

Propachlor, Alachlor, Aziprotryn und Simazin zur Vor- und Nachauflaufanwendung zur Unkrautbekämpfung bei Winterraps eingesetzt. Der Versuch brachte folgende Ergebnisse: Die Anwendung von Herbiziden zu Winterraps ist auch unter den Bedingungen des Nordens der DDR grundsätzlich möglich. Von den geprüften Herbiziden hatten Aziprotryn, Simazin und Alachlor eine gute herbizide Wirksamkeit. Dagegen konnte die unkrautvernichtende Wirkung von Propachlor und Desmetryn nicht befriedigen. Beim Winterraps wurden im Herbst Schäden durch Simazin, Aziprotryn und Desmetryn verursacht. Führen die Schäden am Kulturpflanzenbestand nur zu einem Ausdünneneffekt, so daß zur Ernte noch ausreichend Pflanzen/m² vorhanden sind, kann dies gegenüber zu dichten Beständen von Vorteil sein. Bei Anwendung von Alachlor, Simazin und Aziprotryn wurden gegenüber unbehandelt Mehrerträge an Samen von 5,6 bis 16,0 % erreicht. Der höchste Ertrag wurde erzielt bei einem niedrigen Deckungsgrad der Unkräuter und einer mittleren Pflanzenanzahl zur Ernte (30 bis 40 Pflanzen/m²).

Die einjährigen Ergebnisse lassen noch keine allgemeingültigen Schlußfolgerungen zu. Die Versuche werden fortgesetzt, um der landwirtschaftlichen Praxis bei Vorliegen mehrjähriger Ergebnisse Empfehlungen für den Herbizideinsatz geben zu können.

Резюме

О применении гербицидов при возделывании озимого рапса

На опытном поле Педагогического института Гюстров в 1968/69 гг. в посевах озимого ранса применялись десметрин, пропахлор, алахлор, азипротрин, симазин по довсходовой и послевсховой технологии. Опыт привел к следующим результатам:

Принципиально применение гербицидов в посевах рапса возможно и в условиях севера ГДР. Из проверенных средств хорошими гербицидными свойствами отличались средства мезоран, W 6658 и лассо, а действие рамрода и топузина не удовлетворяло. Осенью средства W 6658, мезоран и топузин вызывали повреждения рапса. Если повреждения культурных растений ограничиваются эффектом прорезывания посева, так что к моменту уборки на м² имеется достаточное количество растений, то это может быть положительным по сравнению с загущенными посевами. В вариантах с применением средств лассо, W 6658 и мезоран отмечались прибавки урожая семян от 5,6 до 16,0% по сравнению с необработанными вариантами. Наибольшие урожаи собирали при низкой сомкнутости сорняков и среднем количестве растений на

площади к моменту урожая (30—40 растений/м²). Однолетние результаты не позволяют еще делать общезначимых выводов. Опыты будут продолжены, с тем, чтобы можно было дать практике рекомендации о применении гербицидов.

Summary

On the application of herbicides with winter rape

On the experimental field of the Güstrow Pedagogic Institute the herbicides Desmetryn, Propachlor, Alachlor, Aziprotryn and Simazin were applied before and after emergence for weed control on winter rape, in 1968/69. The following results were obtained:

On principle, herbicide application with winter rape is possible also under the conditions of the northern part of the GDR. Aziprotryn, Simazin and Alachlor produced good herbicidal effects, while the weed-controlling effect of Propachlor and Desmetryn was not found to be satisfactory. In autumn, Simazin, Aziprotryn, and Desmetryn caused damage to winter rape. If this damage to the cultivated plants produces only a thinning effect so that there are still sufficient plants per m² left by the time of harvest, this might be of some advantage as compared with excessive stand density. Application of Alachlor, Simazin and Aziprotryn increased seed yields by 5.6 to 16.0 per cent as compared with the untreated control. The highest yield was achieved at a low covering rate of the weeds and a medium number of cultivated plants per unit area at the time of harvesting (30 to 40 plants per m²). However, these one-year results do not yet permit general conclusions. The experiments will, therefore, be continued in order to provide practical farming with certain recommendation on herbicide use based on the test results of several years.

Literatur

- AMME, M.: Topusyn, ein neues Mittel zur Unkrautbekämpfung in Vermehrungsbeständen von Markstammkohl und Grobkohlarten. Saat- u. Pflanzgut 8 (1967), S. 78-88
 BOHME, E.: Untersuchungen zum Herbizideinsatz bei Futterkohl. Wiss. Z. Pädagog. Inst. Güstrow 7 (1968/69), Sondernr. S. 55-61
 HOFFMANN, H.-W.: Untersuchungen über den Einfluß von Klima und Boden sowie einiger pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Ertrag von Winterraps als Voraussetzung für standortgerechte Anbauerweiterung in den Bezirken Rostock, Schwerin und Neubrandenburg. Rostock, Univ. Diss. 1967.
 LOTTGE, W.: Hinweise für die Unkrautbekämpfung in Markstammkohl mit Topusyn. Feldwirtsch. 9 (1968), S. 126-128
 SCHRÖDER, G.: Unkrautbekämpfung im Drill-Saat-Futterkohl mit Herbiziden. Inform. sozial. Landwirtsch. Bez. Schwerin 5 (1967), S. 299-303
 SCHRÖDER, G.; PETTER, H.: Zur Anwendung von Topusyn im Futterkohl-anbau. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutz. (Berlin) NF 23 (1969), S. 134 bis 138
 SEIFFERT, M.: Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. Berlin, 1965, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl.
 o. V.: Produktion von Öl- und Faserpflanzen. Handbücherei des Genossenschaftsbauern. Berlin, 1969, VEB Dt. Landwirtschafts-Verl.
 o. V.: Proceedings of the 9. British Weed-Control-Conference 18th - 21st November 1968, Brighthon
 o. V.: Prospekte der Herstellerfirmen
 o. V.: Statist. Jahrb. DDR, 1968

Aus dem Institut für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Dietmar WAGENBRETH und Reinhard TROMMER

Eine einfache Biotest-Methode zur Bestimmung der Einwaschung von Herbiziden in Bodensäulen sowie Möglichkeiten zur mathematisch-statistischen Auswertung

1. Einleitung

Die Einwaschbarkeit von Herbiziden in Böden ist ein Faktor, der in starkem Maße über die Wirkung der Präparate und oft auch über ihre Selektivität entscheidet.

Die Ermittlung der Eindringungstiefe in natürlichem Boden geschieht durch Analysen an Proben, die aus sukzessiven Bodentiefen entnommen worden sind. Bei Modellbodensäulen wird entweder der Durchlauf ana-

lysiert, oder die Säulen werden auseinandergeschnitten und die einzelnen Säulenabschnitte getrennt geprüft, entweder mit chemischen Methoden oder im Biotest (KRÜGER 1969). Wir arbeiteten demgegenüber nach dem nachfolgend beschriebenen einfachen Verfahren.

