

## **Systeme zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung Winterraps (*Brassica napus* subsp. *napus*) - Versuche in Niedersachsen**

### *Mechanical and mechanical-chemical weed control in rape (*Brassica napus* subsp. *napus*) - trials in Lower Saxony*

Goßswinth Warnecke-Busch<sup>1\*</sup>, Markus Mücke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, Wunstorfer Landstraße 9, 30453 Hannover

<sup>2</sup>Landwirtschaftskammer Niedersachsen, FB Ökolandbau, Wunstorfer Landstraße 9, 30453 Hannover

\* warnecke-busch@lwk-niedersachsen.de

DOI: 10.5073/20220124-073557

## **Zusammenfassung**

In Niedersachsen nimmt der Einsatz mechanischer Verfahren seit einigen Jahren zu. Die Unkrautregulierung im Ökolandbau ist mit reihenunabhängiger Technik wie dem Zinkenstriegel oder der Sternrollhacke ein gängiges Verfahren, da diese Technik auf den Betrieben vorhanden ist. Sie hält jedoch auch auf den konventionell arbeitenden Betrieben Einzug. Seit dem Jahr 2020 untersucht, inwieweit auch der Raps in unterschiedlichen Entwicklungsstadien (BBCH 10 bis 16) auf den Einsatz mit dem Zinkenstriegel reagiert.

Die mechanische und mechanisch-chemische Unkrautregulierung mit Scharhacken in Verbindung mit können eine leistungsfähige Unkrautregulierung ermöglichen, wenn sie effektiv ins konventionelle System eingebunden werden. Dieses wird seit 2020 bei der LWK Niedersachsen untersucht. Neben der Bandspritztechnik ist auch der zusätzliche Einsatz von Fingerhacke und Häufelschaar zur Unkrautregulierung innerhalb der Kulturpflanzenreihe untersucht worden.

**Stichwörter:** Bandspritzung, Hackmaschine, mechanische Unkrautbekämpfung, mechanisch-chemische Unkrautbekämpfung, Striegel

## **Abstract**

In Lower Saxony, the use of mechanical processes has increased in recent years. Weed control in organic farming is a common method with row-independent technology such as the tine harrow or the star hoe, as this technology is available on the farms. However, it is also finding its way into conventionally working farms. Since 2020, we have been investigating the extent to which oilseed rape in different stages of development (BBCH 10 to 16) also reacts to being used with the tine harrow.

The mechanical and mechanical-chemical weed control with coulter hoes in connection with can enable a powerful weed control if they are effectively integrated into the conventional system. This has been investigated at the Lower Saxony LWK since 2020. In addition to the tape spraying technique, the additional use of finger hoes and ridging plough to regulate weeds within the crop row has also been investigated.

**Keywords:** comb harrow, hoe, mechanical weed control, mechanical and mechanical-chemical weed control

## **Einleitung**

In Niedersachsen nehmen Resistenzen gegen Herbizide bei Gräsern einkeimblättrige und vereinzelt auch bei zweikeimblättrigen Unkräutern deutlich zu, sodass auch im konventionellen Anbau über die Integration mechanischer Verfahren nachgedacht werden muss. Weiterhin fallen immer mehr Wirkstoffe zulassungsbedingt wegerhalten immer mehr Wirkstoffe keine erneute Zulassung oder ein Verzicht bzw. eine Reduktion wird in Wasserschutzgebieten vertraglich geregelt.

