

Vergleich sensibler Populationen von *Apera spica-venti* L. (P.B.) hinsichtlich der Wirkung des ALS-Inhibitors Iodosulfuron

A comparison of sensitive reference populations of Apera spica-venti L. (P.B.) to ALS inhibiting iodosulfuron

Andrea Schulz* & Bärbel Gerowitt

Universität Rostock, Agrar- und umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Phytomedizin, Satower Straße 48, D-18059 Rostock

*Korrespondierender Autor, andrea.schulz2@uni-rostock.de

DOI: 10.5073/jka.2012.434.005

Zusammenfassung

Der Biotest zum Nachweis der Herbizidresistenz in einer Ungraspopulation ist eine in vielen Einrichtungen durchgeführte Methode, die unabhängig vom Resistenzmechanismus eine erste Einschätzung des Resistenzgrades ermöglicht. Die Einstufung des Resistenzgrades einer Population erfolgt in der Regel anhand eines mitgeführten sensiblen Standards. Im Gegensatz zu *Alopecurus myosuroides* sind für *Apera spica-venti* weder resistente noch sensitive Referenzpopulationen als anerkannte Standards vorhanden. Die Ergebnisse von Resistenzuntersuchungen sind daher zwischen verschiedenen Einrichtungen kaum zu vergleichen. Wir haben drei sensitive Standards von verschiedenen mitteleuropäischen Einrichtungen in ihrer Sensitivität gegenüber Iodosulfuron untersucht. Die Dosis-Wirkungs-Beziehungen von zwei Populationen ergab eine gegenseitige Austauschbarkeit. Eine dritte Population reagierte mit einer großen Varianz in den einzelnen Dosierungen. Möglicherweise ist das in dem Fall auf die heterogene Herkunft des Saatgutes zurückzuführen. Von vier weiteren Testpopulationen liefern nicht genügend Pflanzen für den Biotest auf.

A. spica-venti bildet pro Pflanze sehr viele Samen, von denen je nach den Abreifebedingungen ein sehr hoher Anteil taub und nicht keimfähig sein kann. Im Biotest kann das sehr nachteilig sein, wenn nicht die gewünschte Auflauftrate mit der Testpopulation erzielt werden kann. In einem weiteren Gewächshausversuch wurde das Auflaufverhalten von vier verschiedenen Populationen untersucht. Unabhängig von der Umgebungstemperatur lagen die Auflaufraten zwischen 4 % und 43 %. Eine höhere Auflauftrate ging mit einer kürzeren mittleren Auflaufdauer einher.

Stichwörter: Auflauftrate, Biotest, Herbizidresistenz, sensibler Standard, Windhalm

Summary

Whole plant bioassays are the most widely used test method for herbicide resistant grass weed populations. In whole plant bioassays, a susceptible standard population is usually included into the test procedure as the basis of resistance classification. Many institutions use their own susceptible standard in *Apera spica-venti* herbicide resistance tests. In contrast to *Alopecurus myosuroides* there are no approved susceptible or resistant standard populations. That is one reason why results of different institutions can hardly be compared with each other. We investigated three susceptible standard populations of Central European institutions. Dose response curves of three populations to iodosulfuron showed that two could be replaced by each other. A third population reacted with high variances between replications because of its heterogeneous origin from different fields and hence populations. Four more test populations emerged too poorly for establishing a bioassay.

Further greenhouse investigations on emergence of four different populations were conducted. There was no difference in emergence between temperatures observed, but between populations. The rates of emergence varied between 4 % and 43 %. The rate of emergence and the mean time for emergence were positively correlated.

Key words: Bioassay, emergency rate, herbicide resistance, loose silky bentgrass, susceptible reference

1. Einleitung

Apera spica-venti, eines der häufigsten Ungräser in den Wintergetreidekulturen Mittel- und Osteuropas konnte sich in den vergangenen Jahren zunehmend ausbreiten (ROLA, 1990; SOUKUP et al., 2006; MELANDER et al., 2008). Erfolgt keine Herbizidbehandlung insbesondere bei hohen Pflanzendichten, können beträchtliche Ertragseinbußen die Folge sein (MELANDER et al., 2008). Die relative Vorzüglichkeit des Herbizideinsatzes, die im Wesentlichen in der hohen Wirkungssicherheit begründet ist, wird inzwischen durch die Selektion resistenter Biotypen von *A. spica-venti* gegenüber

verschiedenen Wirkstoffen zunehmend herunter gesetzt. Um auf betroffenen Standorten ein geeignetes Antiresistenz-Management ergreifen zu können, ist die Diagnose von resistenten *A. spica-venti*-Populationen wichtig.

