

# Das Clearfield<sup>®</sup>-Produktionssystem im Rapsanbau

## - Beschreibung und Bewertung der Herbizidresistenz-Technologie

### **Inhalt:**

Systemeigenschaft

Wirkstoffprofil: – Imazamox

Produktprofil: CL-Vantiga

Sicherheitsmanagement

Systembewertung

Wirkstoffdaten: Imazamox

Präparatedaten: Clearfield-Vantiga

Anwendung und Wirkungseinstufung:

Vorläufige Feldversuchsergebnisse:

### **Systemeigenschaft**

Das Clearfield-System ist eine Herbizidresistenz-Technologie, die von der Firma BASF<sup>®</sup> entwickelt und in Zusammenarbeit mit verschiedensten Pflanzenzüchtungsunternehmen weltweit seit 1995 vermarktet wird. In den Kulturen Mais, Raps, Reis, Sonnenblume, Weizen und Linsen werden Sorten mit einer spezifischen Resistenz gegen Herbizide aus der Gruppe der Imidazolinone ausgestattet. Mit der RTDS<sup>®</sup>-Technik (Rapid Trait Development System) werden entsprechende Mutationen in das Pflanzengenom implementiert. Auf der Basis einer konventionellen Selektionszüchtung werden die jeweiligen Clearfield (CL)-Sorten gezüchtet. Diese Herbizidresistenztechnik wird nicht als gentechnische Veränderung eingestuft und hat damit nicht die negativen „Begleiterscheinungen“ von GVO-Kulturen.

CL-Hybridrapssorten sind mit zwei Mutationen (PM1 und PM2) ausgestattet, die zu einer Veränderung der Acetolactat(ALS)-Synthase führen. Das ALS-Enzym ist der zentrale Wirkort für Herbizide aus der Gruppe der ALS-Hemmer (HRAC-Gruppe: B). Die CL-Hybridmutanten sind somit mit einer Wirkortresistenz (TSR – Target-Site Resistance) gegen Imidazolinone und einer abgeschwächten Wirksamkeit für Sulfonylharnstoffe ausgerüstet. Im CL-Raps werden Herbizide mit den Wirkstoffen Imazethapyr und Imazamox eingesetzt. In den für Europa entwickelten und ab Herbst 2012 in Deutsch-

land verfügbaren CL-Raps-Produktionssystem kommt das CL-Herbizid Vantiga® zum Einsatz, das den Wirkstoff Imazamox enthält. Durch die Einsatzmöglichkeit von Herbiziden der Gruppe B können in CL-Raps Unkräuter aus der Familie der Kreuzblütler im Nachauflaufverfahren blattaktiv relativ sicher bekämpft werden. Im „normalen“ Raps ist das aufgrund einer eingeschränkten Kulturverträglichkeit geeigneter Herbizide (z.B. Clomazone) nur im Voraufverfahren möglich. Im CL-Raps besteht eine verbesserte Einsatzfähigkeit von Herbiziden im Nachauflaufverfahren und eine überdurchschnittlich gute Kontrolle von bestimmten Problemunkräutern.

### **Wirkstoffprofil: – Imazamox**

Der herbizide [Wirkstoff Imazamox](#) gehört zur chemischen Gruppe der Imidazolinone, die neben der großen Gruppe der Sulfonylharnstoffe zu den bedeutenden [ALS-Hemmer-Herbiziden](#) gehört. Neben Herbiziden können Imidazolinone auch als Wachstumsregler verwendet werden. Imazamox ist seit 2003 in der EU als Pflanzenschutzmittelwirkstoff positiv bewertet. In Deutschland wurde Imazamox erstmalig mit dem Herbizid CL-Vantiga® in 2012 für den Einsatz in Winter- und Sommerraps zugelassen.

Imazamox ist relativ gut wasserlöslich (>600 g/l; 20 °C) und wird aufgrund einer relativ geringen Sorptionsfähigkeit als zur Versickerung neigend eingestuft. Der Abbau im Boden findet primär mikrobiell mit einer mittleren Halbwertszeit von 17 – 25 Tagen statt. Die Toxizität gegenüber Fischen, Vögel und Säugetieren ist gering ( $LD_{50 \text{ Ratte}} > 5.000 \text{ mg/kg}$ ). Der Wirkstoff ist für Regenwürmer und Bienen unbedenklich.

