

+++ JKI in detail +++ JKI in detail +++ JKI in detail +++ JKI in



ail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail +++ JKI im Detail +++ JK

Institut für
Resistenzforschung und Stresstoleranz

*Institute for
Resistance Research and Stress Tolerance*



Abb. 1: Vermehrungsanbau genetischer Ressourcen der Gerste im Rahmen von EVAII
 Fig. 1: Propagation of genetic resources of barley

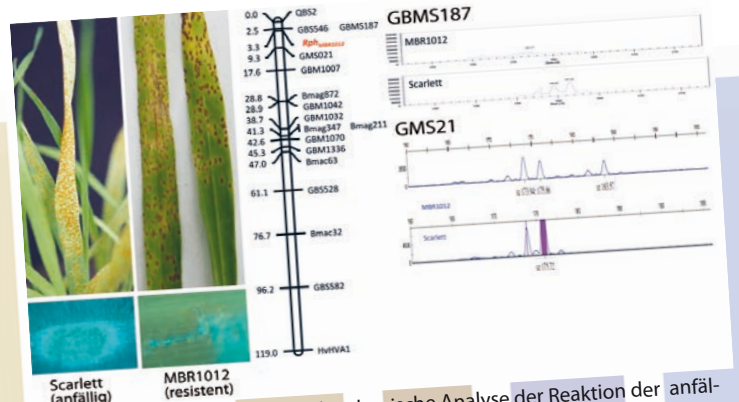


Abb. 2: Makroskopische und mikroskopische Analyse der Reaktion der anfälligen (Scarlett) und resistenten (MBR1012, hypersensitive Reaktion) Kreuzungseltern nach Infektion mit der Zwergrost (*Puccinia hordei*) Rasse I80 sowie Kartierung der Resistenz in einer DH-Linien Population
 Fig. 2: Macroscopic and microscopic analysis of the reaction of the susceptible (Scarlett) and resistant (MBR1012, hypersensitive reaction) parental line to *Puccinia hordei* race I80 and mapping of the resistance in a DH-population

Das **Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz** erarbeitet die wissenschaftlichen Grundlagen für eine Verbesserung der Resistenz- bzw. Toleranzeigenschaften von Kulturpflanzen gegenüber biotischem und abiotischem Stress. Diesem Themengebiet kommt vor dem Hintergrund von Klimaveränderungen, des Verbraucherschutzes und der Schonung von Ressourcen (Boden, Wasser, Biodiversität) sowie der Sicherung einer unter veränderten Klimabedingungen leistungsfähigen, umweltfreundlichen Pflanzenproduktion eine besondere Bedeutung zu. Im Einzelnen umfassen die Arbeitsgebiete des Institutes die:

- Entwicklung von Methoden zur Erfassung und Bewertung von Resistenz- und Toleranzeigenschaften gegenüber biotischem und abiotischem Stress
- Evaluierung pflanzengenetischer Ressourcen auf Resistenz- und Toleranzeigenschaften gegenüber biotischem und abiotischem Stress sowie deren Charakterisierung auf molekularer Ebene als Grundlage der Verbesserung der Stressresistenz/ Stresstoleranz und Erweiterung der genetischen Basis
- Aufklärung der Genetik der Resistenz/Toleranz und Entwicklung molekularer Marker für qualitative und quantitative Eigenschaften
- Strukturelle und funktionelle Analyse von Resistenzen/Toleranzen auf genomischer Ebene
- Entwicklung von Strategien und Verfahren zur nachhaltigen Nutzung entsprechender Toleranzen/Resistenzen in der Pflanzenzüchtung

Das Institut ist in die Arbeitsgebiete „Biotischer Stress“ und „Abiotischer Stress“ unterteilt. Diese sind wiederum in die Arbeitsgruppen „Viren und tierische Schaderreger“, „Pilze“, „Bakterien“ sowie „Wasser und Nährstoffeffizienz“, „Stressbedingte Veränderung von Qualitätsparametern“ und „Stressindikatoren“ untergliedert. Die Arbeitsgruppe „Molekulare Analysen“ umspannt beide Arbeitsgebiete.