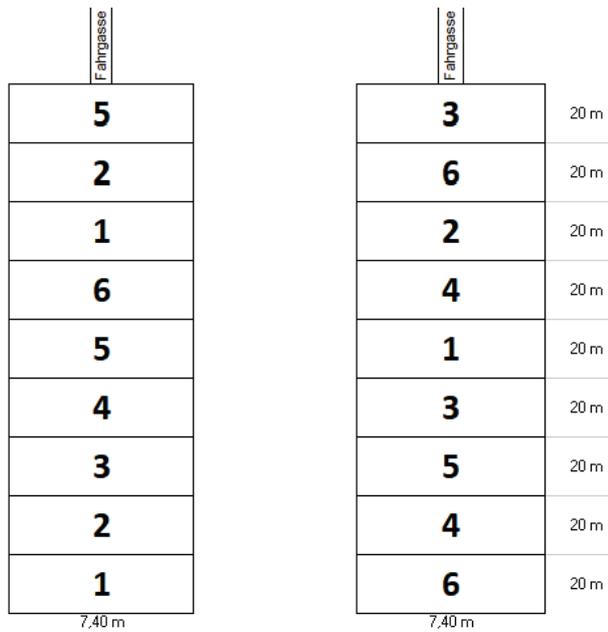
Im Ökolandbau dürfen unter anderem vorbeugende, mechanische oder thermische Unkrautregulierungsverfahren eingesetzt werden. Allerdings spielte der Öko-Rapsanbau bislang nur eine geringe Rolle. Aufgrund einer deutlich zunehmenden Nachfrage von Verarbeitern steigen immer mehr Ökobetriebe in den Rapsanbau ein. Hier stellt sich die Frage welche mechanischen Unkrautregulierungsverfahren im Öko-Winterrapsanbau möglich sind.

Eine Möglichkeit der Reduktion von Herbiziden im konventionellen Rapsanbau bietet die mechanische und mechanisch-chemische Unkrautregulierung mit Scharhacken in Verbindung mit Bandspritzeinrichtung. Moderne, kameragesteuerte Scharhacken mit Bandspritzeinrichtung können eine leistungsfähige Unkrautkontrolle ermöglichen, wenn sie effektiv ins konventionelle System eingebunden werden. Dieses wird seit 2020 bei der LWK Niedersachsen untersucht. Neben der Bandspritztechnik ist auch der Einsatz von Fingerhacke und Häufelscharen zur mechanischen Unkrautkontrolle innerhalb der Kulturpflanzenreihe untersucht worden. Flankierend ist die Unkrautregulierung mit reihenunabhängig arbeitenden Zinkenstriegeln oder der Sternrollhacke möglich. Das ist vor allem für Ökobetriebe eine zentrale Frage, da diese Technik in der Regel auf den Betrieben vorhanden ist.

## **Material und Methoden**

### ***Striegelversuch***

Der Versuch wurde in Niedersachsen auf Löß-Lehmstandorten (Ackerzahl 80) in der Region Hildesheim auf einer Praxisfläche eines Landwirtes angelegt. Die Reihenweite des ausgesäten Rapses betrug 45 cm. Der Versuch zum Einsatz des Striegels wurde mit einem Treffler Präzisions-Zinkenstriegel TS mit 7,7 m Abreitsbreite durchgeführt. Der Striegelversuch wurde als randomisierter Versuch mit drei Wiederholungen angelegt. In jeder Wiederholung gab es jeweils 4 Zählstellen, an denen die Anzahl Rapspflanzen je laufender Meter gezählt wurden. Gestriegelt wurde dabei in Särichtung mit zwei unterschiedlichen Einstellungen und Fahrgeschwindigkeiten. Da der Präzisions-Zinkenstriegel der Firma Treffler sehr variabel eingestellt werden kann, wurden eine kulturschonende Variante (optimal) und eine extreme Variante (extrem), die nicht sehr kulturschonend ist, aber effektiv die kleinen Unkrautpflanzen beseitigt, gewählt. Um den Einsatzpunkt des Striegels zu testen, wurde der Versuch jeweils zu 3 Terminen mit dem Striegel bearbeitet (Abb. 1): Im Keimblattstadium (BBCH 10), im Zweiblattstadium (BBCH 12), und im Vierblattstadium (BBCH 14). Nach Bonitur der Varianten 5 und 6 (Striegel im Vierblattstadium) wurden diese Parzellen auch im Sechsbblattstadium (BBCH 16) gestriegelt.



Lfd. Nummer	Variante	Einstellung
1	BBCH 10 vom Raps	normal
2	BBCH 10 vom Raps	extrem
3	BBCH 12 vom Raps	normal
4	BBCH 12 vom Raps	extrem
5	BBCH 14 vom Raps	normal
6	BBCH 14 vom Raps	extrem

**Abbildung 1** Versuchsaufbau zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung im Raps.

**Figure 1** Experimental setup of mechanical weed control in oilseed rape.

Im Versuchsjahr 2020 (Abb. 2) betrug die Parzellenbreite der Längsparzellen 7,40 m und die Parzellenlänge 25 m. Die unbehandelten Kontrollen lagen in allen Jahren jeweils rechts und links neben dem Versuch.