2. Beschreibung des Verfahrens

Aus einem PVC-Rohr mit einer Länge von 50 cm, einem Innendurchmesser von 10 cm und einer Wandstärke von 4 mm wird ein Längsstreifen (etwa $\frac{1}{4}$ des Rohrumfanges) herausgeschnitten, anschließend wieder aufgesetzt und mit Kautschukpflasterstreifen verklebt. Das so präparierte Rohr wird in einen passenden, mit einer Filterscheibe ausgelegten Büchnertrichter gesetzt. Ein Stativ gewährleistet die nötige Halterung (Abb. 1). Der zu prüfende Boden wird auf gewünschte Werte seiner Wasserkapazität gebracht (in unseren Versuchen 60 %) und portionsweise gleichmäßig in das Rohr eingestampft. Es ist zweckmäßig, am oberen Ende zunächst noch einen 0,5 cm tiefen Rand freizulassen. Das gleichmäßige Aufbringen des Herbizides geschieht mit einem auf einen englumigen Meßzylinder aufsetzbaren Sprüher, der durch ein seitlich offenes T-Stück mit dem Daumen leicht regelbar durch eine Druckpumpe betrieben wird. Die praxisübliche Dosierungsangabe kg/ha wird nach folgender Formel auf den Säulenquerschnitt umgerechnet.

$$D_{(g)} = P_{(kg/ha)} \cdot F_{(cm^2)} \cdot 10^{-5}$$

D = auszubringende Dosis in g, P = Dosierungsangabe in kg/ha, F = Bodenoberfläche des Versuchsgefäßes in cm^2 .

Bei einem Röhrenradius von $r = 5$ cm folgt:

$$D_{(g)} = P_{(kg/ha)} \cdot 0,000785.$$

Zur leichteren Dosierung wird das Volumen der wässrigen Herbizidlösung gegenüber den meist üblichen 600 l/ha etwa auf das 10fache erhöht (4 ml/Säulenquerschnitt). Die zur Einwaschung vorgesehene Wassermenge wird ebenfalls aufgesprüht und zwar portionsweise in geeigneten zeitlichen Abständen, um eine gleichmäßige Einwanderung der Präparate in den Boden zu gewährleisten. 100 ml aufgesprühtes Wasser entsprechen bei dem gegebenen Rohrquerschnitt 13 mm Niederschlag. Ist das gesamte Wasservolumen aufgetragen, bleibt die Säule etwa 12 bis 15 Stunden mit einer Petrischale abgedeckt stehen, bis das Wasser im Boden zur Ruhe gekommen ist. Eventueller Durchlauf wird in einem Becherglas aufgefangen. Jetzt werden die restlichen 0,5 cm am oberen Ende der Säule mit Erde aufgefüllt, ein Deckel (PVC-Scheibe oder Petrischale) wird mit Kautschukpflasterstreifen gegengeklebt, die Säule wird waagrecht gelegt und auch das untere Ende in entsprechender Weise abgeschlossen. Nach Abheben des kleineren Rohrmantelsegmentes läßt sich die überstehende Erde abstreifen. Nun kann die Einsaat geeigneter Testpflanzen in Querreihen mit gewähltem Abstand erfolgen. Bis zum Auflaufen läßt sich ein Austrocknen des Saatbettes durch Wiederauflegen des Rohrmantelteiles vermeiden, was besonders bei oberflächlich liegendem kleinsamigen Saatgut vorteilhaft ist. Das Aufstellen der Säulen sollte unter standardisierten Wachstumsbedingungen erfolgen, in unseren Versuchen bei $28^\circ C \pm 2$ grad und Kunstlicht, Lumoflor-Leuchtstoffröhren, 2 000 Lux.

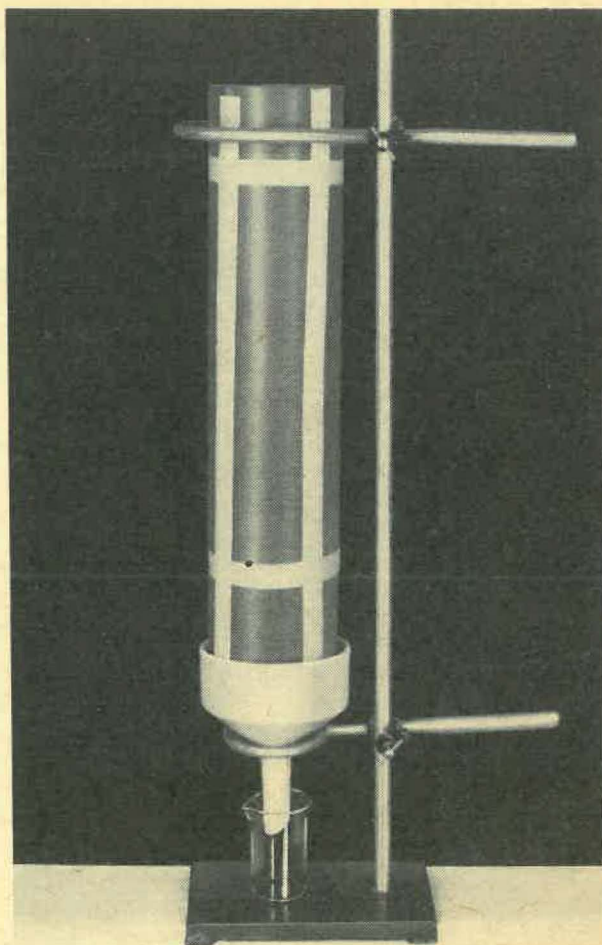


Abb. 1:
Montiertes PVC-Rohr (10 cm Durchmesser, 50 cm Länge) für Einwaschversuche an Bodensäulen.

3. Auswertung und mathematisch-statistische Beurteilung

Die Auswertung des Versuches geschieht in einer der Wirkung des betreffenden Präparates adäquaten Weise. Bei drastischen Schadsymptomen läßt sich das Ergebnis bereits visuell ablesen (Abb. 2). Die Breite

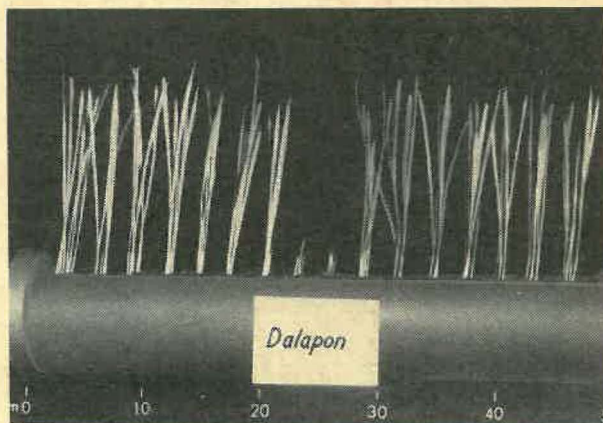


Abb. 2:
Einwaschung von Dalapon in eine Bodensäule (12% Humus pH 7.0) Dosis 40 kg/ha des Handelspräparates (90% Na-Salz der 2,2-Dichlorpropionsäure). Das Herbizid wurde auf die senkrecht stehende Bodensäule aufgetragen und mit 600 ml $H_2O/18,5$ cm^2 (=78 mm „Niederschlag“) eingewaschen. Einsaat der Biotestpflanze (Hafer, Sorte 'Romulus') in die waagrecht gelegte Säule nach Entfernung eines Rohrmantelteiles und der dann überstehenden Erde.

des durch die Reaktion der Testpflanzen bezeichneten Bandes hängt einerseits von der Verteilung des Herbizides im Boden ab, andererseits aber auch von der Seitenwurzelbildung der Pflanzen, da hierdurch Wirkstoffe auch aus benachbarten Zonen aufgenommen werden oder Pflanzen nur teilweise dem Herbizideinfluß ausgesetzt sind. Je früher sich die Symptome ausbilden oder je geringer die seitliche Durchwurzelung ist, desto schärfer zeichnet sich das Band ab.

