

# Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben

Improvement of youth development of soybean by priming and seed addition

**FKZ: 14EPS021**

**Projektnehmer:**

Justus-Liebig-Universität Gießen

Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen

Tel.: +49 641 9937731

Fax: +49 641 9937739

E-Mail: [oekolandbau@agrar.uni-giessen.de](mailto:oekolandbau@agrar.uni-giessen.de)

Internet: <https://www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/pflbz2/oekolandbau>

**Autoren:**

Tobisch, Beatrice; Gattinger, Andreas

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Eiweißpflanzenstrategien können sich noch Änderungen ergeben.

Abschlussbericht

# Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben

Zuwendungsempfänger: Justus-Liebig-Universität Gießen

Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt  
nachhaltige Bodennutzung  
Karl-Glöckner-Str. 21 C  
35394 Gießen

FKZ: 2814EPS021

Laufzeit des Vorhabens: 09.03.2015 – 31.12.2018

Berichtszeitraum: 09.03.2015 – 30.09.2019

## **Kurzfassung**

### **Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben**

Beatrice Tobisch, Andreas Gattinger

Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen.

Kontakt: [beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de)

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist, eine zügige und kräftige Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming (vorquellen in Wasser) und Saatbeigaben zu erzielen und in ein praxisreifes Verfahren zu überführen. Beide Strategien werden bereits bei anderen Kulturen in der Praxis erfolgreich genutzt und die Wirkungen sind wissenschaftlich belegt.

In verschiedenen Gefäß- und Keimversuchen wurden verschiedene Primingdauern und verschiedene Saatbeigabenpräparate getestet. In einem anschließenden 2-jährigen Feldversuch wurde die „beste“ Primingdauer (12 Stunden) sowie die beste Saatbeigabe (Mykoplant) untersucht. Dabei wurde das Jugendwachstum sowie die weitere Pflanzenentwicklung bis zur Ernte erfasst.

Es hat sich gezeigt, dass die gewählte Art des Hydroprimings, sowie verschiedene Varianten davon, in Sojabohnen zu einer Reduzierung der Keimfähigkeit führt und das Jugendwachstum eher negativ als positiv beeinflusst. Bei den Saatbeigaben konnten z.T. positive Wirkungen gezeigt werden, allerdings sind diese zu gering für eine Praxisrelevanz.

Die Ergebnisse wurden auf zahlreichen Fachtagungen als Poster oder Vortrag vorgestellt und mit anderen Wissenschaftlern diskutiert. Der Feldversuch wurde in beiden Jahren im Rahmen von Feldtagen präsentiert und besprochen. Im Rahmen des Projektes konnten eine Bachelor- sowie eine Masterarbeit realisiert werden.

Eine systematische Literaturlauswertung soll die bisher veröffentlichten Arbeiten zum Thema Hydropriming in Sojabohnen umfassend und quantitativ auswerten und so zu einem erheblichen Erkenntnisgewinn in diesem Bereich beitragen.

## **Abstract**

### **Improvement of youth development of soybean by priming and seed addition**

Beatrice Tobisch, Andreas Gattinger

Justus-Liebig-University Gießen, Chair of Organic Farming with focus on sustainable soil use,  
Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen.

Contact: [beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de)

The overarching objective of the project is to achieve a rapid and vigorous youth development of soybeans by priming (pre-soaking in water) and seed additives and to convert them into a practice-ready process. Both strategies are already being used successfully in practice in other crops and their effects have been scientifically proven.

In various pot and germination experiments different duration of priming and different seed additives were tested. In a subsequent 2-year field trial, the "best" duration of priming (12 hours) and the best seed additive (Mykoplant) were investigated. The youth development as well as the further plant development up to the harvest were recorded.

It has been shown that the selected type of hydropriming, as well as various variants thereof, leads to a reduction of germination capacity in soybeans and influences youth growth more negatively than positively. Some positive effects could be shown with the seed additives, however these are too small for practical relevance.

The results were presented at numerous conferences as posters or talks and discussed with other researchers. The field trial was presented and discussed in both years during field days. Within the framework of the project, a Bachelor's and a Master's thesis could be realized.

A systematic literature review will evaluate the published studies on hydropriming in soybeans comprehensively and quantitatively and thus contribute to a considerable gain of knowledge in this field.

# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	II
Abstract.....	III
Inhaltsverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
1 Einleitung .....	1
1.1 Gegenstand des Vorhabens.....	1
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts.....	1
1.3 Ablauf und Planung des Projekts.....	2
2 Wissenschaftlicher und Technischer Stand an den angeknüpft wurde .....	3
2.1 Priming.....	3
2.2 Saatbeigaben.....	3
3 Material und Methoden.....	5
3.1 Literaturrecherche .....	5
3.2 Genutzte Sojasorten.....	6
3.3 Versuche Priming.....	6
3.4 Gefäßversuch Saatbeigaben.....	7
3.5 Feldversuch.....	8
4 Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse .....	8
4.1 Literaturrecherche .....	8
4.2 Versuche Priming.....	10
4.3 Gefäßversuch Saatbeigaben.....	12
4.4 Feldversuch.....	15
5 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse .....	16
6 Gegenüberstellung geplante und erreichte Ziele .....	17
7 Zusammenfassung.....	17
8 Literaturverzeichnis .....	19

9	Realisierte und geplante Veröffentlichungen .....	21
10	Anhang .....	23
10.1	Produkte zu Saatbeigaben .....	23
10.2	Soja-Tagung 2015.....	28
10.3	Ankündigung Feldtag 2016.....	32
10.4	Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 2016 .....	33
10.5	Kongress Hülsenfrüchte 2016 .....	35
10.6	Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2017 .....	38
10.7	Exkursionsbericht Sojalehrfahrt 2017 (Auszug) .....	41
10.8	Soja-Tagung 2017.....	42
10.9	GGL-Tagung 2018 .....	45
10.10	Beitrag Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2019 .....	46
10.11	GGL Tagung 2019.....	50

## Abkürzungsverzeichnis

VAM vesikulär-arbuskuläre Mykorrhizapilze

PGPR plant growth promoting rhizobacteria

TM Trockenmasse

h Stunden

FiBL Forschungsinstitut für Biologischen Landbau

z. T. zum Teil

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Ursprünglicher Projektplan.....	2
Abbildung 2	Gewicht und Länge vor und nach 12 stündigem Priming in Abhängigkeit von der Sorte .....	10
Abbildung 3	Gewichtszunahme direkt nach dem Priming (4, 8, 12 bzw. 16 Stunden) relativ zum Startgewicht .....	10
Abbildung 4	Auflaufdauer und prozentuale Keimung nach 12-stündigem Priming in Abhängigkeit vom Primingmedium. ....	12

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht über die genutzten Sojasorten und deren Eigenschaften .....	6
Tabelle 2 Aussattermine im Feldversuch, sowie Temperatur und Niederschlag in den folgenden 10 Tagen .....	8
Tabelle 3 Gefäßversuch: Auflaufdauer und prozentuale Keimung nach verschiedenen Primingdauern.....	11
Tabelle 4 Keimtest auf Papier: Auswirkungen der Primingdauer auf Keimung (%) und Auflaufdauer.....	12
Tabelle 5 Gefäßversuch Saatbeigaben: Einfluss der Sojasorte auf Keimung und Pflanzenentwicklung.....	13
Tabelle 6 Gefäßversuch Saatbeigaben: Einfluss der Sojasorte auf Wurzeltrockenmasse und Knöllchenparameter. ....	13
Tabelle 7 Gefäßversuch: Einfluss der Saatbeigabe auf Auflauf und Pflanzenentwicklung. ...	14
Tabelle 8 Gefäßversuch: Einfluss der Saatbeigaben auf die Knöllchenbildung.....	14
Tabelle 9 Feldversuch: Einfluss der Saatbeigabe Mykoplant und der 12-stündigen Hydroprimingbehandlung auf Keimung, Knöllchenbildung und Ertrag der verschiedenen Sojasorten.....	16
Tabelle 10 Feldversuch: Keimung (%) Maschinelle Aussaat vs. Handaussaat in 2017.....	16
Tabelle 11 Produktübersicht: Impfmittel Soja.....	23
Tabelle 12 Produktübersicht: Saatbeigaben für Soja und andere Leguminosen. ....	25
Tabelle 13 Produktübersicht: Saatbeigaben Gemüse- und Gartenbau. ....	26
Tabelle 14 Produktübersicht: Saatbeigaben ackerbauliche Kulturen. ....	27

# **1 Einleitung**

## **1.1 Gegenstand des Vorhabens**

Im Zentrum des Vorhabens steht die Phase der Jugendentwicklung von Sojabohnen. Aufgrund der in Mitteleuropa vergleichsweise kühlen Temperaturen zur Aussaat von Sojabohnen sind sowohl das Auflaufen als auch die Jugendentwicklung der Sojapflanzen insgesamt häufig verzögert. Dies kann die jungen Pflanzen schwächen, den Befall mit bodenbürtigen Schaderregern erhöhen und die Konkurrenzkraft der Sojapflanzen gegenüber Unkräutern erheblich mindern. Aus diesem Grund sind Maßnahmen, die ein zügiges und möglichst gleichmäßiges Auflaufen sowie ein kräftiges Jugendwachstum entscheidend für einen erfolgreichen Sojaanbau unter hiesigen Bedingungen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass Saatbeigaben von bestimmten Mikroorganismen (Rhizobakterien und Mykorrhiza-Pilze) oder von sojaeigenen, Isoflavonoid-haltigen Pflanzensubstanzen (z. B. Genistein) das Auflaufen beschleunigen und eine frühe Luftstickstoffbindung durch die Bradyrhizobien befördern und damit zu einem insgesamt kräftigeren Jungwachstum beitragen können. Eine weitere Möglichkeit, die frühe Entwicklung von Jungpflanzen zu beschleunigen ist das Priming. Durch diese Keimstimulierung kann eine beschleunigte Keimung der Samen erfolgen und ein gleichmäßigeres Auflaufen erzielt werden. Bei vielen Gemüsesämereien und Kartoffeln wird dieses Verfahren bereits standardmäßig eingesetzt und hat sich bewährt. In dem vorliegenden Vorhaben soll untersucht werden, inwieweit sich die Jugendentwicklung von Sojapflanzen durch eine Kombination aus Priming und Saatbeigaben verbessern lässt und wie diese Maßnahmen ggf. unter Praxisbedingungen genutzt werden können.

## **1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts**

Das übergeordnete Ziel des vorliegenden Vorhabens ist ein unter hiesigen kühlen Frühjahrsbedingungen beschleunigtes Auflaufen und eine kräftige Jugendentwicklung von Sojajungpflanzen, die zu hohen, ertragssicheren Sojabohnenernten führen soll. Bei dem Vorhaben handelt es sich um überwiegend angewandte Forschung, da die zugrundeliegenden einzelnen Phänomene bereits aufgeklärt sind. In dem vorliegenden Vorhaben sollen die bereits grundlegend wissenschaftlich beschriebenen Effekten in kombinierter Form und unter besonderer Berücksichtigung der im Blick auf die Jugendentwicklung von Sojabohnen suboptimalen Klimabedingungen Deutschlands angewendet werden. Ergänzt wird der angewandte Forschungsansatz durch eine Entwicklungskomponente, in der ein Verfahren entwickelt werden soll, erfolgreich getestete Saatbeigaben durch Inkrustierung direkt und dauerhaft am gepimten Samenkorn zu applizieren und dadurch zusätzlich den Wasserverlust nach dem Priming zu reduzieren.



Im vorliegenden Vorhaben sollen Maßnahmen wie das Priming und Saatgutbeigaben in Form von wachstumsfördernden Substanzen und Mikroorganismen erprobt und für die Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis optimiert werden. Dadurch sollen ein zügiges und möglichst gleichmäßiges Auflaufen sowie ein kräftiges Jugendwachstum der Sojajungpflanzen erzielt werden, da gerade diese sich als entscheidend für einen erfolgreichen Sojaanbau unter hiesigen Bedingungen darstellt.

### 1.3 Ablauf und Planung des Projekts

In Abbildung 1 ist der ursprüngliche Projektplan dargestellt. In einem ersten Gefäßversuch sollte die optimale Vorquellzeit (=Primingdauer) identifiziert werden. Entgegen den Erwartungen hat die Kontrolle gegenüber allen Primingdauern am besten abgeschnitten. Daher wurden die Saatbeigaben im zweiten Gefäßversuch an nicht vorgequollenem Saatgut getestet. Dadurch ist die Inkrustierung durch die KWS Saat AG, sowie die Testung der Prototypen weggefallen. Im Feldversuch wurden stattdessen die am wenigsten schädliche Primingdauer und ungeprimtes Saatgut, sowie die beste Saatbeigabe, einzeln und in Kombination getestet.

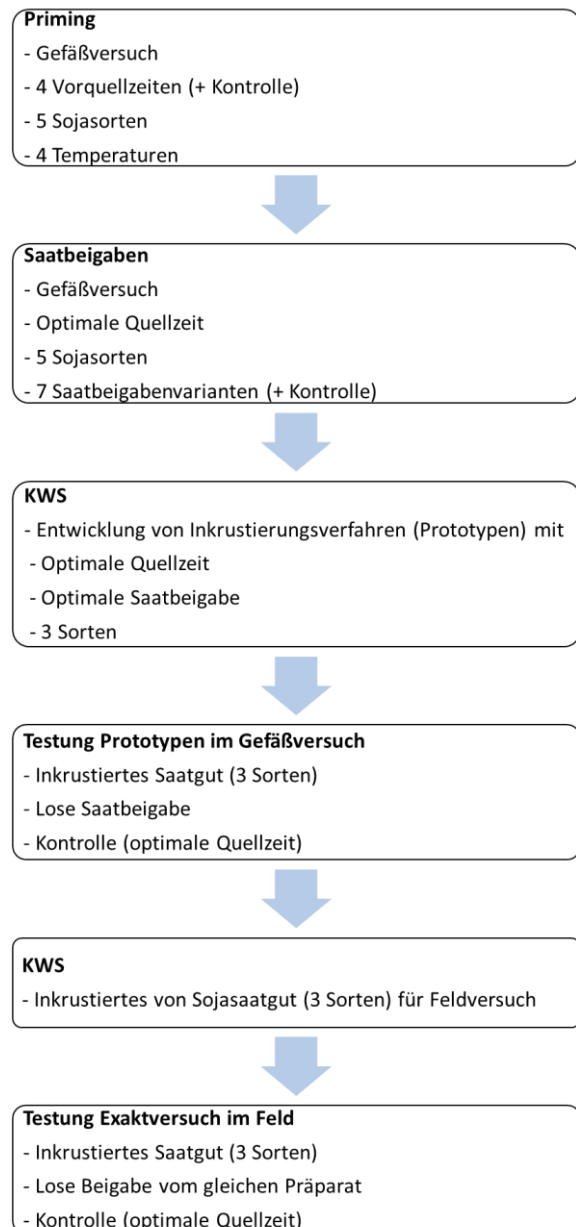


Abbildung 1 Ursprünglicher Projektplan

## **2 Wissenschaftlicher und Technischer Stand an den angeknüpft wurde**

Nach der Aussaat ist eine zügige und kräftige Jugendentwicklung der Sojapflanzen ein entscheidender Faktor für ein gesundes Wachstum, eine gute Unkrautunterdrückung und letztlich auch die Ertragsbildung. Saatgutpriming und die Beigabe nützlichen Mikroorganismen oder anderen wachstumsfördernden pflanzeneigenen Substanzen hat sich bei vielen Sämereien bewährt.

### **2.1 Priming**

Saatgutpriming wird bei vielen gartenbaulichen und einigen landwirtschaftlichen Kulturen bereits standardmäßig erfolgreich angewendet und führt zu insgesamt schneller und gleichmäßiger auflaufenden Jungpflanzen, die darüber hinaus in ihrer Jugendentwicklung kräftiger und damit widerstandsfähiger gegenüber Stressfaktoren sind als bei unbehandeltem Saatgut. Arif et al. (2008), Mohammadi (2009), und Sadeghi (2011) konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass Saatgutpriming bei Soja sowohl die benötigte Zeit zum Auflaufen verkürzt als auch zu einer Verbesserung in bestimmten Ertragskomponenten führt. Allerdings werden die Möglichkeiten des Saatgutprimings bei der noch relativ jung im hiesigen Anbau befindlichen Sojabohne bislang nicht genutzt. Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen ist jedoch ein zügiges und möglichst gleichmäßiges Auflaufen von Sojabohnen besonders wichtig, um einerseits günstige Schönwetterphasen zur Aussaat optimal zu nutzen und andererseits die im Blick auf Krankheiten und konkurrierendes Beikraut relativ empfindliche Phase in der Frühentwicklung der Sojabohne möglichst zügig zu durchlaufen, damit es zu einer insgesamt zügigen und gleichmäßigen Pflanzenentwicklung kommt.

### **2.2 Saatbeigaben**

Im Blick auf wachstumsfördernde Saatbeigaben liegen zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten vor (Dakora und Phillips 1996, Pan et al. 1999, Bai et al. 2003, Zahir et al. 2003, Cassán et al. 2009, Rodríguez-Navarro et al. 2011, Guo et al. 2011) die belegen, dass bestimmte Mikroorganismen (plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) und vesikulär-arbuskuläre Mykorrhizen (VAM) sowie sekundäre Pflanzenstoffe aus der Stoffgruppe der Isoflavonoide die Sojapflanzen in der Juvenilphase erheblich stärken und die Nodulation mit Bradyrhizobien verbessern können.

Adesemoye und Klöpffer (2009) beleuchten in ihrem Review mögliche Vorteile, die sich aus den Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und VAM bzw. PGPR für die Pflanze ergeben. Dazu gehören: Verbesserungen der Keimrate, der Wurzelentwicklung, Steigerung von Spross- und Wurzelgewicht, höherer Ertrag, größere Blattfläche, höherer Chlorophyll- und Proteingehalt sowie eine gesteigerte Nährstoffaufnahme einschließlich Phosphor und Stickstoff. In der wissenschaftlichen Literatur wird häufig ein verbessertes Pflanzenwachstum durch Saatbeigaben von Mikroorganismen in Form von Rhizobien in Verbindung mit einer verbesserten Stickstofffixierung der wachsenden Pflanzen gebracht. Neben diesen gut belegten und lange bekannten Effekten konnte jedoch auch gezeigt werden, dass PGPR in der Lage sind, wachstumstimulierende, physiologische Effekte unabhängig von der biologischen Stickstofffixierung in der wachsenden Pflanze hervorzubringen (z. B. Zhang et al., (1997)). Dashti et al. (1997) zeigten, dass insbesondere unter Bedingungen einer kurzen Vegetationsperiode positive Effekte auf Korn- und Proteinertrag durch Saatbeigaben in Form von PGRP erreicht werden konnten.

Die Bedeutung von Mykorrhizen für die Versorgung der wachsenden Pflanze mit Nährstoffen (vor allem Phosphor) und Wasser insbesondere unter Bedingungen einer geringen Nährstoff- bzw. Wasserverfügbarkeit ist lange bekannt. Im Fokus für die landwirtschaftliche Nutzung stehen vor allem die vesikulär-arbuskulären Mykorrhizen (VAM). Unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus, wo die Nährstoffversorgung oft limitiert ist, kann die Beigabe von VAM eine Möglichkeit sein, die Nährstoffversorgung der Pflanze zu verbessern. Neben den Effekten auf die Nährstoffversorgung der Pflanze konnten Asimi et al. (1980) nachweisen, dass eine Inokulation mit VAM auch die Nitrogenase-Aktivität stimuliert und dadurch zu einer früheren Stickstofffixierung führen kann.

Zhang & Smith (1997) konnten zeigen, dass das in der Sojabohne natürlicherweise vorkommende, zur Gruppe der Isoflavonoide gehörende Genistein die wichtigste Signalwirkung bei der Besiedlung der Sojawurzel mit Bradyrhizobien hat und die Beigabe von Genistein die Nodulation der Sojabohne insbesondere unter kühleren Bedingungen beschleunigt. Durch diese Beschleunigung der Besiedlung der Sojawurzeln mit Bradyrhizobien kann die biologische Stickstofffixierung früher einsetzen (Zhang und Smith 1997), was wiederum die heranwachsende Sojapflanze durch eine verbesserte Nährstoffversorgung stärkt. Die Anwendung von Isoflavonoiden zur Verbesserung der biologischen Stickstofffixierung wird bislang im deutschen Sojaanbau nicht genutzt. Unbenommen davon könnte sie jedoch insbesondere unter den kühleren Aussaatbedingung, wie sie in der Regel in Deutschland vorliegen, einen wichtigen Beitrag zur früheren Stickstoffversorgung leisten.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Literaturrecherche

Während der gesamten Projektlaufzeit wurde die Literatur zum Thema Priming, insbesondere Hydropriming und Saatbeigaben bei Soja und anderen Körnerleguminosen erfasst und ausgewertet.

