

Betanal[®] maxxPro[®] – ein neues Herbizid zur Bekämpfung von einjährigen breitblättrigen Unkräutern in Zuckerrüben

Betanal[®] maxxPro[®] – a new herbicide to control annual broadleaf weeds in sugar beets

Martin Wegener* & Josef Johnen

Bayer CropScience Deutschland GmbH, Elisabeth-Selbert-Str. 4a, D-40764 Langenfeld

*Korrespondierender Autor, martin.wegener@bayer.com

DOI: 10.5073/jka.2012.434.066

Zusammenfassung

Betanal maxxPro ist ein neues Herbizid zur Bekämpfung von einjährigen breitblättrigen Unkräutern in Rüben. Das Produkt enthält die Wirkstoffe Desmedipham (47 g/l), Ethofumesat (75 g/l), Phenmedipham (60 g/l) und Lenacil (27 g/l) und ist als ölige Dispersion (OD) formuliert. Dabei wurde ein neues patentiertes Formulierungskonzept verwendet. Die zugelassene Aufwandmenge liegt bei 1,5 l/ha. Das Produkt darf maximal dreimal pro Vegetationsperiode eingesetzt werden und zwar im Keimblattstadium bis 2-Blattstadium der Unkräuter. In den Feldversuchen wurde ein breites Wirkungsspektrum beobachtet. Im Vergleich zum Standard wurden Verbesserungen in der Wirkung gegenüber Arten wie z. B. *Aethusa cynapium*, *Matricaria chamomilla*, *Brassica*-Arten, *Mercurialis annua*, *Chenopodium*-Arten, *Polygonum*-Arten erreicht. Die Selektivität liegt auf dem Niveau des derzeitigen Standards Betanal Expert.

Stichwörter: Desmedipham, Ethofumesat, Formulierung, Lenacil, Phenmedipham

Summary

Betanal maxxPro is a new herbicide to control annual broadleaf weeds in beets. The product contains desmedipham (47 g/l), ethofumesate (75 g/l), phenmedipham (60 g/l) and lenacil (27 g/l). It is formulated as an OD. For the product a new patented formulation concept was used. The registered dose rate is 1.5 l/ha. The product can be applied three times between the cotyledonous stage and the two leaf stage of the weeds. A broad spectrum of efficacy was observed in the trials. In comparison to the present standard, the efficacy was improved against *Aethusa cynapium*, *Matricaria chamomilla*, *Brassica* species, *Mercurialis annua*, *Chenopodium* species, *Polygonum* species and others. The selectivity of the product is comparable to Betanal expert.

Keywords: Desmedipham, ethofumesate, formulation, lenacil, phenmedipham

1. Einleitung

Zuckerrüben nehmen in den ackerbaulichen Fruchtfolgen eine wichtige Stellung ein. Zum einen gelten sie als Gesundheitsfrucht um getreidelastige Fruchtfolgen aufzulockern. Zum anderen erzielen sie auch weiterhin eine hohe Wertschöpfung für den Landwirt. Neben der Verwendung für die Zuckergewinnung ergeben sich durch den Einsatz in Biogas-Anlagen neue Verwertungsmöglichkeiten. Daher kann davon ausgegangen werden, dass sich die Anbaufläche in Deutschland auch in den nächsten Jahren auf einem stabilen Niveau von ca. 400.000 ha bewegen wird.

Aufgrund der geringen Bodenbedeckung bis zum Reihenschluss kommt es in der Jugendphase der Zuckerrüben bekanntermaßen zu einer starken Unkrautkonkurrenz, die auf mechanischem oder auf chemischen Weg beseitigt werden muss. Seit der Einführung im Jahr 1990 gehört der Einsatz von Produkten mit der Wirkstoffkombination Desmedipham + Ethofumesat + Phenmedipham (Betanal-Produktreihe) zu den Standardmaßnahmen bei der Unkrautbekämpfung. Im Rahmen einer konsequenten Verbesserung der Formulierungen wurde das Produkt Betanal maxxPro entwickelt. Nachfolgend werden anhand von Versuchsergebnissen die Besonderheiten des neuen Produktes dargestellt.