Bei Erhebung quantitativer Werte für eine graphische Darstellung der Ergebnisse läßt sich die Empfindlichkeit des Testes durch Wahl spezifischer Kriterien erhöhen. Vielfach ist es üblich, das Frisch- oder Trockengewicht des gesamten Sprosses zu ermitteln. Mißt man jedoch z. B. die Triazinwirkung bei Hafer lediglich am Gewicht des 2. Blattes nach der Koleoptile, so spricht der Test wesentlich empfindlicher an, was aus der Wirkungsweise der Triazine als Photosynthesehemmstoffe zu erklären ist (Abb. 3). Rückschlüsse auf die in den einzelnen Bodenhorizonten vorliegenden Herbizidkonzentrationen lassen sich aus parallel in Plastetöpfen angesetzten Standardreihen ziehen. Bei der Einschätzung der Ergebnisse anhand der Gewichts- und Längenmessungen ist zum Vergleich eine Kontrollröhre ohne Herbizid heranzuziehen, um Substrateinflüsse von Herbizideinwirkungen zu unterscheiden. Besonders bei kleinsamigen Testpflanzen muß man mit einer Beeinflussung des Wachstums durch Verschiebung von Nährstoffen oder anderen löslichen, pflanzenaktiven Substanzen rechnen.

Beispiele von Einwaschversuchen mit bekannten Herbiziden werden in den Abbildungen 2, 4 und 5 gezeigt. Zur Säulenfüllung diente humoser Sandboden (Humusgehalt 12%, pH 7,0). Die aufgetragenen Herbizide wurden mit 600 ml Wasser entsprechend 78 ml Niederschlag (in Portionen zu 25 ml in 15minütigem Abstand aufgesprüht) eingewaschen.

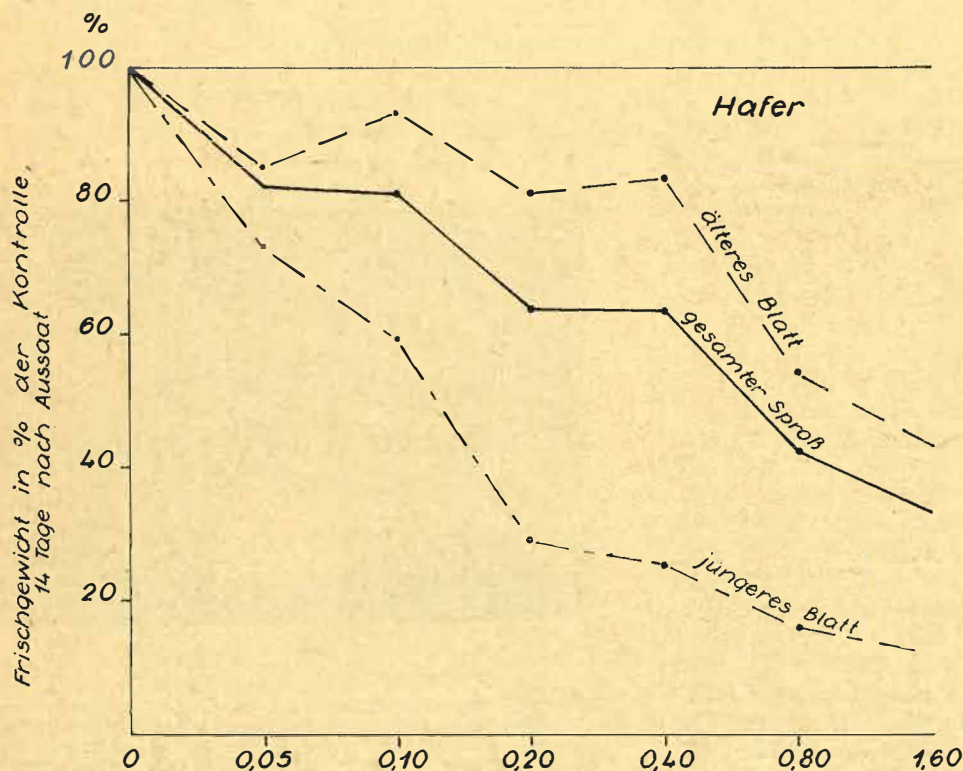


Abb. 3:

Wirkung steigender Mengen von Atrazin auf das Sproßfrischgewicht von Hafer ('Romulus') in Sandkultur. Zum Zeitpunkt der Gewichtsbestimmung (14 Tage nach Aussaat) hatten sich außer der Koleoptile zwei Blätter entwickelt. Das Atrazin wirkt sich am stärksten auf das Gewicht des 2. Blattes aus.

Führt man eine mathematisch-statistische Auswertung dieser Versuche durch, dann sind im Hinblick auf die Anzahl der durchgeführten Messungen zwei Fälle zu unterscheiden:

a) Die Beurteilung des Pflanzenwachstums erfolgt durch ein Merkmal (z. B. die Blattlänge), das an der Einzelpflanze ermittelt wird. Für einen festen Reihenabstand von der Säulenoberfläche (Startfläche des Herbizides) stehen dann innerhalb derselben Reihe mehrere Pflanzen und damit Meßwerte in der Behandlungs- und in der Kontrollgruppe zur Verfügung. Ihre Anzahlen seien n_1 und n_2 . Für diesen Fall liefert der Wilcoxon-Test für unabhängige Stichproben ein einfaches aber exaktes und wirksames Verfahren zum statistischen Nachweis von Unterschieden. Dieser verteilungsunabhängige Test (er setzt keine spezielle Verteilung der Merkmalswerte, insbesondere keine Normalverteilung voraus) wird in der Literatur auch als Test von WHITE bzw. MANN und WHITNEY bezeichnet (o. V., 1960; HOLMAN, 1970; WEBER, 1967).

Der Test soll im folgenden an zwei Zahlenbeispielen erläutert werden. Als Merkmal wurde die Blattlänge von Hafer und als Behandlung das Präparat mit der Wirkstoffkombination Propham + Proximpham + Diuron gewählt (Abb. 5). Für die Reihenabstände 1 cm und 4 cm wurden folgende Blattlängen gemessen (sie sind innerhalb jeder Reihe bereits nach der Größe geordnet).

		1. Pflanze	2. Pflanze	3. Pflanze	4. Pflanze	5. Pflanze
1 cm	Kontrolle	16,3	17,2	17,5	17,8	18,0
	Behandlung	10,5	11,0	11,5	12,8	13,3
4 cm	Kontrolle	16,2	16,7	17,3	18,5	19,5
	Behandlung	16,7	18,0	18,0	18,8	19,5

Es ist $n_1 = n_2 = 5$.

Zur Durchführung des Tests müssen die $n_1 + n_2 = 10$ Zahlenwerte, die zum gleichen Reihenabstand gehören, unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zur Kontroll- oder Behandlungsgruppe der Größe nach geordnet und durch die ganzen Zahlen von 1 bis $n_1 + n_2 = 10$ (sie heißen Rangordnungs- zahlen oder kurz Ränge) ersetzt werden.

Tritt der gleiche Meßwert in beiden Gruppen gleichzeitig auf (z. B. der Wert 16,7 bei Reihenabstand 4 cm), dann sind gemittelte Ränge zu bilden.