#### 3.1.1 Priming

Es gibt eine ganze Reihe von Saatgutvorbehandlungen die als Priming bezeichnet werden (siehe dazu Reviews von bspw. (Parera und Cantliffe 1994, Ashraf und Foolad 2005). Im vorliegenden Projekt wurde das Hydropriming, also das Vorquellen des Samens in Wasser über einen definierten Zeitraum gewählt. Dies wird auch als „on-farm seed-priming“ bezeichnet (Harris et al. 1999), da es prinzipiell jeder Landwirt bei sich durchführen kann.

Im August 2018 wurde zusätzlich zu der normalen Literaturrecherche eine systematische Literaturstudie mit dem Fokus Hydropriming bei Sojabohnen durchgeführt. Dafür wurden die Datenbanken „web of knowledge“, „sciencedirect“, sowie „google scholar“ mit Schlagworten systematisch durchsucht und die Literaturverzeichnisse der gefundenen Papiere wurden auf weitere Quellen geprüft.

#### 3.1.2 Saatbeigaben

Zum Thema Saatbeigaben wurde etwa zeitgleich zum Projektstart ein umfangreiches Review von Schmidt et al. (2015) veröffentlicht, in dem nützliche Mikroorganismen sowie Phytohormone für die Sojabohne, unter Berücksichtigung der niedrigen Temperatur im Wurzelraum beschreiben wurden. Dabei wurden sowohl die Mikroorganismen sowie die auf dem Markt befindlichen Produkte mit diesen Mikroorganismen beschrieben. Die Nutzung von *Bradyrhizobium japonicum* zu Soja ist in Deutschland durch die Impfung bereits Praxis. Da es im Bereich wachstumsfördernde Bakterien und Mykorrhiza schon einige Produkte auf dem deutschen Markt gibt, hat sich unsere weitere Recherche auf Produkte fokussiert. Neben der freien Webrecherche wurden insbesondere folgende Quellen genutzt: [www.ich-mache-boden-gut.de](http://www.ich-mache-boden-gut.de), [www.betriebsmittelliste.de](http://www.betriebsmittelliste.de), [www.sojafoerderung.de](http://www.sojafoerderung.de), [www.agrar.basf.de](http://www.agrar.basf.de) (alle Webseiten wurden vor Februar 2017 ausgewertet). Des Weiteren wurden Informationen zu Produkten aus den Arbeiten von Schmidt et al. (2015) und Zimmer et al. (2016) entnommen.

## 3.2 Genutzte Sojasorten

Für die Gefäßversuche wurden relevante am Markt befindliche Sojasorten aus den Reifegruppen 000 bis 00 ausgewählt. Zudem sollten die Sorten unterschiedliche Korngrößen haben, da auch ein Einfluss der Korngröße auf das Primingergebnis erwartet wurde. Die fünf ausgewählten Sorten sind in Tabelle 1 zu sehen. Für den Feldversuch wurden aus diesen fünf Sorten drei ausgewählt (ES Mentor, Merlin und Primus).

*Tabelle 1 Übersicht über die genutzten Sojasorten und deren Eigenschaften*

<b>Sorte</b>	<b>Am deutschen Markt seit</b>	<b>Reifegruppe</b>	<b>Korngröße</b>
<b>ES Mentor</b>	2009	00	mittel
<b>Lissabon</b>	2008	000	Mittel
<b>Merlin</b>	1997	000	klein
<b>Opaline</b>	2009	00/000	mittel
<b>Primus</b>	2005	00	groß

## 3.3 Versuche Priming

### 3.3.1 Gewichts- und Größenveränderung beim Priming

In einem ersten Experiment wurde untersucht wie sich das Saatgut beim Priming verändert. Je Primingdauer (4, 8, 12, 16 und 0 Stunden als Kontrolle) wurden fünf Bohnen je Sorte einzeln gewogen und mit einer Schiebelehre vermessen. Nach der folgenden Primingbehandlung, sowie nach einer anschließenden Trocknung (25 Stunden bei Raumtemperatur von ca. 21 °C) wurden die einzelnen Bohnen erneut gewogen und gemessen. Anschließend wurde die Trockenmasse bestimmt (nach 48 Stunden bei 105 °C). Gewichtszunahme und Größenzunahme sind relativ zum Startgewicht dargestellt, wobei ein Wert von 1 keine Änderung bedeutet und 2 eine Verdopplung.

### 3.3.2 Gefäßversuch Priming

In einem Gefäßversuch wurde die prozentuale Keimung und die Auflaufdauer der Bohnen (gleiche fünf Sorten wie zuvor) nach den unterschiedlichen Primingdauern (4, 8, 12 und 16 Stunden und 0 Stunden als Kontrolle) bei Raumtemperatur untersucht. Nach dem jeweiligen Priming wurde das Saatgut 25 Stunden ausgebreitet gelagert und bei Raumtemperatur getrocknet. Für jede Sorte/Primingdauer-Kombination wurden je Temperaturstufe (Umgebungstemperatur in den Klimakammern 9, 12, 15 und 18 °C) vier Gefäße mit einem Durchmesser von 10 cm mit Sand/ Feldeboden Gemisch gefüllt und drei Bohnen in einer Tiefe von drei cm abgelegt. Das Wachstum der Sojapflanzen wurde täglich bis zum Auflaufen

(BBCH 09) bonitiert. Daraus wurde die prozentuale Keimung sowie die Auflaufdauer in Tagen berechnet.

### **3.3.3 Ergänzende Keimversuche Priming Medium**

Zusätzlich wurden Keimversuche auf Papier durchgeführt, dies wurde nur mit der Sorte „Opaline“ durchgeführt. Die Primingdauern betragen ebenfalls 4, 8, 12 und 16 Stunden. Getestet wurden die folgenden Varianten: a) Kontrolle (ohne Priming); b) Priming in destilliertem Wasser (alle Dauern) mit anschließender Trocknung für 25 h bei Raumtemperatur (wie bei den Versuchen vorher); c) Priming (alle Dauern) in destilliertem Wasser ohne Trocknung; d) Priming (alle Dauern) in Leitungswasser ohne Trocknung; e) Priming für 12 Stunden in Mineralwasser ohne Trocknung.

Die Keimversuche wurden in Boxen mit Faltenfilterpapier durchgeführt (je Box 50 Bohnen), die Umgebungstemperatur im Klimaschrank betrug 15 °C. Bei der täglichen Bonitur wurde die Entwicklung bis zum BBCH 09 Stadium aufgezeichnet und die prozentuale Keimung sowie die Auflaufdauer in Tagen berechnet.

### **3.4 Gefäßversuch Saatbeigaben**

Für die Versuche wurden drei am Markt befindliche Produkte die für den Ökolandbau zugelassen sind oder zugelassen werden können, ausgewählt. Aus der Gruppe der vesikulären, arbuskulären Mykorrhiza (VAM) wurde das Produkt Mykoplant 100 BT-H gewählt und aus der Gruppe der PGPR das Produkt RhizoVital 42 in flüssiger Form. Beide sind in der Betriebsmittelliste Ökolandbau gelistet und können damit auch von Biolandwirten direkt genutzt werden. Als sekundärer Pflanzenstoff wurde das Nahrungsergänzungsmittel Genistein Powder gewählt. Die enthält nach Herstellerangaben Genistein und Daidzein und besteht aus Soja-Pulver, einer Zulassung im Ökolandbau eines entsprechenden Produktes steht damit nichts im Weg, es kann von Landwirten sogar selbst erzeugt werden.

In einem Gefäßversuch wurden die drei Produkte sowie deren Kombination nach Herstellerangaben getestet, jeweils zusammen mit der obligatorischen Bradyrhizobienimpfung, in diesem Falle mit Biodoz. Es wurden die gleichen fünf Sorten wie zuvor bei einer Umgebungstemperatur in der Klimakammer von 15 °C getestet. Für jede Sorte/Behandlung Kombination wurden je drei Töpfe mit Sand/Feldboden Gemisch gefüllt und jeweils eine Bohne in einer Tiefe von 3 cm abgelegt, zum Teil gemeinsam mit der Saatbeigabe.

Alle zwei Tage erfolgte eine Bonitur der Pflanzen und die Dauer in Tagen bis zum Erreichen des Stadiums BBCH 09 (Auflaufen), 10 (Keimblätter voll entfaltet), 11 (Erstes Laubblattpaar am ersten Nodium entfaltet) und 12 (Laubblattentwicklung am zweiten Nodium) wurde

festgehalten. Nach Erreichen des BBCH 12 Stadium wurde die Pflanzenhöhe, der Chlorophyllgehalt, sowie die Frisch- und Trockenmasse von Wurzel und Spross bestimmt. Bei der Wurzelbonitur wurden die Anzahl Knöllchen an Haupt- und Nebenwurzel bestimmt, sowie der Durchmesser der Knöllchen an der Hauptwurzel.

### 3.5 Feldversuch

Der Feldversuch wurde 2016 und 2017 auf dem Gladbacherhof, dem ökologisch bewirtschafteten Lehr- und Versuchsbetrieb der Justus-Liebig-Universität Gießen, durchgeführt. Dieser befindet sich im Nordwesten des Taunus und weist eine mittlere Lufttemperatur von 9,5 °C und einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 648 mm auf. Die Bodenart ist durch, lehmigen Schluff gekennzeichnet. Die Aussaat erfolgte per Hand in einem randomisierten Blockdesign (Parzellengröße 1,5 x 3 m, 4 Wiederholungen). Getestet wurden die Sojasorten ES Mentor, Merlin und Primus nach 12-stündigem Hydropriming mit anschließender 25-stündiger Trocknung bei Raumtemperatur, sowie das VAM Präparat Mykoplant 100 BT-H (jeweils mit Impfmittel Biodoz). Es erfolgte eine tägliche Bonitur des Pflanzenwachstums bis zum Erreichen des BBCH 12 Stadiums, eine Auszählung der Anzahl aufgelaufener Pflanzen, eine Knöllchenbonitur zur Blüte, zudem wurde die weitere Pflanzenentwicklung sowie die Ertragsparameter erfasst. Die Versuche wurden jeweils mit Netzen gegen Vogel- und Wildfraß gesichert. In 2017 wurde mit der Sorte Merlin in den Randparzellen die Aussaat mit der Maschine (Drille) von dem 12-stündig geprimten Saatgut im Vergleich zu unbehandeltem Saatgut getestet.

*Tabelle 2 Aussattermine im Feldversuch, sowie Temperatur und Niederschlag in den folgenden 10 Tagen*

Jahr	Aussaat	Ø Temp (°C)	Σ Niederschlag (mm)
2016	6 Mai	14,62	13
2017	11 Mai	15,49	40,5

## 4 Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse

### 4.1 Literaturrecherche

#### 4.1.1 Priming

Es wurden 35 Arbeiten identifiziert, die Hydropriming bei Sojabohnen untersucht haben, davon 13 nur unter Laborbedingungen, elf nur unter Feldbedingungen und elf unter beiden. Die meisten der Arbeiten stammen aus Indien, Iran und Pakistan. Die Ergebnisse aus den Arbeiten wurden systematisch in einer umfangreichen Excel-tabelle erfasst und sollen als

Datengrundlage für eine Meta-Analyse dienen. Es konnten 203 Paarvergleiche aus den Daten gewonnen werden. Die Meta-Analyse ist Teil von Beatrice Tobischs Doktorarbeit und steht noch aus. Ein erster Eindruck lässt aber auf einen „Publication bias“ schließen. Die veröffentlichten Arbeiten berichten hauptsächlich von positiven Ergebnissen, während negative Ergebnisse oft als graue Literatur (also nicht aus wissenschaftlichen Journalen) vorliegt. In einigen Arbeiten dient das Hydropriming als Kontrolle, dort hat es oftmals ähnlich wie in unseren Experimenten abgeschlossen. Hier bestehen noch Forschungslücken, weitere Untersuchungen sollten Klarheit über die Wirkung von Hydropriming bringen.

#### **4.1.2 Saatbeigaben**

Im Anhang finden sich Tabellen von der Internetrecherche zu Saatbeigaben, mit dem Schwerpunkt auf die Anwendung bei Sojabohnen. Sie wurden unterteilt in Impfmittel für Soja (Tabelle 11), Saatbeigaben (VAM und PRGR) für Soja und andere Leguminosen (Tabelle 12), Saatbeigaben für den Gemüse- und Gartenbau (Tabelle 13) sowie Saatbeigaben zu ackerbaulichen Kulturen (Tabelle 14). Zudem wurde geprüft ob die Mittel im Ökologischen Landbau zugelassen sind, dies wurde anhand der FiBL-Betriebsmittelliste geprüft. Stand der Arbeiten ist Januar 2017.

Es konnten elf Impfmittel für Sojabohnen (fünf mit FiBL-Listung, siehe Tabelle 11), fünf Saatbeigaben für Sojabohnen und anderen Leguminosen (davon drei mit FiBL-Listung, siehe Tabelle 12) ermittelt werden. Neun weitere Saatbeigaben (davon sieben mit FiBL-Listung, siehe Tabelle 13 und Tabelle 14) die für Gemüse- und Gartenbau, bzw. Ackerbau beworben sind, wurden ebenfalls aufgelistet, da sich hier eine Testung bei Sojabohnen lohnt.

Die Recherche gestaltete sich als relativ schwierig, da die Produkte z.T. in Artikeln erwähnt werden aber kein Verweis auf den Hersteller zu finden war. Zudem wurden Produkte neu benannt oder waren nicht mehr verfügbar. Produkte aus dem Bereich VAM werden meist eher für den privaten und gartenbaulichen Bereich angeboten und weniger für die kommerzielle landwirtschaftliche Nutzung.

Das EU-Projekt „Biofactor“ sollte neue Ansätze für die Nutzung von „Bio-Effektoren“ zu entwickeln. Dazu zählen lebenden Mikroorganismen und natürliche Wirkstoffe, also auch die hier beschriebenen Saatbeigaben. Im Rahmen des Projektes wurde eine Datenbank erstellt, diese ist unter [www.biofactor-database.eu/](http://www.biofactor-database.eu/) zu finden und dürfte für zukünftige Recherchen zu möglichen Saatbeigaben interessant sein. Schütz et al. (2018) veröffentlichten eine viel beachtete Meta-Studie in der die Autoren die Ertragswirksamkeit von VAM und PGPR und weitere nützliche Mikroorganismen auf einer globalen Ebene aufzeigten. Die erzielten Ertragssteigerungen hingen von den Klimabedingungen ab und betrugen etwa 10% unter kontinentalem Klima und bis zu 20% unter trockenen Bedingungen.



## 4.2 Versuche Priming

### 4.2.1 Gewichts- und Größenveränderung beim Priming

Die Gewichts- und Größenveränderungen durch das Priming zeigte Sortenunterschiede: Primus ist die schwerste und größte Bohne in trockenem Zustand waren die Bohnen im Schnitt 0,28 g schwer und 8,8 mm lang. Nach dem 12 stündigen Priming betrug das Gewicht 0,61 g und die Länge 15,5 mm. Die anderen Sorten waren relativ ähnlich in ihrem Gewicht und Länge. Vor dem Priming betrug das Gewicht 0,18 g bis 0,19 g, nach dem Priming waren es 0,40 g bis 0,41 g. Die Länge vor dem Priming betrug 7,1 mm bis 7,8 mm, nach 12 stündigem Priming waren es 12,4 mm bis 13,3 mm (Abbildung 2).

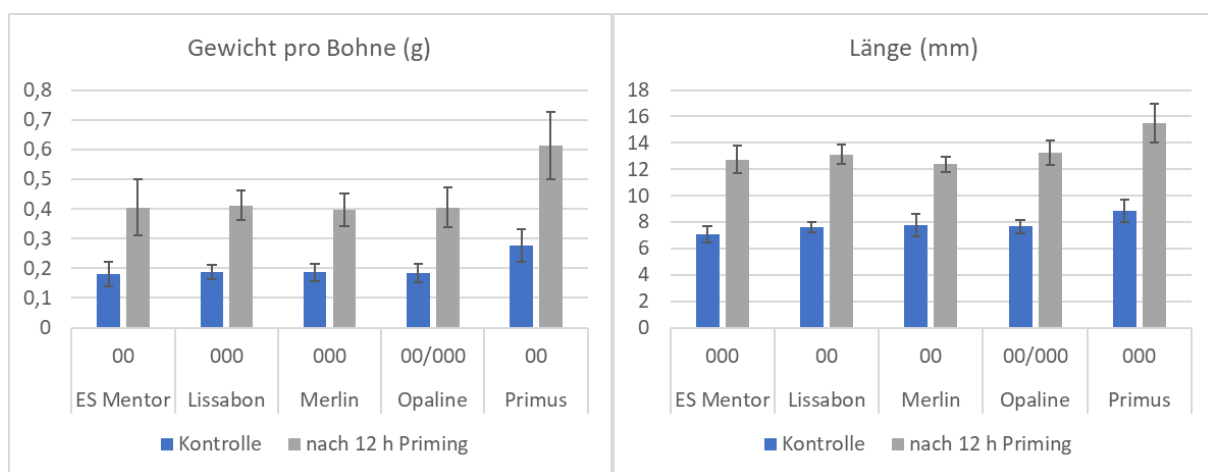


Abbildung 2 Gewicht und Länge vor und nach 12 stündigem Priming in Abhängigkeit von der Sorte

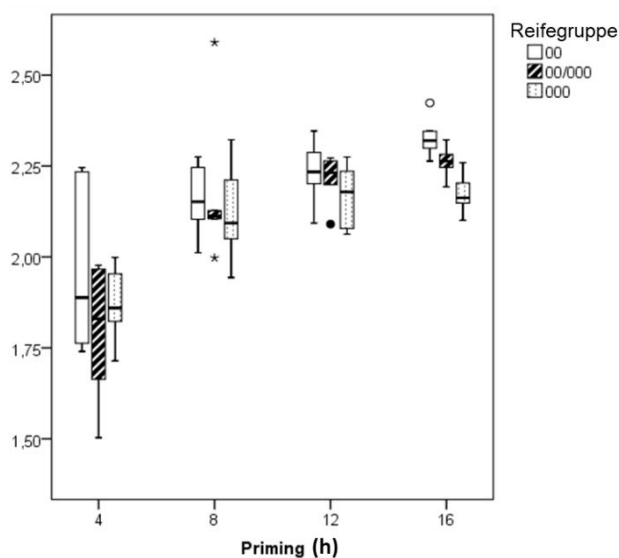


Abbildung 3 Gewichtszunahme direkt nach dem Priming (4, 8, 12 bzw. 16 Stunden) relativ zum Startgewicht

Die Gewichtszunahme nach den verschiedenen Primingdauern kann gut den Reifegruppen zugeordnet werden. Nach vier, acht und zwölf Stunden können noch kaum Unterschiede gefunden werden, nach sechzehn Stunden scheinen die Sorten aus der 00-Reifegruppe allerdings mehr Wasser aufgenommen zu haben (Abbildung 3).

#### 4.2.2 Gefäßversuch Priming

Im Gefäßversuch unterschied sich die Auflaufdauer deutlich in Abhängigkeit der verschiedenen Umgebungstemperaturen in den Klimakammern. So betrug die Auflaufdauer bei 12 °C etwa 22 Tage, bei 15 °C 13 Tage und bei 18 °C neun Tage. Bei 9 °C Umgebungstemperatur war die prozentuale Keimung so gering, dass dies nicht ausgewertet werden konnte. Alle untersuchten Primingdauern zeigten keine Reduzierung der Auflaufdauer bei 15 °C und 18 °C. Bei 12 °C zeigte sich ein beschleunigter Auflauf nur nach 12-stündigem Priming (Tabelle 3).

Die Keimung unterschied sich nicht zwischen den verschiedenen Temperaturen in den Klimakammern. Die Keimung war nach allen Primingdauern verringert, von ursprünglich 79 % im Schnitt auf bis zu 55 % nach 4 stündigem Priming. 12-stündiges Priming zeigte sich dabei als die „schonendste“ Primingdauer, die Keimung reduzierte sich nur auf 69 %.