Die Bonitur umfasste ausschließlich die Verträglichkeit der Striegelmaßnahme auf die Kulturpflanze, d.h. auf einer Länge von 2 m wurden jeweils die Kulturpflanzenverluste ausgezählt.

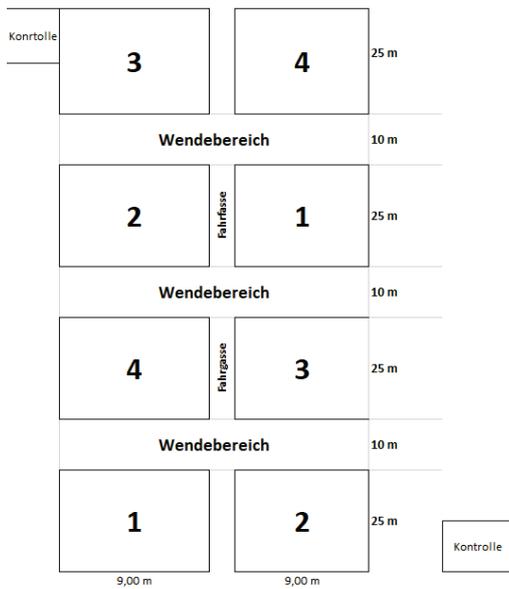
### Hackversuch

Versuche zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung wurden mit einer 6-reihigen Hackmaschinen der Firma Schmotzer Typ KPP mit Verschieberahmen und angebaute Bandspritzeinrichtung durchgeführt. Das Gerät ist am Heck des Schleppers angebaut und wird manuell von einer zweiten Person manuell gelenkt. Über der Kulturpflanzenreihe sind die Düsenkörper für die Bandspritzung so angebaut, dass sie noch vor den Hackscharen die Kulturpflanzenreihe von oben mit je einer Bandspritzdüse (80 02E) applizieren. Das Spritzband hat eine Breite von ca. 12 – 20 cm, je nach Entwicklungsstand der Kulturpflanze. Ein Vorratsbehälter für die Spritzflüssigkeit ist auf der Hackmaschine angebracht. Im Reihenzwischenraum arbeiten jeweils drei 16 cm Gänsefuß-Hackschaare zur Unkrautregulierung. Jede Kulturpflanzenreihe wird mittels zwei, jeweils rechts und links entlang der Reihenlaufender Zahnschutzrollen vor Erd- und Klutenwurf geschützt.

Die Versuche zur mechanisch-chemischen Unkrautregulierung in Raps wurden mit jeweils 5 Varianten durchgeführt. Die Varianten 1-4 sind in Abb. 2 aufgeführt. Hinzu kommt noch eine unbehandelte Kontrolle.

Die Parzellengröße kann an die Bearbeitungsbreite auf der Praxisfläche angepasst werden. Die Breite einer jeden Parzelle der Varianten 1 bis 4 beträgt 9 m und die Parzellengänge waren 25 m. Der Großversuch wurde mit 2 echten Wiederholungen angelegt. Zwischen den Wiederholungen befand sich jeweils ein 10 m

breiter Rangierstreifen. Die unbehandelte Kontrollfläche war neben dem Versuch ausgesteckt. Die eingesetzten Herbizide waren an die Verunkrautung des Standortes angepasst.



Lfd. Nummer	Variante in BBCH 14	Variante in BBCH 16/18
1	Hacke/Band	Hacke/Band
2	Hacke solo	Hacke Solo
3	Hacke solo	Hacke+Häufelschaar
4	Hacke-Fingerhacke	Hacke+Fingerhacke
5	Kontrolle	

**Abbildung 2** Versuchsaufbau zur mechanischen und mechanisch-chemischen Unkrautregulierung im Raps.

**Figure 2** Experimental setup of mechanical and mechanical-chemical weed control in oilseed rape.

Die Varianten 1 bis 4 wurden zu zwei Terminen gehackt: Im BBCH 14 und zum Zeitpunkt BBCH 16/18 des Rapses. In der Variante 1 wurde jeweils die Hacke plus Bandspritzeinrichtung eingesetzt. In der Variante 2 lief die Scharhacke ohne die Kulturpflanzenreihe zu behandeln. In der Variante 3 werden die Häufelschaare getestet. Zum ersten Einsatztermin waren die Rapspflanzen noch nicht groß genug, um angehäufelt zu werden, daher kamen sie erst zum Einsatzzeitpunkt BBCH 16/18 zum Einsatz. In der Variante 4 kamen die Fingerhacken zu beiden Hacketerminen zum Einsatz.