Die häufigste Methode zum Nachweis der Herbizidresistenz in einer Ungraspopulation ist der seit langem eingesetzte Biotest im Gewächshaus. Eine Methode, die unabhängig vom Resistenzmechanismus eine erste quantitative Einschätzung des Resistenzgrades einer Ungraspopulation ermöglicht, preiswert und in vielen Einrichtungen durchführbar, allerdings auch platz- und zeitintensiv ist. Zudem zeigten Ringtests, die sowohl gleiche als auch unterschiedliche Methoden miteinander verglichen, dass die Ergebnisse der verschiedenen Institutionen oftmals stark voneinander abweichen (STREIBIG et al., 1995; PETERSEN et al., 2010). Die Ursache liegt in einer Vielzahl von Umweltparametern, die die Biotestergebnisse entscheidend beeinflussen können (NORDMEYER und ZWERTGER, 2010). Ein weiterer Aspekt, der in den Betrachtungen bislang noch nicht berücksichtigt wurde, ist in der sensitiven Referenz zu sehen. Die Einstufung des Resistenzgrades einer Population erfolgt anhand eines parallel untersuchten sensitiven Standards. Im Gegensatz zu *Alopecurus myosuroides* sind für *A. spica-venti* weder resistente noch sensitive Referenzpopulationen als anerkannte Standards vorhanden. Sie sind institutsspezifisch und das Saatgut der sensitiven Standards beziehen die verschiedenen Versuchsansteller aus unterschiedlichen Quellen: Entweder aus der regelmäßigen Vermehrung einer einmalig auf einem unbehandelten Standort gewonnenen Saatgutprobe oder das Saatgut wird von kommerziellen Saatgutvermehrern bezogen oder es ist eine in der Zusammensetzung variierende Mischung sensitiv getesteter Populationen. Hier kann eine Ursache in der Variabilität der Ergebnisse von Resistenzuntersuchungen zwischen den einzelnen Versuchsanstellern liegen.

Ein erster Schritt in Richtung einer verbesserten Vergleichbarkeit wäre die Einordnung der jeweils verwendeten sensitiven Standards, d.h. die Feststellung wie sensitiv der eingesetzte Standard im Vergleich zu anderen ist. Wir sind mit einem Biotest der Frage nachgegangen, ob und wie sich die sensitiven Standards von sieben mitteleuropäischen Versuchsanstellern in ihrer Reaktion auf Iodosulfuron unterscheiden.

In unseren Untersuchungen war die Etablierung des für die Erstellung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen erforderlichen Pflanzenbestandes mit einigen Schwierigkeiten verbunden: Die Mehrzahl der ausgesäten Populationen lief nur sehr spärlich bis gar nicht auf. Ein Problem, das häufig die Anwendung des Biotests erschwert. Zwar bildet *A. spica-venti* pro Pflanze zwischen 1.000 und 16.000 Samen, deren Qualität wird jedoch stark von der Witterung, der Kultur und den Abreifebedingungen beeinflusst (HAGEMEISTER und HEITEFUSS, 1988; SOUKUP et al., 2006). Der Anteil der tauben Samen an der Gesamtmenge der produzierten Samen kann mehr als 50 % betragen (HAGEMEISTER und HEITEFUSS, 1988). Im Gewächshaus wird in der Regel zwar nur gereinigtes Saatgut eingesetzt, das allein garantiert jedoch keine hohe Auflauftrate. Die niedrigen Auflauftraten sind ein großes Problem in den Untersuchungen resistenzverdächtiger *A. spica-venti*-Populationen. Ganzpflanzenversuche im Gewächshaus können jedoch nur gelingen, wenn eine entsprechende Anzahl von Testpflanzen zur Verfügung steht. Die sehr niedrigen Auflauftraten einiger Referenzpopulationen veranlassten uns, das Auflaufverhalten von *A. spica-venti* im Gewächshaus näher zu untersuchen, um Hinweise für das Gelingen weiterer Biotests zu erhalten.