*Tabelle 3 Gefäßversuch: Auflaufdauer und prozentuale Keimung nach verschiedenen Primingdauern. Auflaufdauer (bis zum Erreichen von BBCH 09) in Tagen und Keimung (%). Mittelwert und Standardabweichung. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede: Großbuchstaben horizontal, Kleinbuchstaben vertikal zu lesen.  $p < 0,05$  Dauer mit Tukey HSD und Keimung mit Median test getestet.*

Priming (h)	Mittlere Auflaufdauer (Tage)			Keimung (%)
	12 °C	15 °C	18 °C	
0	21.8 ± 2.9 a A	12.9 ± 2.0 a B	9.3 ± 1.3 a C	78.9 ± 28.8 a
4	20.0 ± 3.1 ab A	12.5 ± 2.2 a B	9.4 ± 1.0 a C	55.0 ± 30.0 b
8	21.2 ± 2.9 ab A	12.7 ± 1.8 a B	9.6 ± 1.5 a C	69.4 ± 28.3 ab
12	19.6 ± 2.1 b A	11.8 ± 1.8 a B	10.0 ± 1.6 aC	68.9 ± 30.6 ab
16	20.5 ± 2.5 ab A	13.0 ± 2.7 a B	9.7 ± 1.6 a C	67.2 ± 29.1 ab

#### 4.2.3 Ergänzende Keimversuche Priming Medium

Da die Ergebnisse aus dem Gefäßversuch, insbesondere die prozentuale Keimung unerwartet negativ ausgefallen sind wurde ein weiterer Test auf Keimpapier durchgeführt. Hier sollte untersucht werden, ob die Art des Wassers oder das Rücktrocknen zu der geringen Keimung geführt haben könnte. Die Ergebnisse haben die Gefäßversuche jedoch bestätigt: alle Primingdauern führten zu einer signifikanten Verschlechterung der prozentualen Keimung. Die Auflaufdauer konnte insbesondere nach 12- und 16- stündigem Priming verkürzt werden (Tabelle 4).

Im Hinblick auf die verschiedenen Primingmedien konnte keine Verbesserung der Keimung durch den Verzicht auf die Trocknung oder die Nutzung von Leitungswasser oder Mineralwasser festgestellt werden. Die Auflaufdauer konnte allerdings durch den Verzicht auf

die Trocknung, sowie durch Leitungswasser und Mineralwasser weiter reduziert werden (Abbildung 4).

Tabelle 4 Keimtest auf Papier: Auswirkungen der Primingdauer auf Keimung (%) und Auflaufdauer. . Mittelwert und Standardabweichung, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in den Spalten.  $p < 0,05$  Keimung mit Tukey HSD und Dauer mit Tamhane's T2 Test getestet.

Priming (h)	Keimung (%)	Auflaufdauer (Tage)
0	59.50 ± 8.26 a	17.12 ± 1.26 a
4	25.45 ± 6.99 b	15.94 ± 2.11 ab
8	23.50 ± 6.27 b	15.72 ± 1.77 ab
12	26.36 ± 7.03 b	15.19 ± 1.12 b
16	25.83 ± 6.18 b	14.96 ± 1.67 b

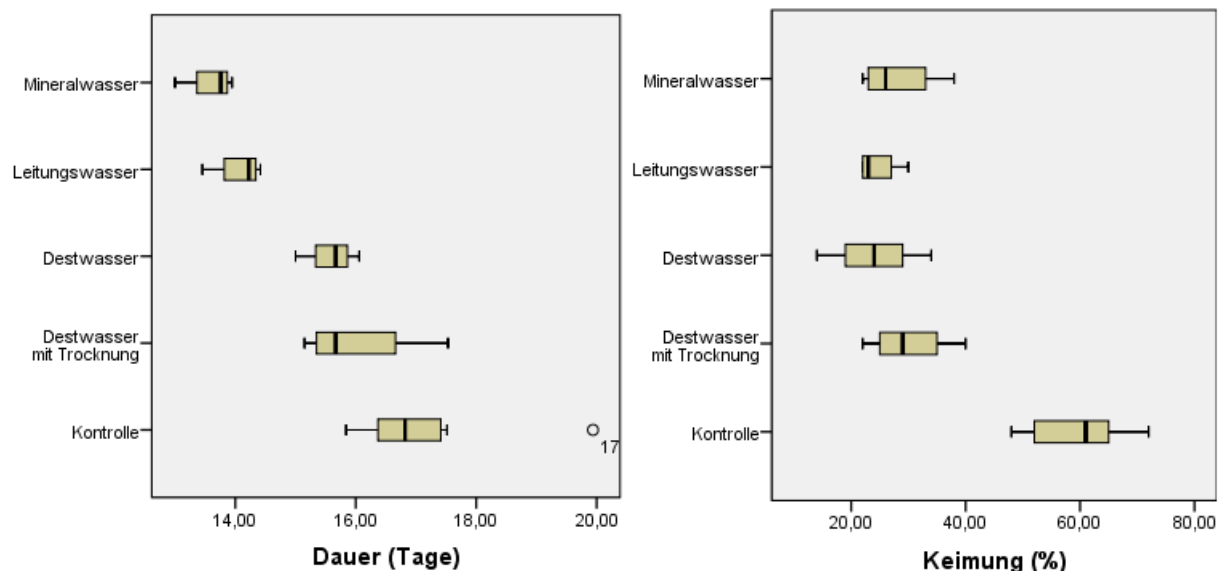


Abbildung 4 Auflaufdauer und prozentuale Keimung nach 12-stündigem Priming in Abhängigkeit vom Primingmedium. Sorte Opaline, Temperatur 15 °C.

### 4.3 Gefäßversuch Saatbeigaben

#### 4.3.1 Einfluss der Sorte

Die Sorten zeigten deutliche Unterschiede bei der Auflaufdauer, so erreichte Opaline im Schnitt das BBCH 12 Stadium acht Tage später als Lissabon (Tabelle 5). Auch die prozentuale Keimung, Sprosshöhe und –masse sowie Chlorophyllgehalte schwankte zwischen den Sorten. Da diese Parameter sehr Sortenabhängig sind, war dies zu erwarten. Die Wurzel-Trockenmasse schwankte zwischen 0,1 g bei Opaline und 0,2 g bei Primus. Auch bei der Knöllchenanzahl und -größe zeigten sich Sortenunterschiede (Tabelle 6). Lissabon hatte am wenigsten und die kleinsten Knöllchen, während ES Mentor die meisten und größten

Knöllchen entwickelte. Wächter et al. (2013) untersuchten unterschiedliche Impfmittel, dabei fanden sie unter anderen auch signifikante Sortenunterschiede in der Knöllchenbiomasse. Diese Sortenunterschiede sollten weiter untersucht werden und bei weiteren Untersuchungen zum Thema Saatbeigaben einen noch größeren Fokus haben. In unseren Untersuchungen war der Probenumfang zu gering um Sortenunterschiede sicher aufzuzeigen. Zudem sollten die Versuche mit den gleichen Sorten aus verschiedenen Saatgutpartien wiederholt werden.

*Tabelle 5 Gefäßversuch Saatbeigaben: Einfluss der Sojasorte auf Keimung und Pflanzenentwicklung. Auflaufgeschwindigkeit (Dauer in Tagen bis zum Erreichen der BBCH Stadien 09, 10, 11 und 12), Auflaufrate in Prozent. Sprosstrockenmasse (TM), Pflanzenhöhe und Chlorophyllgehalt gemessen bei Erreichen des BBCH 12 Stadiums. Sortenmittelwerte.*

Sorte	Erreichen des BBCH Stadiums (in Tagen)				Keimung (%)	Spross TM (g)	Höhe (cm)	Chlorophyll (Yara Messeinheiten)
	09	10	11	12				
ES Mentor	12	18	28	47	76	0,35	17,8	572
Lissabon	13	19	29	43	86	0,26	29,4	496
Merlin	11	18	28	46	100	0,43	20,9	576
Opaline	14	21	31	51	71	0,31	15,9	574
Primus	12	19	26	45	90	0,42	26,3	603

*Tabelle 6 Gefäßversuch Saatbeigaben: Einfluss der Sojasorte auf Wurzeltrockenmasse und Knöllchenparameter. Gemessen nach Erreichen des BBCH 12 Stadiums. Sortenmittelwerte*

Sorte	Wurzel TM (g)	Anzahl Knöllchen gesamt	Anzahl Knöllchen Hauptwurzel	Anzahl Knöllchen Nebenwurzel	Knöllchen-durchmesser (mm)
ES Mentor	0,16	19,4	9,6	9,8	2,0
Lissabon	0,11	6,9	5,0	1,9	1,6
Merlin	0,15	13,5	6,5	7,0	1,8
Opaline	0,10	12,1	8,2	3,9	1,8
Primus	0,19	15,7	8,1	7,6	1,9

#### 4.3.2 Einfluss der Saatbeigabe

Bei den Saatbeigaben zeigten sich kaum Unterschiede bei der Auflaufgeschwindigkeit und –rate. Nur die Variante Mykoplant zeigte ein etwas schnelleres Auflaufen (Tabelle 7). Bei der Knöllchenanzahl an Haupt- und Nebenwurzeln konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 8). An der Hauptwurzel zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Knöllchenanzahl zwischen der Kontrolle und den Behandlungen, doch die Behandlung mit

RhizoVital allein führte zu deutlich mehr Knöllchen als die Behandlung mit Genistein, bzw. mit ‚Genistein + RhizoVital‘.

Bei der Knöllchenanzahl gesamt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede, mit Mykoplant zeigte sich jedoch eine tendenziell reduzierte Knöllchenanzahl. Auch Zhang et al. (1995) fanden negative Effekte von Mykorrhiza auf die frühe Knöllchenbildung (Anzahl der Knöllchen) bei niedrigen Temperaturen (< 18,2 °C). Im weiteren Wachstumsverlauf wurden jedoch ähnliche Knöllchenanzahlen, -massen und Stickstoffgehalte in den Pflanzen gemessen.

Der Knöllchendurchmesser ist bei den Varianten Mykoplant sowie RhizoVital im Vergleich zur Variante ‚Genistein + Rhizovital‘ deutlich erhöht.

*Tabelle 7 Gefäßversuch: Einfluss der Saatbeigabe auf Auflauf und Pflanzenentwicklung. Auflaufgeschwindigkeit (Dauer in Tagen bis zum Erreichen der BBCH Stadien 09, 10, 11 und 12) und prozentuale Keimung. Spross- und Wurzelrockenmasse (TM), Pflanzenhöhe und Chlorophyllgehalt gemessen bei Erreichen des BBCH 12 Stadiums. Mittelwerte aus fünf verschiedenen Sojasorten.*

Saatbeigabe	Erreichen des BBCH Stadiums (in Tagen)				Keimung (%)	Spross TM (g)	Höhe (cm)	Chlorophyll (Yara Mess-einheiten)	Wurzel TM (g)
	09	10	11	12					
Kontrolle	13	20	29	46	80	0,33	22,8	565	0,14
Genistein	13	19	29	46	80	0,36	23,0	565	0,14
Mykoplant	11	18	28	46	87	0,38	23,3	566	0,16
RhizoVital	13	18	27	47	87	0,36	21,6	584	0,14
Genistein + Mykoplant	12	19	28	46	87	0,36	22,8	540	0,13
Genistein + RhizoVital	13	19	28	47	87	0,34	21,6	580	0,15
Mykoplant + RhizoVital	11	19	28	48	87	0,39	21,5	557	0,15

*Tabelle 8 Gefäßversuch: Einfluss der Saatbeigaben auf die Knöllchenbildung. Gemessen nach Erreichen des BBCH 12 Stadiums. Mittelwerte von fünf verschiedenen Sorten, mit je 3 Wdh (n=15), Mittelwert und Standardabweichung (SD), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Tukey HSD-Test, p<0,05). Aus Tobisch et al. (2019).*

	Anzahl Knöllchen (Hauptwurzel)			Anzahl Knöllchen (Nebenwurzel)			Anzahl Knöllchen gesamt		Durchmesser Knöllchen		
	Mean		SD	Mean		SD	Mean	SD	Mean		SD
Kontrolle	8,75	ab	2,96	3,33	a	2,84	12,08	3,26	1,86	ab	,39
Genistein	5,50	a	2,32	7,50	ab	8,11	13,00	8,55	1,74	ab	,43
Mykoplant	7,77	ab	1,79	3,85	a	3,00	11,62	3,69	2,02	b	,42
RhizoVital	9,31	b	3,35	2,85	a	4,32	12,15	5,40	2,01	b	,20
Genistein+Mykoplant	6,85	ab	4,22	7,46	ab	5,55	14,31	6,60	1,79	ab	,41
Genistein+Rhizovital	5,77	a	3,96	11,15	b	8,25	16,92	10,9	1,44	a	,38
Mykoplant+Rhizovital	7,77	ab	3,52	6,08	ab	5,57	13,85	6,76	1,90	b	,36

Ende 2016 wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit eine weitere Versuchsreihe mit der Sorte Merlin und den Saatbeigaben Genistein und RhizoVital angelegt. Die Keimung war im Versuch generell sehr schlecht, aber es zeigte sich eine tendenziell beschleunigte Auflaufdauer mit Genistein (von Rhoden, 2017).

#### 4.4 Feldversuch

Im Feldversuch konnte durch die Saatbeigabe Mykoplant kein beschleunigtes Auflaufen erzielt werden (Tabelle 9). Die prozentuale Keimung wurde bei Merlin und Primus tendenziell etwas verschlechtert und bei ES Mentor leicht verbessert. Bei ES Mentor zeigte sich zudem eine Tendenz zu mehr Knöllchen und mehr Ertrag. Bei Merlin wurde hingegen die Knöllchenmasse reduziert und auch der Ertrag war tendenziell geringer mit Mykoplant.

Das Priming zeigte kein beschleunigtes Auflaufen, aber eine deutlich reduzierte prozentuale Keimung. Der Ertrag ist bei ES Mentor leicht erhöht gewesen, bei Merlin etwa gleich, bei Primus war der Ertrag allerdings deutlich niedriger.

In einer Masterarbeit wurden die Auswirkungen auf die Knöllchenbildung (Knöllchenanzahl, Knöllchenmasse, Wurzelmasse und Sprossmasse) der Saatbeigabe und des Primings während des Feldversuchs 2017 genauer untersucht. Mykoplant zeigte hier teilweise besser Werte als die Kontrolle, allerdings sind die Unterschiede sehr gering. Das Priming zeigte keine Verbesserung, teilweise sogar eine Verschlechterung.

Im Rahmen einer Dissertation sollen die weiteren Parameter, sowie deren Korrelationen genauer untersucht werden. Die Ergebnisse sollen in einem Paper veröffentlicht werden. Für die Praxis kann jedoch bereits mit den hier vorliegenden Ergebnissen weder das Priming in der hier genutzten Form, noch die Saatbeigaben empfohlen werden.

Tabelle 9 Feldversuch: Einfluss der Saatbeigabe Mykoplant und der 12-stündigen Hydroprimingbehandlung auf Keimung, Knöllchenbildung und Ertrag der verschiedenen Sojasorten. Aus Tobisch et al. (2019).

Sorte	Merkmal	Kontrolle		Mykoplant		Priming	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>ES Mentor</b>	Keimung (%)	79,25	14,06	84,75	7,83	54,25	7,96
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,88	8,24	28,88	7,43	29,50	7,60
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	58,23	19,89	60,31	15,96	55,69	14,81
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	446,12	77,06	475,43	67,44	452,73	60,33
<b>Merlin</b>	Keimung (%)	92,63	6,19	89,87	9,03	67,00	7,89
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,75	6,69	28,87	6,56	29,00	7,29
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	41,28	14,94	39,13	14,93	47,63	16,76
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	381,89	47,97	358,59	23,03	381,14	65,84
<b>Primus</b>	Keimung (%)	79,50	8,75	78,50	11,30	50,88	19,94
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,75	6,69	29,25	7,05	29,75	6,50
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	42,13	9,31	51,41	18,02	47,41	16,61
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	412,68	29,96	366,05	43,49	299,10	88,96

Obwohl das Saatgut durch das Priming an Größe und Gewicht zunimmt, und augenscheinlich zerbrechlicher wirkt, war die Aussaat in 2017 mit der Drille dennoch erfolgreich. Die Varianten die mit der Drille ausgebracht wurden hatten gegenüber der Handaussaat eine geringere Keimung, doch der Unterschied zwischen Kontrolle und Priming war bei beiden Verfahren mit etwa 24-26 % etwa gleich (Tabelle 10). In weiteren Untersuchungen zu Primingvarianten sollte die maschinelle Aussaat direkt anvisiert werden.

Tabelle 10 Feldversuch: Keimung (%) Maschinelle Aussaat vs. Handaussaat in 2017. Mittelwert und Standardabweichung. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen Kontrolle und geprimt,  $p < 0,05$  mit unabhängigem T-test.

Aussaat	Kontrolle	Gepimt	Verlust durch Priming
Hand	96.0 ± 2.2 a	71.3 ± 6.4 b	-25.8
Drille	77.0 ± 13.9 a	58.3 ± 13.3 a	-24.4

## 5 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Eine Nutzung des Priming-Verfahren und der getesteten Saatbeigaben für den Soja-Anbau in der Praxis ist zum jetzigen Kenntnisstand nicht sinnvoll. Die vorhandene Literatur, auf die sich das Vorhaben gestützt hatte, scheint nicht frei von einem ‚publication bias‘ zu sein.

Die Keimung wird unter kühlen Bedingungen (12 °C) beschleunigt, allerdings auf Kosten der Keimfähigkeit. Weitere Möglichkeiten des Primings sollten bei Soja getestet werden, um die Verluste der Keimfähigkeit zu reduzieren. Dazu sollten einige verschiedene Varianten im Labor- oder Gefäßversuch getestet werden, bevor weitere Feldversuche durchgeführt werden.

Die erzielten Kenntnisse und Erfahrungen können wie folgt für weitere Untersuchungen genutzt werden:

- Der Keimtest auf Papier stellt eine einfache und schnelle Möglichkeit dar, die Keimfähigkeit nach dem Primingverfahren abzuschätzen und kann als Referenzmethode für weitere Untersuchungen zu fungieren.
- Eine intensive, systematische Literaturlauswertung, die auch verschiedene Primingvarianten umfasst, sollte im Vorfeld durchgeführt werden, um einen möglichen Publication bias zu identifizieren.
- Im Feldversuch sollte direkt eine maschinelle Aussaat angestrebt werden, da dies die Keimfähigkeit in unserem kleinen Vorversuch nicht beeinträchtigte, jedoch eine wesentlich höhere Praxisrelevanz aufweist.
- Bei der Anwendung der Saatbeigaben zeigte sich eine Verbesserung der Keimung und Jugendentwicklung, die jedoch nicht ertragswirksam ist. In weiteren Versuchen, sollte eine größere Bandbreite an Produkten im Feld getestet werden.

## **6 Gegenüberstellung geplante und erreichte Ziele**

Geplant war ein Verfahren für die Praxis zu entwickeln, welches die Keimung und die Jugendentwicklung von Sojabohnen beschleunigt. Aufgrund der negativen Wirkungen des Primings auf die prozentuale Keimung, sowie eine nur geringe Wirkung der Saatbeigaben, erscheint eine Weiterentwicklung für die Praxisanwendung zum jetzigen Kenntnisstand als wenig sinnvoll. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, mit welchem Behandlungsverfahren positivere Ergebnisse bei Sojabohnen erzielt werden können, und weitere Saatbeigaben und Bodenhilfsstoffe müssen getestet werden.

## **7 Zusammenfassung**

Im Rahmen des Projektes wurden wichtige Erkenntnisse über das Hydropriming bei Sojabohnen gewonnen. So muss die vorhandene Literatur kritischer betrachtet werden, da ein Publikation Bias zum jetzigen Stand nicht ausgeschlossen werden kann. Das Hydropriming, wie hier getestet, konnte in den Versuchen nicht überzeugen. Während des Projektes wurden verschiedene Optionen getestet (destilliertes Wasser, Leitungswasser, Mineralwasser, mit und ohne Trocknung, sowie unterschiedliche Dauern), die alle mit einer Verringerung der



Keimfähigkeit einhergehen. Eine Anwendung in der Praxis ist zum jetzigen Kenntnisstand also nicht zielführend. In Zukunft sollten alternative Primingvarianten getestet werden (z.B. Solid Matrix Priming, bei dem das Saatgut in feuchtem Material Wasser aufnimmt). Zur Weiterentwicklung der Saatbeigaben sollten die betreffenden Produkthersteller ermutigt und unterstützt werden, da diese auch ein Eigeninteresse haben sollten, ihre Produkte zukünftig auch für Soja anbieten zu können.

## 8 Literaturverzeichnis

- Adesemoye AO, Kloepper JW. 2009. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1):1–12.
- Arif M, Jan MT, Marwat KB, Khan MA. 2008. Seed priming improves emergence and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3):1169–1177.
- Ashraf M, Foolad MR. 2005. Pre-sowing seed treatment - A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88:223–271.
- Asimi S, Gianinazzi-Pearson V, Gianinazzi S. 1980. Influence of increasing soil phosphorus levels on interactions between vesicular–arbuscular mycorrhizae and Rhizobium in soybeans. *Canadian Journal of Botany*, 58(20):2200–2205.
- Bai Y, Zhou X, Smith DL. 2003. Enhanced Soybean Plant Growth Resulting from Coinoculation of Strains with Bradyrhizobium japonicum. *Crop Science*, 43(5):1774–1781.
- Cassán F, Perrig D, Sgroy V, Masciarelli O, Penna C, Luna V. 2009. Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (Zea mays L.) and soybean (Glycine max L.). *European Journal of Soil Biology*, 45(1):28–35.
- Dakora FD, Phillips DA. 1996. Diverse functions of isoflavonoids in legumes transcend anti-microbial definitions of phytoalexins. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 49(1):1–20.
- Dashti N, Zhang F, Hynes R, Smith DL. 1997. Application of plant growth-promoting rhizobacteria to soybean (Glycine max [L.] Merr.) increases protein and dry matter yield under short-season conditions. *Plant and Soil*, 188(1):33–41.
- Guo Z-Y, Kong C-H, Wang J-G, Wang Y-F. 2011. Rhizosphere isoflavones (daidzein and genistein) levels and their relation to the microbial community structure of mono-cropped soybean soil in field and controlled conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(11):2257–2264.
- Harris D, Joshi A, Khan PA, Gothkar P, Sodhi PS. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35(01):15–29.
- Mohammadi G. 2009. The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (Glycine max L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 5(3):322–326.
- Pan B, Bai YM, Leibovitch S, Smith DL. 1999. Plant-growth-promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promote corn growth and yield in a short-growing-season area. *European Journal of Agronomy*, 11(3–4):179–186.

