicht für erwiesen, doch ist der an Jungkäfern durchgeführte Versuch wenig überzeugend und auf Larven kaum anwendbar. Demgegenüber haben sich bereits 1937 TROUVELOT und BUSNEL (10) mit der toxischen Wirkung des *S. demissum* auf  $L_3$ -Larven näher befaßt und eine klare physiologische Beeinflussung der Tiere festgestellt. Die Larven erhielten einmal Sortenfutter, zum anderen Laub des *S. demissum*. Eine dritte Gruppe bekam Futterrationen einer Kultursorte, die der aufgenommenen Blattmenge der *demissum*-Tiere entsprachen. Letztere zeigten bereits 30 Minuten nach Fraßbeginn eine Verlangsamung des Herzschlages um 9%, nach  $3\frac{1}{2}$  Stunden um 18% und nach  $27\frac{1}{2}$  Stunden um 42% gegenüber den Kontrollen. Nach 12stündiger Ernährung mit *demissum*-Laub stockte der Herzschlagrhythmus auf eine Dauer von 3 bis 20 Sekunden. Die Gruppe der unterernährten Individuen blieb unbeeinflußt. Daraus leiteten die Verfasser folgenden Schluß ab: „l'observation du rythme des battements cardiaques apporte un élément de plus montrant que dans les feuilles du *S. demissum* se trouve un principe toxique pour les larves du *Lept. decemlineata*, poisson tendant à réduire le métabolisme général des individus, à mettre ceux-ci en vie ralentie.“

In eigenen Versuchen (1937/39, 1946/52) haben wir die toxische Wirkung des *S. demissum* immer wieder feststellen können. Neben dem Erbrechen, das als Folge des aufgenommenen Demissins gedeutet sein mag, traten auch Bewegungsstörungen, Verfärbung und Verenden der Larven bei anomaler Kotabsonderung auf. Es scheint uns daher sicher, daß die Resistenz nicht nur auf Vergällung beruht, sondern auch Giftwirkungen mitsprechen.

Bei den Spezies *S. caldasii*, *S. commersonii* und *S.*

*jamesii* sind toxische Effekte unverkennbar. Die Tiere fressen, laufen unruhig umher und sterben nach vorheriger Verfärbung unter Vergiftungserscheinungen ab, wie es analog auch bei der Petunie beobachtet wird (7).

LANGENBUCH (4, 5) hat die für die Resistenzzüchtung wichtigen Arten *S. polyadenium* und *S. chacoense* näher untersucht und schließt daraus: „Die Ursache für die Kartoffelkäferresistenz der Wildkartoffel *Solanum polyadenium* GREENM. ist ein im Blattgewebe enthaltener Vergällungsstoff, welcher auf Larven und Käfer fraßabschreckend und brechreizauslösend wirkt, ohne zumindest für das Vollkerfstadium — ausgesprochen giftig zu sein“ und weiter: „Diese Ergebnisse lassen erkennen, daß die Käferfestigkeit von *S. chacoense* ebenso wie die der beiden anderen bisher untersuchten Wildkartoffelarten *Solanum demissum* und *S. polyadenium* durch einen in den Blättern enthaltenen fraßabschreckenden Stoff bedingt ist.“

Der Vollständigkeit halber sei hinzugefügt, daß sich auch HESSE und MEIER (1) mit der Frage nach dem Wirkungsprinzip auseinandergesetzt haben. Sie kommen zu der Auffassung, daß das Vorhandensein oder Fehlen von Fraß-(Acetaldehyd) und Lockstoffen über die Resistenz der Pflanzen entscheiden. Die Deutung, daß den Tieren kein eigentliches Hungergefühl eigen ist, sondern Außenreize wirksam werden müssen, erscheint abwegig.

Es ist notwendig, daß die Resistenzbeurteilung einer Pflanze nicht nur aus Larvenuntersuchungen abgeleitet wird, sondern die Beeinflussung aller Entwicklungsstadien Berücksichtigung findet. Zweifellos verfügt ein Wildsämmling, der keine Larve zur Nymphe kommen läßt, über die erwünschte totale Resistenz, aber ebenso zweifellos besitzen andere Individuen, die eine normale Larvenentwicklung zulassen und die Fortpflanzung der Vollinsekten völlig ausschalten, ein Resistenzprinzip, das für die Praxis nicht minder bedeutungsvoll ist. Die Außerachtlassung Sterilität bedingender Eigenschaften kann bei ausschließlicher Auslese auf Larvenresistenz zur Folge haben, daß ein guter Teil des Zuchtmaterials infolge einer mäßigen Sterblichkeit der Larven verworfen wird, obwohl diese leistungsmäßig oft überlegenen Typen zu einem späteren Zeitpunkt die Entwicklung der Tiere genau so wirksam unterbinden. Wir möchten annehmen, daß eine Sterblichkeit von 60 bis 80% als ausreichend anzusehen ist, sofern damit eine nachhaltige Fertilitätsbeeinflussung durch die gleiche Pflanze verbunden ist.