Die Wirkstoffaufnahme erfolgt primär über Blätter und nur begrenzt über den Boden. Das Wirkungsprofil umfasst vor allem dikotyle Unkräuter (z.B. Amarant, Gänsefuß, Hellerkraut, Hohlzahn, Schwarzer Nachtschatten, Vogelmiere) und nur begrenzt einzelne Ungräser (z.B. Borstenhirse). Die blattaktive Wirkung kann durch Tankmischung mit aufnahmefördernden Zusatzstoffen oder Stickstoffdüngern unterstützt werden.

### **Produktprofil: CL-Vantiga**

Das [Herbizid „Clearfield-Vantiga“](#) wurde im März 2012 in Deutschland unter der Zulassungsnummer 007021-00 für die Anwendung in Winter- und Sommerraps in Imazamox-resistente Sorten registriert. Das Präparat enthält die Wirkstoffe Metazachlor (375 g/l), Quinmerac (125 g/l) und Imazamox (6,25 g/l). Es handelt sich somit um ein mit Imazamox ergänztes Butisan Top®, dem bisherigen Standardherbizid für den Einsatz im sehr frühen Nachauflauf. Im Vergleich zu den weiteren in der EU registrierten CL-Rapsherbiziden ist bei der deutschen Zulassung der Imazamox-Gehalt deutlich reduziert

(12,5 g/ha gegenüber 35 g/ha). Dies liegt offensichtlich an der höheren Sensibilität der deutschen Zulassungsbehörde im Hinblick auf ein Risikopotenzial für die Grundwasserbelastung durch Imazamox.

CL-Vantiga hat eine breite Zulassung zur Bekämpfung von einjährigen ein- und zwei-keimblättrigen Unkräutern, d.h. Samenunkräuter und –ungräser, durch eine Anwendung mit 2,0 l/ha im Nachauflaufverfahren (BBCH 10 – 18 der Kultur). Der technisch optimale Anwendungsbereich liegt jedoch im frühen Nachauflauf bis zum entwickelten frühen Laubblattstadium der Zielunkräuter. Bei einem sehr frühen Einsatz würde die spezifische, blattaktive Wirkung von Imazamox nicht ausgenutzt werden und beim späteren Einsatz im 4- bis 8-Blattstadium (BBCH 14 – 18) wäre der Wirkstoffanteil von Metazachlor und Quinmerac weitgehend wirkungslos.

In unseren [bisherigen, zweijährigen Feldversuchen](#) konnte CL-Vantiga eine breitere und teilweise sicherere Unkrautbekämpfungsleistung im Vergleich zu einem Butisan Top Wirkungsniveau bestätigen. Die Wirkung gegen wichtige Leitunkräuter wie Ehrenpreis, Klettenlabkraut und Hellerkraut liegt in einem hohen und sicheren Bereich (>95 %). Die Wirkungsleistung gegen Kamille-Arten, Hirtentäschel, Klatsch-Mohn und Storchschnabel-Arten ist allerdings sehr schwankend und im Mittel knapp befriedigend (80 – 85 %) bis ausreichend (ca. 90 %). Ein uneinheitlicher Auflauf und eine verzettelte Entwicklung der Unkräuter an einzelnen Standorten ist hierfür eine plausible Ursache. Zur Kontrolle von Acker-Stiefmütterchen, dem in Bayern in Winterraps wichtigsten bzw. häufigsten Leitunkraut, ist das Wirkungspotenzial von CL-Vantiga nicht ausreichend. Auch gegen Ausfallgetreide muss bei pfluglosem Rapsanbau eine zusätzliche Graminizid-Behandlung vorgesehen werden. Positiv überrascht hat dagegen die relativ gute Wirkung gegen die Taube Trespe. Die Selektivität bzw. Kulturverträglichkeit war generell unproblematisch.

Im [Vergleich zu alternativen Herbiziden](#) auf der Basis von Metazachlor (Butisan Kombi<sup>®</sup> oder Butisan Gold<sup>®</sup>) stellt CL-Vantiga im Wesentlichen eine Verbesserung bei der Bekämpfung von Acker-Hellerkraut und Rauke-Arten dar, die ansonsten mit Clomazone-Behandlungen bekämpft werden müssten. Sondervorteile von CL-Vantiga gegen z.B. Neophyten wie dem Orientalischen Zackenschötchen oder Ausfall-Zwischenfrüchten wie z.B. Ökrettich oder Senf sind in unseren Versuchen nicht zum Tragen gekommen.