Die Prüfgruppe des Wilcoxon-Testes ist die

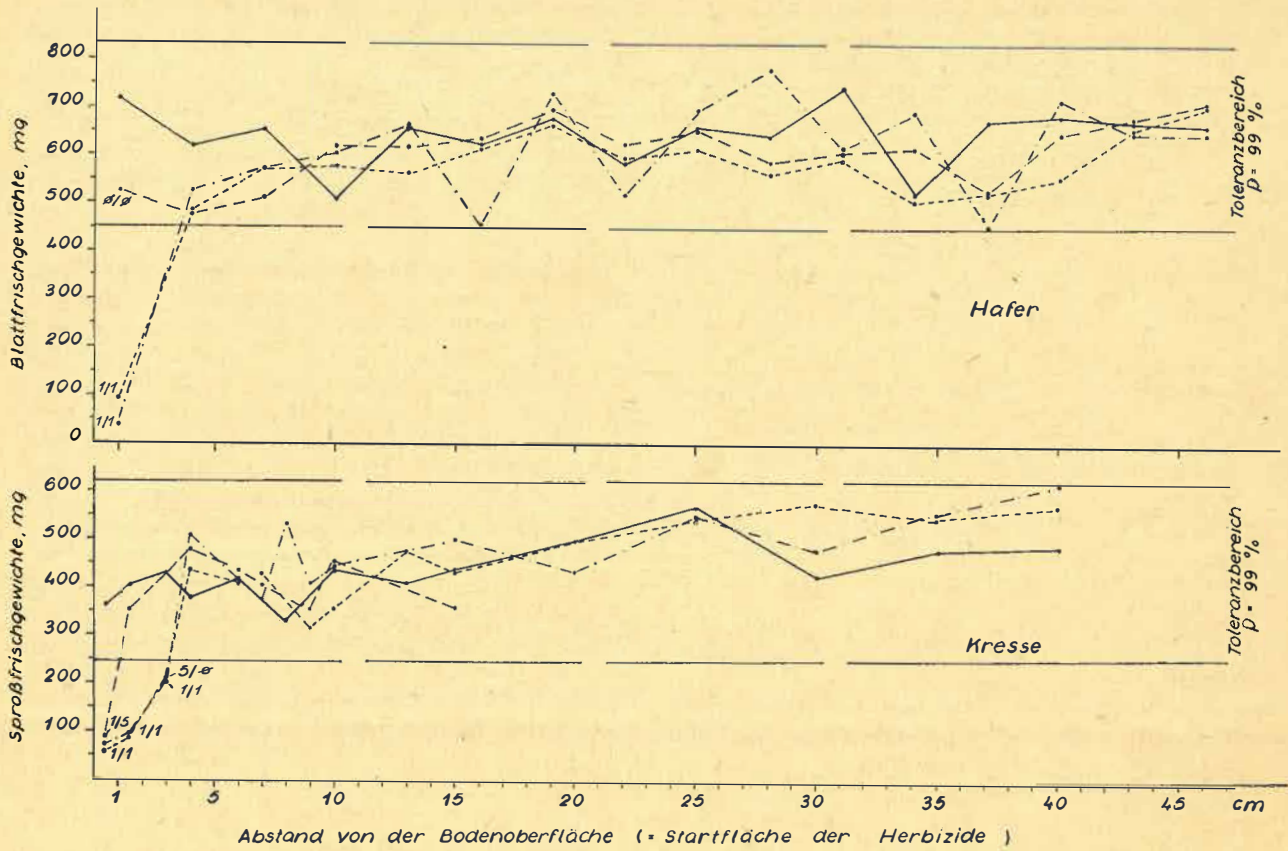


Abb. 4:

Einwaschung von Herbiziden auf der Wirkstoffbasis von Simazin, Atrazin und Prometryn in Bodensäulen (12% Humus, pH 7,0) mit 600 ml H₂O/18,5 cm³. Dosierung: jeweils 5 kg/ha des 50prozentigen Handelspräparats. Testpflanzen: Hafer (Frischgewicht des 2. Blattes von 5 Pflanzen pro Reihe 14 Tage nach Aussaat), Kresse (Sproßfrischgewicht von 10 Pflanzen pro Reihe 11 Tage nach Aussaat). Die Gewichte wurden summarisch für jeweils 1 Reihe bestimmt.

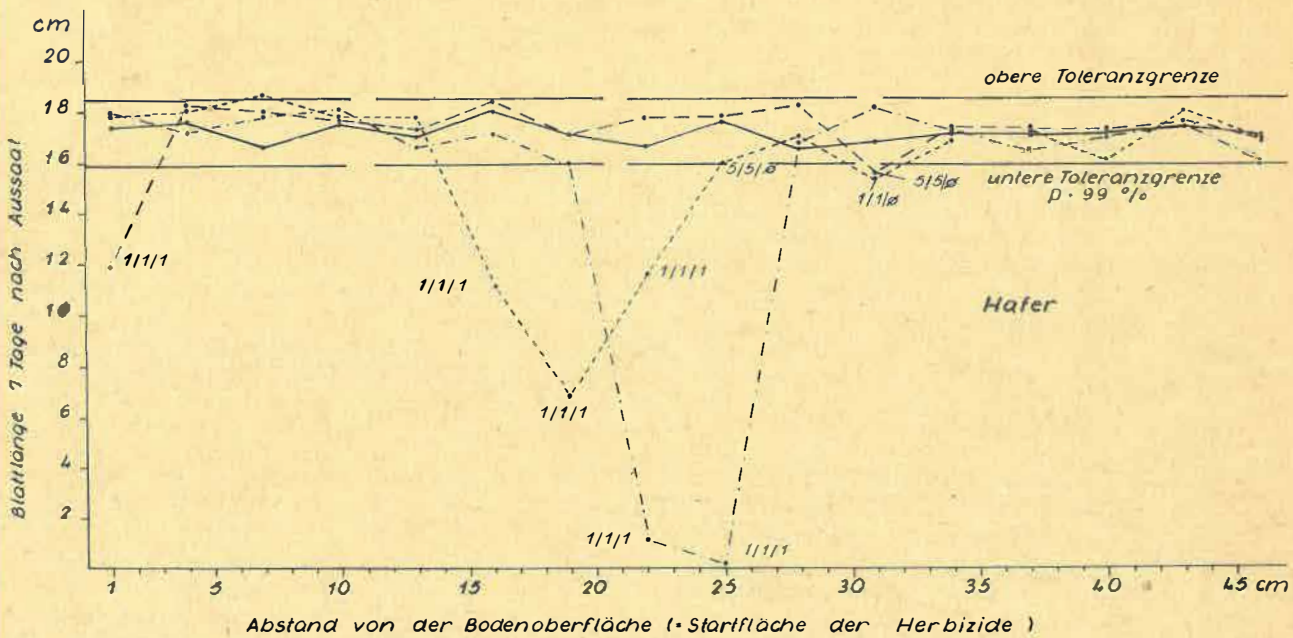


Abb. 5:

Einwaschung eines kombinierten Herbizids auf der Wirkstoffbasis von Propham + Proximpham + Diuron (a), sowie von Herbiziden auf der Basis von Kaliumchlorat (b) und Dalapon (c) in Bodensäulen (12% Humus, pH 7,0) mit 600 ml H₂O/18,5 cm³.