Resistenz ist die umwelt- und verbraucherfreundlichste sowie kostengünstigste Art des Pflanzenschutzes und ist daher essentieller Bestandteil nachhaltiger Anbauverfahren. Der prognostizierte Klimawandel, der durch zunehmenden bzw. veränderten abiotischen Stress gekennzeichnet ist, stellt eine Herausforderung im Hinblick auf die Sicherung und Verbesserung der Ertragsleistung und -stabilität, der Nährstoffeffizienz und der Qualität der Ernteprodukte dar. Des Weiteren ist von Wechselwirkungen zwischen veränderten klimatischen Bedingungen und dem Auftreten von Schaderregern auszugehen. Dementsprechend

Research of the **Institute for Resistance Research and Stress Tolerance** is designed to improve the resistance and tolerance of agricultural and horticultural crops to biotic and abiotic stress. Today, these two research areas are of pivotal importance in the light of climate change, consumer protection, protection of natural resources (soil, water, biodiversity), along with safeguarding a highly productive and environmentally sound plant production. In detail, research of the Institute for Resistance Research and Stress Tolerance is focused on:

- Development of efficient screening methods for the detection of resistance or tolerance to biotic and abiotic stress
- Evaluation of genetic resources with respect to biotic and abiotic stress and characterization on the molecular level as a prerequisite for improving resistance/tolerance to biotic and abiotic stress
- Genetic analyses of resistance or tolerance and development of molecular markers for qualitatively or quantitatively inherited traits
- Structural and functional analyses of resistance/tolerance at the genome level
- Development of strategies and methods for a sustainable use of respective resistances or tolerances in plant breeding

The Institute is subdivided into the divisions “Biotic stress” and “Abiotic stress” comprising on the one hand the working groups “Viruses and invertebrate pests”, “Fungi” and “Bacteria” and on the other hand the working groups “Water and nutrient efficiency”, “Stress related changes in quality” and “Stress indicators”. Both divisions are spanned by the group “Molecular analyses”.

Resistance to pathogens has to be considered as the most cost effective and most environmental and consumer friendly way of plant protection and is an integral part of sustainable plant production. Genetic adaptation of crop plants to climate change - resulting in rising respectively changing abiotic stress conditions (drought, higher temperatures etc.) - with respect to yield and yield stability, nutrient efficiency and quality traits is one of the most important tasks today and in the future. This holds true for both, plants for food and feed and renewable resources.

Besides this, interactions between climate change and the incidence of pathogens have to be taken into account. Therefore, research on the genetic improvement of

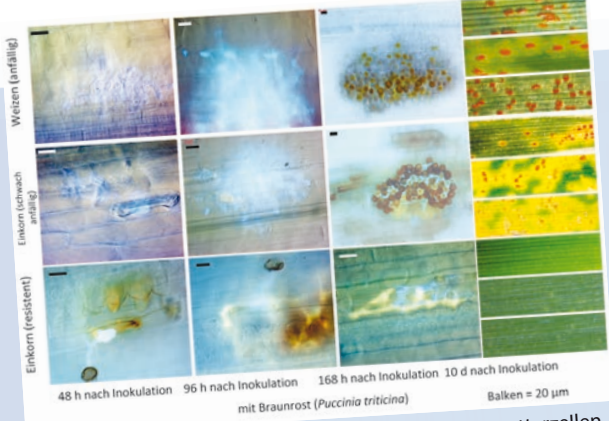


Abb. 3: Unterschiede in der Bildung von Haustorienmutterzellen und weiteren Entwicklung von Braunrost auf anfälligen Genotypen und resistentem *Triticum monococcum*
 Fig. 3: Differences in the development of haustorium mother cells and leaf rust development on susceptible genotypes and resistant *Triticum monococcum*

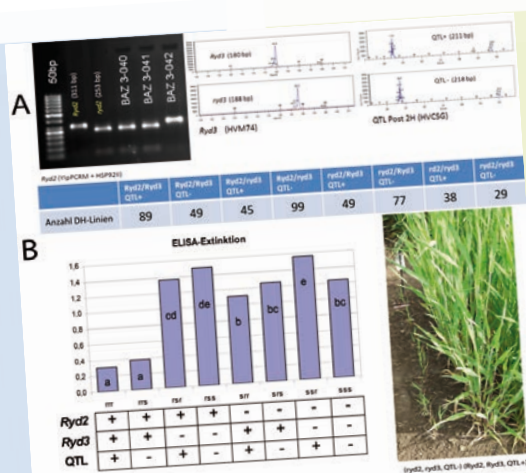


Abb. 4: Kombination verschiedener QTL für BYDV-Toleranz mittels molekularer Marker (A) und deren Auswirkung auf den Virusgehalt und den Phänotyp (B) nach künstlicher BYDV-Infektion
 Fig. 4: Combination of different QTL for BYDV tolerance and their impact on virus titre and phenotype after artificial BYDV infection

sind die Forschungsziele auf die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für eine genetische Verbesserung von Kulturpflanzen in Bezug auf die oben genannten Merkmale zur Sicherung einer auch unter veränderten Klimabedingungen leistungsfähigen sowie umwelt- und verbraucherfreundlichen Pflanzenproduktion gerichtet.