Die beim Einsatz von CL-Vantiga zu beachtenden Auflagen sind mit denen anderer Metazachlor-haltiger Präparate vergleichbar: Maximal 1.000 g/ha Metazachlor innerhalb drei Jahre; mindestens 75 % abdriftmindernde Düsen im Abstand bis 20 Metern zu Nicht-Zielflächen; Abstand von 5 – 10 Meter zu angrenzenden Oberflächengewässern beim Einsatz mit 0 – 75 % abdriftmindernder Düsen und ein 20 Meter breiter, bewachsener Randstreifen auf Hangflächen (> 2 % Gefälle) zu angrenzenden Oberflächengewässern.

## Sicherheitsmanagement

Das Clearfield-System wird zwar nicht als GVO-Technik eingestuft und damit werden keine spezifischen Koexistenzregelungen notwendig. Aufgrund der Resistenzeigenschaften und der kulturartspezifischen Eigenschaften von CL-Raps ist dennoch ein angepasstes Sicherheitsmanagement für die nachhaltige Anwendung dieser Technologie unverzichtbar.

Im Wesentlichen geht es hierbei um folgende Punkte bzw. Aufgaben:

1. Sachgerechte Anwendung der Clearfield-Technik nach den Prinzipien der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz.
2. Sichere Anwendung des Herbizids CL-Vantiga.
3. Verhinderung der Auskreuzung und Verschleppung der Herbizidresistenzeigenschaften.
4. Begrenzung des Samenpotenzials von CL-Ausfallraps.
5. Umsetzung eines integrierten Resistenzmanagements über die gesamte Fruchtfolge auf CL-Anbauflächen.
6. Regelmäßige Überwachung von CL-Anbauflächen auf ein ungewöhnliches Auftreten von Unkräutern und CL-Ausfallraps.

Die Clearfield-Technik kann auf keinen Fall als universell anwendbares Raps-Anbauverfahren betrachtet werden. Das liegt zum einen an der exklusiven Herbizidresistenz des CL-Rapses und der natürlichen Eigenschaft zur Bildung eines Samenpotenzials; zum anderen muss die Anwendung des ALS-Wirkmechanismus in der Kultur Raps und die damit verbundenen, möglichen Auswirkungen auf die Unkrautflora bzw. die Selektion von ALS-resistenten Unkräutern berücksichtigt werden.

Aus anwendungstechnischer Sicht ist es nicht gerechtfertigt, das CL-Produktionssystem für die Kontrolle einer unproblematischen Unkrautflora oder den Einsatz unter unproblematischen Anwendungsbedingungen zu verwenden. Die hohen spezifischen Managementanforderungen für die sichere Anwendung und die möglichen negativen Folgewirkungen für die Kontrolle von CL-Ausfallraps in der Fruchtfolge und die Veränderungen der Unkrautflora rechtfertigen den Einsatz der CL-Technik nur zur Handhabung außergewöhnlicher Anbaubedingungen bzw. extremen Unkrautproblemen. Ein absolutes Ausschlusskriterium ist die nicht mehr ausreichende Bekämpfbarkeit oder die Notwendigkeit für einen übermäßig hohen, zusätzlichen Herbizidaufwand zur Bekämpfung von CL-Ausfallraps in den Folgekulturen. Rüben-Fruchtfolgen scheiden daher generell für die Anwendung der CL-Technik im Rapsanbau aus. In Fruchtfolgen mit Kartoffeln und

Mais muss ernsthaft abgewogen werden, ob es zu keinen höheren Herbizidaufwand für die Kontrolle von CL-Ausfallraps kommt. Auch bei einer bereits vorhandenen Resistenz oder bei einem erhöhten Risiko für das Auftreten von herbizidresistenten Unkräutern, wie Ackerfuchsschwanz oder Kamille-Arten, kann der regelmäßige Einsatz von Imazomox im Raps aufgrund eines erhöhten Selektionsdrucks für ALS-resistente Unkräuter nicht akzeptiert werden.

### **Systembewertung**

Das Clearfield-Produktionssystem hat in Bayern nur einen sehr begrenzten Anwendungsbedarf auf Anbauflächen mit einem sehr hohen Besatz mit Hellerkraut oder Rauke-Arten, die nicht mit Clomazone-Herbiziden behandelt werden können (100 m Sicherheitsabstand zu Siedlungsflächen!). Sondersituationen mit Neophyten wie dem Orientalischen Zackenschötchen oder mit Ausfallzwischenfrüchten (Ölrettich, Senf) sind für die Anbaupraxis bedeutungslos und sollten im Einzelfall mit anderen Maßnahmen als dem Anbau von CL-Raps gelöst werden.