2. Material und Methoden

Die Ergebnisse, die präsentiert werden, wurden während der Jahre 2006-2009 in 146 Feldversuchen in Nord-Europa erarbeitet. Die Versuche wurden in Deutschland (n = 57), im maritimen Teil von Frankreich (n = 54), in Großbritannien (n = 21), in den Niederlanden (n = 8) und in Österreich (n = 7) angelegt. Die Anlage erfolgte gemäß der GEP-Grundsätze und auf der Grundlage der entsprechenden

EPPO- bzw. CEB- (Frankreich) Richtlinien zur Beurteilung der biologischen Wirkung und Selektivität von Herbiziden. Die Versuche wurden dabei entweder auf Praxisflächen oder auf Flächen der Bayer-Versuchsstationen in Form einer randomisierten Blockanlage mit 3-4 Wiederholungen sowie einer Parzellengröße von 20 m² angelegt. Insgesamt wurden drei Applikationen pro Vegetationsperiode durchgeführt. Die Behandlungen erfolgten mit einem Parzellenspritzgerät zum Zeitpunkt des Keimblattstadiums der Unkräuter. Für die abschließende Bewertung der Unkrautwirkung wurde die Bonitur 8-14 Tage nach der letzten Applikation herangezogen.

2.1 Produktprofil Betanal maxxPro

- Wirkstoffzusammensetzung:
- Desmedipham: 47 g/l
- Ethofumesate: 75 g/l
- Phenmedipham: 60 g/l
- Lenacil: 27 g/l
- Formulierung: ölige Dispersion (OD)
- Aufwandmenge: 1,5 l/ha
- Anzahl Anwendungen: max. 3 pro Vegetationsperiode
- Kulturen: Futter- und Zuckerrüben

2.2 Wirkstoffklassifizierung

Tab. 1 Klassifizierung der Wirkstoffe von Betanal maxxPro.

Tab. 1 Classification of the active ingredients of Betanal maxxPro.

Wirkstoff	Chemische Klasse	Wirkungsmechanismus	HRAC Gruppe
Desmedipham	Phenyl-Carbamate	Hemmung Photosystem II	C1
Ethofumesat	Benzofurane	Hemmung Lipidsynthese	N
Phenmedipham	Phenyl-Carbamate	Hemmung Photosystem II	C1
Lenacil	Uracile	Keine herbizide Wirkung in der applizierten Aufwandmenge	Nicht relevant

2.3 Chemisch und physikalische Eigenschaften Betanal maxxPro

- Zustand: flüssig
- Farbe: weiß – beige
- Geruch: charakteristisch
- pH Wert: 2,0 – 4,0

2.4 Toxikologische und ökotoxikologische Eigenschaften Betanal maxxPro

- Ratte LD₅₀ Oral: >5000 mg/kg
- Ratte LD₅₀ Dermal: >2000 mg/kg
- Ratte LC₅₀ Inhalation: > 2,6 mg/l
- Hautreizung: keine (Kaninchen)
- Augenreizung: sensibilisierend (Maus)
- Forelle (*O. mykiss*) LC₅₀: 10,2 mg/l
- Daphnien EC₅₀: 6,9 mg/l
- Grünalgen (*P. subcapitata*) EC₅₀: 0,496 mg/l
- Wasserlinse (*L. gibba*) EC₅₀: 0,797 mg/l
- Bienen LD₅₀ akut Oral: >200 µg/Biene
- Bienen LD₅₀ akut Kontakt: 104,7 µg/Biene

3. Ergebnisse

3.1 Effekte des neuen Formulierungskonzeptes

Betanal maxxPro wurde mit einem neuen patentierten Formulierungskonzept ausgestattet. Durch den Einsatz von geringen Mengen des Wirkstoffes Lenacil wird zum einen das Eindringen der Wirkstoffe Phenmedipham und Ethofumesat beschleunigt (Abb. 1).