2. Material und Methoden

2.1 Versuch 1: Sensitivitätsstatus der Referenzpopulationen

Für den Vergleich der sensitiven Standards wurde nur Saatgut verwendet, das entweder aus der regelmäßigen Vermehrung einer einmalig auf einem unbehandelten Standort gewonnener Saatgutprobe stammte oder das von kommerziellen Saatgutvermehrern bezogen wurde (Tab. 1). In der Zusammensetzung variierende Mischungen wurden nicht berücksichtigt, da das Ergebnis zu sehr eine Momentaufnahme des Sensitivitätsstatus darstellen würde. Die Versuche wurden Ende April bis Anfang Juni 2011 in unseren Gewächshäusern durchgeführt.

Tab. 1 Teilnehmende Einrichtungen, untersuchte Referenzpopulationen und deren Herkunft.

Tab. 1 *Participating institutions, susceptible reference populations and their origins.*

Einrichtung	Bezeichnung des Standards	Herkunft des Saatgutes
Universität Rostock	Öko Rostock	Institutseigene Vermehrung
JKI, Braunschweig	JKI Standard 2007	Institutseigene Vermehrung
BASF	Limburger Hof	Institutseigene Vermehrung
Universität Aarhus, Dänemark	Flakkebjerg ID 100	Institutseigene Vermehrung
Lfl Bayern, Freising	Herbiseed	Herbiseed
LWK Niedersachsen, Hannover	Appels Wilde Samen	Appels Wilde Samen
Agroscope Schweiz	Marchissy	Institutseigene Vermehrung

Das Saatgut wurde vor der Aussaat bei -18 °C für 8 Tage gelagert, um die Keimung und den Aufgang der Pflanzen zu verbessern. Die Aussaat erfolgte in unkrautsamenfreien Ackerboden in 7 * 7 cm-Plastiktöpfe. Das Saatgut wurde mit einer 2 mm starken Quarzsandschicht (2 mm Körnung) abgedeckt. Die Bewässerung und Düngung erfolgten nach Bedarf und durch Anstau von unten. Die Pflanzen wurden im Gewächshaus bei 22/16 °C (16/8 h Tag/Nacht) kultiviert. Vor der Herbizidapplikation wurden die Pflanzen auf fünf Exemplare pro Topf vereinzelt. Der Versuch wurde in drei Wiederholungen durchgeführt.

Die Herbizidapplikation erfolgte im 2-Blatt-Stadium (BBCH 12-13) mit Iodosulfuron-Methyl-Natrium (Husar OD, 93,197 g a.i./L, Bayer CropScience) in Mischung mit dem Additiv Mero (81 % Rapsölmethylester). Zur Bestimmung der Dosis-Wirkungs-Beziehungen wurden ausgehend von der in Deutschland für Winterweizen zugelassenen Aufwandmenge von 0,1 L/ha Iodosulfuron mit 1,0 L/ha Mero sechs Dosierungen (1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1) appliziert. Die Kontrollpflanzen wurden mit Leitungswasser behandelt. Das benutzte Wasservolumen betrug 360 L/ha.

Die Applikation erfolgte mit einer stationären Laborspritze mit einer Flachstrahldüse (LU 120-01) bei einem Systemdruck von 4 bar und einer Geschwindigkeit von 0,7 km/h aus 50 cm Höhe (Topfoberkante).

Nach einer Wartezeit (5 Stunden) wurde die Oberfläche jedes behandelten Topfes mit destilliertem Wasser benetzt, um das Eindringen des Herbizids in den Boden zu gewährleisten und die volle Wirksamkeit zu ermöglichen. 21 Tage nach der Herbizidapplikation wurde die oberirdische Biomasse geerntet und die Frischmasse pro Pflanze bestimmt.

2.2 Versuch 2: Auflaufversuche im Gewächshaus

Die Auflaufversuche wurden mit vier weiteren Populationen durchgeführt. Neben dem institutseigenen sensitiven Standard (Population 1, entspricht Öko Rostock in Versuch 1) wurden drei Populationen aus Niedersachsen untersucht. Eine Population (Population 2) stammte von einem ökologisch, die weiteren Populationen (Population 3 und 4) von konventionell bewirtschafteten Standorten mit Verdacht auf Herbizidresistenz. Population 3 wurde von uns aus einer Bodenprobe im Gewächshaus nachgezogen; die Population 4 stammt aus gesammelten Samen. In einem Vorversuch zeigten sich die beiden letztgenannten Populationen resistent gegenüber Isoproturon, wohingegen die Populationen 1 und 2 sensitiv reagierten.