- Parera CA, Cantliffe DJ. 1994. Presowing Seed Priming. In: Janick J, Hrsg. Horticultural Reviews. 109–141, John Wiley & Sons, Inc.;
- Rodríguez-Navarro DN, Margaret Oliver I, Albareda Contreras M, Ruiz-Sainz JE. 2011. Soybean interactions with soil microbes, agronomical and molecular aspects. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(1):173–190.
- Sadeghi H, Khazaei F, Yari L, Sheidaei S. 2011. Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARP journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1):39–43.
- Schmidt J, Messmer M, Wilbois K-P. 2015. Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*.
- Schütz L, Gattinger A, Meier M, Müller A, Boller T, Mäder P, Mathimaran N. 2018. Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization—A Global Meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*, 8. [doi.org/10.3389/fpls.2017.02204](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02204).
- Tobisch B, Schmidt J, Gattinger A, Wilbois K-P. 2019. Wie die Soja schneller groß bekommen? Untersuchung von Saatbeigaben und Hydropriming zur Förderung des Jugendwachstums. In: Mühlrath D, Albrecht J, Finckh MR, Hamm U, Heß J, Knierim U, Möller D, Hrsg. Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019. Berlin: Verlag Dr. Köster;
- Wächter K, Gruber S, Claupein W. 2013. Do soybean inoculants differ in their inoculation efficacy? *Journal für Kulturpflanzen*, 65(11):401–410.
- Zahir ZA, Arshad M, Frankenberger Jr. WT. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Applications and Perspectives In Agriculture. *Advances in Agronomy*. 97–168, Academic Press;
- Zhang F, Smith DL. 1997. Application of genistein to inocula and soil to overcome low spring soil temperature inhibition of soybean nodulation and nitrogen fixation. *Plant and Soil*, 192(1):141–151.
- Zhang F, Hamel C, Kianmehr H, Smith DL. 1995. Root-zone temperature and soybean [*Glycine max*.(L.) Merr.] vesicular-arbuscular mycorrhizae: development and interactions with the nitrogen fixing symbiosis. *Environmental and experimental botany*, 35(3):287–298.
- Zimmer S, Messmer M, Haase T, Piepho H-P, Mindermann A, Schulz H, Habekuss A, Ordon F, Wilbois K-P, Hess J. 2016. Effects of soybean variety and Bradyrhizobium strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany. *European Journal of Agronomy*, 72:38–46.

## 9 Realisierte und geplante Veröffentlichungen

Realisierte Veröffentlichungen (Belegexemplare siehe Anhang).

### Vorträge

- Tobisch B, Leithold G, Wilbois K-P. 2016. Wirkung von Hydropriming in Soja auf Keimrate und Auflaufgeschwindigkeit. In: Kage H, Sieling K, Francke-Weltmann L, Hrsg. Mitteilung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 80–81, Gießen: Liddy Halm. (siehe Anhang 10.4).
- Tobisch B, Schmidt J, Gattinger A, Wilbois K-P. 2019. Wie die Soja schneller groß bekommen? Untersuchung von Saatbeigaben und Hydropriming zur Förderung des Jugendwachstums. In: Mühlrath D, Albrecht J, Finckh MR, Hamm U, Heß J, Knierim U, Möller D, Hrsg. Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019. Berlin: Verlag Dr. Köster. (siehe Anhang 10.10).

### Posterbeiträge

- Tobisch B, Leithold G, Schmidt J, Wilbois K-P. 2015. Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatgutbeigaben. Soja-Tagung 2015 im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerks, Tagungsband. 91–93, Freising. (siehe Anhang 10.2).
- Tobisch B, Leithold G, Wilbois K-P. 2016. Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben. Tagungsband - Kongress Hülsenfrüchte. 80–82, Berlin; (Siehe Anhang 10.5).
- Tobisch B, Leithold G, Schulz F, Wilbois K-P. 2017a. Wirkung von Hydropriming bei Soja (*Glycine max*) auf Auflaufdauer und -rate im Feldversuch. In: Wolfrum S, Wiesinger K, Reents HJ, Heuwinkel H, Hülsbergen K-J, Hrsg. Ökologischen Landbau weiterdenken: Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken. 72–73, Freising: Verlag Dr. Köster, Berlin; (siehe Anhang 10.6)
- Tobisch B, Wilbois K-P, Gattinger A. 2017b. Hydropriming in Soja: Auswirkungen auf Wasseraufnahme, Größenzunahme, Keimfähigkeit und Keimdauer. Tagungsband Soja-Tagung 2017. 58–59. (siehe Anhang 10.8).
- Tobisch B, Wilbois K-P, Gattinger A. 2018. Hydropriming in Soybeans a useful technique for improved juvenile plant growth. 11<sup>th</sup> GGL Conference on Life Sciences. 19<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> September 2018. (siehe Anhang 10.9).

- Tobisch B, Gattinger A, Wilbois K-P. 2019. How to grow soybean faster? Testing hydropriming and seed additives for improved early plant development. 12 th GGL Conference on Life Sciences. 4<sup>th</sup> – 5<sup>th</sup> September 2019. (siehe Anhang 10.11).

#### Studentische Abschlussarbeiten

- Von Rhoden, A E. 2017. Saatbeigaben zu Soja: Auswirkungen auf Keimung und Jugendentwicklung unter kühlen Bedingungen. Bachelorarbeit. Abrufbar unter: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2019/14813/>
- Rüdiger, G. 2018. Priming und Mykoplant bei Sojabohnen: Auswirkungen auf Wurzelwachstum und Nodulation unter Feldbedingungen. Masterarbeit.

#### Feldtage auf denen der Feldversuch vorgestellt und begangen wurde:

- 2016: Anbau von Eiweißpflanzen - 22.06.2016 auf dem Gladbacherhof (siehe Anhang 10.3).
- 2017: Soja-Exkursion nach Mittelnordwestdeutschland (Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hessen) im Rahmen des Soja-Netzwerks vom 29.-30. August 2017 (siehe Anhang 10.7).

#### Geplante Veröffentlichungen:

- Dissertation zum Thema Hydropriming und Saatbeigaben zu Soja als Möglichkeit die Jugendentwicklung zu Verbessern.

## 10 Anhang

### 10.1 Produkte zu Saatbeigaben

Tabelle 11 Produktübersicht: Impfmittel Soja. Stand: Januar 2017: BML steht für Betriebsmittelliste

Produktname	Anwendung bei	Typ	Stamm bzw. genaue Zusammensetzung	Formulierung	gelistet in FiBL BML	Hersteller
BIODOZ® Soja bzw. BODOZ® Soja M (mit Mikrogranulat)	Soja	PGPR	Bradyrhizobium japonicum / Bakterienstamm G49	Torfsubstrat	ja	DE SANGOSSE GmbH
Cell-Tech (Nitrofix® in Russland und Ukraine; GlyciMax in Sambia)	Soja	PGPR	Bradyrhizobium japonicum	flüssig, Granulat, Torfsubstrat		Monsanto BioAg
HiStick Soy	Soja	PGPR	Bradyrhizobium japonicum	Torfsubstrat (mit Haftmittel)	ja	BASF
Legumefix	Soja und andere Leguminosen	PGPR	nicht spezifiziert	Torfsubstrat		Legume Technology LTD
Liquifix	Soja und andere Leguminosen	PGPR	nicht spezifiziert	flüssig		Legume Technology LTD (UK)
NPPL® FORCE 48 (Histick plus Extraklebstoff)	Soja	PGPR	Bradyrhizobium japonicum	Torfsubstrat (mit Haftmittel) plus spezieller Klebstoff	ja	BASF

Produktname	Anwendung bei	Typ	Stamm bzw. genaue Zusammensetzung	Formulierung	gelistet in FiBL BML	Hersteller
Optimize	Soja, Erbse	PGPR u.a.	Bradyrhizobium japonicum, Lipo-Chitooligosaccharide (LCOs)	??		Monsanto BioAg
Rhizobia for Soybean	Soja; auch für Luzerne	PGPR	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> WB74	Granulat		Andermatt Biocontrol
RhizoFix®	Soja und andere Leguminosen	PGPR	Rhizobien	flüssig	ja	Freudenberger
Rhizoliq Top S	Soja	PGPR	Bradyrhizobium japonicum Bakterienstämme SEMIA 5079 und SEMIA 5080	flüssig	ja	De Sangosse
TagTeam LCO	Soja und andere Leguminosen	PGPR u.a.	Penicillium bilaii + B. japonicum	flüssig, Granulat		Novozymes (Dänemark)/Monsanto BioAg Inc.

Tabelle 12 Produktübersicht: Saatbeigaben für Soja und andere Leguminosen. Stand: Januar 2017. BML steht für Betriebsmittelliste

Produktname	Anwendung bei	Typ	Stamm bzw. genaue Zusammensetzung	Formulierung	gelistet in FiBL BML	Hersteller
Agrostimulin®	Soja u.v.a. (Sonnenblumen, Getreide, Mais, Erbsen, Kartoffeln,...)	VAM (?)	Extrakt aus dem Pilz "Cylindrocarpon magnusianum"	flüssig	ja	Agrostim® Biotechnologieprodukte GmbH
Mykoplant 100 Cereal	Soja und andere Leguminosen, Getreide	VAM, PGPR	Glomulus intraradices; Rhizobakterien	Pulver		Mykolife GmbH
Nodulator Faba bean	Ackerbohne, Wicke	PGPR	Rhizobium leguminosarum biovar viceae	Torfsubstrat	ja	BASF
T-Grow/T-Grow easy flow	Soja, Mais, Weizen, Gemüse u.a.	VAM (?)	Trichoderma asperellum	Pulver		Andermatt Biocontrol
Wilhelms Best	Soja; Kartoffeln, Mais, Luzerne u.a.	VAM und PGPR	Rhizobien, nicht weiter spezifiziert	Pulver	ja	Wilhelms GmbH



Tabelle 13 Produktübersicht: Saatbeigaben Gemüse- und Gartenbau. Stand: Januar 2017. BML steht für Betriebsmittelliste

Produktname	Anwendung bei	Typ	Stamm bzw. genaue Zusammensetzung	Formulierung	gelistet in FiBL BML	Hersteller
AMN BonaVita®Bac	Kartoffeln, Obst, Gemüse,...	PGPR	Bacillus amyloliquefaciens	Suspension	ja	Mack Bio Agrar
FZB24®	Kartoffeln, Obst, Gemüse,...	PGPR	Bacillus amyloliquefaciens ssp. Plantarum	flüssig, Granulat, Pulver	ja	ABiTEP GmbH
Inoq Advantage	Landwirtschaft und Gartenbau, nicht spezifiziert	VAM	Rhizophagus irregularis	individuell mit unterschiedlichen Trägersubstanzen mischbar	ja	Inoq GmbH
Inoq Agri	GaLaBau, Pflanzenproduktion, Rekultivierung u.a.	VAM	Rhizophagus irregularis	Trägersubstanz: Vermiculite	ja	Inoq GmbH
Mykoplant 100 BT-H	Obst, Gemüse, Getreide, Bäume	VAM	Glomulus intraradices, Glomulus etunicatum, Glomulus mosseae	Blähton Granulat	ja	Mykolife GmbH
Promot® Plus	Gemüse, Zierpflanzen	Trichoderma	nicht spezifiziert	Pulver		Biofa AG
RhizoVital® 42	Kartoffeln, Obst, Gemüse,...	PGPR	Bacillus amyloliquefaciens, Stamm FZB24	flüssig, Granulat	ja	ABiTEP GmbH

Tabelle 14 Produktübersicht: Saatbeigaben ackerbauliche Kulturen. Stand: Januar 2017. BML steht für Betriebsmittelliste

<b>Produktname</b>	<b>Anwendung bei</b>	<b>Typ</b>	<b>Stamm bzw. genaue Zusammensetzung</b>	<b>Formulierung</b>	<b>gelistet in FiBL BML</b>	<b>Hersteller</b>
Endo Cereal	Getreide	Endomykorrhiza und PGPR	Glomus intradices, Azospirillum brasilense, Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium, Pseudomonas fluorescens	Pulver	ja	Bactiva GmbH
FZB24®	Kartoffeln, Obst, Gemüse,...	PGPR	Bacillus amyloliquefaciens ssp. Plantarum	flüssig, Granulat, Pulver	ja	ABiTEP GmbH
JumpStart	Mais, Raps, Getreide	?	Penicillium bilaii (Bodenpilz)	Granulat, Pulver		Novozymes (Dänemark)

## 10.2 Soja-Tagung 2015

### 10.2.1 Abstract

Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatgutbeigaben 91

---

### **Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatgutbeigaben**

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Günther Leithold<sup>1</sup>, Jennifer Schmidt<sup>2</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Justus-Liebig Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau

<sup>2</sup>FiBL Deutschland e.V.

E-Mail: [beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de)

#### **Zusammenfassung**

Eine zügige, gleichmäßige und kräftige Jugendentwicklung ist ein entscheidender Faktor für eine gute Bestandsentwicklung von Sojapflanzen. Im vorliegenden Projekt soll untersucht werden wie die Jugendentwicklung von Sojapflanzen positiv beeinflusst werden kann, speziell bei kühlen Temperaturen. Priming (Vorquellen der Samen in Wasser) kann zu einer beschleunigten Keimung der Samen führen. Die Beigabe von bestimmten Mikroorganismen (PGPR und VAM) sowie bestimmten Isoflavonoiden zur Saat soll das Jugendwachstum stärken. Aus der besten Vorquellzeit und der besten Saatgutbeigabe soll in Zusammenarbeit mit der KWS Saat AG ein Inkrustierungsverfahren entwickelt werden.

#### **Abstract**

Rapid, homogeneous and vigorous juvenile growth in young soybean plants is decisive for successful soybean cultivation. The aim of this project is to investigate how the juvenile growth of soybean can be accelerated, especially under cold temperature conditions. Priming (soaking the seeds in water) can lead to accelerated seed germination. The addition of certain microorganisms (PGPR and VAM) as well as isoflavones to the seed can promote juvenile growth. An incrustation technique will be developed incorporating the best priming time and seed addition in collaboration with KWS Saat AG.

#### **Einleitung und Zielsetzung**

Nach der Aussaat ist eine zügige und kräftige Jugendentwicklung der Sojapflanzen ein entscheidender Faktor für ein gesundes Wachstum, eine gute Unkrautunterdrückung und letztlich auch die Ertragsbildung. Saatgutpriming wird bei vielen gartenbaulichen und einigen landwirtschaftlichen Kulturen bereits standardmäßig erfolgreich angewendet und führt zu insgesamt schneller und gleichmäßiger auflaufenden Jungpflanzen, die darüber hinaus in ihrer Jugendentwicklung kräftiger und damit widerstandsfähiger gegenüber Stressfaktoren sind als bei unbehandeltem Saatgut. Arif et al. (2008) Mohammadi (2009) und Sadeghi (2011) konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass Saatgutpriming bei Soja sowohl die benötigte Zeit zum Auflaufen verkürzt als auch zu einer Verbesserung in bestimmten Ertragskomponenten führt. Die Beigabe von nützlichen Mikroorganismen oder anderen wachstumsfördernden pflanzeneigenen Substanzen hat sich bei vielen Sämereien

bewährt. In ihrem Review geben Schmidt, Messmer und Wilbois (2015) einen Überblick zu verschiedenen wachstumsfördernden Saatbeigaben, speziell bei niedrigen Temperaturen im Wurzelbereich. So können bestimmte Mikroorganismen (plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)) und vesikulär-arbuskuläre Mykorrhizen (VAM)) sowie sekundäre Pflanzenstoffe aus der Stoffgruppe der Isoflavonoide die Sojapflanzen in der Juvenilphase erheblich stärken und die Nodulation mit Bradyrhizobien verbessern.

Ziel dieses Projekts ist es einerseits das Auflaufen der Sojabohne in vergleichsweise kühler Umgebung durch Saatgutpriming zu beschleunigen (Verfrühung) und andererseits die Pflanzen während ihrer Jugendentwicklung durch Beigabe von bestimmten Mikroorganismen (PGPR und VAM) sowie sekundären Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Isoflavonoiden zur Saat zu stärken.

## Material und Methoden

Zunächst wird die optimale Vorquellzeit bestimmt, indem Samen von fünf Sojasorten aus den Reifegruppen 000 bis 00 in einer definierten Zeitreihe (4 h, 8 h, 12 h, 16 h) vorgequollen, rückgetrocknet und anschließend in Gefäßversuchen mit Feldboden im Klimaschrank bei vier unterschiedlichen Temperaturen (10 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C) zum Auflaufen (BBCH-Stadium 09) gebracht werden. Im nächsten Schritt werden die fünf ausgewählten und zuvor geprimten Sorten mit verschiedenen kommerziell erhältlichen Präparaten von Bradyrhizobien und PGPR, VAM sowie Isoflavonoiden und Kombinationen daraus getestet. Dafür werden Gefäßversuche mit Feldboden in der Klimakammer bei 15 °C durchgeführt. Sowohl die Zeit bis zum Auflaufen (BBCH-Stadium 09) als auch bis zur vollen Laubblattentfaltung am zweiten Nodium (BBCH-Stadium 12) der Sojajungpflanze wird festgehalten. Ferner erfolgt eine visuelle Bonitur der Gesamtpflanzen (Spross und Wurzel) bei Beprobung zum BBCH-Stadium 12.

Aus der besten Vorquellzeit und der besten Saatgutbeigabe wird in Zusammenarbeit mit der KWS Saat AG ein Inkrustierungsverfahren für drei repräsentative Sojasorten entwickelt. In Gefäßversuchen wird dann ein Prototyp gegenüber der losen Applikation getestet. Anschließend wird ein zweijähriger Feldversuch durchgeführt. Dabei werden die Sojabohnen zur Ernte gebracht; die Entwicklung im Lauf der Vegetation visuell boniert und sowohl der Ertrag als auch der Proteingehalt der geernteten Samen erfasst. Sämtliche für die Inkrustierungsmasse verwendete Substanzen, Mikroorganismen und sekundäre Pflanzenstoffe werden so gewählt, dass sie auch den Anforderungen des ökologischen Landbaus genügen.

## Literaturverzeichnis

- Arif, M., Jan, M. T., Marwat, K. B., & Khan, M. A. (2008). Seed priming improves emergence and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1169–1177.
- Mohammadi, G. R. (2009). The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*, 5(3), 322–326.

Sadeghi, H., Khazaei, F., Yari, L., & Sheidaei, S. (2011). Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARP journal of Agricultural and Biological science*, 6(1), 39–43.

Schmidt, J., Messmer, M., & Wilbois, K.-P. (2015). Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*.

## Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben - Projektübersicht

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Günter Leithold<sup>1</sup>, Jennifer Schmidt<sup>2</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau, Karl-Glockner-Straße 21C, 35394 Gießen, Deutschland  
Tel.: 0641-9937731, Fax: 0641-9937739, email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> FiBL Deutschland e.V., Kasselner Straße 1a, 60486 Frankfurt am Main, Deutschland

### Hintergrund und Zielsetzung

Nach der Aussaat ist eine zügige und kräftige Jugendentwicklung der Sojapflanzen ein entscheidender Faktor für gesundes Wachstum, gute Unkrautunterdrückung und letztlich auch die Ertragsbildung. Saatgutpriming wird in einigen landwirtschaftlichen Kulturen bereits standardmäßig erfolgreich angewendet und führt zu insgesamt schneller und gleichmäßiger auflaufenden Jungpflanzen. Arif et al. (2008), Mohammadi (2009) und Sadeghi (2011) konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass Saatgutpriming bei Soja sowohl die benötigte Zeit zum Auflaufen verkürzt als auch zu einer Verbesserung in bestimmten Ertragskomponenten führt.