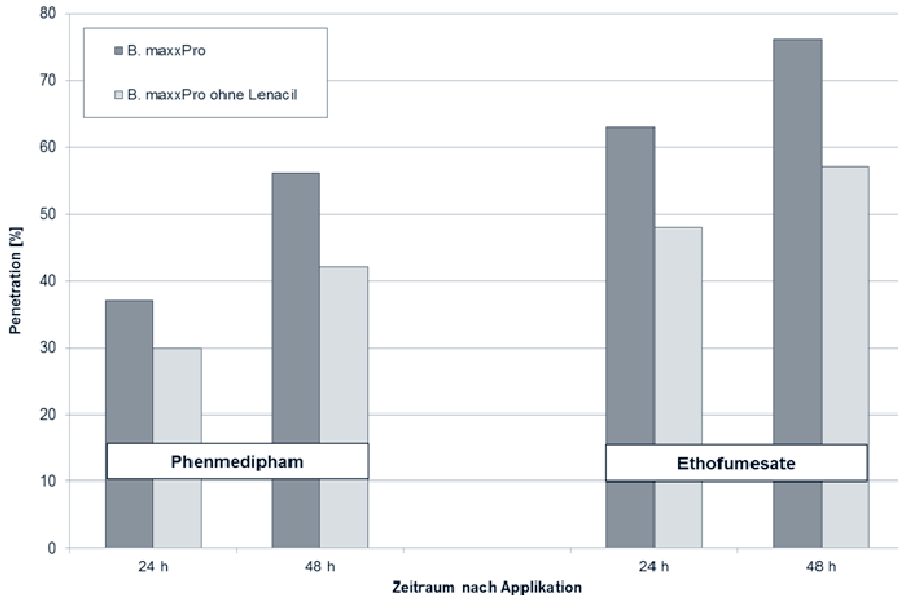


Abb. 1 Einfluss von Lenacil auf das Eindringverhalten von Phenmedipham und Ethofumesat in zwei Wochen alte Rapsblätter (Dr. R. SÜSSMANN, 2010, unveröffentlicht).

Fig. 1 Influence of Lenacil on the uptake of ethofumesate and phenmedipham in two weeks old oilseed rape leaves (Dr. R. SÜSSMANN, 2010, not published).

Außerdem wird der Kalium-Stoffwechsel der Unkrautpflanzen negativ beeinflusst. Lenacil verursacht einen erhöhten K^+ -Ionen Flux in die Schließzellen der Stomata, da die Durchlässigkeit der Plasmalemma-Membran verändert wird (BLEIN und SCALLA, 1984). Dies führt dazu, dass sich die Stomata öffnen und auch geöffnet bleiben. In Verbindung mit den beiden Wirkstoffen Phenmedipham und Desmedipham, welche die Elektronen Transport Kette in der Thylakoidmembran der Chloroplasten beim Photosystem II hemmen, kommt es zu einer schnelleren und stärkeren Ausprägung von Nekrosen (Abb. 2).

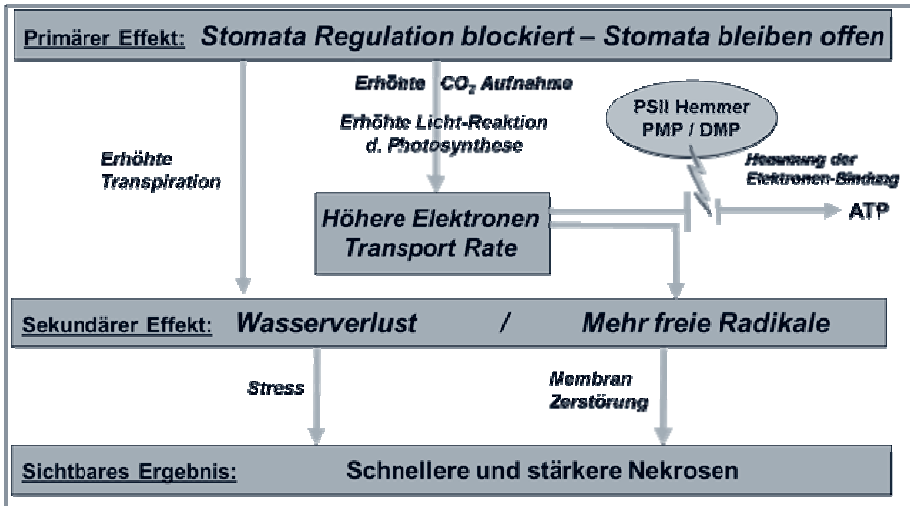


Abb. 2 Erklärungsansatz zu den Auswirkungen der Störung der Stomata-Regulation in Unkrautpflanzen nach der Applikation von Betanal maxxPro (Dr. U. BICKERS, 2009, mündl. Mitteilungen).