Dosierung: a) 10 kg/ha des Handelspräparats (25% Proximpham + 25% Propham + 2,4% Diuron)

b) 200 kg/ha des Handelspräparats (98% KClO₃)

c) 40 kg/ha des Handelspräparats (90% Na-2,2-Dichlorpropionat)

Testpflanze Hafer ('Romulus'). Länge des 1. Blattes 7 Tage nach Aussaat. Die Kurvenpunkte stellen Mittelwerte für jeweils 5 Pflanzen (\triangle 1 Reihe) dar.

Randsomme der Meßwerte derjenigen Gruppe, die den kleineren Strichprobenumfang aufweist. Im Falle $n_1 = n_2$ ist es gleichgültig, für welche Gruppe die Rangsumme gebildet wird. Wir wollen hier die Rangsumme der Behandlungsgruppe wählen und mit R bezeichnen. Für unser Beispiel ergeben sich folgende Ränge:

		Ränge					R
1 cm	Kontrolle	6	7	8	9	10	
	Behandlung	1	2	3	4	5	15
4 cm	Kontrolle	1	2,5	4	7	9,5	
	Behandlung	2,5	5	6	8	9,5	31

Da hier zweiseitige Fragestellung vorliegt (die Behandlung kann nicht nur eine Hemmung sondern auch eine Förderung des Wachstums bewirken), kommen folgende Signifikanzschranken in Frage (α bezeichnet die Irrtumswahrscheinlichkeit).

	$\alpha = 5\%$	$\alpha = 2\%$	$\alpha = 1\%$
$n_1 = n_2 = 5$	17 ... 38	16 ... 39	15 ... 40
$n_1 = 4, n_2 = 5$	11 ... 29	10 ... 30	—

Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe unterscheiden sich statistisch signifikant, wenn die berechnete Rangsumme R außerhalb der angegebenen Schranken liegt oder sie gerade erreicht. Das ist in unserem Beispiel für den Abstand 1 cm der Fall, für 4 cm dagegen nicht.

Um bei zweiseitiger Fragestellung einen Unterschied mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 1% nachzuweisen, müssen bei Anwendung des Wilcoxon-Tests in beiden Gruppen mindestens 5 Meßwerte vorliegen. Bei $n_1 = 4, n_2 = 5$ kann eine Signifikanz mit $\alpha = 1\%$ nicht mehr erreicht werden. Anstelle von R wird in der Literatur als Prüfgröße auch die Zahl der Inversionen verwendet (WEBER, 1967).

b) Das Pflanzenwachstum wird durch ein Merkmal gemessen, das für jede Pflanzenreihe nur summarisch erhoben wird (z. B. das Blattfrischgewicht), so daß keine Wiederholungen innerhalb der Reihe vorliegen ($n_1 = n_2 = 1$).

Für das weitere Vorgehen muß zunächst festgestellt werden, ob die Kontrollwerte in Abhängigkeit vom Reihenabstand einen Trend zeigen oder sich stationär verhalten. Bei Vorliegen eines Trends muß zunächst eine Trendbereinigung (z. B. durch Regression) vorgenommen werden, da sonst systematische Fehler auftreten, insbesondere eine Überschätzung der Varianz in der Kontrollgruppe.

Wir wollen hier nur den stationären Fall behandeln. Ein relativ einfaches Verfahren stellt der Test zum Prüfen von Extrembereichen dar (o. V., 1960, S. 170.1). Er hat allerdings im Gegensatz zum Wilcoxon-Test den Nachteil, daß er nur für normalverteilte Meßwerte exakt gilt. Da diese Voraussetzung bei biologischen Merkmalen in der Regel nicht zutrifft, sollte das im folgenden beschriebene Verfahren nur als Näherung angesehen werden (Die Zuordnung zwischen Irrtumswahrscheinlichkeit α und der tabellierten Prüfgröße stimmt exakt nur für Normalverteilung). Trotzdem kann es im Sinne eines heuristischen Vorgehens bzw. als Faustregel nach Überprüfung an einem größeren Material gute Dienste leisten. Es bezeichnet M die Anzahl der gemessenen Pflanzenreihen in der Kontrollröhre und \bar{x}_0, s_0 die aus den zugehörigen Meßwerten berechneten Stichproben-

funktionen Mittelwert und Standardabweichung. Die Zahl der Pflanzenreihen bzw. Meßwerte in der Behandlungsgruppe sei N, in der Regel ist $M = N$. Mit $x_{[1]}, \dots, x_{[N]}$ werden die nach der Größe (vom kleinsten zum größten) geordneten Merkmalswerte in der Behandlungsgruppe bezeichnet. Der Test zur Prüfung von Extrembereichen beruht auf dem Prüfquotienten

$$\frac{x_{[N]} - x_{[1]}}{s_0}$$

So überschreitet er einen von α (Irrtumswahrscheinlichkeit), $\nu = M - 1$ und N abhängigen Tabellenwert $Q_{\alpha, \nu, N}^{(1)}$, so ist $x_{[1]}$ bzw. $x_{[N]}$ als Extremabweichung zu interpretieren, d. h. an dieser Stelle der Röhre liegt eine statistisch signifikante Abweichung von den Werten der Kontrollröhre vor. Eine Tabelle der Werte von $Q_{\alpha, \nu, N}$ findet man z. B. bei o. V. 1960, S. 51, und zwar für $2 \leq N \leq 20$ sowie $\alpha = 5\%$ und $\alpha = 1\%$.

Da der Test zweiseitig prüft, muß noch entschieden werden, ob es sich im Falle einer Überschreitung von $Q_{\alpha, \nu, N}$ bei $x_{[1]}$ oder bei $x_{[N]}$ um eine signifikante Abweichung handelt. In der Regel wird das derjenige Wert sein, der stärker von \bar{x}_0 abweicht, meist ist diese Entscheidung auch aus dem sachlogischen Zusammenhang heraus sofort klar. Ergibt der Test Signifikanz, dann kann der zweitkleinste $x_{[2]}$ bzw. zweitgrößte Wert $x_{[N-1]}$ in der Behandlungsgruppe in gleicher Weise geprüft werden. Der zum Vergleich benötigte Tabellenwert $Q_{\alpha, \nu, N}$ ist lediglich durch $Q_{\alpha, \nu, N-1}$ zu ersetzen und der Prüfquotient $\frac{x_{[N]} - x_{[1]}}{s_0}$ durch $\frac{x_{[N]} - x_{[2]}}{s_0}$ bzw.

$$\frac{x_{[N-1]} - x_{[1]}}{s_0}$$

In dieser Weise kann man fortfahren, bis sich keine signifikante Abweichung mehr ergibt.

Zur Erläuterung des Tests wird wieder ein Zahlenbeispiel betrachtet. Als Untersuchungsmerkmal diente das Blattfrischgewicht von Hafer gemessen in mg (Abb. 4), geprüft wurde das Simazin-Herbizid.

Kontrollgruppe:

$$M = 16; \bar{x}_0 = 642,4; s_0 = 62,3$$

Behandlungsgruppe:

$$N = 16; x_{[1]} = 94; x_{[2]} = 484; x_{[16]} = 708$$

Die Berechnung des Prüfquotienten ergab:

$$\frac{x_{[16]} - x_{[1]}}{s_0} = \frac{708 - 94}{62,3} = 9,8$$

Zur Beurteilung benötigen wir die Größe $Q_{\alpha, \nu, N}$ für $\nu = 15, N = 16$. Nachfolgend ist $Q_{\alpha, \nu, N}$ für $\nu = 15$ und $7 \leq N \leq 16$ angegeben.