TROUVELOT und GRISON (11) wiesen erstmalig auf die erheblichen Differenzen hin, die bei der Eiablage durch Verfütterung verschiedener Wildformen auftreten können. Je zwei Käferpaare (WG 34/35) lieferten im Zeitraum von 50 Tagen auf *S. edimense* 35, *S. tuberosum* 29, *S. demissum* 13, *S. caldasii* 9, *S. jamesii* 8 und *S. commersonii* 0 Gelege (5 Pflanzen, Freilandkäfig). Trotz der geringen Käferzahl und der vermutlichen Heterozygotie innerhalb der genannten Arten ist das Absinken der Legetätigkeit bei den letztgenannten Spezies unverkennbar. Auch TORKA (8) berichtete über Fertilitätsstörungen bei Käfern, die auf *chacoense*-Hybriden (Fr. 13) gezogen waren.

Die von uns vorgelegten Ergebnisse bestätigen und erweitern diese Befunde. Es ist erwiesen, daß sowohl

Larven-resistente, wie auch Larven-anfällige *chacoense*-Hybriden die Legetätigkeit bis zur völligen Sterilität herabzusetzen vermögen. Dabei bestehen Wirkungsdifferenzen zwischen den einzelnen Bastarden, die sich mit Resistenzunterschieden des wilden Ausgangselters und ihrer Beeinflussung durch die Kombination mit *S. tuberosum* erklären lassen. Die Sterilität kann durch Verfütterung von Kultursortenlaub aufgehoben werden. Ähnliches gilt für die Hybriden von *S. demissum*, *S. polyadenium*, *S. salamanii*, doch wirkten die untersuchten Klone schwächer als Abkömmlinge des *S. chacoense*.

Das resistente *S. chacoense* und seine Hybriden beeinflussen die Lebensstadien des Kartoffelkäfers in verschiedener Weise. Die Larven sterben frühzeitig ab (L 1—2) oder entwickeln sich in Einzelfällen schleppend und mit allen Erscheinungen einer toxischen Unterernährung. Wird das Nymphosestadium erreicht, so ist auch hier Mortalität und zeitliche Dauer heraufgesetzt. Die Vollinsekten bleiben steril oder zeigen bei verzögerter Eiablage Fertilitätsminderung. Die Sommerkäfer reagieren empfindlicher als die überwinterten Tiere. Kommt es zur geminderten Eiablage der WG, so entwickelt sich zunächst nur eine Folgegeneration, die ohne Legetätigkeit in den Boden geht. Ein Hybridklon des *S. chacoense* kann Larvensterblichkeit und Fertilitätsminderung auslösen, ebenso finden sich auch Pflanzen, die bei normaler Larvenentwicklung nur eine Herabsetzung der Legetätigkeit verursachen. Aus diesen Befunden leiten wir ab, daß das wirksame Resistenzprinzip des *S. chacoense* nicht allein auf einem Vergällungseffekt beruht. Eine hohe Konzentration der Vergällungssubstanz (reine *chacoense*-Pflanzen-) führt zur völligen Ablehnung des Krautes durch die Larven und damit zum schnellen Hungertode. Eine schwächere Konzentration kann sich dahingehend auswirken, daß die Tiere durch unzureichende Futteraufnahme und Giftbeeinflussung langsam im Verlauf der Larvenstadien absterben (unterschiedliche Verträglichkeit der Individuen einer Population), oder daß bei einem sehr schwachen Gehalt keine spürbare Beeinflussung eintritt und die Entwicklung normal verläuft. Aber auch die schwächste Konzentration reicht noch aus, um den Genitalapparat der Vollinsekten in seiner Funktion zu stören. Es kann also sein, daß der Grad der Käferresistenz bei *S. chacoense* auf der unterschiedlichen Dosierung eines Wirkstoffes beruht, der sowohl vergällend wie toxisch wirkt. Sollte es sich um zwei oder mehr stoffliche Komponenten handeln, so müssen sie eng miteinander gekoppelt sein. Es ist uns kein Fall bekannt, wo normaler Fraß mit hoher Sterblichkeit beobachtet wurde. Da bei Fütterung der Käfer mit *chacoense*-Hybriden auch *S. tuberosum* beteiligt ist und die stagnierende Legetätigkeit beim Übergang auf reine *tuberosum*-Sorten wieder im normalen Umfang einsetzt, ist anzunehmen, daß der Wirkstoff des *S. chacoense* die Eibildung hemmt, ohne daß organische Schäden eintreten.