Fig. 2 Hypothesis of the herbicidal effects in weed plants caused by the disruption of the stomata regulation after the application of Betanal maxxPro (Dr. U. BICKERS, 2009, oral communication).

3.2 Biologische Wirkung

In den 146 Versuchen zur biologischen Wirkung von Betanal maxxPro traten drei Ungras-Arten und 50 verschiedene Unkraut-Arten auf. Die Stetigkeit der verschiedenen Arten ist in Tabelle 2 dargestellt.

Die Auswertung der Wirksamkeitsbonituren zeigte, dass Betanal maxxPro über ein sehr breites Wirkungsspektrum verfügt (Abb. 3). Eine gute bis sehr gute Wirkung ließ sich bei 75 % der Arten beobachten, wobei bei 58 % eine Wirkung > 95 % erreicht wurde. Hierzu gehören, unter anderem, die Gänsefuß-/Melde-Arten (*Chenopodium album*, *C. polyspermum*, *Atriplex patula*), verschiedene Kreuzblütler (*Thlaspi arvense*, *Brassica* spp., *Capsella bursa-pastoris*), Taubnessel-Arten (*Lamium purpureum* und *L. amplexicaule*), Windenknöterich (*Polygonum convolvulus*), Geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*), Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*), Vogel-Sternmiere (*Stellaria media*) und verschiedene andere Arten. Gegenüber Echter Kamille (*Matricaria chamomilla*), Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*) oder Hundspetersilie (*Aethusa cynapium*) wird eine gute Basiswirkung erzielt, die, je nach Art, nahe 90 % Wirkung liegen kann.

Tab. 2 Stetigkeit der verschiedenen Unkrautarten, 146 Versuche 2006-2010, maritime EPPO-Zone.

Tab. 2 Frequency of the observed weeds, 146 trials 2006-2010, maritime EPPO zone.

Art	Stetigkeit [%]	Art	Stetigkeit [%]
<i>Chenopodium album</i>	45	<i>Senecio vulgaris</i>	2
<i>Polygonum convolvulus</i>	18	<i>Mercurialis annua</i>	5
<i>Matricaria chamomilla</i>	16	<i>Amaranthus retroflexus</i>	5
<i>Galium aparine</i>	16	<i>Alopecurus myosuroides</i>	1
<i>Polygonum aviculare</i>	14	<i>Amaranthus powellii</i>	1
<i>Polygonum persicaria</i>	13	<i>Anagallis arvensis</i>	1
<i>Solanum nigrum</i>	12	<i>Calystegia sepium</i>	1
<i>Stellaria media</i>	12	<i>Carduus acanthoides</i>	1
<i>Viola arvensis</i>	11	<i>Centaurea cyanus</i>	1
<i>Lamium purpureum</i>	10	<i>Chenopodium ficifolium</i>	1
<i>Atriplex patula</i>	10	<i>Chenopodium hybridum</i>	1
<i>Thlaspi arvense</i>	8	<i>Convolvulus arvensis</i>	1
<i>Brassica spec.</i>	7	<i>Equisetum arvense</i>	1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	5	<i>Galeopsis ladanum</i>	1
<i>Fumaria officinalis</i>	5	<i>Geranium dissectum</i>	1
<i>Mercurialis annua</i>	5	<i>Matricaria matricarioides</i>	1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5	<i>Papaver rhoeas</i>	1
<i>Chenopodium polyspermum</i>	4	<i>Papaver somniferum</i>	1
<i>Aethusa cynapium</i>	4	<i>Poa nemoralis</i>	1
<i>Urtica urens</i>	4	<i>Polygonum lapathifolium</i>	1
<i>Matricaria inodora</i>	3	<i>Raphanus raphanistrum</i>	1
<i>Lamium amplexicaule</i>	3	<i>Reseda lutea</i>	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3	<i>Senecio jacobaea</i>	1
<i>Myosotis arvensis</i>	3	<i>Sinapis arvensis</i>	1
<i>Veronica persica</i>	3	<i>Sisymbrium officinale</i>	1
<i>Bidens tripartita</i>	2	<i>Veronica agrestis</i>	1
<i>Cirsium arvense</i>	2		
<i>Sonchus arvensis</i>	2		