Die Beigabe von nützlichen Mikroorganismen oder anderen wachstumsfördernden pflanzeneigenen Substanzen hat sich bei vielen Sämereien bewährt. In ihrem Review geben Schmidt, Messmer und Wilbois (2015) einen Überblick zu verschiedenen wachstumsfördernden Saatbeigaben, speziell bei niedrigen Temperaturen im Wurzelbereich. So können bestimmte Mikroorganismen (plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)) und vesikulär-arbuskuläre Mykorrhizen (VAM) sowie sekundäre Pflanzenstoffe aus der Stoffgruppe der Isoflavonoide die Sojapflanzen in der Juvenilphase erheblich stärken und die Nodulation mit Bradyrhizobien verbessern.

Ziel dieses Projekts ist es, einerseits das Auflaufen der Sojabohne in vergleichsweise kühler Umgebung durch Saatgutpriming (Vorquellen in Wasser) zu beschleunigen (Verfrühung) und andererseits, die Pflanzen während ihrer Jugendentwicklung durch Beigabe von bestimmten Mikroorganismen (PGPR und VAM) sowie sekundären Pflanzenstoffen aus der Gruppe der Isoflavonoide zur Saat zu stärken.

### Material & Methoden

Zunächst sollte die optimale Vorquezeit in Gefäßversuchen mit Feldboden bei unterschiedlichen Temperaturen bestimmt werden. Fünf verschiedene Sojasorten aus den Reifegruppen 000 und 00 wurden getestet: ES Mentor, Lissabon, Merlin, Opaline und Primus.

Behandlung: Das Saatgut wurde in Wasser vorgequollen, dabei wurden die folgenden Primingdauern untersucht:

- 4 Stunden
- 8 Stunden
- 12 Stunden
- 16 Stunden
- 0 Stunden (Kontrolle)

Die zuvor vorgequollenen Sojasamen wurden in Gefäßen mit Feldboden gebracht und in Klimakammern mit verschiedenen Temperaturen (9, 12, 15 oder 18 °C) bis zum BBCH 009 Stadium angezogen. Die Gefäße wurden regelmäßig bonitiert und die benötigte Zeit zum Auflaufen (BBCH 009) aufgezeichnet.



Abbildung 1: Volumenzunahme und Formveränderung der Sojabohnen (Sorte ES Mentor) durch Vorquellen im Wasser im Zeitverlauf.

### Weiteres Vorgehen

Im nächsten Schritt werden die fünf ausgewählten Sorten mit verschiedenen kommerziell erhältlichen Präparaten von Bradyrhizobien und PGPR, VAM sowie Isoflavonoiden und Kombinationen daraus getestet. Dafür werden Gefäßversuche mit Feldboden in der Klimakammer bei 15°C durchgeführt. Dabei wird die Zeit bis zum Auflaufen (BBCH-Stadium 09) als auch bis zur vollen Laubblattentfaltung am zweiten Nodium (BBCH-Stadium 12) der Sojajungpflanze festgehalten.

In Zusammenarbeit mit der KWS Saat AG soll ein Inkrustierungsverfahren entwickelt werden. Anschließend wird ein zweijähriger Feldversuch durchgeführt.

Sämtliche für die Inkrustierungsmasse verwendeten Substanzen, Mikroorganismen und sekundäre Pflanzenstoffe werden so gewählt, dass sie auch den Anforderungen des ökologischen Landbaus genügen.

### Literatur

- Arif, M., Jan, M. T., Marwat, K. B., & Khan, M. A. (2008). Seed priming improves emergence and yield of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1169–1177.
- Mohammadi, G. R. (2009). The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*, 5(3), 322–326.
- Sadeghi, H., Khazaeli, F., Yari, L., & Sheidaei, S. (2011). Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1), 39–43.
- Schmidt, J., Messmer, M., & Wilbois, K.-P. (2015). Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*.

## 10.3 Ankündigung Feldtag 2016



Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II

### VERANSTALTUNG: Anbau von Eiweißpflanzen

**Gemeinsamer Feldtag der Justus-Liebig-Universität Gießen, des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) Deutschland e.V. auf dem Gladbacherhof am Mittwoch, den 22.06.2016, von 9.30 bis ca. 15.30 Uhr.**

Der Anbau von Eiweißpflanzen ist im ökologischen Landbau von zentraler Bedeutung, er liefert hochwertiges Futter und sichert die Fruchtbarkeit der Ackerböden. Allerdings gilt es ackerbauliche und ökonomische Herausforderungen zu bewältigen, um Leguminosen in ausreichendem Umfang in die Fruchtfolgen zu integrieren - und bei den wirtschaftlich besonders interessanten Körnerleguminosen kommen insbesondere Probleme mit dem Pflanzenschutz hinzu.

Vor diesem Hintergrund laden wir ein zu einem gemeinsamen Feldtag der Justus-Liebig-Universität Gießen, des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen und des Forschungsinstituts für Biologischen Landbau (FiBL). Dabei werden am Vormittag verschiedene Aspekte des Leguminosenanbaus von Wissenschaftlern der drei Institutionen thematisiert. Am Nachmittag besteht die Möglichkeit zu einer Feldrundfahrt mit Besichtigung der Versuche zum Leguminosenanbau an der Lehr- und Forschungseinrichtung Gladbacherhof.

#### **Programm**

*(Ort: Seminarraum Obergladbach auf dem Gladbacherhof, 65606 Villmar-Aumenau)*

9.30 – 10 Uhr

Prof. Dr. Günter Leithold (JLU Gießen)

*„Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen des Leguminosenanbaus im ökologischen Landbau“*

10.00 – 10.30 Uhr

Dr. Hendrik Sommer (Universität Kassel)

*„Anbau von Klee, Luzerne und Leguminosen-Gras-Gemenge als Marktfrüchte – Nutzungsmöglichkeiten bei fehlender innerbetrieblicher Verwertung“*

10.30 – 11.00 Uhr Kaffeepause

11.00 – 11.30 Uhr

Dr. Klaus Wilbois (FiBL Deutschland)

*„Die Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus im ökologischen Landbau“*

11.30 – 12.00 Uhr

Dr. Thorsten Haase (LLH)

*„Das Körnerleguminosennetzwerk in Hessen“*

12.00 – 13.00 Uhr Mittagspause

13.00 – ca. 15.30 Uhr

Feldrundfahrt mit Versuchsbesichtigung, u.a. an den Soja-Versuchen eine Einweisung in

*„Das 1 x 1 des Sojaanbaus“*

durch Herrn Philipp Lausmann (LLH)

## 10.4 Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 2016

Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 28: 80–81 (2016)

### **Wirkung von Hydropriming in Soja auf Keimrate und Auflaufgeschwindigkeit**

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Günter Leithold<sup>1</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professur für Organischen Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frankfurt am Main

E-Mail: [beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de)

#### **Einleitung**

Die Sojaanbaufläche in Deutschland nimmt stetig zu. In 2015 wurde in Deutschland auf 17.000 ha Soja angebaut, die Anbauschwerpunkte liegen in Bayern und Baden-Württemberg (Recknagel 2015). Züchterisch wird Soja bearbeitet, um den Anbau auch in ungünstigeren Lagen (kältere Lagen mit kürzerer Vegetationszeit) zu ermöglichen (Wilbois u. a. 2014). Daneben gibt es aber auch Verfahren wie das Hydropriming, die ebenfalls ihren Beitrag zur Verkürzung der Vegetationszeit leisten können. Erste Versuche deuten auf eine Wirksamkeit bei Soja hin (Mohammadi 2009; Kujur und Lal 2015), allerdings sind die Ergebnisse oft widersprüchlich (Zurheide et al. 2012; Kering und Zhang 2015).

#### **Material und Methoden**

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Wirkung von Hydropriming auf die Keimrate und die Auflaufgeschwindigkeit von fünf verschiedenen Sojasorten (ES Mentor, Merlin, Primus, Lissabon, Opaline) in einem Gefäßversuch untersucht. Für das Hydropriming wurden die Sojabohnen für 4, 8, 12 bzw. 16 Stunden in Gefäße mit deionisiertem Wasser bei einer Raumtemperatur von  $22 \pm 2$  °C gegeben und anschließend 25 Stunden schonend bei Raumtemperatur getrocknet.

Der Keimversuch bei unterschiedlichen Temperaturen (12, 15 und 18 °C) wurde in einer randomisierten Blockanlage mit je 4 Wiederholungen durchgeführt. Die Gefäße (10 cm Ø) wurden mit einem Gemisch aus Sand (2/3) und Feldboden (1/3) gefüllt, auf 60 % der maximalen Wasserkapazität aufgegossen und jeweils drei Sojabohnen in 3 cm Tiefe abgelegt. Im Anschluss wurde das Wachstum täglich überprüft und die Gefäße gegebenenfalls auf die gewünschte Wasserkapazität mit vortemperiertem destilliertem Wasser gebracht.

Die Keimrate (Gesamtaufaufrate) wurde anhand aller auflaufenden Keime bis zum Versuchsende bestimmt. Die Auflaufgeschwindigkeit wurde anhand der Tage von der Aussaat bis zum Auflaufen in Tagen dargestellt.

#### **Ergebnisse und Diskussion**

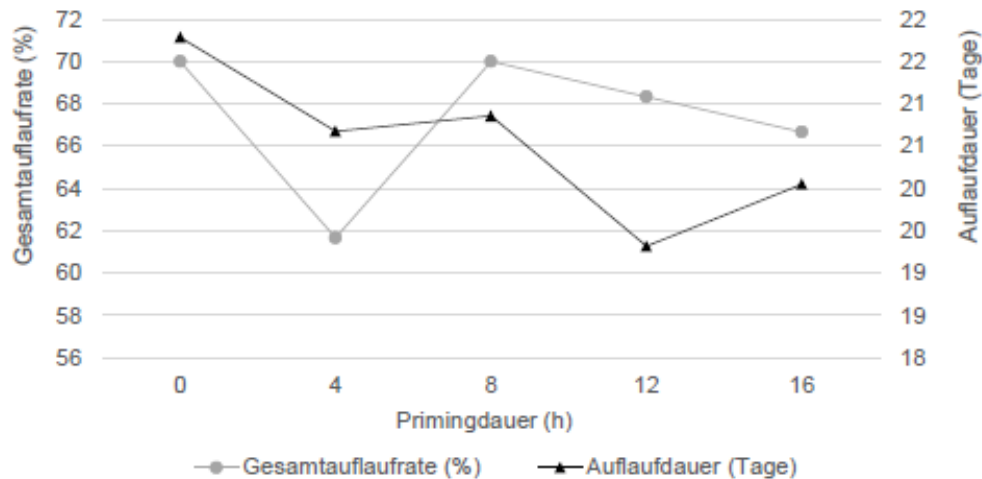
Die Gesamtaufaufrate war in der Kontrollvariante (79,45 %) am höchsten. Alle Primingvarianten zeigten eine deutlich niedrigere Aufaufrate (bestes Ergebnis 69,45 % bei 8 Stunden priming). Die Primingvariante „4 Stunden“ zeigte eine signifikante Verringerung der Gesamtaufaufrate auf 55,56 %.

Die Auflaufdauer zeigte signifikante Interaktionen zwischen Keimtemperatur und Priming. Innerhalb der 12 °C Keimtemperatur zeigte die Primingvariante „12 Stunden“ mit einem Mittelwert von 19,7 Tagen bis zum Auflaufen eine signifikante Verkürzung der Auflaufdauer gegenüber der Kontrolle mit 22,28 Tagen

Parallelsektion Ökologischer Landbau und Leguminosen



(Abbildung 1). Innerhalb der 12 °C Keimtemperatur konnte im Vergleich zur Gesamtheit keine signifikante Verschlechterung der Gesamtaufaufrate festgestellt werden.



**Abb. 1:** Gesamtaufaufrate und Auflaufdauer nach 4, 8, 12 bzw. 16 Stunden Hydropriming (inkl. 0 h als Kontrolle) im Gefäßversuch bei 12°C

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das Hydropriming unter kühlen Bedingungen (12 °C) eine verkürzende Wirkung auf die Auflaufdauer zeigt, ohne dabei die Gesamtaufaufrate deutlich zu verringern. Dieses Ergebnis muss in weiteren Versuchen verifiziert werden.

### Literatur

- Kering, Maru K., und Bo Zhang. 2015. „Effect of Priming and Seed Size on Germination and Emergence of Six Food-Type Soybean Varieties“. *International Journal of Agronomy*, 859212.
- Kujur, Anubha Benedicta, und Gabriel M. Lal. 2015. „Effect of Hydropriming and Osmopriming on Germination Behaviour and Vigor of Soybean (*Glycine Max L.*) Seeds“. *Agricultural Science Digest - A Research Journal* 35 (3): 207.
- Mohammadi, G. R. 2009. „The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max L.*)“. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science* 5 (3): 322–26.
- Recknagel, Jürgen. 2015. „Soja-Anbaupotentiale und Absatzmöglichkeiten in Deutschland“. In *Soja-Tagung 2015 im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerks, Tagungsband*, 14–20. Freising.
- Wilbois, Klaus-Peter, Ann-Kathrin Spiegel, Ludwig Asam, Christiane Balko, Heiko Becker, Estelle Berset, Andreas Butz, u. a. 2014. „Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung“. Bericht. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt.
- Zurheide, Tim, M.E. Vergara, H-W. Olf, und D. Trautz. 2012. „Untersuchung eines Vorquellverfahrens hinsichtlich des Einflusses auf Keim- und Jugendentwicklung bei Soja (*Glycine max*)“. In *Mitteilung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, 29. Berlin.

## 10.5 Kongress Hülsenfrüchte 2016

### 10.5.1 Abstract

Kongress „Hülsenfrüchte – Wegweiser für eine nachhaltigere Landwirtschaft“

#### **Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben**

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Günter Leithold<sup>2</sup> & Klaus-Peter Wilbois<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen/Professur für Organischen Landbau, E-Mail: [beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrار.uni-giessen.de)

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen/Professur für Organischen Landbau, E-Mail: [Gunter.Leithold@agrار.uni-giessen.de](mailto:Gunter.Leithold@agrار.uni-giessen.de)

<sup>3</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf/Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft, E-Mail: [klaus-peter.wilbois@hswt.de](mailto:klaus-peter.wilbois@hswt.de)

Der Sojaanbau in Deutschland gewinnt immer mehr an Bedeutung. Doch die Sojabohne muss an die hier herrschenden klimatischen Bedingungen angepasst werden. Die Wachstumsperiode ist in Deutschland im Vergleich zu anderen Sojaanbauregionen kürzer und die Bodentemperatur zum Saatzeitpunkt niedriger. Ein gleichmäßiges und schnelles Auflaufen der Sojabohnen ist ein entscheidendes Kriterium, welches die Durchsetzungskraft der Soja gegenüber Beikraut entscheidet. Zudem kann mit einer schnellen Jugendentwicklung die Zeitspanne verkürzt werden, in der Vogelfraß ein großes Problem darstellt (Durchbruch der Bodenoberfläche bis zum ersten Laubblattpaar) (Gerbaulet 2016).

Verschiedene Verfrühungstechniken wurden in vorangegangenen Untersuchungen getestet (Wilbois u. a. 2014), darunter Kompostanwendung und Dammkultur zur Erwärmung des Bodens, Abdeckung mit Folien oder Vlies und auch das Vorquellen. Die Ergebnisse sind noch nicht zufriedenstellend, so zeigte die Kompostanwendung und die Dammkultur keine Verfrühung. Die Anwendung von Folien und Vlies führte zu einer beschleunigten Jugendentwicklung. Allerdings ist dies sehr arbeits- und kostenintensiv und behindert die Beikrautregulierung. Das Vorquellen zeigte in dem genannten Projekt widersprüchliche Ergebnisse. Andere wissenschaftliche Untersuchungen belegen eine Wirksamkeit von Priming (Kujur und Lal, 2015; Sadeghi et al., 2011). Es stellt eine Möglichkeit dar, den Sojabohnen einen Wachstumsvorsprung gegenüber Beikräutern zu geben und die Jugendentwicklung zu beschleunigen. Die kritische Zeit, in der die Sojabohne vor Beikraut und Vögeln geschützt werden muss, verkürzt sich. Um die Vorteile dieses Verfahrens zu nutzen, muss es jedoch weiter getestet und bei erfolgsversprechenden Ergebnissen praxistauglich gemacht werden.

Eine weitere Option zur Stärkung der Jugendentwicklung der Sojabohne ist die Zugabe von Saatbeigaben wie nützliche Mikroorganismen und Phytohormonen. Hierbei gibt es zum Teil bereits erste Produkte auf dem Markt, die im vorliegenden Projekt auf ihre Wirksamkeit an Soja getestet werden sollen. Eine positive Wirkung von bestimmten nützlichen Mikroorganismen auf das Pflanzenwachstum ist in wissenschaftlichen Studien grundsätzlich belegt (Schmidt, Messmer, und Wilbois 2015). Nun gilt es herauszufinden, welche Produkte eine Beschleunigung der Jugendentwicklung der Sojabohnen unter hiesigen Praxisbedingungen bewirken können.

#### **Material und Methoden**

##### **Priming**

Es wurden verschiedene Primingdauern in Aquadest im Gefäßversuch bei Temperaturen von 12, 15 und 18 °C getestet. Darüber hinaus wurden Keimversuche auf Papier nach ISTA Methode bei 15 °C durchgeführt um Aquadest mit Leitungswasser zu vergleichen sowie um den Einfluss der nach dem Priming anschließenden Trocknung festzustellen.

##### **Saatbeigaben**

Zwei Produkte aus der Kategorie der nützlichen Mikroorganismen (Mykoplant 100 BT-H, RhizoVital) und ein sekundärer Pflanzenstoff aus der Sojabohne (Genistein, das auch als

Nahrungsergänzungsmittel genutzt wird) sowie verschiedene Kombinationen aus den genannten Produkten wurden in einem Gefäßversuch bei 15 °C getestet, jeweils zusammen mit der obligatorischen Impfung mit *Bradyrhizobium japonicum*, in diesem Fall das Produkt Biodoz.

### **Feldversuch**

Nach Auswertung der Gefäßversuche wurde die beste Primingzeit in Aquadest (12 h) sowie die beste Saatbeigabe (Mykoplant) gewählt und in Kombination mit drei Sojasorten angebaut. Alle Varianten (Kontrolle, Priming, Mykoplant, Priming+Mykoplant) wurden mit *Bradyrhizobium japonicum* (Biodoz) geimpft und per Hand am 06.05.2016 am Gladbacherhof (nordwestlicher Taunus, mittlere Lufttemperatur 9,5 °C, durchschnittlicher Jahresniederschlag 648 mm, Parabraunerde bis Pararendzina, Ackerzahl 63) ausgesät.

### **Bisherige Ergebnisse**

Im Gefäßversuch zum Priming zeigte sich eine signifikante Wirkung auf die Dauer bis zum Auflaufen nur bei einer niedrigen Temperatur von 12 °C. Insgesamt zeigte sich allerdings auch eine Verschlechterung der Keimfähigkeit. Im Versuch auf Papier zeigte sich, dass die Trocknung sowohl auf die Keimfähigkeit also auch auf die Keimdauer einen negativen Effekt hat. Aus den Daten aus beiden Versuchen konnte die Primingdauer von 12 h als Optimum identifiziert werden. Im Feldversuch führte das Priming zu einer Verzögerung des Auflaufens im Mittel um etwa einen Tag. Allerdings wird die Dauer zwischen Auflaufen und Ausbildung des ersten Laubblattpaares verkürzt.

Im Gefäßversuch zeigte Mykoplant eine Beschleunigung des Auflaufens von ca. zwei Tagen. Bis zum Erreichen des ersten Laubblattpaares konnte RhizoVital allerdings den oberirdischen ablaufenden Teil der Pflanzenentwicklung stärker beschleunigen und hatte somit die kürzeste Spanne zwischen Auflaufen und erstem Laubblattpaar. Im Feldversuch verzögerte sich das Auflaufen durch Mykoplant jedoch geringfügig.

Die Jugendentwicklung wurde in allen Versuchen stark von dem Faktor Sorte beeinflusst, signifikante Wechselwirkungen konnten nicht gefunden werden. Im Gefäß sowie im Feld zeigte Merlin die schnellste Jugendentwicklung, sowohl bis zum Erreichen des Auflaufens als auch bis zur Ausbildung des ersten Laubblattpaares.

### **Diskussion und Ausblick**

Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine beschleunigende Wirkung des Primings auf die Jugendentwicklung. Unter kühlen Bedingungen (12 °C) kann die Zeit zum Auflaufen entsprechend verkürzt werden. Es zeigte sich eine Tendenz, dass die Jugendentwicklung zwischen Auflaufen und erstem Laubblattpaar sowohl durch das Priming als auch durch Saatbeigaben verkürzt werden konnte. Im Jahr 2017 wird der Feldversuch wiederholt. Die Erträge aus dem Feldversuch 2016 liegen derzeit noch nicht vor, weshalb eine umfassende Analyse des Einflusses des Primings und der Saatbeigaben noch aussteht.