#### Zusammenfassung.

1. Das Kraut von *S. chacoense* (Hybriden) verringert die Fertilität der Vollinsekten von *Leptinotarsa decemlineata* SAY.

2. Die Fertilitätsminderung zeigt sich auch bei Pflanzen, die eine ungestörte Larvenentwicklung zulassen.

3. Bei Futterwechsel von *Chacoense*-Hybriden auf *tuberosum*-Sorten normalisiert sich die Eiablage.

4. Das Agens des *chacoense*-Krautes hemmt die Funktion des Genitalapparates, ohne daß organische Schädigungen auftreten.

5. Über die chemische Natur des Wirkstoffes ist nichts bekannt. Ist er mit der Vergällungssubstanz der Blätter identisch, so müssen Konzentrationen, die nicht mehr abschreckend wirken, noch ausreichen, um die Legetätigkeit ganz oder teilweise zu unterbinden.

6. Aus den Untersuchungen ist zu folgern, daß die Resistenz des *S. chacoense* und seiner Hybriden auf Fraßabschreckung, Toxizität der Blattsubstanz und Hemmung des ovalen Entwicklungsprozesses bei Vollinsekten beruht.

7. Quantitative Wirkstoffdifferenzen innerhalb der *chacoense*-Nachkommenschaften ermöglichen eine Auslese von Pflanzen, die Larvenentwicklung (abschreckender, toxischer Effekt) oder Eiablage der Käfer (hemmender Effekt) unterbinden.

#### Literatur.

1. HESSE, G. u. R. MEIER: Über einen Stoff, der bei der Futterwahl des Kartoffelkäfers eine Rolle spielt. (Lockstoffe bei Insekten, I. Mitteilung.) *Angew. Chem.* **21**, H. 62, 502—506 (1950). — 2. KUHN, R. u. A. GAUHE: Über die Bedeutung des Demissins für die Resistenz von *Solanum demissum* gegen die Larven des Kartoffelkäfers. *Z. Naturforschung* **2b**, 407—409 (1947). — 3. KUHN, R. u. I. LÖW: Über Demissin, ein Alkaloidglykosid aus den Blättern von *Solanum demissum*. *Chem. Berichte* **80**, 406—410 (1947). — 4. LANGENBUCH, R.: Beitrag zur Klärung der Ursache der Kartoffelkäferresistenz der Wildkartoffel (*Solanum polyadenium* GREFNM.) *Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst* **3**, H. 5, 69—71 (1951). — 5. LANGENBUCH, R.: Ist das Fehlen eines „Fraß-Stoffes“ oder das Vorhandensein eines „Vergällungssstoffes“ die Ursache für die Resistenz der Wildkartoffel *Solanum chacoense* BITT. gegenüber dem Kartoffelkäfer? *Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz* **59**, H. 5/6, 179—189 (1952). — 6. MÜLLER, K. O. u. K. SELLEKE: Beiträge zur Frage der Züchtung kartoffelkäferwiderstandsfähiger Kartoffelsorten. *Z. Pflanzenzüchtung* **24**, 186—228 (1942). — 7. SCHÄFER, P.: Arbeiten und Probleme zur züchterischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers. *Z. Pflanzenzüchtung* **23**, 239—322 (1941). — 8. TORKA, M.: Die Widerstandsfähigkeit eines *Solanum chacoense*-Klons gegenüber dem Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* SAY.). *Züchter* **15**, H. 7/9, 145—148 (1943). — 9. TORKA, M.: Die Resistenz von *Solanum chacoense* BITT. gegen *Leptinotarsa decemlineata* SAY. und ihre Bedeutung für die Kartoffelzüchtung. *Z. Pflanzenzüchtung* **28**, 63—78 (1949). — 10. TROUVELOT, B. et R. BUSNEL: Modifications du rythme des battements cardiaques chez les larves du *Doryphora* (*Leptinotarsa decemlineata* SAY.), suivant les *Solanum* dont elles se nourrissent. *C. r. Acad. Sc.* **205**, 1171—1173 (1937). — 11. TROUVELOT, B. et P. GRISON: Variations de fécondité du *Leptinotarsa decemlineata* SAY. avec les *Solanum tuberosum* consommés par l'insecte. *C. r. Acad. Sc.*, **201**, 1053—1054 (1935). — 12. TROUVELOT, B., LACOTTE, DÜSSY et THÉNARD: Les qualités élémentaires des plantes nourricières du *Leptinotarsa decemlineata* et leur influence sur le comportement de l'insecte. *C. r. Acad. Sc.* **197**, 355—356 (1933).