N	$\nu = 15$	
	$\alpha = 5\%$	$\alpha = 1\%$
7	4,78	5,99
8	4,94	6,16
9	5,08	6,31
10	5,20	6,44
11	5,31	6,55
12	5,40	6,66
13	5,49	6,76
14	5,58	6,84
15	5,65	6,93
16	5,72	7,00

Da $Q_{0,15,16} = 7,00$ kleiner als 9,8 ist, wird $x_{[1]} = 94$ als Extremabweichung eingestuft und zur Prüfung von

¹⁾ Die Bezeichnung $Q_{\alpha, \nu, N}$ für die Prüfgröße wurde von uns willkürlich gewählt.

$x_{[2]} = 484$ übergegangen. Der Prüfquotient ergibt

$$\frac{x_{[16]} - x_{[2]}}{s_0} = \frac{708 - 484}{62,3} = 3,6$$

und ist deutlich kleiner als $Q_{5\%}, 15,15 = 5,65$ und erst recht kleiner als $Q_{1\%}, 15,15 = 6,93$. $x_{[2]}$ kann daher nicht als Extremabweichung angesehen werden, und die Prüfung der Behandlungsgruppe ist damit abgeschlossen.

Das soeben beschriebene Verfahren läßt sich, allerdings unter einem mit wachsendem M zunehmenden Verlust an Wirksamkeit, noch weiter vereinfachen und in Form eines Schnelltests durchführen. Den rechnerisch

größten Aufwand bei der Berechnung von $\frac{x_{[N]} - \bar{x}_{[1]}}{s_0}$

verursacht die Ermittlung der Standardabweichung s_0 für die Kontrollröhre.

Dieser Aufwand kann wesentlich verringert werden, wenn s_0 ersetzt wird durch das Produkt aus der Variationsbreite w_0 (Differenz zwischen dem größten und kleinsten Wert aus der Kontrollröhre) und einem nur von der Anzahl M der Kontrollreihen abhängigen Faktor k_M . Der Faktor k_M ist in verschiedenen statistischen Lehrbüchern und Tabellenwerten angegeben, u. a. bei SNEDECOR (1956, S. 38) und ebenfalls bei o. V. (1960, S. 47). In dem uns interessierenden Bereich $M \leq 16$ nimmt k_M folgende Werte an:

M	k_M	M	k_M	M	k_M
2	0,886	7	0,370	12	0,307
3	0,591	8	0,351	13	0,300
4	0,486	9	0,337	14	0,294
5	0,430	10	0,325	15	0,288
6	0,395	11	0,315	16	0,283

Der Prüfquotient hat dann die Form

$$\frac{x_{[N]} - \bar{x}_{[1]}}{k_M w_0}$$

Für unser Versuchsbeispiel ergibt sich:

$$w_0 = 741 - 509 = 232$$

$$k_{16} = 0,283$$

$$k_{16} w_0 = 65,7$$

Die weitere Rechnung zeigt, daß der Schnelltest in diesem Falle die gleiche Aussage wie das auf s_0 beruhende Verfahren liefert.

Eine andere einfache Möglichkeit zur Beurteilung der Abweichungen von der Kontrollgruppe beruht auf den Toleranzgrenzen für die Werte der Kontrollröhre. Solche Werte der Behandlungsgruppe, die außerhalb des von diesen Grenzen eingeschlossenen Toleranzbereiches liegen, lassen eine nichtzufällige Abweichung vermuten. Wir verwenden hier Toleranzbereiche ohne Irrtumswahrscheinlichkeit. Sie schließen durchschnittlich $P\%$ der Werte in der zugehörigen Grundgesamtheit ein und werden auf medizinisch-biologischem Gebiet auch als Normalbereiche bezeichnet. Ihre Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$$\bar{x}_0 \pm t_{1-P} \sqrt{1 + \frac{1}{M}} s_0$$

(Das positive Vorzeichen ergibt die obere Toleranzgrenze, das negative die untere). Der Wert von t_{1-P} kann aus einer Tabelle der t -Verteilung entnommen werden; dabei ist $\alpha = 1 - P$ (zweiseitig) und $\nu = M - 1$ (Zahl der Freiheitsgrade). Zu beachten ist allerdings, daß die so berechneten Toleranzgrenzen nur bei Vorliegen von Normalverteilung durchschnittlich $P\%$ der Grundgesamtheit einschließen. Liegt keine Normalver-

teilung vor, dann wird bei gleichem t_{1-P} der zugehörige Prozentsatz häufig geringer sein, insbesondere bei biologischem Material. Ähnlich wie beim Test zur Prüfung von Extrembereichen kann s_0 näherungsweise durch $k_M w_0$ ersetzt werden.

Die Berechnung der Toleranzgrenzen soll hier für das Untersuchungsmerkmal Hafer und Simazin (vgl. S. 28 und Abb. 4) durchgeführt werden. Für $P = 99\%$ ergibt sich:

$$\begin{aligned} \bar{x}_0 \pm t_{1-P} \sqrt{1 + \frac{1}{M}} s_0 \\ = 642,4 \pm t_{1\%} \sqrt{1 + \frac{1}{16}} \cdot 62,3 \\ = 642,4 \pm 3,04 \cdot 62,3 \\ = 642,4 \pm 189,2 \end{aligned}$$

Untere Toleranzgrenze 453 mg

Obere Toleranzgrenze 832 mg

Außerhalb dieser Grenzen liegt nur der niedrigste Wert $x_{[1]} = 94$ aus der Behandlungsgruppe.

Bei Verwendung von $k_M w_0$ anstelle von s_0 ergeben sich die Toleranzgrenzen 443 mg und 842 mg.

Um die verwendeten 3 statistischen Tests sowie das Verfahren der Toleranzgrenzen in ihrer Wirksamkeit miteinander vergleichen zu können, wurden die Testergebnisse und die Toleranzgrenzen in den Abb. 4 und 5 mit dargestellt. Die Angabe der Testergebnisse erfolgte nur für diejenigen Reihenabstände, für welche der Nachweis einer signifikanten Abweichung von der Kontrollröhre mit wenigstens einem der 3 Verfahren gelang, bzw. eine solche Abweichung auf Grund der Größenordnung des festgestellten Unterschiedes zu vermuten war. Die angegebenen 2 bzw. 3 Zahlen bringen das Ergebnis der 3 Tests zum Ausdruck, und zwar in folgender Reihenfolge:

1. Zahl: Test zur Prüfung von Extrembereichen unter Verwendung von s_0 .
2. Zahl: Test zur Prüfung von Extrembereichen unter Verwendung von w_0 (Schnelltest).
3. Zahl: Wilcoxon-Test (nur in Abb. 5).

Es bedeuten:

„1“ eine Signifikanz mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha \leq 1\%$

„5“ eine Signifikanz mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $1 < \alpha \leq 5\%$

„0“ keine Signifikanz ($\alpha > 5\%$).