### **Literatur**

- Gerbaulet, P. (2016): Vogelabwehr in Sojabeständen. [www.sojafueroerring.de](http://www.sojafueroerring.de) Zugegriffen 3.10.2016.
- Kujur A. B. und Lal; G.M. (2015): Effect of Hydropriming and Osmopriming on Germination Behaviour and Vigor of Soybean (*Glycine Max L.*) Seeds. *Agricultural Science Digest - A Research Journal* 35 (3): 207–10.
- Sadeghi H., Khazaei F., Yari L. und Sheidaei S. (2011): Effect of Seed Osmopriming on Seed Germination Behavior and Vigor of Soybean (*Glycine max L.*). *ARP Journal of Agricultural and Biological Science* 6 (1): 39-43.
- Schmidt, J.; Messmer, M. und Wilbois, K.-P. (2015) Beneficial Microorganisms for Soybean (*Glycine Max (L.) Merr.*), with a Focus on Low Root-Zone Temperatures. *Plant and Soil*, Juni.
- Wilbois, K.-P.; Spiegel, A.-K.; Asam, L.; Balko, C.; Becker, H.; Berset, E.; Butz, A. u. a. (2014): Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. Bericht. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt (Gesamtkoordination).

## Verbesserung der Jugendentwicklung von Sojabohnen durch Priming und Saatbeigaben

Beatrice Tobisch<sup>1</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Straße 21C, 35394 Gießen, Deutschland  
Tel.: 0641-9937731, Fax: 0641-9937739, email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft

### Hintergrund und Zielsetzung

- Sojaanbau in kühlen Regionen wie Deutschland bedeutet für die Jugendentwicklung eine kürzere Wachstumsperiode und niedrige Temperaturen bei der Aussaat.
- Schnelles Auflaufen der Sojabohne verringert die Zeitspanne zwischen Auflaufen (BBCH 09) und Ausbildung des ersten Laubblattpaares (BBCH 11), in der eine mechanische Beikrautregulierung nur bedingt möglich ist und Vogelfraß ein großes Problem darstellt (Abb. 1).
- Andere Verfrühungstechniken (Dammkultur, Kompostanwendung, Abdeckung mit Folie oder Vlies) bringen nur zum Teil den gewünschten Effekt bzw. sind zu arbeits- und kostenintensiv (Wilbois et al., 2014).
- Wissenschaftliche Untersuchungen belegen die positive Wirksamkeit von Priming (Kujur und Lal, 2015; Sadeghi et al., 2011) sowie von bestimmten nützlichen Mikroorganismen (Schmidt, Messmer und Wilbois, 2015) auf das Wachstum von Sojapflanzen. Diese Techniken sollen getestet werden und Verfahren für die Anwendung in der Praxis gefunden werden.

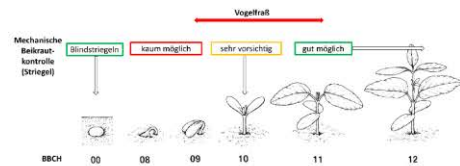


Abb. 1: Jugendentwicklung und kritische Phasen der Sojabohne; eigene Abbildung (Bildquelle: BBCH Skala; Angaben zum Striegeleinsatz nach Mücke, 2016; Angaben zum Vogelfraß nach Gerbaulet)

### Material & Methoden

#### Priming:

- Verschiedene Priminglängen (4, 8, 12 und 16 Stunden in Aquadest) wurden inkl. Kontrolle getestet.
- Gefäßversuch bei verschiedenen Temperaturen (12, 15, 18 °C) bis BBCH 09, tägliche Bonitur.
- Weitergehende Keimversuche auf Papier nach ISTA bei 15°C.



Abb. 2: Volumenzunahme und Formveränderung der Sojabohnen (Sorte ES Mentor) durch Vorquellen im Wasser im Zeitverlauf.

#### Saatbeigaben

- Gefäßversuch bei 15 °C inkl. Impfung mit *Bradyrhizobium japonicum* (BioDoz), tägliche Bonitur bis BBCH 12 sowie Erfassung weiterer Merkmale bei BBCH 12 (Höhe, Gewicht, Anzahl und Durchmesser der Knöllchen, Chlorophyll).
- Getestet wurden folgende Saatbeigaben: Mykorrhizapilze (Mykoplant), wachstumsfördernde Bakterien (RhizoVital) und ein sekundärer Pflanzenstoff aus der Sojabohne (Genisten).

#### Feldversuch:

- Standort Gladbacherhof, nordwestlicher Taunus, mittlere Lufttemperatur 9,5°C, durchschnittlicher Jahresniederschlag 648 mm, Parabraunerde bis Pararendzina, Ackerzahl 63.
- Es wurde die jeweils beste Variante (12 h Priming sowie Mykoplant), inkl. Kombination aus beiden, und eine Kontrolle aus den Vorversuchen genutzt, alle Varianten wurden geimpft.
- Aussaat am 06.05.2016.

### Ergebnisse

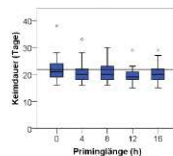


Abb. 3: Keimdauer nach verschiedenen Priminglängen im Gefäßversuch bei 12 °C

#### Feldversuch:

- Verringerung der Keimfähigkeit bei allen Varianten mit Priming, Verbesserung durch Mykoplant (Abb. 4).
- Verzögerung des Auflaufens durch alle Behandlungen, allerdings Dauer zwischen BBCH 09 und BBCH 11 verkürzt (Abb. 5).

#### Priming Gefäß:

- Keine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und Priming.
- Verringerung der Keimfähigkeit durch alle Primingvarianten.
- Das Priming zeigte im Gefäßversuch nur bei der niedrigsten Temp. (12°C) eine signifikante Wirkung auf die Keimdauer, die Priminglängen von 12 Stunden zeigte hier eine deutliche Verkürzung (Abb. 3).

#### Saatbeigaben Gefäß:

- Beschleunigung des Auflaufens (BBCH 09) durch Mykoplant, doch mit RhizoVital schnellere Entwicklung des oberirdischen Teils der Pflanze (zwischen BBCH 09 und BBCH 11).

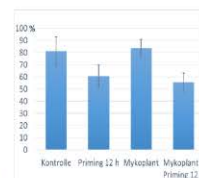


Abb. 4: Auflaufrate im Feldversuch. Mittelwerte ± Standardabweichung.

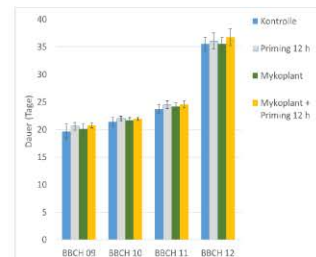


Abb. 5: Dauer bis zu den einzelnen Entwicklungsstadien im Feldversuch. Mittelwerte ± Standardabweichung.

### Diskussion und Ausblick

- Unter kühlen Bedingungen (12°C) kann die Zeit bis zum Auflaufen durch 12-stündiges Priming verkürzt werden. Allerdings verringert das Priming die Keimfähigkeit der Bohnen.
- Ertragsparameter aus dem Feldversuch wurden aufgenommen, Analyse und Auswertung folgt. Der Feldversuch wird 2017 wiederholt um die Ergebnisse zu verifizieren.
- In weitere Untersuchungen sollten unterschiedliche Primingverfahren untersucht werden, um den negativen Einfluss des Primings auf die Keimfähigkeit zu minimieren.
- Um das Priming praxistauglich zu machen, muss ein schonenderes Primingverfahren und/oder eine anschließende Trocknung entwickelt werden, da die feuchten Bohnen in der herkömmlichen Saattechnik stark beschädigt werden.

### Literatur

- Gerbaulet, P. (o. J.). Vogelabwehr in Sojabeständen. Abgerufen 3. Oktober 2016, von www.sojaforderung.de
- International Seed Testing Association (Hrsg.). (1999). Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut: Vorschriften 1999. Zürich: ISTA.
- JKI, O. (2010). Entwicklungsstadien mono- und dikotyle Pflanzen. BBCH Skala.
- Kujur, A. B., & Lal, G. M. (2015). Effect of hydropriming and osmopriming on germination behaviour and vigor of soybean (*Glycine max L.*) seeds. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*, 35(3), 207–210.
- Mücke, M. (2016). Mechanische Unkrautregulierung in Sojabohnen. Gehalten auf dem Sojabohnen-Feldtag, Klein Süstedt.
- Sadeghi, H., Khazaei, F., Yari, L., & Sheidai, S. (2011). Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max L.*). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1), 39–43.
- Schmidt, J., Messmer, M., & Wilbois, K.-P. (2015). Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max (L.) Merr.*), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*.
- Wilbois, K.-P., Spiegel, A.-K., Asam, L., Balko, C., Becker, H., Berszet, E., ... Zurheide, T. (2014). Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung (Bericht). Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt (Gesamtkoordination).

## 10.6 Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2017

### 10.6.1 Abstract

14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau  
Beitrag wird archiviert unter <http://orgprints.org>

#### **Wirkung von Hydropriming bei Soja (*Glycine max*) auf Auflaufdauer und -rate im Feldversuch**

Tobisch B<sup>1</sup>, Leithold G<sup>1</sup>, Schulz F<sup>2</sup> & Wilbois KP<sup>3</sup>

*Keywords: Soja, Glycine max, Hydropriming, Saatvorbehandlung, Jugendentwicklung.*

#### **Abstract**

*Hydropriming is one possibility to shorten the vegetation period. Pot experiments show promising results for soybean in cold conditions. In 2016 this was tested in three different soybean varieties in field conditions. First results show a slight negative impact on time to emergence and a negative effect on emergence percentage. It is assumed that the climatic conditions in 2016 (hot and dry after sowing) were unsuitable for hydropriming. More research and results will follow.*

#### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Sojaanbaufläche in Deutschland nimmt stetig zu. Soja wird züchterisch bearbeitet, um den Anbau auch in ungünstigeren Lagen (kältere Lagen mit kürzerer Vegetationszeit) zu ermöglichen (Wilbois et al. 2014). Daneben gibt es aber auch Verfahren wie das Hydropriming, die ebenfalls ihren Beitrag zur Verkürzung der Vegetationszeit leisten können.

Erste eigene Ergebnisse mit Soja in Gefäßversuchen zeigten eine Verkürzung der Auflaufdauer, ohne eine signifikant schlechtere Auflaufrate bei niedrigen Umgebungstemperaturen (12°C) durch 12-stündiges Hydropriming. Bei höheren Temperaturen dagegen verschlechterten sich Auflaufrate sowie Auflaufdauer durch die Behandlung (Tobisch et al. 2016). Andere Autoren fanden gegensätzliche Ergebnisse in Gefäß- und Feldversuchen (Zurheide et al. 2012). Daher wurde der Gefäßversuch im Feld wiederholt, es folgen erste Erkenntnisse.

#### **Methoden**

Saatgut von ES Mentor, Merlin und Primus wurde über 12 Stunden in deionisiertem Wasser bei Raumtemperatur geprimt und 25 Stunden getrocknet. Der kleinparzellige Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen am Standort Gladbacherhof angelegt. Die Aussaat erfolgte am 06.05.2016 per Hand. Der Versuch wurde mit Netzen gegen Vogelfraß geschützt.

Das Wachstum der Pflanzen in den Parzellen wurde täglich bonitiert. Die Auflaufgeschwindigkeit der Parzellen wurde anhand der Tage von der Aussaat bis zum Auflaufen (BBCH 09) in Tagen dargestellt. Die Auflaufrate wurde nach 35 Tagen ausgezählt und in Prozent angegeben.

---

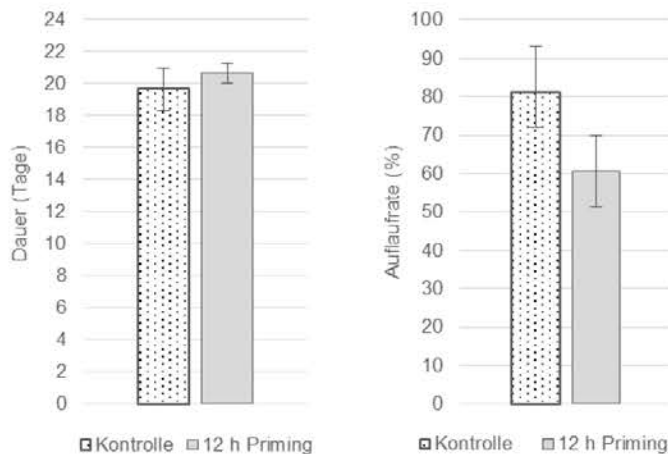
<sup>1</sup> Professur für Organischen Landbau, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, Deutschland, [beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de), [www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/pflbz2/olb](http://www.uni-giessen.de/fbz/fb09/institute/pflbz2/olb)

<sup>2</sup> Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof, 65606 Villmar, Deutschland

<sup>3</sup> FiBL Deutschland e.V., Kasseler Str. 1a, 60486 Frankfurt am Main, Deutschland

## Ergebnisse und Diskussion

Die Dauer bis zum Auflaufen wurde im Versuch durch das Priming nicht verkürzt. Die Auflauftrate der Sojabohnen verringerte sich durch das Priming von 81,17 % in der Kontrolle auf 60,67 % in der geprimten Variante.



**Abbildung 1 Auflaufdauer (Tage) und Auflauftrate (%) im Feldversuch am Gladbacherhof. Mittelwert über verschiedene Sorten. Balken geben die Standardabweichung an.**

Durch die Witterungsbedingungen in 2016 konnten die Sojabohnen erst spät ausgesät werden, die Temperatur zur Aussaat war entsprechend relativ hoch. Nach der Aussaat erfolgte eine längere Trockenperiode. Diese Bedingungen waren für das Priming scheinbar unvorteilhaft. In Tobisch et al. (2016) wurde eine positive Wirkung in kühlen Temperaturen erzielt, bei höheren Temperaturen waren die Ergebnisse vergleichbar mit den vorliegenden. Weitere statistische Auswertungen folgen sowie eine Differenzierung der Sorten. Im Jahresverlauf 2016 werden Pflanzenwachstum sowie weitere Parameter erfasst und ausgewertet.

## Literatur

- Tobisch B, Leithold G & Wilbois KP (2016). Wirkung von Hydropriming in Soja auf Keimrate und Aufaufgeschwindigkeit. In Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Gießen (im Druck).
- Wilbois KP, Spiegel AK, Asam L, Balko C, Becker H, Berset E, Butz A, Haase T, Habekuß A, Hahn V, Heß J, Horneburg B, Hüsing B, Kohlbrecher M, Littmann C, Messmer M, Miersch M, Mindermann A, Nußbaumer H, Ordon F, Recknagel J, Schulz H, Spory K, Trautz D, Unsleber J, Vergara M, Vogel R, Vogt-Kaute W, Wedemeier-Kremer B, Zimmer S, Zurheide T A (2014) Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. Bericht. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt.
- Zurheide T, Vergara ME, Olf HW & Trautz D (2012) Untersuchung eines Vorquellverfahrens hinsichtlich des Einflusses auf Keim- und Jugendentwicklung bei Soja (*Glycine max*). In: Pekrun C, Wachendorf M, Müller T, Utermann J, Düker A (Hrsg.) Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 24. Berlin, Liddy Halm: 343–344.

## Wirkung von Hydropriming bei Soja (*Glycine max*) auf Auflaufdauer und -rate im Feldversuch

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Andreas Gättinger<sup>2</sup> und Klaus-Peter Wilbois<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Organischen Landbau, Karl-Glockner-Str. 21C, 35394 Gießen, Deutschland. Tel.: 0641-9937731, Fax: 0641-9937739, email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), 5070 Frick, Schweiz

<sup>3</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft

### Hintergrund und Zielsetzung

- Die Sojaanbaufläche in Deutschland nimmt stetig zu. Für die Sojabohne bedeutet dies eine kühleren Umgebung mit verkürzter Vegetationszeit im Vergleich zu anderen Anbaugebieten.
- Züchter arbeiten an der Anpassung, daneben werden aber auch Verfahren zur Beschleunigung des Auflaufens getestet (z.B. Dammkultur, Kompostanwendung, Abdeckung mit Folie oder Vlies), diese bringen bisher nur zum Teil den gewünschten Effekt bzw. sind zu arbeits- und kostenintensiv (Wilbois et al., 2014).
- Ein schnelles Auflaufen der Sojabohne verringert die

Zeitspanne zwischen Auflaufen (BBCH 09) und Ausbildung des ersten Laubblattpaares (BBCH 11), in der eine mechanische Bekrautregulierung nur bedingt möglich ist und Vogelfraß ein großes Problem darstellt (Abb. 1).

- Hydropriming ist eine Möglichkeit die Vegetationszeit zu verkürzen, welche auch on-farm genutzt werden kann (u.a. Harris et al. 1999).
- Wissenschaftliche Untersuchungen belegen die positive Wirksamkeit von Priming auf das Wachstum von Sojapflanzen (Kujur und Lal, 2015; Sadeghi et al., 2011).

- Unter kühlen Bedingungen (12 °C) konnte die beste Wirksamkeit nach einer Primingdauer von 12 Stunden in Wasser erzielt werden (Tobisch et al., 2016). Nun sollen diese Ergebnisse im Feld überprüft werden.

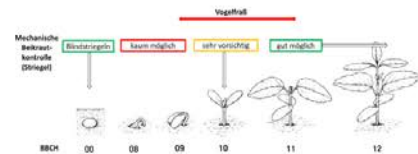


Abb. 1: Jugendentwicklung und kritische Phasen der Sojabohne; eigene Abbildung (Bildquelle: BBCH Skala (JKI, 2010; Angaben zum Striegeleinsatz nach Mücke, 2016; Angaben zum Vogelfraß nach Gerbaulet)

### Material & Methoden

#### Priming:

- Die Bohnen wurden für 12 Stunden bei Raumtemperatur in deionisiertem Wasser geprimt und anschließend 25 Stunden getrocknet.



Abb. 2: Volumenzunahme und Formveränderung nach 12 Stunden Priming (hier im Beispiel mit der Sorte Lissabon).

#### Feldversuch:

- Standort Gladbacherhof, nordwestlicher Taunus, mittlere Lufttemperatur 9,5°C, durchschnittlicher Jahresniederschlag 648 mm, Parabraunerde bis Pararendzina, Ackerzahl 63.
- Getestet wurden drei Sorten (ES Mentor, Merlin und Primus). Die geprimten Bohnen wurden mit HiStick Soy geimpft und unverzüglich ausgebracht.
- Versuchsdesign: kleinzellige, randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen.
- Aussaat am 06.05.2016 per Hand, der Versuch wurde mit Netzen gegen Vogelfraß geschützt.
- Tägliche Bonitur des Pflanzenbestandes bis zum Erreichen des BBCH 12 Stadiums, nach 35 Tagen wurde die Auflaufrate ausgezählt.
- Der Ertrag würde anhand von Quadratmeterschnitten ermittelt.

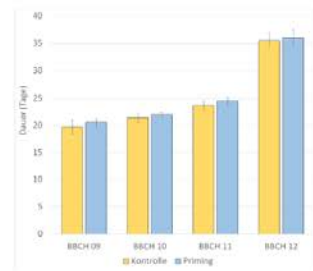


Abb. 3: Dauer bis zum Erreichen der einzelnen Entwicklungsstadien. Mittelwerte ± Standardabweichung.

### Ergebnisse

- Die Dauer bis zum Erreichen der verschiedenen Entwicklungsstadien war bei der Kontrolle jeweils geringer als bei der geprimten Variante (siehe Abb. 3). Allerdings betrug die Differenz jeweils weniger als einen Tag.
- Die Keimfähigkeit der geprimten Bohnen (60,67 %) war signifikant geringer als die der Kontrolle (81,17 %) (Abb. 4).
- Die geprimte Variante brachte einen Ertrag von 43,56 dt/ha bei 86% TS, und damit einen geringeren als bei der Kontrolle (47,03 dt/ha) (Abb. 5).

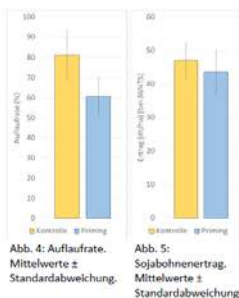


Abb. 4: Auflaufrate. Mittelwerte ± Standardabweichung. Abb. 5: Sojabohnenertrag. Mittelwerte ± Standardabweichung.

### Diskussion und Ausblick

#### Diskussion

- Die Auflaufdauer konnte im vorliegenden Versuch durch Hydropriming nicht positiv beeinflusst werden. Das Priming zeigte eine Verringerung der Keimfähigkeit der Bohnen, dies wurde auch von anderen Autoren in Labor- sowie in Feldversuchen beobachtet (Ghassemi-Golezani et al., 2011; Kering und Zhang, 2015).
- Das Priming zeigte zuvor eine Verkürzung der Auflaufdauer vor allem bei kühlen (12 °C) Bedingungen. Bei Feldaussaat war es warm und trocken. Auch in anderen Arbeiten wurden die Umweltbedingungen als starker Einflussfaktor auf die Auswirkungen des Primings ermittelt (Kering und Zhang, 2015).
- Ausblick
  - Der Feldversuch wird wiederholt um die Ergebnisse abzusichern.
  - Weiterer Forschungsbedarf besteht bezüglich der verschiedenen Primingverfahren und der Wirkung auf die Keimfähigkeit der Bohnen, um somit den negativen Einfluss des Primings auf die Keimfähigkeit zu minimieren.
  - Um das Priming praxistauglich zu machen, muss ein schonenderes Primingverfahren und/oder eine anschließende Trocknung entwickelt werden, da die feuchten Bohnen in der herkömmlichen Saattechnik stark beschädigt werden.