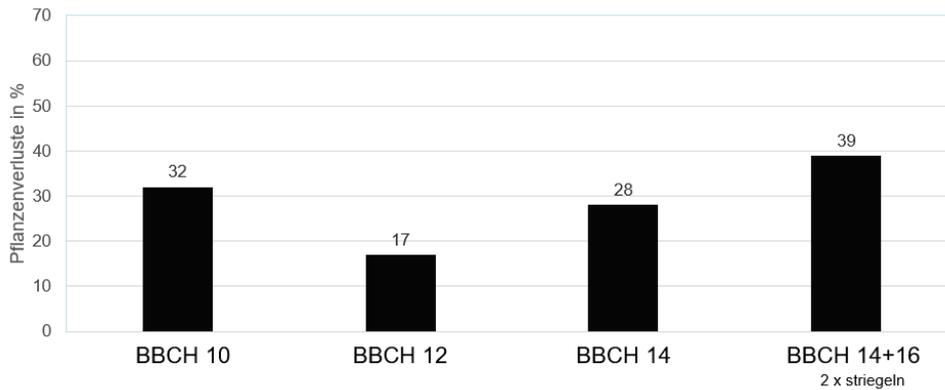
Für die Ermittlung der Unkrautwirkung und der Ausdünnung durch die mechanischen Maßnahmen wurden in jeder Großparzelle jeweils 4 Boniturquadrate (Fläche 1 m x 1 m) zufällig ausgesteckt. In diesen festen Boniturstellen wurde innerhalb der Kulturpflanzenreihe und zwischen den Kulturpflanzenreihen getrennt voneinander, gemäß EPP0-Richtlinie PP1/93(3), der Wirkungsgrad bestimmt. Eine Beerntung der Versuche fand nicht statt.

## Ergebnisse

### Ergebnisse Striegelversuch

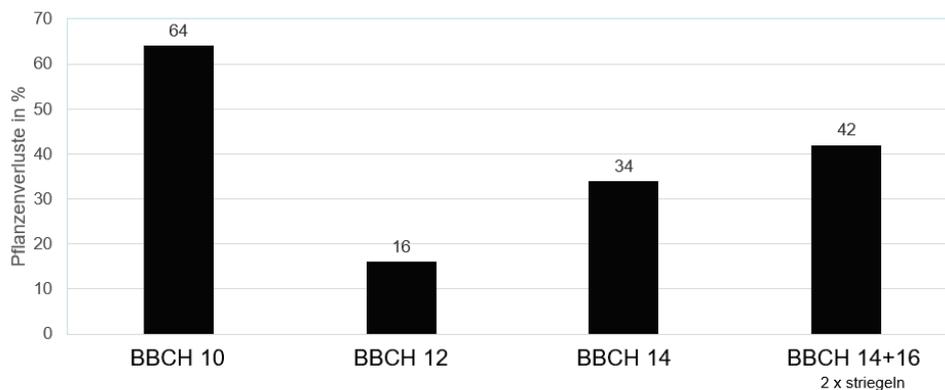
Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse striegeln mit „normaler Einstellung“ aus dem Versuchsjahr 2020 und Abb. 4 die „extreme Striegeleinstellung“. In beiden Einstellungen lagen die Verluste auf vergleichsweise hohem Niveau. Im Keimblattstadium (BBCH 10) hatte der Raps noch keinen sehr großen Wurzelballen ausgebildet und ist offensichtlich gut heraus zu striegeln.