Verbesserung der Resistenz gegen biotischen Stress

Pilze

Phytopathogene Pilze führen zu erheblichen Ertragsverlusten. Im Mittelpunkt der Arbeiten des Institutes steht beim Weizen die Resistenz gegenüber Braunrost, Schwarzrost, PTR-Blattdürre und Fusarium sowie bei der Gerste die Resistenz gegenüber Zwergrost, Netzflecken und Mehltau. Weiterhin wird beim Raps die Kohlhernie bearbeitet. In allen Projekten werden zunächst genetische Ressourcen auf Resistenzen evaluiert, die Genetik der Resistenz aufgeklärt und anschließend molekulare Marker entwickelt, welche eine beschleunigte Nutzung entsprechender Resistenzen erlauben.

Das Institut koordiniert das „Nationale Evaluierungsprogramm pflanzengenetischer Ressourcen bei Getreide – EVAII“ (Abb. 1), an dem 15 Züchtungsunternehmen und drei wissenschaftliche Institutionen beteiligt sind. In dessen Mittelpunkt steht die Resistenz gegenüber phytopathogenen Pilzen. Für die genannten Arbeiten ist das Einbeziehen aktueller Isolate der jeweiligen Erreger essentiell. Bei den Rostpilzen (*P. hordei*, *P. triticulturae*) werden jährlich in Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt Virulenzanalysen durchgeführt, um einen Überblick über das aktuelle Virulenz-Spektrum in Deutschland zu erhalten, sowie in Neuzulassungen die enthaltenen Resistenzgene mit Differentialisolaten bestimmt.

Im Rahmen der Arbeiten zur Verbesserung der Resistenz gegenüber pilzlichen Pathogenen konnte z. B. in Weizen ein Schwarzrostresistenzgen, welches auch gegenüber der resistenzbrechenden Rasse Ug99 wirksam ist, auf Chromosom 6AL lokalisiert werden und in Gerste ein hochwirksames Resistenzgen gegen Zwergrost auf Chromosom 1HS (Abb. 2).

Aufgrund der Mykotoxinbelastung ist beim Weizen die Resistenz gegenüber *Fusarium* ssp. zunehmend in den Mittelpunkt gerückt; ebenso wie nach dem Zusammenbruch des Braunrost-Resistenzgens *Lr37* die Resistenz gegenüber *Puccinia triticulturae*. In beiden Fällen konnte Resistenz in Einkorn (*Triticum monococ-*

agricultural and horticultural crops concerning the traits mentioned above has to be considered as one of the most important tasks in order to ensure a highly productive as well as an environmentally sound and consumer protecting plant production.

Improving resistance to biotic stress

Fungi

*Fungi may cause severe yield losses in crops. Research of the Institute of Resistance Research and Stress Tolerance is focused in wheat (*Triticum aestivum*) on resistance against leaf rust, stem rust, tan spot and Fusarium head blight and in barley (*Hordeum vulgare*) on resistance against rust, net blotch and powdery mildew. Besides these cereal pathogens, research is conducted on clubroot resistance of rape seed (*Brassica napus*). In all these projects plant genetic resources (PGR) are evaluated for resistance, genetics of resistance is analyzed and based on these results molecular markers are developed facilitating an enhanced use of these resistances in breeding.*

*In the frame of making use of genetic resources the “National program for evaluating genetic resources in cereals – EVAII” (Fig. 1) in which 15 private breeding companies and three scientific institutions are involved and which is focused on resistance against fungi is coordinated by the Institute for Resistance Research and Stress Tolerance. Besides plant genetic resources, it is essential to include new isolates of respective pathogens in resistance tests and characterize these. With respect to rust (*P. hordei*, *P. triticulturae*) analyses of virulence are conducted in cooperation with the Federal Plant Variety Office and newly released cultivars are analyzed for the resistance genes they are carrying.*

*Using this approach, in recent studies a gene conferring resistance to stem rust which is also efficient against the resistance breaking race Ug99 has been mapped on chromosome 6AL and with respect to barley a highly efficient resistance gene against *Puccinia hordei* has been mapped on chromosome 1HS (Fig. 2). Due to mycotoxin contamination, *Fusarium* head blight has gained evident importance in wheat breeding as well as leaf rust after the leaf rust resistance gene *Lr37* has been overcome, recently. In both cases *Triticum monococcum* turned out to be a valuable source for resistance. With respect to leaf rust it was shown*



Abb. 5: Blattlaus mit Goldfaden zur Detektion der EPG-Signale
Fig. 5: Aphid carrying a gold wire for detecting EPG signals



Abb. 6: Larven der Orangen Weizengallmücke an sich entwickelndem Weizenkorn
Fig. 6: Larvae of the orange wheat blossom midge on a developing wheat kernel

cum), einer der diploiden Ausgangsarten des Brotweizens (*T. aestivum*), identifiziert werden. In diesem Zusammenhang konnte bereits gezeigt werden, dass die Braunrostresistenz in *T. monococcum* gegen alle bekannten Isolate wirksam ist, und durch eine Wachstumshemmung des Pathogens vor der Entwicklung der für dessen Ernährung wichtigen Haustorien gekennzeichnet ist (Abb. 3).