In der Mehrzahl der Fälle stimmen alle 3 Testergebnisse überein. Abweichungen ergeben sich in Abb. 5 für $KClO_3$ und das Kombinatpräparat bei 25 cm und 31 cm. Auf Grund des Kurvenverlaufes und aus dem sachlogischen Zusammenhang heraus dürfte zumindest bei 31 cm keine signifikante Abweichung auftreten. Zu dieser Aussage kommt man auch mit dem Wilcoxon-Test. Die beiden anderen Verfahren führen dagegen offenbar zu einer falschen Entscheidung. Der für 31 cm erhaltene Wert müßte nötigenfalls in einer Wiederholung des Versuches überprüft werden.

In Abb. 4 zeigt der Kurvenverlauf für Kresse einen leicht ansteigenden Trend. Diese Tatsache könnte mit die Ursache dafür sein, daß die Werte für Prometryn (0,5 cm) und Simazin (3 cm) vor allem bei Anwendung des Schnelltests entweder überhaupt nicht oder nur für $\alpha = 5\%$ signifikant sind, obwohl aus gutachtlichen Gründen hier eine Abweichung von der Kontrollröhre zu erwarten ist.

Die Berechnung der Toleranzgrenzen ergab, daß die mit den 3 Tests als signifikant ausgewiesenen Werte noch außerhalb der Toleranzgrenzen liegen, wenn $P = 99\%$ (oder sogar $99,9\%$) gewählt wird. Für $P = 95\%$ wird der Toleranzbereich zu schmal.

4. Ergebnisse

Die Einwaschung der Triazinpräparate auf der Basis von Atrazin und Simazin wurde unter den gegebenen Bedingungen mit Hafer bis 1 cm Bodentiefe festgestellt (Abb. 4. Die Werte bei 4 cm sind wie auch die für Prometryn gegenüber der Kontrolle nicht zu sichern. Die in dichteren Reihenabständen eingesäte Kresse (*Lepidium sativum*) gibt den Gradienten besser wieder. Die höchste Konzentration von Atrazin und Simazin liegt im Bereich von 0,5 bis 1,5 cm, jedoch ist auch bei 3 cm noch Herbizid nachweisbar. Die Prometrynwirkung läßt sich dagegen nur für 0,5 cm sichern, was durch die geringere Phytotoxizität des Prometryns mitbedingt sein dürfte.

Völlig anders verhalten sich die anionischen Herbizide auf der Basis von $KClO_3$ und Dalapon (Na-Salz der 2,2-Dichlorpropionsäure). Beide werden trotz des hohen Humusgehaltes im Boden tief eingewaschen (Abb. 2 und 5). $KClO_3$ findet sich bei 16 bis 22 cm, Dalapon bei 22 bis 25 cm Bodentiefe. In diesem Ergebnis spiegelt sich die bekannte geringe Sorbierbarkeit der beiden Herbizide wider.

Als weiteres Herbizid wurde ein Kombinationspräparat aus Proximpham (Propanon-oxim-phenylkarbamat) + IPC + Diuron, geprüft, da hierbei möglicherweise Entmischungseffekte auftreten. Der Hafer zeigte jedoch nur bei 1 cm Bodentiefe eine ausgeprägte Wuchsdepression (Abb. 5), die noch stärker hervortritt, wenn man die Wurzellänge als Kriterium verwendet (siehe auch ROBERTS und WILSON, 1962). Die Wirkstoffe werden also trotz der reichlichen „Niederschläge“ in der obersten Bodenschicht festgehalten. Für CIPC und Monuron oder Diuron ist wiederholt eine starke Sorption an Humus beschrieben worden, die sogar intensiver erfolgen kann als bei Simazin oder Atrazin (HARRIS und WARREN, 1964; HARTLEY, 1964). Befunde über eine tiefere Einwaschung von CIPC (SCHWÄR und ZIEMER, 1967) dürften durch einen gegenüber unserem Boden vermutlich geringeren Humusgehalt der verwendeten Substrate bedingt sein (HURTT, MEADE und SANTELMANN, 1958; ROBERTS und WILSON, 1965). Ob Unterschiede im Verhalten von CIPC und IPC bestehen, muß hier zunächst offen bleiben. Für Proximpham erwähnen SPENGLER und JUMAR (1969) eine teilweise Adsorption in der obersten Bodenschicht.

Kresse bewährte sich unter unseren Bedingungen nicht als Testpflanze für die angeführte Wirkstoffkombination, da sie im Versuchszeitraum von 14 Tagen wesentlich weniger empfindlich war als Hafer.

Die dargestellten Beispiele zeigen, daß die Methode aussagefähige Ergebnisse ermöglicht. Die unmittelbare Anschaulichkeit der Resultate ebenso wie die einfache Versuchsdurchführung läßt das Verfahren auch für Demonstrationszwecke sowie für Praktika an Hoch- und Fachschulen als sehr geeignet erscheinen. Andere Pflanzenschutzmittel, wie Fungizide und Insektizide, können bei Verwendung geeigneter Testsysteme ebenfalls auf ihre Mobilität im Boden geprüft werden.

5. Zusammenfassung

Die Einwaschung von Herbiziden (und anderen Pflanzenschutzmitteln) erfolgt in mit Erde gefüllten PVC-Rohren (50 cm Länge, 10 cm Durchmesser). Nach Umlegen der Rohre und Entfernen eines Rohrmantelsegmentes sowie der dann überstehenden Erde werden Biotestpflanzen (z. B. *Avena sativa* oder *Lepidium sativum*) eingesät. Die Herbizidbänder zeichnen sich durch die für die Wirkstoffe typischen Schadsymptome ab. Zur einfachen mathematisch-statistischen Auswertung der Versuche werden Hinweise gegeben: a) Wilcoxon-Test; b) Test zur Prüfung von Extrembereichen; c) Schnelltest zu b); d) Berechnung von Toleranzbereichen. Die Eignung der Methode wird an einigen Herbiziden auf folgender Wirkstoffbasis gezeigt: Atrazin, Simazin, Prometryn, Dalapon, der Kombination Proximpham + IPC + Diuron, sowie an Kaliumchlorat.

Резюме

Простой метод биотеста для определения вымывания гербицидов в почву, а также возможности математико-статистической обработки данных

Вымывание гербицидов (и других средств защиты растений) проводится в трубах из ПВХ, наполненных почвой (длина 50 см, диаметр 10 см). После переворачивания труб и удаления сегмента кожура трубы и ставшей в результате этого лишней земли засеваются контрольные растения (например, *Avena sativa* или *Lepidium sativum*). Слои гербицидов проявляются через типичные для данного действующего вещества признаки. Даются рекомендации по простой математико-статистической обработке данных опыта (а. критерий Вилкоксона; б. критерий для определения крайних областей; в. экспресс-метод к б); г. расчет пределов допустимости). На примере нескольких веществ показывается пригодность метода: атразин, симазин, прометрин, далapon, сочетание проксифам + IPC + диурон, а также хлорат калия.

Summary

A simple biotest method for estimating the leaching of herbicides in soil columns and ways for mathematical-statistical evaluation.

Polyvinylchloride – tubes (50 cm in length and 10 cm in diameter) filled with soil may be used for studying the leaching of herbicides and other pesticides. After leaching the tubes are turned down, a preformed segment of the tube coat and the uncovered soil are removed and the test plants (*Avena sativa* or *Lepidium sativum*) are sown in transverse rows. Typical symptoms of phytotoxicity denote the band of herbicide in the soil column. Hints at the statistical evaluation are given: a.) Wilcoxon-test; b.) method for testing extreme values; c.) short cut of b); d.) calculation of tolerance limits. Leaching values obtained for some herbicides prove the method to be suitable. The following herbicides were tested: atrazine, simazine, prometryne, dalapon proximphan + IPC + diuron, $KClO_3$.