### Literatur

- Gerbaulet P (o. J.). Vogelabwehr in Sojabeständen. Abgerufen 3. Oktober 2016, von [www.sojafoerderr.de](http://www.sojafoerderr.de)
- Ghassemi-Golezani K, Farshad-Jafari S, Shafagh-Kolvanagh J (2011) Seed Priming and Field Performance of Soybean (*Glycine max* L.) In Response to Water Limitation. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39:186–189.
- Harris D, Joshi A, Khan PA, et al (1999) ON-FARM SEED PRIMING IN SEMI-ARID AGRICULTURE: DEVELOPMENT AND EVALUATION IN MAIZE, RICE AND CHICKPEA IN INDIA USING PARTICIPATORY METHODS. *Experimental Agriculture* 35:15–29.
- JKI, O (2010). Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. BBCH Skala.
- Kering MK, Zhang B (2015) Effect of Priming and Seed Size on Germination and Emergence of Six Food-Type Soybean Varieties. *Int J Agron* 859212. doi: 10.1155/2015/859212.
- Kujur AB, Lal GM (2015) Effect of hydropriming and osmopriming on germination behaviour and vigor of soybean (*Glycine max* L.) seeds. *Agricultural Science Digest - A Research Journal* 35:207–210. doi: 10.5958/0976-0547.2015.00047.6.
- Mücke M (2016) Mechanische Unkrautregulierung in Sojabohnen. gehalten auf dem Sojabohnen-Feldtag, Klein Südstadt.
- Sadeghi H, Khazaei F, Yari L, Sheidaei S (2011) Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 6:39–43.
- Tobisch B, Leithold G, Wilbois K-P (2016) Wirkung von Hydropriming in Soja auf Keimrate und Auflaufgeschwindigkeit. In: Kage H, Sieling K, Francke-Weilmann L (eds) *Mitteilung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*. Ländy Halm, Gießen.
- Wilbois K-P, Spiegel A-K, Asam L, et al (2014) Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. *Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)*, D-Frankfurt (Gesamtkoordination).

## 10.7 Exkursionsbericht Sojalehrfahrt 2017 (Auszug)

### Soja-Exkursion nach Mittelnordwestdeutschland (Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hessen) im Rahmen des Soja-Netzwerks vom 29.-30. August 2017

Wie in den vergangenen Jahren fand 2017 wieder im Rahmen des Projektes „Soja-Netzwerk“ eine organisierte Lehrfahrt statt. Am 29. August startete die Exkursion vom

...



Eiern, Äpfel von Streuobstwiesen sowie Kaffee und Getränken versorgt. Nach dem Mittagessen in Neuenstein-Aua war das letzte Ziel der Reise der Gladbacherhof in Villmar. Dort wurden die Teilnehmer bereits von Dr. Franz Schulz, Leiter der Versuchstation Gladbacherhof der Justus-Liebig-Universität Gießen erwartet. Mit dem Reisebus ging es aufs Feld

**Abb.7: Dr.Schulz demonstriert die Aussaat von Priming-Saatgut zum Soja-Landessortenversuch** sowie zu einem Versuch mit Priming und Saatgutbeigaben. Es soll gezeigt werden, dass durch bestimmte Mikroorganismen das Wachstum beschleunigt oder durch Priming (Vorquellen des Saatguts in Wasser) eine beschleunigte Keimung erfolgt. Allerdings zeigte das Priming keine Vorteile, sondern bei einer Sorte sogar einen verzögerten Feldaufgang. Der Einsatz der Mikroorganismen zeigte keinen sichtbaren Vorteil, jedoch muss noch die Ernte abgewartet werden, um eine Aussage treffen zu können.

Wie die Jahre zuvor bot die Lehrfahrt den Teilnehmern die Möglichkeit, sich im Thema Technik, Anbau, Unkrautregulierung, Verarbeitung und Vermarktung zu informieren und weiterzubilden.

Nach interessanten Vorträgen und Demonstrationen ging es schlussendlich zum Bahnhof Limburg Süd, wo die gelungene Veranstaltung endete.



Abb.8: Priming- Sojabohnen (mitte)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projekt und Veranstaltung werden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißstrategie.

Weitere Informationen unter: [www.sojaforderring.de](http://www.sojaforderring.de)

Bericht: Sylvia Tschigg  
Fotos: Jürgen Recknagel



## 10.8 Soja-Tagung 2017

### 10.8.1 Abstract

58

#### **Hydropriming in Soja: Auswirkungen auf Wasseraufnahme, Größenzunahme, Keimfähigkeit und Keimdauer**

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Prof. Dr. Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup> und Prof. Dr. Andreas Gättinger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Justus-Liebig Universität Gießen, Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Gießen; <sup>2</sup>Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft, Freising. E-Mail: [beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de)

##### **Einleitung**

Verschiedene Verfrühungstechniken für den Sojaanbau in Deutschland wurden bereits getestet (Wilbois et al. 2014). Beim „Hydropriming“ wird das Saatgut vorgequollen, dies findet bereits bei anderen Kulturen als „on-farm“ Technik Anwendung (Harris et al. 1999). Bisher wurde es meist bei Trockenstress (Ghassemi-Golezani et al. 2011) oder Salzstress (Ibrahim 2016) untersucht. Bei Sojabohnen liegen nur wenige Arbeiten vor (Mohammadi 2009; Kujur and Lal 2015).

##### **Material und Methoden**

Für alle Versuche wurde Saatgut der Sorten ES Mentor, Lissabon, Merlin, Opaline und Primus, aus jeweils derselben Saatgutpartie genutzt. Für das Hydropriming wurde destilliertes Wasser genutzt und die untersuchten Primingdauern betragen jeweils 4, 8, 12 und 16 Stunden. Zu Beginn wurden einzelne Bohnen bezüglich der Wasseraufnahme und Größenzunahme untersucht. Dazu wurden jeweils fünf Bohnen pro Primingdauer und Sorte vor und nach dem Priming sowie nach der Trocknung (24 Stunden bei Raumtemperatur von ca. 21 °C) gewogen und vermessen. Anschließend wurde die Trockenmasse bestimmt (nach 48 Stunden bei 105 °C).

In einem Gefäßversuch bei unterschiedlichen Temperaturen (12, 15, 18°C) wurde die Keimfähigkeit und die Keimdauer der Bohnen untersucht. Nach dem jeweiligen Priming wurde das Saatgut 25 Stunden ausgebreitet gelagert, beides erfolgte bei Raumtemperatur. Für jede Sorte/Primingdauer-Kombination wurden je Temperaturstufe vier Gefäße mit Sand- Feldboden-gemisch gefüllt und drei Bohnen in einer Tiefe von drei cm abgelegt. Das Wachstum der Sojapflanzen wurde täglich bis zum Auflaufen bonitiert.

##### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Trockensubstanz der Bohnen betrug nach 12-stündigem Priming  $40 \pm 3,2$  %. Die Sojabohnen nahmen im Mittel um das 1,89- bzw. das 2,25-fache ihres Eigengewichtes nach 4 bzw. 16 Stunden Priming zu. Nach 16 Stunden zeigten die 000-Sorten eine signifikant höhere Gewichtszunahme als die 00-Sorten.

Das Priming hatte je nach Sorte einen unterschiedlichen Einfluss auf die Keimfähigkeit (siehe Tabelle 1). Der Einfluss des Primings auf die Keimdauer zeigte eine signifikante Wechselwirkung mit der Keimtemperatur. Bei 12 °C zeigten alle Primingbehandlungen eine Verkürzung der mittleren Keimdauer, während bei 15 °C nur die 12 h Variante einen verkürzenden Einfluss hatte und bei 18 °C verlängerte sich die Keimdauer sogar. Generell zeigten alle Sorten eine kürzere Keimdauer nach 12 Stunden Priming im Vergleich zur Kontrolle (siehe Tabelle 1).

Im Gefäßversuch bei niedrigen Temperaturen schnitt Merlin am besten ab, die beste Keimfähigkeit und schnellste Keimung wurde nach 12-stündigem Priming beobachtet. Merlin zeigte die geringste Wasseraufnahme und Größenzunahme, ein Hinweis darauf, dass eine längere Wasseraufnahme schonender ist.

Für die Praxis können folgende Schlüsse gezogen werden:

- In kühlen Lagen ist Merlin eine stabile Sorte
- Priming macht nur bei kühler Witterung oder entsprechender klimatischen Lage Sinn (keine Temperaturen nach der Saat über 15 °C)
- Die beste Primingdauer beträgt 12 Stunden

Tabelle 2 Ergebnisse (Gewicht, Länge, Keimfähigkeit und Keimdauer) für 12 stündiges Priming (und 12°C Keimtemperatur), sortiert nach Sorte

Sorte	Reife- gruppe	Messung	Gewicht pro Bohne (g)	Länge (mm)	Keimfähigkeit (%) bei 12°C	Keimdauer (Tage) bei 12°C
ES Men- tor	000	Start / Kontrolle	0,180 ± 0,042	7,10 ± 0,62	67 ± 49	22,00 ± 3,70
		nach 12 h Priming	0,405 ± 0,094	12,73 ± 1,04	50 ± 52	19,50 ± 1,38
Lissabon	00	Start / Kontrolle	0,187 ± 0,024	7,60 ± 0,37	58 ± 51	22,29 ± 3,83
		nach 12 h Priming	0,412 ± 0,051	13,13 ± 0,75	75 ± 45	19,00 ± 1,32
Merlin	00	Start / Kontrolle	0,186 ± 0,028	7,80 ± 0,85	92 ± 29	18,09 ± 1,04
		nach 12 h Priming	0,396 ± 0,055	12,37 ± 0,60	100 ± 0	16,75 ± 1,06
Opaline	00/000	Start / Kontrolle	0,184 ± 0,032	7,68 ± 0,50	42 ± 51	24,20 ± 3,63
		nach 12 h Priming	0,405 ± 0,066	13,25 ± 0,93	42 ± 51	21,60 ± 1,67
Primus	000	Start / Kontrolle	0,277 ± 0,055	8,83 ± 0,87	83 ± 39	22,50 ± 2,22
		nach 12 h Priming	0,614 ± 0,113	15,51 ± 1,48	75 ± 45	21,67 ± 3,24

#### Literatur

- Ghassemi-Golezani K, Farshbaf-Jafari S, Shafagh-Kolvanagh J (2011) Seed Priming and Field Performance of Soybean (*Glycine max* L.) in Response to Water Limitation. *Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca* 39:186–189.
- Harris D, Joshi A, Khan PA, et al (1999) ON-FARM SEED PRIMING IN SEMI-ARID AGRICULTURE: DEVELOPMENT AND EVALUATION IN MAIZE, RICE AND CHICKPEA IN INDIA USING PARTICIPATORY METHODS. *Exp Agric* 35:15–29. doi: null
- Ibrahim EA (2016) Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *J Plant Physiol* 192:38–46. doi: 10.1016/j.jplph.2015.12.011
- Kujur AB, Lal GM (2015) Effect of hydropriming and osmopriming on germination behaviour and vigor of soybean (*Glycine max* L.) seeds. *Agric Sci Dig - Res J* 35:207–210. doi: 10.5958/0976-0547.2015.00047.6
- Mohammadi GR (2009) The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). *Am-Eurasian J Agric Environ Sci* 5:322–326.
- Wilbois K-P, Spiegel A-K, Asam L, et al (2014) Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt (Gesamtkoordination)

## Hydropriming in Soja: Auswirkungen auf Wasseraufnahme, Größenzunahme, Keimfähigkeit und Keimdauer

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Prof. Dr. Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup> und Prof. Dr. Andreas Gättinger<sup>2</sup>

<sup>1,3</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Karl-Glöckner-Straße 21C, 35394 Gießen, Deutschland. Tel.: 0641-9937731, Fax: 0641-9937739, email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft, Freising.

### Hintergrund

- Die Sojaanbaufläche in Deutschland nimmt stetig zu. Für die Sojabohne bedeutet dies eine kühlere Umgebung mit verkürzter Vegetationszeit im Vergleich zu anderen Anbaugebieten.
- Verschiedene Verfrühungstechniken (z.B. Dammkultur, Kompostanwendung, Abdeckung mit Folie oder Vlies) wurden bereits getestet (Wilbois et al., 2014). Die Ergebnisse sind aus unterschiedlichen Gründen nicht voll zufriedenstellend.
- Hydropriming ist eine weitere Möglichkeit die Vegetationszeit zu verkürzen, welche auch on-farm genutzt werden kann (u.a. Harris et al. 1999).
- Bisher wurde Priming meist bei Trockenstress (Ghassemi-Golezani et al. 2011) oder Salzstress (Ibrahim 2016) untersucht. Bei Sojabohnen liegen nur wenige Arbeiten vor (Mohammadi 2009; Kujur and Lal 2015).

### Material & Methoden

- Sojasorten: ES Mentor, Lissabon, Merlin, Opaline, Primus.
- Priming: 4, 8, 12 und 16 Stunden in deionisiertem Wasser dann 25 Stunden trocknen (jeweils bei Raumtemperatur)



Abb. 1: Vor und nach dem Priming (12 h, Sorte Lissabon)



Abb. 2: Priming einzelner Bohnen



Abb. 3: Messen der Bohnen

Untersuchung der Wasseraufnahme- und Größenzunahme:

- Wiegen und Messen (Schiebelehre) einzelner Bohnen (je 5 Wdh) vor dem Priming, direkt danach und nach 25 Stunden
- Bestimmung der Trockenmasse nach Priming

Gefäßversuch zur Untersuchung der Keimfähigkeit und Keimdauer:

- Verschiedene Kammertemperaturen (12, 15, 18 °C)
- Medium: Sand/Feldboden Gemisch
- Je Kombination 4 Gefäße mit je 3 Bohnen (Ablagetiefe 3 cm)
- Tägliche Bonitur bis zum Auflaufen



Abb. 4: Ablage der Bohnen im Gefäßversuch

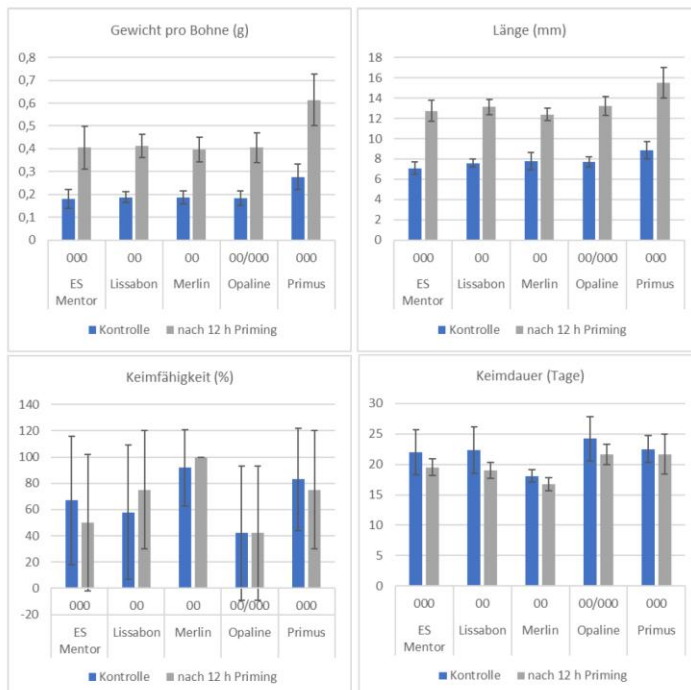


Abb. 5: Gewicht, Länge, Keimfähigkeit und Keimdauer der Sojabohnen nach 12 h Priming im Vergleich zur Kontrolle. Die abgebildeten Ergebnisse zur Keimfähigkeit und Keimdauer beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 12 °C.

### Ergebnisse & Diskussion

- Die Trockensubstanz der Bohnen nach 12 h Priming betrug im Mittel über alle Sorten und Primingdauern 40 ± 3,2 %.
- Die Wasser- (bzw. Gewichts-)zunahme betrug im Mittel über alle Sorten und Primingdauern das 1,89- bzw. 2,25-fache des Eigengewichtes nach 4 bzw. 16 Stunden Priming. Wobei die 000-Sorten eine sign. höhere Zunahme zeigten als die 00-Sorten.
- Der Einfluss des Primings auf die Keimfähigkeit (Verbesserung oder Verschlechterung) variierte zwischen den Sorten.
- Die Keimdauer zeigte eine sign. Wechselwirkung mit der Umgebungstemperatur, bei 12 °C zeigte sich eine Verkürzung der Keimdauer nach Priming, bei 18 °C eine Verlängerung. Generell wurde eine kürzere Keimdauer nach 12 Stunden Priming festgestellt.
- Bei einer Umgebungstemperatur von 12°C war die Keimdauer verkürzt und die Keimfähigkeit z.T. sogar verbessert (siehe Abb. 5).
- Merlin zeigte die höchste Keimfähigkeit und kürzeste Keimdauer, sowie geringste Wasseraufnahme und Größenzunahme, ein Hinweis das eine längere Wasseraufnahme schonender ist.

### Schlussfolgerungen

Für die Praxis können folgende Schlüsse gezogen werden:

- In kühlen Lagen ist Merlin eine stabile Sorte.
- Priming macht nur bei kühler Witterung oder entsprechender klimatischen Lage Sinn (keine Temperaturen nach der Saat über 15 °C).
- Die beste Primingdauer beträgt 12 Stunden.

### Literatur

- Ghassemi-Golezani K, Farshbaf-Jafari S, Shafagh-Kolvanagh J (2011) Seed Priming and Field Performance of Soybean (Glycine max L.) in Response to Water Limitation. Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca 39:186–189.
- Harris D, Joshi A, Khan PA, et al (1999) ON-FARM SEED PRIMING IN SEMI-ARID AGRICULTURE: DEVELOPMENT AND EVALUATION IN MAIZE, RICE AND CHICKPEA IN INDIA USING PARTICIPATORY METHODS. Exp Agric 35:15–29. doi: null
- Ibrahim EA (2016) Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. J Plant Physiol 192:38–46. doi: 10.1016/j.jplph.2015.12.011
- Kujur AB, Lal GM (2015) Effect of hydropriming and osmopriming on germination behaviour and vigor of soybean (Glycine max L.) seeds. Agric Sci Dig - Res J 35:207–210. doi: 10.5958/0976-0547.2015.00047.6
- Mohammadi GR (2009) The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (Glycine max L.). Am-Eurasian J Agric Environ Sci 5:322–326.
- Wilbois K-P, Spiegel A-K, Asam L, et al (2014) Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt (Gesamtkoordination)

# 10.9 GGL-Tagung 2018



## Growing soybean faster: Hydropriming as a useful technique for improved juvenile plant growth in cold growing conditions

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Prof. Dr. Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup> und Prof. Dr. Andreas Gättinger<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Chair for Organic Farming, Email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Plant production systems in ecological agriculture, Freising.



### Introduction

Soybean production in Europe is rising due to protein self-sufficiency aims, even if the temperature is below the optimum for soybean production. Especially in the early plant development stages, weeds and bird damage are big problems for farmers (see figure 1).

Hydropriming (soaking seeds in water before sowing) is an opportunity to shorten the vegetation period. It is already used in other crops and easy applicable by farmers (Harris et al. 1999).

**Does hydropriming also shorten the juvenile growth of soybean under cold conditions?**

**How long should seeds soak in water for best results?**

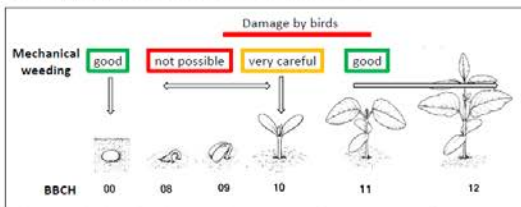


Figure 1: Early plant development of soybean and critical stages. Stages from BBCH scale, and information taken from agricultural advisors

### Material and methods

**Priming:** seeds were soaked for 4, 8, 12 and 16 hours in distilled water followed by drying for appr. 24 hours (both at room temperature of app. 21°C).

**Germination test:** was done with four replicates with each 50 seeds on paper as described by ISTA regulations. Germination temperature was 15°C, the germinated seeds were counted daily.

**Pot experiment:** was done with three seeds per pot and four replicates in sand/soil mixture. Germination temperature was 9, 12, 15 and 18°C respectively. The germinated seeds were counted daily.

**Plant material:** five soybean varieties typically for German soybean production with different seed sizes and from maturity group 00 (early) and 000 (very early).