Bei den aggressiver eingestellten Striegelvarianten „Striegel extrem“ (Abb. 4) konnten besonders bei den frühen Terminen (BBCH 10) mit 64 % Verlust der Rapspflanzen deutlich höhere Rapsverluste als in den Varianten „Striegel normal“ beobachtet werden. Hier betrug der Verlust der Rapspflanzen nur 32 %



**Abbildung 3** Ergebnisse der mechanischen Unkrautregulierung in Raps normale Einstellung des Striegels.

**Figure 3** Results of the experiments in oilseed rape on mechanical weed control normal setting of the harrow.



**Abbildung 4** Ergebnisse der mechanischen Unkrautregulierung in Raps extreme Einstellung des Striegels.

**Figure 4** Results of the experiments in rape on mechanical weed control extreme setting of the harrow.

### **Ergebnisse Hackversuch**

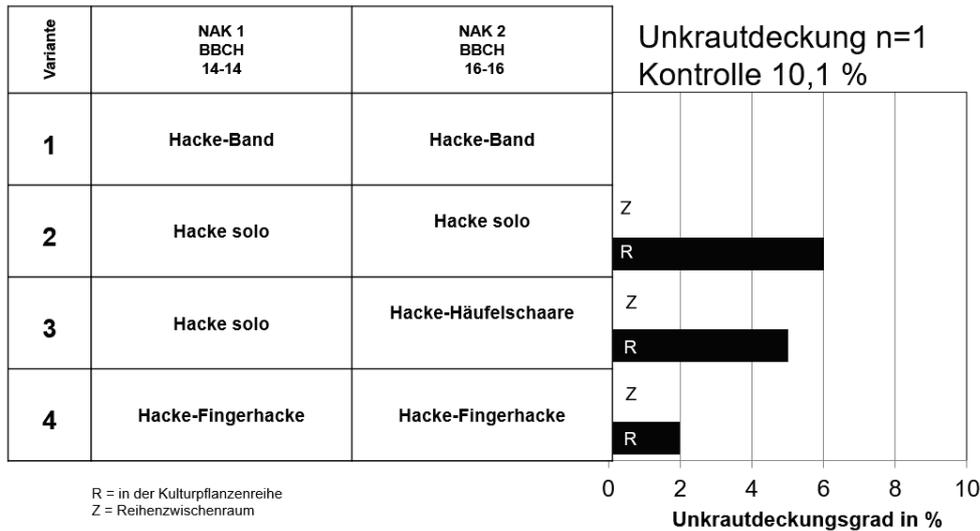
Im Versuchsteil zur mechanisch-chemischen Unkrautregulierung in Raps wurden eine mechanisch-chemische Variante und drei Vergleichsvarianten mit Hacke plus mechanischer Unkrautregulierung der Unkräuter in der Kulturpflanzenreihe gegenübergestellt (Abb.5).

Der Versuch zeigte (Abb. 5), dass die konventionelle Variante mit zweifachem Bandspritzeneinsatz ohne Verunkrautung geblieben ist. Die Bandspritzdüsen befinden sich bei dem eingesetzten Gerät immer vor den Hackscharen. So werden die Blätter der behandelten Pflanzen erst mit dem Spritzmittelfilm behandelt und erst danach durch aufgewirbelten Bodenstaub der Hackaggregate bedeckt. Das beeinträchtigt die Wirkung der Herbizide nicht, führt aber, nach Vorversuchen im Gewächshaus, zu einer um circa 2-4 Tage verzögerten Wirkung.

Die Variante 2 (Hacke solo) wies erwartungsgemäß eine hohe Verunkrautung in der Kulturpflanzenreihe auf, da diese nicht behandelt wurde. In Variante 3 konnten, nach Solohacken des Reihenzwischenraumes in BBCH 14 des Rapses, Häufelschaare in BBCH 16 des Rapses eingesetzt werden. Leider war der Verschüttungseffekt auf breites großgewachsenes Bingelkraut in der Kulturpflanzenreihe unzureichend. Am Ende wurde der Unkrautdeckungsgrad in dieser Variante mit 6 % bonitiert. Mit nur 2 % Unkrautdeckungsgrad in der Kulturpflanzenreihe schnitt der Zweimalige Einsatz der Fingerhacke in Variante

4 ab. Der Reihenzwischenraum wurde in allen Varianten durch die eingesetzten Hackaggregate optimal unkrautfrei gehalten.