Die unerwünschte Ausbreitung der Resistenzeigenschaften durch eine Verschleppung von CL-Ausfallraps bei der Ernte und durch eine Auskreuzung beim unmittelbar angrenzenden Anbau von CL- und Nicht-CL-Raps kann unter bayerischen Anbauverhältnissen nicht sicher vermieden werden.

Ein zur Kontrolle von CL-Ausfallraps erhöhter Herbizidaufwand in den Folgekulturen ist nicht vermeidbar. In Rüben-Fruchtfolgen wird CL-Ausfallraps zu einem nicht mehr ausreichend bekämpfbaren Problemunkraut, das weitere phytosanitäre Probleme (Rüben-nematoden) nach sich ziehen kann.

Die Entwicklung einer ALS-Resistenz bei Leitunggräsern wie dem Ackerfuchsschwanz ist bereits für wichtige Ackerbauregionen in Bayern eine ernst zu nehmende Gefahr, deren Ausbreitung und Entwicklung durch den Anbau von CL-Raps verschärft werden kann.

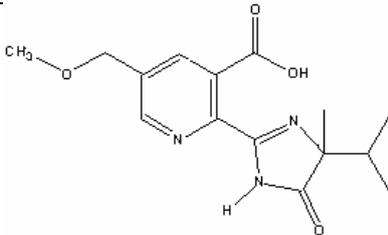
Noch vollkommen offen sind mögliche Probleme im Nachbarschaftsrecht und bei Haftungsfragen wie z.B. der Verschleppung von CL-Raps mit Lohnmähreschern auf Flächen bzw. Betriebe, die diese Herbizidresistenztechnik ablehnen oder dadurch geschädigt werden.

Aufgrund der notwendigen Sondermaßnahmen, den problematischen Nebeneffekten und Folgewirkungen wird von der Anwendung des Clearfield-Produktionssystems im Rapsanbau in Bayern grundsätzlich abgeraten.

■ *K. Gehring, Herbologie*

**Wirkstoffdaten: Imazamox**

Quellen: - European Commission, Dossier SANCO/4325/2000-Final  
 - United States Environmental Protection Agency, Memorandum 129171

<b>Generelle Daten</b>	
Wirkstoff Name (ISO)	Imazamox
CIPAC No.	619
Molekül Formel	C <sub>15</sub> H <sub>19</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Molekül Struktur	
Klasse	Pflanzenschutzmittel
Wirkbereich	Herbizid
Wirkmechanismus	Hemmung der Acetolactat-Synthase; ALS-Hemmer; HRAC-Gruppe: B
Wirkungsspektrum	Mono- und dikotyle Unkräuter
Wirkstoffaufnahme	Primär über Blätter
Hersteller	BASF
Bestandteil, PSM	Clearfield-Vantiga, Raptor, Pulsar
Status EU Directive 91/414	Positiv, Annex I Listung 30/06/2003
<b>Umweltverhalten</b>	
Löslichkeit, Wasser	> 626 g/l, pH 7, 25 °C (hoch)
Sorption	K <sub>oc</sub> = 5,36; log P <sub>ow</sub> = 0,7 (mobil)
Hydrolyse	DT <sub>50</sub> = 192 d, pH 9, 25 °C (stabil)
Photolyse	DT <sub>50</sub> = 7,1 h; pH 9 (schnell)
Volatilität	< 1,33 x 10 <sup>-5</sup> Pa; 25 °C (flüchtig)
Brennbarkeit	Nicht brennbar
Explosivität	Nicht explosiv
Bodenabbau	DT <sub>50 Feld</sub> : 8 – 24, Ø 17 d (nicht-persistent) DT <sub>90 Feld</sub> : 15 – 41 d
Metaboliten	CL-312622 und CL-354825 (nicht relevant)
<b>Ökotoxikologie</b>	
Säugetiere	LD <sub>50</sub> akute, oral, Ratte: > 5000 mg/kg (gering)
Vögel	LD <sub>50</sub> akute: > 1846 mg/kg (gering)
Fisch	LD <sub>50</sub> akute: > 122 mg/l (gering)
Wasser-Invertebraten	LD <sub>50</sub> akute: > 122 mg/l (gering)
Wasser-Pflanzen	EC <sub>50</sub> akute: 0,011 mg/l (moderat)
Algen	EC <sub>50</sub> akute: > 0,037 mg/l (moderat)
Bienen	LD <sub>50</sub> akute: > 40 µg/Tier (moderat);
Regenwurm	LD <sub>50</sub> akute: > 901 mg/kg (moderat)
Boden-Mikroorganismen	Kein Einfluss auf die N- und C-Mineralisation