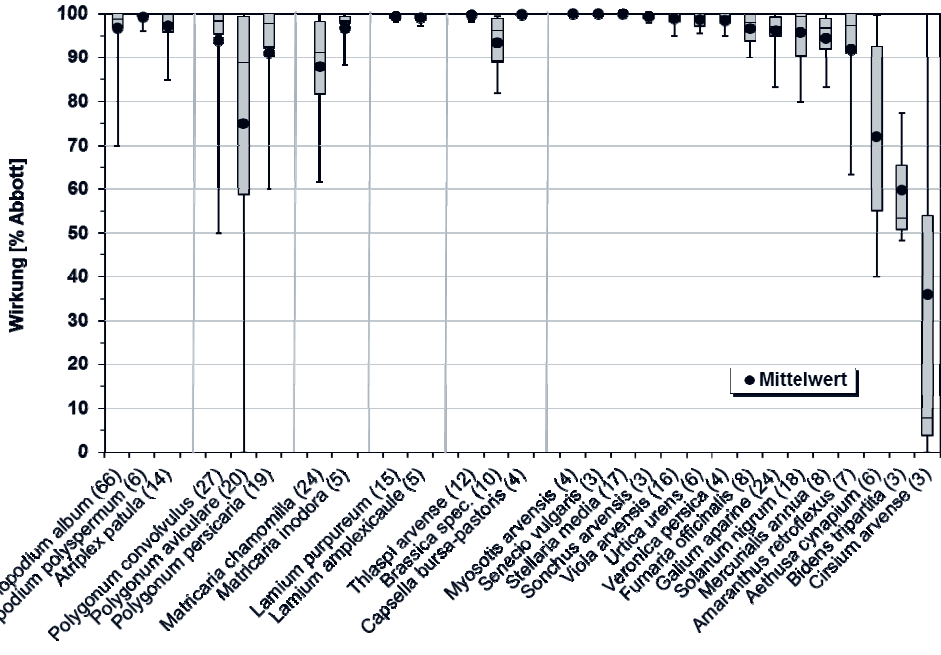


Abb. 3 Wirkungsspektrum von 1,5 l/ha Betanal maxxPro nach dreimaliger Anwendung als Box-Whisker Darstellung, 146 Versuche maritime EPP0 Klimazone 2006-2010. Die Whisker stellen die Streuung der Wirkung dar, der waagerechte Strich den Median. Zahlen in Klammern geben die Häufigkeit des Auftretens der Unkräuter an.

Fig. 3 Efficacy spectrum of 1.5 l/ha Betanal maxxPro (triple application) as a box-whisker plot. The whiskers represent the variation of the efficacy; the horizontal line represents the median. Numbers in brackets indicate the frequency of the weeds.

3.3 Selektivität bei zugelassener Aufwandmenge

In den bereits beschriebenen 146 Wirkungsversuchen zeigte Betanal maxxPro eine sehr gute Verträglichkeit. Die max. durchschnittliche Schädigung lag bei 6 %. Aufgetretene Symptome wie Blattaufhellungen oder Wuchsdepressionen wuchsen sich innerhalb kurzer Zeit wieder aus. Auf 46 % der Standorte traten keine Symptome > 5 % auf.

Im Vergleich zum derzeitigen internen Standard Betanal Expert wurde keine Erhöhung der Phytotoxizität beobachtet.