Fräulein Dagmar SCHONROCK und Frau Rosemarie KRAUSS danken wir für die zuverlässige Durchführung der Versuche

Literatur

HARRIS, C. I., WARREN, G. F.: Adsorption and desorption of herbicides by soil Weeds 12 (1964), S. 120-126
 HARTLEY, G. S.: Herbicide behaviour in the soil. In: Audus L. J. Ed.: The physiology and biochemistry of herbicides, London, New York, Academic Press, 1964, S. 111-161
 HOLMAN, H. H.: Planung und Auswertung biologischer Versuche. Jena, VEB Gustav-Fischer-Verlag, 1970
 HURTT, W., MEADE, J. A.; SANTELMANN, P. W.: The effect of various factors on the movement of CIPC in certain soils Weeds 6 (1958), S. 425 bis 431
 KRÜGER, H.: Biologischer Nachweis von Herbiziden in verschiedenen Bodentiefen mit Hilfe von zusammensetzbaren Plastzylindern Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst (Berlin) NF 23 (1969), S. 171-173

ROBERTS, H. A., WILSON, B. J.: Note on the bioassay of chlorpropham in soil Weed Res 2 (1962), S. 60-65
 ROBERTS, H.; WILSON, B. J.: Adsorption of chlorpropham by different soils Weed Res 5 (1965), S. 348-350
 SCHWÄR, Chr.; ZIEMER, K.: Untersuchungen über das Verhalten von einer Chlorpropham-Spritzemulsion im Boden. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst (Berlin) NF 21 (1967), S. 29-32
 SNEDECOR, G. W.: Statistical Methods. Ames, Iowa, The Iowa State College Press, 1956
 SPENGLER, D.; JUMAR, A.: Modelluntersuchungen über den Abbau des herbiziden Wirkstoffes Proxiphtham. Arch. Pflanzenschutz, 5 (1969), S. 445 bis 453
 WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik 6. Aufl., Jena, VEB Gustav-Fischer-Verlag, 1967
 o. V.: Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen, 6. Aufl., Basel, 1960, S. 47

Pflanzenschutzamt beim Rat für landwirtschaftliche Produktion und Nahrungsgüterwirtschaft des Bezirkes Dresden

Peter GRÜBNER

DNOC-Rückstände an Kartoffeln nach der Krautabtötung mit Hedolit-Konzentrat

1. Einleitung

Der zunehmende Einsatz von Dinitro-o-kresol (DNOC)-Präparaten zur Defoliation in Leguminosen-Vermehrungsbeständen und zur Krautabtötung auf Vermehrungsflächen von Kartoffel-Pflanzgut hat dazu geführt, daß man sich im letzten Jahrzehnt stärker als zuvor mit dem Abbau der DNOC-Rückstände in Pflanze und Boden beschäftigte.

Eine in der DDR vom Ministerium für Gesundheitswesen erteilte Ausnahmegenehmigung (o. V., 1969) gestattete 1969 erstmals auch den Einsatz von DNOC zur Defoliation von Speisekartoffelbeständen. Daraus ergibt sich die Forderung, systematische Untersuchungen über den Abbau der DNOC-Rückstände in den behandelten Kartoffeln durchzuführen. HEINISCH und PANSE (1963) berichten bereits 1963 von entsprechenden Modellversuchen an Kartoffelpflanzen. Deren Aussage wurde aber durch starke Regenfälle nach der Applikation beeinträchtigt. Einige von landwirtschaftlichen Institutionen lange Zeit nach der Mittelanwendung an die genannten Autoren eingesandten Proben von DNOC-behandeltem Pflanzenmaterial enthielten sehr hohe Rückstände. Auch MARTINIUS (1964) findet in den Kartoffeln „totgespritzter“ Bestände DNOC-Rückstände zwischen 1 und 40 ppm.

Diese Angaben lassen die Möglichkeit offen, daß der DNOC-Gehalt der Speisekartoffeln noch zum Zeitpunkt der Ernte den laut Anwendungsgenehmigung vorläufig vorgeschriebenen Toleranzwert von 1 ppm überschreitet. Unsere Untersuchungen sollen zeigen, welche DNOC-Rückstände unter Praxisbedingungen zur Ernte in der Kartoffelknolle zu erwarten sind.

Weiter war in einem Labor-Modellversuch zu prüfen, ob nach der DNOC-Behandlung nur mit Oberflächenrückständen oder auch mit einem Eindringen des Mittels in die Knolle zu rechnen ist.

2. Untersuchungsmethodik

2.1. Praxisversuche

Die Versuche wurden in den Kreisen Görlitz und Dippoldiswalde auf leicht hängigem Gelände bei einem

Reihenabstand von 62,5 cm (Görlitz) und 75 cm (Dippoldiswalde) angelegt. Die Behandlung mit Hedolit-Konzentrat erfolgte 13 bis 18 Tage vor der Ernte. Weitere Angaben (Sorte, Reifegruppe, Applikationstermin, Aufwandmenge) sind Tabelle 1 zu entnehmen. Aus den Knollen von etwa 8 über den ganzen Bestand verteilten Pflanzen wurden jeweils 1-kg-Durchschnittsproben gebildet, wobei zwischen freiliegenden und mit Erde bedeckten Kartoffeln unterschieden wurde.

Zur Rückstandsbestimmung verwendeten wir ein von HEINISCH und PANSE (1963) ausgearbeitetes Verfahren. Dabei wird das DNOC nach Extraktion und Verteilung mit einer von MENZIE (1958) allgemein für m-Dinitrophenyl-Verbindungen entwickelten Methode als Salz der Purpursäure kolorimetrisch bestimmt.

Tabelle 1

DNOC-Rückstände in Kartoffelknollen (ungewaschen) nach Behandlung mit Hedolit-Konzentrat

Görlitz Reihenabstand 62,5 cm Aufwandmenge 10 kg in 200 l/ha				
Versuch (Sorte, Reifegruppe)	Tage nach Applikation	ppm DNOC freiliegend	ppm DNOC bedeckt	Niederschlag (mm)
1 ('Amsel', 2) Appl. 26. 8. 1969	1	0,77	0,32	32
	8	0,39	0,54	0
	18	< 0,05	0,11	
2 ('Apollo', 4) Appl. 3. 9. 1969	1	0,42	0,36	12
	11	0,06	n. u. *)	0
	13	0,17	0,20	
3 ('Apollo', 4) Appl. 3. 9. 1969	1	0,92	0,40	10
	11	0,08	0,16	0
	13	0,16	0,10	
4 ('Ora', 4) Appl. 4. 9. 1969	1	0,55	0,28	8
	11	n. u.	0,21	5
	17	< 0,05	0,10	
Dippoldiswalde Reihenabstand 75 cm Aufwandmenge 7 kg in 350 l/ha				
5 ('Mariella', 4) Appl. 11. 9. 1969	0	3,55	0,31	6
	11	0,38	0,25	2
	15	< 0,05	< 0,05	
6 ('Laimdota', 4) Appl. 11. 9. 1969	0	2,30	0,37	6
	11	0,28	0,05	2
	15	< 0,05	< 0,05	

*) n. u. = nicht untersucht