Figure 2: a) Soybean seeds (variety Lissabon) before and b) after 12 hours of hydropriming. c) Germination test on paper and in d) climatic chamber. e) pot experiment set up and f) germinated seed

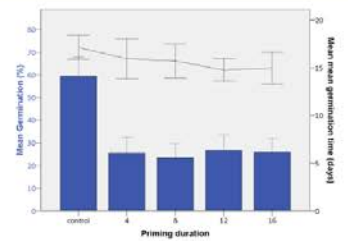


Figure 3: Total germination (%) and germination time found in the germination test on paper (variety Opaline). Mean and SD displayed.

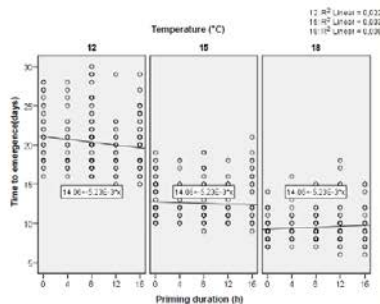


Figure 4: Response of emergence time to different priming durations depending on the temperature in pot experiment. Dots display single measurements including five soybean varieties.

### Key findings

- Germinability declines when seeds were primed while **time to germination is reduced** (see fig. 3).
- Within the priming treatment, **12 h priming is the best treatment**.
- The effect of priming on time to emergence depends on the ambient growing temperature (see fig. 4). **In cold growing condition (12°C) priming leads to a reduced time to emergence.**
- When focusing on 12°C growing temperature and 12 h of priming a **variety effect** can be shown (see fig. 5). In the 000 (very early) varieties the priming treatment led to a slight increase in germinability, while the 00 (early) varieties showed a decrease.

### Conclusions

- Hydropriming shortens the time to emergence, it is expected that this will also shorten the time till the end of juvenile growth, but this has to be studied further.
- Especially under cold growing conditions a hydropriming treatment is useful.
- The best priming duration is 12 hours, so seeds should soak water for 12 hours.
- Variety effects need to be considered.
- Further research should focus on hydropriming techniques which are less harmful towards germinability.

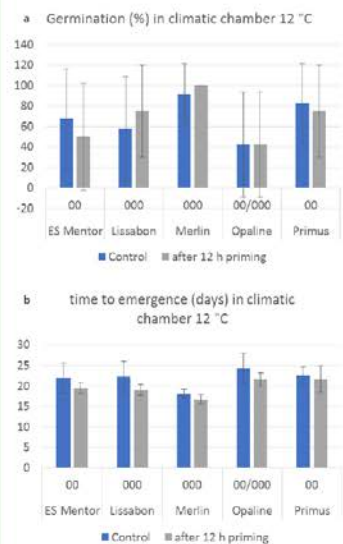


Figure 5: Response of a) total final germination (%) and b) emergence time within the pot experiment grown at 12°C comparing priming for 12 hours vs control. Mean and SD displayed.

### Literature

- Harris D, Joshi A, Khan PA, et al (1999) ON-FARM SEED PRIMING IN SEMI-ARID AGRICULTURE: DEVELOPMENT AND EVALUATION IN MAIZE, RICE AND CHICKPEA IN INDIA USING PARTICIPATORY METHODS. Exp Agric 35:15–29.



Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der Erweiterten Strategie

15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau  
Beitrag wird archiviert unter <http://orgprints.org>

## Wie die Soja schneller groß bekommen? Untersuchung von Saatbeigaben und Hydropriming zur Förderung des Jugendwachstums

Tobisch, B.<sup>1</sup>, Schmidt, J.<sup>2</sup>, Gattinger, A.<sup>1</sup> & Wilbois, K.-P.<sup>3</sup>

*Keywords: Soja, Vorquellen, Knöllchenentwicklung, Mykorrhiza, Keimung*

*Abstract: Early plant development in soybean is crucial for overcoming weed pressure. In a pot experiment, different seed additive products were tested to five different soybean varieties. In another pot experiment, the best hydropriming duration depending on temperature was tested. Seed additives did not show a clear effect on germination but had significant impacts on nodule development. The speed of germination was slightly improved by the addition of a mycorrhiza product. Hydropriming for 12 hours was effective under cold conditions (12°C). In a field experiment with soybeans, the mycorrhiza product and the 12 hours hydropriming were tested and exhibited variety specific reactions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Ein gleichmäßiges und schnelles Auflaufen der Sojabohnen ist ein entscheidendes Kriterium, welches unter anderem über die Durchsetzungskraft der Soja gegenüber Beikraut entscheidet. Im Rahmen des Projektes von Wilbois et al. (2014) wurde neben anderen Methoden zur Verkürzung der Vegetationszeit auch das Hydropriming (Vorquellen in Wasser) im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit (Zurheide et al. 2012) getestet. In der vorliegenden Arbeit wurde das Hydropriming genauer untersucht sowie eine Übertragung ins Feld getestet.

Eine weitere Möglichkeit, die Jugendentwicklung der Sojabohne zu stärken und so die Vegetationszeit zu verkürzen, ist die Beigabe von nützlichen Mikroorganismen wie Mykorrhizapilzen und wachstumsfördernden Bakterien sowie sojaeigene Isoflavonoide (Schmidt et al. 2015). Aus diesen Kategorien sind bereits Produkte am Markt erhältlich, aber nicht speziell für Sojabohnen getestet. Eine Produktauswahl sollte unter Gefäß- und Feldbedingungen mit Sojabohnen getestet werden.

### Methoden

In einem Gefäßversuch (Medium Sand/Feldboden – lehmiger Schluff, konstante Temp: 15°C) wurden drei Produkte sowie deren Kombination getestet. Mykoplant 100 BT-H (Mykorrhizapilze) und RhizoVital (wachstumsfördernde Bakterien) sind beide in der Betriebsmittelliste Ökolandbau gelistet. Zudem wurde ein sekundärer

---

<sup>1</sup> Professur für Ökologischen Landbau, JLU Gießen, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, Deutschland, [beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de](mailto:beatrice.tobisch@agrar.uni-giessen.de)

<sup>2</sup> Department of Plant Sciences, University of California Davis, USA

<sup>3</sup> Pflanzenproduktionssysteme in der ökologischen Landwirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Deutschland

Pflanzenstoff aus der Sojabohne (Genistein, wird als Nahrungsergänzungsmittel genutzt) getestet, jeweils zusammen mit der obligatorischen Bradyrhizobienimpfung, in diesem Falle mit Biodoz. Getestet wurden die Sojasorten ES Mentor, Lissabon, Merlin, Opaline und Primus. Es erfolgte eine tägliche Bonitur bis BBCH 12 (Laubblattentwicklung am zweiten Nodium) sowie eine Erfassung weiterer Merkmale: Pflanzenhöhe, Frisch- und Trockengewicht der Spross- und Wurzelmasse, Anzahl und Durchmesser der Knöllchen sowie der Chlorophyllgehalt.

In einem weiteren Gefäßversuch (gleiches Medium, Temperatur 12, 15 und 18°C) wurde die Hydroprimingdauer (4, 8, 12 oder 16 Stunden) getestet. Zum Einsatz kamen die gleichen Sorten wie zuvor beschrieben. Erhoben wurden die prozentuale Keimung und die Tage bis zur Keimung (BBCH 09).

Der Feldversuch wurde 2016 und 2017 auf dem Gladbacherhof (nordwestlicher Taunus, mittlere Lufttemperatur 9,5 °C, durchschnittlicher Jahresniederschlag 648 mm, lehmiger Schluff) per Hand in einem randomisiertem Blockdesign angelegt (Parzellengröße 1,5 x 3 m, 4 Wdh). Getestet wurden die Sojasorten ES Mentor, Merlin und Primus nach 12-stündigem Hydropriming in Kombination mit dem Mykoplant 100 BT-H (jeweils mit Impfmittel Biodoz). Es erfolgte eine tägliche Bonitur des Pflanzenwachstums bis zum Erreichen des BBCH 12 Stadiums, eine Auszählung der Anzahl aufgelaufener Pflanzen, sowie eine Knöllchenbonitur zur Blüte, zudem wurden die Ertragsparameter erfasst. Die Datenauswertung erfolgte mit SPSS 25 mittels ANOVA und Tukey HSD test.

### Ergebnisse und Diskussion

Die verschiedenen Saatbeigaben zeigten im Gefäßversuch keine Verbesserung der Auflauftrate, die Varianten mit Mykoplant zeigten ein tendenziell schnelleres Erreichen des BBCH 12 Stadiums.

**Tabelle 1 Einfluss der Saatbeigaben auf die Knöllchenbildung**

	Anzahl Knöllchen (Hauptwurzel)			Anzahl Knöllchen (Nebenwurzel)			Anzahl Knöllchen gesamt		Durchmesser Knöllchen		
	Mean		SD	Mean		SD	Mean	SD	Mean		SD
Kontrolle	8,75	ab	2,96	3,33	a	2,84	12,08	3,26	1,86	ab	,39
Genistein	5,50	a	2,32	7,50	ab	8,11	13,00	8,55	1,74	ab	,43
Mykoplant	7,77	ab	1,79	3,85	a	3,00	11,62	3,69	2,02	b	,42
RhizoVital	9,31	b	3,35	2,85	a	4,32	12,15	5,40	2,01	b	,20
Genistein+Mykoplant	6,85	ab	4,22	7,46	ab	5,55	14,31	6,60	1,79	ab	,41
Genistein+Rhizovital	5,77	a	3,96	11,15	b	8,25	16,92	10,9	1,44	a	,38
Mykoplant+Rhizovital	7,77	ab	3,52	6,08	ab	5,57	13,85	6,76	1,90	b	,36

Mittelwerte von 5 verschiedenen Sorten, mit je 3 Wdh (n=15), Mittelwert und Standardabweichung (SD), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Tukey HSD-Test, p<0,05)

Bei der Knöllchenanzahl an Haupt- und Nebenwurzeln konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden, nicht aber bei der Gesamtzahl der Knöllchen, diese ist mit Mykoplant tendenziell reduziert (Tab. 1). Auch Zhang et al. (1995) fanden negative Effekte von Mykorrhiza auf die frühe Knöllchenbildung (Anzahl der Knöllchen) bei niedrigen Temperaturen (< 18,2 °C). Im weiteren Wachstumsverlauf wurden jedoch ähnliche Knöllchenanzahlen, -massen und Stickstoffgehalte in den Pflanzen gemessen. Der Knöllchendurchmesser ist bei den Varianten Mykoplant sowie RhizoVital im Vergleich zur Variante ‚Genistein+Rhizovital‘ deutlich erhöht.

**Tabelle 2 Einfluss der Primingdauer auf die Keimdauer unter kühlen Bedingungen (12 °C)**

Priming (h)	0	4	8	12	16
Tage bis BBCH 09	21,81 a	20,04 ab	21,17 ab	19,56 b	20,45 ab

Mittelwerte von 5 verschiedenen Sorten, mit je 4 Wdh (n=20), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Tukey HSD-Test, p<0,05)

Der Effekt des Hydropriming auf die Keimung im Gefäßversuch war abhängig von der Umgebungstemperatur. Nur bei 12 °C Umgebungstemperatur zeigte sich eine signifikante Reduzierung durch die 12-stündige Primingbehandlung (Tab. 2). Generell litt allerdings die Keimfähigkeit durch die Hydroprimingbehandlungen.

Im Feldversuch konnte durch die Saatbeigabe Mykoplant kein beschleunigtes Auflaufen erzielt werden (Tab. 3). Die Keimung wurde bei Merlin und Primus tendenziell etwas verschlechtert und bei ES Mentor leicht verbessert. Bei ES Mentor zeigte sich zudem eine Tendenz zu mehr Knöllchen und mehr Ertrag. Bei Merlin wurde hingegen die Knöllchenmasse reduziert und auch der Ertrag war tendenziell geringer. Das Priming zeigte kein beschleunigtes Auflaufen, aber eine deutlich reduzierte Keimung. Der Ertrag ist bei ES Mentor leicht erhöht gewesen, bei Merlin etwa gleich, bei Primus war der Ertrag allerdings deutlich niedriger.

### Schlussfolgerungen

Ein verbessertes Auflaufen konnte nur bei Mykoplant in Kombination mit ES Mentor festgestellt werden. Die Saatbeigaben zeigen tendenziell eine veränderte Struktur der Knöllchenbildung. Das Priming führt in Abhängigkeit der Sorte zu geringeren Keimungsraten, ohne jedoch, dass die Zeit bis zum Erreichen des BBCH 12 Stadiums verkürzt werden konnte. Im Gefäßversuch zeigte sich eine positive Hydroprimingwirkung bei 12°C Umgebungstemperatur, im Feld lagen in beiden Jahren höhere Temperaturen vor.

Die sortenabhängige Reaktion von Sojabohnen auf verschiedene Behandlungen sollte weiter untersucht werden und bei der Planung von Sojaversuchen sollten mögliche Sorteneffekte berücksichtigt werden.

**Tabelle 3 Einfluss der Saatbeigabe Mykoplant und der Hydroprimingbehandlung auf Keimung, Knöllchenbildung und Ertrag der verschiedenen Sojasorten**

Sorte	Merkmal	Kontrolle		Mykoplant		Priming	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>ES Mentor</b>	Keimung (%)	79,25	14,06	84,75	7,83	54,25	7,96
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,88	8,24	28,88	7,43	29,50	7,60
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	58,23	19,89	60,31	15,96	55,69	14,81
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	446,12	77,06	475,43	67,44	452,73	60,33
<b>Merlin</b>	Keimung (%)	92,63	6,19	89,87	9,03	67,00	7,89
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,75	6,69	28,87	6,56	29,00	7,29
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	41,28	14,94	39,13	14,93	47,63	16,76
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	381,89	47,97	358,59	23,03	381,14	65,84
<b>Primus</b>	Keimung (%)	79,50	8,75	78,50	11,30	50,88	19,94
	Tage bis BBCH 12 Stadium	28,75	6,69	29,25	7,05	29,75	6,50
	Knöllchen (Anzahl) bei Blüte	42,13	9,31	51,41	18,02	47,41	16,61
	Ertrag TM (g/m <sup>2</sup> )	412,68	29,96	366,05	43,49	299,10	88,96

## Literatur

- Schmidt J, Messmer M, Wilbois K-P (2015) Beneficial microorganisms for soybean (*Glycine max* (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. *Plant and Soil*. doi: 10.1007/s11104-015-2546-x.
- Wilbois K-P, Spiegel A-K, Asam L, et al (2014) Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. *Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), D-Frankfurt (Gesamtkoordination)*.
- Zhang F, Hamel C, Kianmehr H, Smith DL (1995) Root-zone temperature and soybean [*Glycine max*.(L.) Merr.] vesicular-arbuscular mycorrhizae: development and interactions with the nitrogen fixing symbiosis. *Environmental and experimental botany* 35:287–298.
- Zurheide T, Vergara ME, Olf H-W, Trautz D (2012) Untersuchung eines Vorquellverfahrens hinsichtlich des Einflusses auf Keim- und Jugendentwicklung bei Soja (*Glycine max*). In: Pekrun C, Wachendorf M, Müller T, et al. (eds) *Mitteilung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*. Liddy Halm, Berlin, pp 343–344.



## How to grow soybean faster?

### Testing hydropriming and seed additives for improved early plant development

Beatrice Tobisch<sup>1</sup>, Prof. Dr. Andreas Gattinger<sup>1</sup> and Prof. Dr. Klaus-Peter Wilbois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Justus-Liebig-University Gießen, Chair for Organic Farming, Email: beatrice.tobisch@agr.uni-giessen.de

<sup>2</sup> Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Plant production systems in ecological agriculture, Freising.



#### Introduction

Soybean production in Europe is rising due to protein self-sufficiency aims, even if the temperature is below the optimum for soybean production.

Especially in the early plant development stages, weeds and bird damage are big problems for farmers.

Hydropriming (soaking seeds in water before sowing) is an opportunity to shorten the vegetation period. It is already used in other crops and easy applicable by farmers (Harris et al. 1999).

Seed additives are successfully used in different crops. A review focusing on soybean by Schmidt et al. 2015 summarized the different agents as well a products which are available on the market.

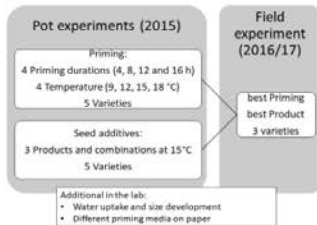


Figure 1: research and working plan.

#### Material and methods

**Plant material:** five soybean varieties typically for German soybean production with different seed sizes and from maturity group 00 (early) and 000 (very early).

**Pot experiment priming:** seeds were soaked for 4, 8, 12 and 16 hours in distilled water followed by drying for appr. 24 hours (both at room temperature of app. 21°C). 3 seeds per pot were insert in sand/soil mixture and brought in climatic chambers with different temperatures (9, 12, 15 and 18°C) Germinated seeds were counted daily.

**Pot experiment seed additives:** Seeds were treated with the seed additives according to the manufacturer's instructions. One seed per pot was placed and germination at 15°C was recorded daily. Plant developmental data were recorded at BBCH 12.

**Field experiment:** in 2016 and 2017 a completely randomized block design with 4 replications was set up. Priming for 12 h and Mykoplant, as well as the combination (and a control) was tested. Three out of the five soybean seed varieties were chosen. Emergence (germination in the field) was recorded daily.



Figure 2: a) Soybean seeds (variety Lissabon) before and b) after 12 hours of hydropriming. c) pot experiment set up and d) germinated seed. e) field experiment.

Priming (h)	Mean germination time (days)			Germination (%)
	12 °C	15 °C	18 °C	
0	21.8 ± 2.9 a	12.9 ± 2.0 a	9.3 ± 1.3 a	78.9 ± 28.8 a
4	20.0 ± 3.1 ab	12.5 ± 2.2 a	9.4 ± 1.0 a	55.0 ± 30.0 b
8	21.2 ± 2.9 ab	12.7 ± 1.8 a	9.6 ± 1.5 a	69.4 ± 28.3 ab
12	19.6 ± 2.1 b	11.8 ± 1.8 a	10.0 ± 1.6 a	68.9 ± 30.6 ab
16	20.5 ± 2.5 ab	13.0 ± 2.7 a	9.7 ± 1.6 a	67.2 ± 29.1 ab

Table 1: germination time (in days) and total germination (%) in the priming pot experiment. Data present mean values and standard deviation.

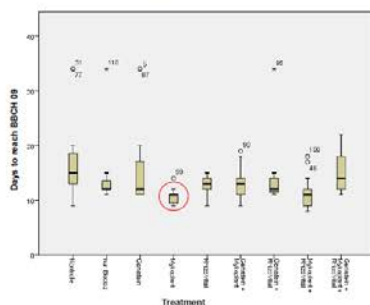


Figure 3: germination time (in days to reach BBCH 09) for the different seed additives and combinations of them in the pot experiment.

#### Key findings

- Total germination/emergence declines after priming (see Table 1 and 4b).
- The effect of priming on time to emergence depends on the ambient growing temperature (see Table 1).
- In cold growing condition (12°C), germination was faster after 12 h priming (see Table 1).
- In the pot experiment Mykoplant led to a slight decrease in germination time (Figure 3), this could not be retrieved in the field (Figure 4a).

#### Conclusions

- Hydropriming shortens the time to emergence, it is expected that this will also shorten the time till the end of juvenile growth, but this has to be studied further.
- The best priming duration is 12 hours, so seeds should soak water for 12 hours.
- Further research should focus on hydropriming techniques which are less harmful towards germinability.

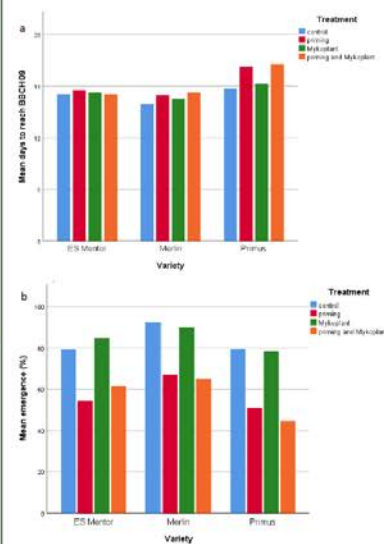


Figure 4: Results from field experiment (mean from both years). Data displaying mean values. a) Emergence time expressed as days to BBCH 09 (field germination) and b) seed emergence in %.

#### Literature

- Harris D, Joshi A, Khan PA, et al (1999) ON-FARM SEED PRIMING IN SEMI-ARID AGRICULTURE: DEVELOPMENT AND EVALUATION IN MAIZE, RICE AND CHICKPEA IN INDIA USING PARTICIPATORY METHODS. Exp Agric 35:15–29.
- Schmidt, J, Messmer, M, Wilbois, K-P. 2015. Beneficial microorganisms for soybean (Glycine max (L.) Merr), with a focus on low root-zone temperatures. Plant and Soil. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2546-x>