Das Saatgut wurde vor der Aussaat bei -18 °C für 8 Tage gelagert. Die Aussaat erfolgte entsprechend dem Auflaufverhalten in vorherigen Resistenzuntersuchungen der Populationen mit 15 Samen pro Topf (Populationen 1, 3 und 4) oder 20 Samen pro Topf (Population 2) in unkrautsamenfreien Ackerboden. Das Saatgut wurde mit einer 2 mm starken Quarzsandschicht (2 mm Körnung) abgedeckt. Die Bewässerung und Düngung erfolgten nach Bedarf und durch Anstau von unten. Die Töpfe wurden in zwei unterschiedlich temperierten Gewächshauskabinen (18/10 °C bzw. 23/15 °C, 16/8 h Tag/Nacht) kultiviert und der Aufgang der Sämlinge wurde über 16 Tage täglich beobachtet. Der Versuch wurde mit den Populationen 1 und 2 in jeweils 28-facher, der Versuch mit den

Populationen 3 und 4 in jeweils 25-facher Wiederholung durchgeführt.

2.3 Statistische Analyse

Die statistische Auswertung erfolgte mit R (Version 2.9.2) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010). Für die graphischen Darstellungen wurde das Paket lattice, für die Analyse der Dosis-Wirkungs-Kurven das Paket drc verwendet.

3. Ergebnisse

3.1 Versuch 1: Sensitivitätsstatus der Referenzpopulationen

Das Saatgut des überwiegenden Teils der Referenzpopulationen lief sehr lückig bis gar nicht auf. Nur für die Populationen Limburger Hof, Flakkebjerg ID 100 sowie Appels Wilde Samen konnten daher Dosis-Wirkungs-Beziehungen ermittelt werden.

Die beiden Referenzpopulationen Limburger Hof und Flakkebjerg ID 100 unterschieden sich kaum in ihrer Reaktion auf Husar OD (Abb. 1). Die Kurven verlaufen nahezu parallel. Die ED_{50} -Werte für die Populationen Limburger Hof (0,003, SE 0,0005) und Flakkebjerg ID 100 (0,002, SE 0,0006) waren nahezu gleich. Für die Population Appels Wilde Samen beträgt der ED_{50} 0,011 (SE 0,0175). Die gewählten Aufwandmengen decken sehr gut den Wirkungsbereich zwischen 80 % und 100 % Wirksamkeit ab. Um eine 90 %ige Reduktion der oberirdischen Frischmasse zu erzielen, müssen für die Populationen Limburger Hof und Flakkebjerg ID 100 0,007 l/ha (SE 0,0008) bzw. 0,006 l/ha (SE 0,0008) Husar OD aufgewendet werden. Für die Population Appels Wilde Samen ist mit 0,012 l/ha (SE 0,0035) hingegen die doppelte Wirkstoffmenge notwendig.