**Präparatedaten:** Clearfield-Vantiga

Quellen: - Zulassungsdaten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit; PAPI-Datenbanksoftware, Saphir-Verlag

<b>Generelle Daten</b>	
Pflanzenschutzmittel, Name	Clearfield-Vantiga
Zulassungs-Nr.	007021-00
Zulassungsinhaber	BASF SE
Wirkungsbereich	Herbizid
Wirkstoffgehalt	Imazamox 6,25 g/l Metazachlor 375,00 g/l Quinmerac 125,00 g/l
Formulierung	Suspensionskonzentrat (SC)
Gefahrensymbole	N (umweltgefährlich) Xi (reizend)
Anwendungsbestimmungen	NG346: Innerhalb von drei Jahren darf die Aufwandmenge von max. 1000 g/ha Metazachlor nicht überschritten werden. NW468: Anwendungsflüssigkeit und Mittelreste dürfen weder direkt noch indirekt in Gewässer gelangen.
Kennzeichnungsaufgaben*	NN2001: Das Mittel ist schwach schädigend für relevante Nutzinsekten. NW261/262/265: Das Mittel ist giftig für Fische, Algen und Wasserpflanzen. RA005: Metazachlor kann allergische Reaktionen hervorrufen. RX043: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
Hinweise Nützlinge	NB6641: Nicht bienengefährlich (B4). NN1002: Nicht schädigend für relevante Raubmilben und Spinnen.
<b>Anwendung 1 von 2*</b>	
Kultur	Winterraps, Imazamox-resistente Sorten
Stadium Kultur	Von Keimblätter bis 8. Laubblatt entfaltet
Schaderreger	Einjährige ein- und zweikeimblättrige Unkräuter
Anwendungszeit	Nach dem Auflaufen im Herbst
Aufwandmenge	2,0 l/ha
Anwendungsbestimmungen	NT102: In einem Abstand von 20 m zu schutzwürdigen Flächen muss die Anwendung mit Geräten der Abdriftminderungsklasse $\geq 75\%$ erfolgen. NW605-1: Sicherheitsabstände zu Oberflächengewässern je nach Abdriftminderungsklasse der

	<p>Gerätetechnik: 0 % - 10 m, 50 % - 5 m, 75 % - 5 m, 90 % - 0 m bzw. länderspezifischer Mindestabstand.</p> <p>NW706: Bei Flächen mit einer Hangneigung von &gt; 2 % muss zu angrenzenden Oberflächengewässern ein min. 20 m breiter, mit einer geschlossenen Pflanzendecke bewachsener Randstreifen vorhanden sein.</p>
<b>Anwendung 2 von 2*</b>	
Kultur	Sommerraps, Imazamox-resistente Sorten
Stadium Kultur	Von Keimblätter bis 8. Laubblatt entfaltet
Schaderreger	Einjährige ein- und zweikeimblättrige Unkräuter
Anwendungszeit	Nach dem Auflaufen im Frühjahr
Aufwandmenge	2,0 l/ha
Anwendungsbestimmungen	<p>NG405: Keine Anwendung auf drainierten Flächen.</p> <p>NT102: In einem Abstand von 20 m zu schutzwürdigen Flächen muss die Anwendung mit Geräten der Abdriftminderungsklasse <math>\geq 75\%</math> erfolgen.</p> <p>NW605-1: Sicherheitsabstände zu Oberflächengewässern je nach Abdriftminderungsklasse der Gerätetechnik: 0 % - 10 m, 50 % - 5 m, 75 % - 5 m, 90 % - 0 m bzw. länderspezifischer Mindestabstand.</p> <p>NW706: Bei Flächen mit einer Hangneigung von &gt; 2 % muss zu angrenzenden Oberflächengewässern ein min. 20 m breiter, mit einer geschlossenen Pflanzendecke bewachsener Randstreifen vorhanden sein.</p>