In dem Hackversuch gab es keine Kulturpflanzenverluste. Die Fahrgeschwindigkeiten lagen bei 5 bis 7 km/h.



**Abbildung 5** Ergebnisse der Versuche zur mechanisch-chemischen Unkrautregulierung mit Hackmaschinen plus Zusatzwerkzeuge in Raps

**Figure 5** Results of the experiments on mechanical-chemical weed control with cultivators including additional tools in Rape.

## Diskussion

Ein Striegeleinsatz in Raps kann ab dem BBCH 12 in die Unkrautregulierungsstrategie mit eingeplant werden. Wichtig ist, dass der Striegel kulturschonend eingestellt wird.

Am wirksamsten ist der Striegeleinsatz, wenn sich die Ungräser und Unkräuter im frühen Fädchen- bis Keimblattstadium befinden (BBCH 08-10). Die wesentliche Wirkung des Striegels beruht auf dem Verschütten oder dem Freilegen der jungen Pflanzen, die besonders schnell bei sonnigem und windigem Wetter vertrocknen.

Die Bodenoberfläche sollte deshalb zum Striegelzeitpunkt abgetrocknet und schütffähig sein. Regelmäßige Schlag- und Wetterbeobachtungen sind wichtig, um die Striegelmaßnahmen zielgerichtet durchführen zu können.

Spätestens ab dem zweiten Laubblattpaar der Unkräuter lässt die verschüttende Wirkung deutlich nach. Mit Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit lässt sich diese zwar erhöhen, allerdings zulasten der Kulturverträglichkeit.

Die Einsatztermine werden primär von der Unkrautgröße und der Witterung bestimmt. Striegeleinstellung und Arbeitsgeschwindigkeit werden von zahlreichen Faktoren wie Bodenzustand, Kulturstadium und Saattiefe beeinflusst.

Die Hacke kann mit ihren schneidenden Werkzeugen (Gänsefußschare) im Gegensatz zum Striegel auch größere Unkräuter noch effektiv regulieren. Diese Werkzeuge brechen, wie von PARISH (1990) gefordert, neben der eigentlichen Unkrautregulierung auch die Bodenoberfläche auf. In nassen Jahren mit viel Niederschlag kann es zu erneuten Unkrautwellen kommen, die dann zusätzlich mechanisch reguliert werden müssen. Das führt zu häufigerem Einsatz der Scharhacke oder zu kostenintensivem manuellen Nacharbeiten. EßER (2018) führte an, dass die mechanische Unkrautregulierung in vier von fünf Jahren gelingt, und man in Problemjahren mit Flächenbehandlungen nacharbeiten muss. Dabei erhöhen sich

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online wegen größerer Unkräuter die Aufwandmengen oder es müssen Splittingmaßnahmen durchgeführt werden, die zusätzliche Kosten verursachen.

## **Fazit**

Der Zinkenstriegel kann und sollte in die Unkrautregulierungsstrategie, insbesondere im ökologischen Rapsanbau integriert werden. Dies sollte aber vorsichtig geschehen, da die Kulturpflanzenverluste im ersten Versuchsjahr höher waren als erwartet.

Mechanische und mechanisch-chemische Unkrautregulierung in konventionellen Rapsanbau ergänzen sich optimal. Die Zahl der Überfahrten kann die mechanische Unkrautregulierung teurer als den chemischen Pflanzenschutz machen. Bei Resistenzproblemen, durch den Wegfall von Wirkstoffen oder auch bei regelmäßig verschlammten Böden haben Striegel und Hacke jedoch deutliche Vorteile.

Eine Kostenersparnis für die Einbindung der mechanisch-chemischen Unkrautbekämpfung fällt eher spärlich aus, aber im Hinblick auf Herbizideinsparungen von 45 % wird die mechanische Unkrautregulierung zukünftig in der konventionellen Landwirtschaft vermehrt zu finden sein.

## **Literatur**

European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO): EPPO-Richtlinie PP1/93(3) Weeds in cereals.

EßER, C., 2018: Hacken-eine Perspektive in Zuckerrüben. LZ 19/2018, 15-18.

PARISH, S., 1990: A Review of Non-Chemical Weed Control Techniques. Biological Agriculture & Horticulture 7, 117-137 doi.org/10.1080/01448765.1990.9754540