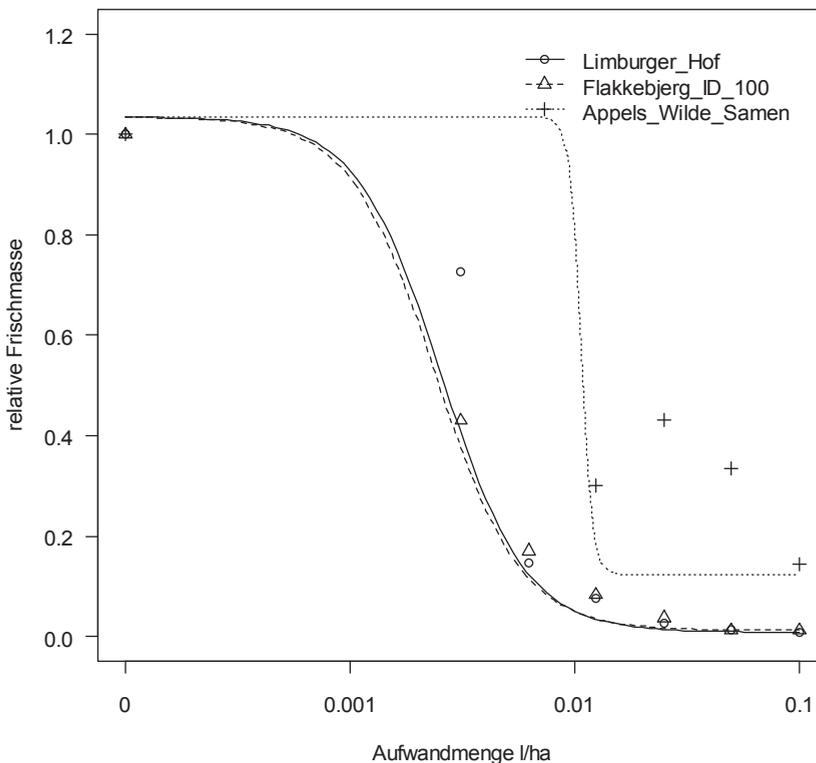


Abb 1 Dosis-Wirkungs-Beziehung der drei mit Iodosulfuron behandelten sensitiven Standards.

Fig. 1 Dose-response of all three tested susceptible reference origins.

3.2 Versuch 2: Auflaufversuche im Gewächshaus

Die Auflaufraten an den beiden unterschiedlich temperierten Standorten unterschieden sich kaum. Die Ergebnisse wurden daher zusammen gefasst. Die höchsten Auflaufraten wurden bei den Populationen 4 und 3 (43 % und 29 %) beobachtet (Abb. 2). Diese Pflanzen entwickelten sich auch schneller als die der anderen beiden Populationen. 95 % der Sämlinge der Populationen 1, 3 und 4 waren nach etwa 10 Tagen etabliert. Von Population 2 liefen nur 4 % der ausgesäten Samen auf, wofür der gesamte Testzeitraum von 16 Tagen notwendig war.

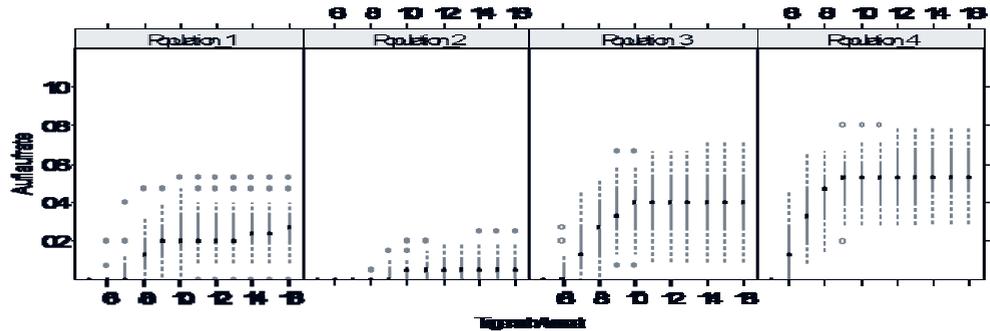


Abb. 2 Kumulierter Auflauf der vier geprüften Populationen. Dargestellt ist die gesamte Spannweite in Form von Boxplots: Der Median (schwarzer Punkt), die Box mit 50 % der Werte (durchgezogene Linie), die oberen und unteren Antennen (gestrichelte Linie) sowie die Ausreißer (offene Kreise). Populationen 1 und 2: n = 28, Populationen 3 und 4: n = 25. Populationen 1, 3 und 4: 15 Samen/Topf, Population 2: 20 Samen/Topf.

Fig. 2 Cumulated emergence of four different *A. spica-venti* populations. Shown is overall range as boxplots with median (black point), box with 50 % of all values (drawn line), upper and lower whiskers (dashed line) and outliers (open circle). Population 1 and 2: n = 28, Population 3 and 4: n = 25. Populationen 1, 3 and 4: 15 seeds/pot, Population 2: 20 seeds/pot.