\*) Auszug, sinngemäß

Herbizide aus der Gruppe der ALS-Hemmer (HRAC-Gruppe: B)

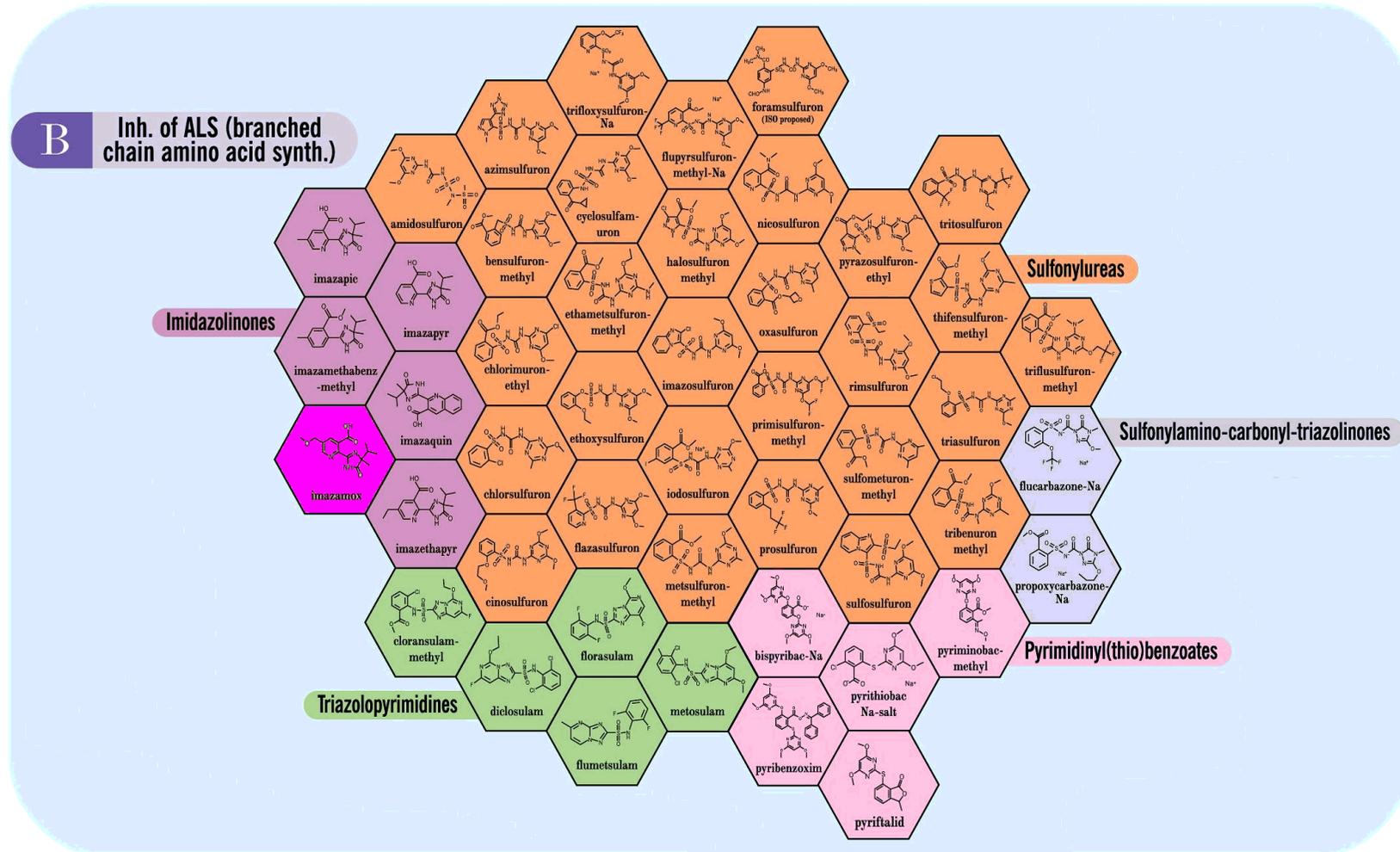


Bild: WeedScience.com



Vorläufige Feldversuchsergebnisse:

### Herbizidleistung und Selektivität von Clearfield-Vantiga 2,0 + Dash 1,0 l/ha im NAK-NAH in Imazamox-toleranten Winterraps (CL Raps)

9 Feldversuche, Bay. Pflanzenschutzdienst 2011 - 2012