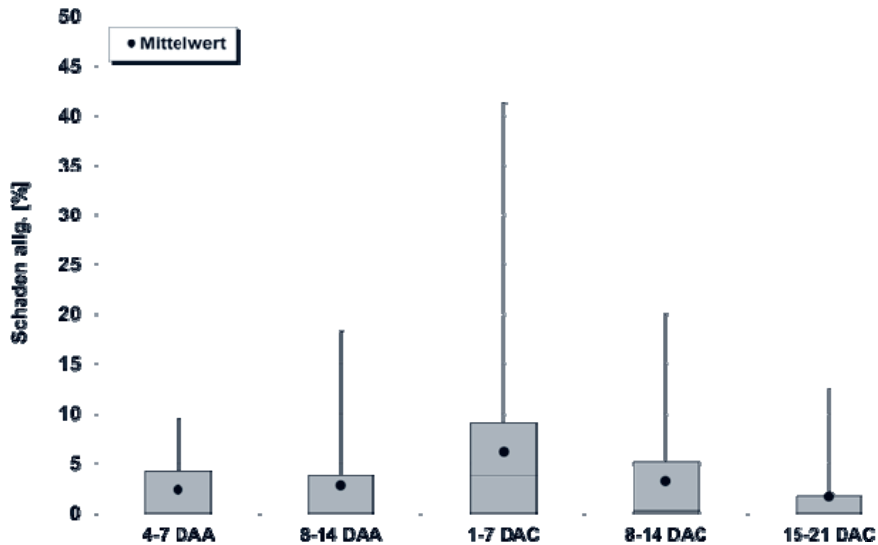


Abb. 4 Selektivität von 1,5 L/ha Betanal maxxPro nach dreimaliger Anwendung als Box-Whisker Darstellung, 146 Versuche maritime EPPO Klimazone 2006-2010. Die Whisker stellen die Streuung der Wirkung dar, der waagerechte Strich den Median. DAA = Tage nach 1. Applikation, DAC = Tage nach letzter Applikation.

Fig. 4 Selectivity of 1.5 l/ha Betanal maxxPro (triple applikation) as a box-whisker plot. The whiskers represent the variation of the efficacy; the horizontal line represents the median. DAA = days after first application, DAC = days after last application.

4. Diskussion

Betanal maxxPro ist die Weiterentwicklung der bewährten Wirkstoffkombination Desmedipham + Ethofumesat + Phenmedipham. Durch ein neues Aktivierungs- und- Formulierungskonzept ist es gelungen, die Effektivität der Wirkstoffe zu verbessern. Im Vergleich zum gegenwärtigen Standard Betanal Expert konnte dadurch die Gesamtwirkstoffmenge/ Applikation/ha um ca. 15 % reduziert werden. Hierbei wurde der Wirkstoff Ethofumesat, welcher bei der Annex 1-Listung in der Menge/ha begrenzt wurde, um ca. 40 %/ha verringert. Der Gehalt an Desmedipham wurde im Gegenzug um ca. 55 %/ha erhöht. Die Ergebnisse der präsentierten Feldversuche zeigten, dass die Wirkstoffreduktion keine Verringerung der biologischen Wirkung zur Folge hatte. Es wurden bei einer Reihe von Unkräutern sogar Verbesserungen in der Wirkung erreicht wie z. B. Hundspetersilie, Echte Kamille, Ausfallraps, Bingelkraut, Gänsefuß-Arten, Knöterich-Arten. Um eine vollständige Wirkung bei Unkräutern zu erreichen, bei denen der Wirkungsgrad unter ca. 93 % liegt, bieten sich Tankmischungen mit anderen Spezialprodukten an. Insgesamt erhöht sich aber die Wirkungssicherheit der praxisüblichen Tankmischungen, besonders unter Bedingungen, bei denen eine starke Blattaktivität nötig ist.

Der Wirkstoff Lenacil, welcher im Betanal maxxPro mit einer max. Menge von 40,5 g/ha ausgebracht wird, zeigt in dieser Konzentration alleine keine herbizide Wirkung. Der beobachtete Effekt auf den Stomata-Haushalt der Unkräuter kommt erst in Kombination mit den Photosystem II-Hemmern Desmedipham und Phenmedipham zum Tragen, da sich die drei Wirkstoffe in ihrer Wirkung ideal ergänzen.

Weitere Merkmale, die die verbesserte Effektivität der Wirkstoffe unterstützen, sind eine Verbesserung der Ausbreitung der Spritzbrühe auf der Blattoberfläche und das Fehlen von Wirkstoffkristallen in der Spritzbrühe. Damit werden mögliche Düsenverstopfungen verhindert.

Die Einführung von Betanal maxxPro in Deutschland wird im Jahr 2012 erfolgen.

Literatur

BLEIN, J.P. UND R. SCALLA, 1984: A SECONDARY MODE OF ACTION OF THE HERBICIDE LENACIL: MODIFICATION OF K⁺ PERMEABILITY OF *ACER PSEUDOPLATANUS* CELLS. PLANT SCIENCE LETTERS **34**, 7-16.