4. Diskussion

Eine Vereinheitlichung der Biotestmethoden zum Nachweis quantitativer Herbizidresistenzen in Ungraspopulationen wurde von NORDMEYER und ZWERGER (2010) angeregt. Neben einer Vielzahl umweltbedingter Parameter, die die Versuchsergebnisse entscheidend beeinflussen können, liegt ein weiterer Unsicherheitsfaktor in dem eingesetzten sensitiven Standard, der als Referenzpopulation die Basis für die Einordnung des Resistenzstatus der getesteten Population dient. In der hier vorgestellten Untersuchung wurden erstmals die sensitiven *A. spica-venti*-Standards von sieben mitteleuropäischen Versuchsanstellern direkt miteinander in Dosis-Wirkungs-Beziehungen gegen Iodosulfuron verglichen. Von den drei untersuchten Referenzpopulationen unterschieden sich zwei (Limburger Hof, Flakkebjerg ID 100) nicht signifikant in ihrer Reaktion auf die Applikation von Iodosulfuron. Die ED₅₀- und ED₉₀-Werte beider Populationen waren nahezu gleich. Resistenzuntersuchungen mit diesen Standards sind somit miteinander vergleichbar. Die dritte Referenzpopulation (Appels Wilde Samen) reagierte mit großen Varianzen zwischen den Wiederholungen, was einen direkten Vergleich mit den zuvor genannten erschwert. Die Ursache der Varianzen ist möglicherweise in der Herkunft des Saatgutes zu sehen: Es handelt sich um eine Mischung verschiedener Populationen von diversen Standorten im Umfeld des Saatgutvertreibers. Das Saatgut der beiden anderen Populationen stammte jeweils aus institutseigenen Nachzuchten.

Dass die Auflaufraten in dieser Untersuchung deutlich unter den Erwartungen blieben, ist in diesem konkreten Fall wahrscheinlich den schon im April und Mai sehr hohen Temperaturen und der geringen Luftfeuchtigkeit (unter 30 %) im Gewächshaus geschuldet. *A. spica-venti* zeigte in Versuchen anderer Autoren die höchsten Keimraten bei hohen Bodenfeuchtegehalten (WALLGREN und AAMISEPP, 1977). In unserer Untersuchung liefen zudem die Populationen sehr gut auf, deren Saatgut optisch den Eindruck erzeugte, sehr gut gereinigt zu sein. Die eher leichten Partikel wie Spelzen und kleine

Samen waren aus den Proben entfernt, so dass nur noch Samen mit einem höheren Tausendkorngewicht in dem Saatgut verblieben, das zur Aussaat gelangt ist. In früheren Untersuchungen zeigte sich, dass das Tausendkorngewicht der Samen von *A. spica-venti* mit der Keimrate positiv korreliert ist (eigene Daten, unveröff.).

Die Temperatur des Standortes (kälter oder wärmer) spielte für das Auflaufverhalten der weiteren vier untersuchten *A. spica-venti*-Populationen wie in den Untersuchungen von ANDERSSON und AKERBLOM (2009) keine Rolle. Zwei Populationen von konventionell bewirtschafteten Standorten, die in vorherigen Untersuchungen als resistent gegenüber Isoproturon eingestuft wurden, liefen signifikant schneller und stärker als die beiden anderen auf. Möglicherweise selektieren Herbizidbehandlungen zunächst die schnell keimenden und auflaufenden Pflanzen, die eine Herbizidbehandlung dadurch tolerieren können, dass sie zum Zeitpunkt der Applikation bereits einen Wachstumsvorsprung haben. Die beiden anderen, langsam und spärlich auflaufenden Populationen hingegen stammten von ökologisch bewirtschafteten Flächen und zeigten sich in unseren Untersuchungen sensitiv gegenüber Isoproturon. Diese Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen von GERHARDS und MASSA (2011), die einen schnelleren Auflauf und höhere Auflaufraten bei ALS-resistenten *A. spica-venti*-Populationen feststellten.

Monitorings zum Resistenzstatus diverser Ungrasppopulationen werden in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Wie in Ringtests gezeigt wurde, erfolgt die Bewertung des Resistenzgrades durch die verschiedenen Versuchsansteller aufgrund der unterschiedlichen Biotestverfahren nicht immer einheitlich (PETERSEN et al., 2010). Mit einer Vereinheitlichung der Methoden, wie sie von NORDMEYER und ZWERGER (2010) angeregt wurde, ist in nächster Zukunft nicht zu rechnen. Ein erster Schritt, die Ergebnisse diverser *A. spica-venti*-Monitorings vergleichbar zu machen, wäre die Verwendung desselben Standards aller Versuchsansteller. Unsere vergleichende Untersuchung dreier Referenzpopulationen sollte Anregung sein, in einem Ringtest die Dosis-Wirkungs-Beziehungen aller sensitiven Standards auch für weitere Herbizide abzugleichen.

Literatur

- ANDERSSON, L. UND L. AKERBLOM ESPEBY, 2009: VARIATION IN SEED DORMANCY AND LIGHT SENSITIVITY IN *ALOPECURUS MYOSUROIDES* AND *APER A SPICA-VENTI*. WEED RESEARCH **49**, 1-10.
- GERHARDS, R. UND D. MASSA, 2011: TWO-YEAR INVESTIGATIONS ON HERBICIDE-RESISTANT SILKY BENT GRASS (*APER A SPICA-VENTI* L. P. BEAUV.) POPULATIONS IN WINTER WHEAT. POPULATION DYNAMICS, YIELD LOSSES, CONTROL EFFICACY AND INTROGRESSION INTO SENSITIVE POPULATION. GESUNDE PFLANZEN **63**, 75-82.
- HAGEMEISTER, H. UND R. HEITEFUSS, 1988: EIN BEITRAG ZUR POPULATIONSDYNAMIK UND SAMENBILDUNG VON WINDHALM, *APER A SPICA-VENTI*. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION **SPECIAL ISSUE XI**, 83-89.
- MELANDER, B., N. HOLST, P.K. JENSEN, E.M. HANSEN UND J.E. OLESEN, 2008: *APER A SPICA-VENTI* POPULATION DYNAMICS AND IMPACT ON CROP YIELD AS AFFECTED BY TILLAGE, CROP ROTATION, LOCATION AND HERBICIDE PROGRAMMES. WEED RESEARCH **48**, 48-57.
- NORDMEYER, H. UND P. ZWERGER, 2010: ERFASSUNG VON HERBIZIDRESISTENZEN BEI UNGRÄSERN IM BIOTEST. JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN **62**, 376-382.
- PETERSEN, J., K. GEHRING, B. GEROWITT, H. MENNE UND H. NORDMEYER, 2010: ERGEBNISSE EINES RINGTESTES ZUR FESTSTELLUNG DER HERBIZIDRESISTENZ BEIM ACKERFUCHSSCHWANZ. JULIUS-KÜHN-ARCHIV **428**, 275-276.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010: R: A LANGUAGE AND ENVIRONMENT FOR STATISTICAL COMPUTING. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, VIENNA.
- ROLA, J., 1990: DYNAMIK VON UNKRAUTPOPULATIONEN AUF LEICHTEN BÖDEN IN POLEN. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION **SPECIAL ISSUE XII**, 97-100.
- SOUKUP, J., K. NOVÁKOVÁ, P. HAMOUZ UND J. NÁMESTEK, 2006: ECOLOGY OF SILKY BENT GRASS (*APER A SPICA-VENTI* (L.) BEAUV.), ITS IMPORTANCE AND CONTROL IN THE CZECH REPUBLIC. JOURNAL OF PLANT DISEASES AND PROTECTION **SPECIAL ISSUE XX**, 73-80.
- STREIBIG, J.C., A. WALKER, A.M. BLAIR, G. ANDERSON-TAYLOR, D.J. EAGLE, H. FRIEDLÄNDER, E. HACKER, W. IWANZIK, P. KUDSK, C. LABHARDT, B.M. LUSCOMBE, G. MADAFIGLIO, P.C. NEL, W. PESTEMER, A. RAHMAN, G. RETZLAFF, J. ROLA, L. STEFANOVIC, H.J.M. STRAATHOF UND E.P. THIES, 1995: VARIABILITY OF BIOASSAYS WITH METSULFURON-METHYL IN SOIL. WEED RESEARCH **35**, 215-224.
- WALLGREN, B.E. UND A. AAMISEPP, 1977: BIOLOGY AND CONTROL OF *ALOPECURUS MYOSUROIDES* HUDS. AND *APER A SPICA-VENTI* L. PROC. EWRS SYMP. METHODS WEED CONTROL AND THEIR INTEGR. **1**, 229-241.