Viren und tierische Schaderreger

Bei den Hauptkulturarten sind Virose von steigender Bedeutung. Bodenbürtige Viren, wie die verschiedenen Isolate des *Barley mild mosaic virus* (BaMMV) und des *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV) bei der Gerste sowie das *Soil-borne cereal mosaic virus* (SBCMV) beim Weizen führen zu erheblichen Ertragsverlusten. Diese können durch eine chemische Behandlung nicht vermieden werden. Resistente Sorten sind daher für einen ökonomisch sinnvollen Anbau auf verseuchten Flächen eine unabdingbare Voraussetzung. Nachdem zunächst molekulare Marker für verschiedene Resistenzgene gegen BaMMV/BaYMV sowie SBCMV entwickelt wurden, wird in Zusammenarbeit mit dem IPK Gatersleben an der Isolierung dieser Gene gearbeitet.

Neben den bodenbürtigen Viren stellen die insektenübertragenen wie die durch Blattläuse übertragenen Viren und Stämme der Gerstengelverzweigung (*Barley yellow dwarf virus* und *Cereal yellow dwarf virus*) sowie das zikadenübertragene Weizenverzweigungsvirus (*Wheat dwarf virus*) einen ertragsbegrenzenden Faktor im Getreideanbau dar. Vor dem Hintergrund des Klimawandels wird besonders für insektenübertragene Viren eine steigende Bedeutung prognostiziert. Bei Weizen, Gerste und Mais werden daher genetische Ressourcen auf Resistenzen/Toleranzen evaluiert und mittels molekularer Marker bereits bekannte Resistenzen kombiniert. Dabei konnte bei Gerste eine deutliche Verbesserung der Resistenz gegenüber BYDV erzielt werden (Abb. 4).

Parallel werden pflanzengenetiche Ressourcen auf Resistenz gegen verschiedene Getreideblattlausarten evaluiert, die als Hauptvektoren der Viren, aber auch als Direktschädlinge von Bedeutung sind. Mit verschiedenen Methoden (Vermehrungsrate, Gewichtszuwachs, elektronische Registrierung des Saugverhaltens - electrical penetration graph, EPG, Abb. 5) wird versucht, detektierte Resistenzeigenschaften weitergehend zu charakterisieren.

Im Hinblick auf die Verbesserung der Resistenzen gegen Insekten wird bei der Blauen Süßlupine an der Identifikation von Ge-

that resistance is non race specific and is due to a reduction of haustoria mother cells which are a prerequisite for a successful infection (Fig. 3).

Viruses and invertebrate pests

Besides fungal pathogens, virus diseases are of increasing importance in major crop plants. Soil-borne viruses transmitted by *Polymyxa graminis*, e.g. Barley yellow mosaic virus (BaYMV) and Barley mild mosaic virus (BaMMV) in barley or Soil-borne cereal mosaic virus (SBCMV) in wheat cause severe yield losses which cannot be prevented by pesticide sprayings. Resistant cultivars are the only possibility to ensure cultivation of these crop species in the growing area of infested fields. After molecular markers have been developed for different resistance genes against these viruses, future studies now aim at isolating respective resistance genes e.g. *rym11*, *rym13* and a resistance gene located on chromosome 5H effective against BaYMV only via a mapped based cloning approach in cooperation with the IPK.

Besides soil-borne viruses, insect transmitted viruses like Barley yellow dwarf virus (BYDV), Cereal yellow dwarf virus (CYDV) or Wheat dwarf virus (WDV) lead to severe yield losses in cereals and are expected to become even more important in the future due to global warming. Therefore, on the one hand large screening programs for resistance/tolerance are conducted in wheat, barley and maize and on the other hand known QTL for BYDV are combined (pyramided) using molecular markers resulting in an enhanced level of resistance (Fig. 4).

In parallel to this, genetic resources are screened for resistance to aphids and detailed information on resistance is gained by determining e.g. the propagation rate, larval weight and development or the sucking behavior employing the electrical penetration graph (EPG, Fig. 5).

Besides this, studies are conducted to identify *Lupinus angustifolius* genotypes with a reduced alkaloid content in seeds but an enhanced level of aphid resistance. Studies on resistance to invertebrate pests are conducted in wheat in order to identify genotypes resistant to the orange and lemon wheat blossom midge (*Sitodiplosis mossellana*, *Contarinia tritici*) followed by the development of molecular markers (Fig. 6).



Abb. 7: Feuerbrandresistente und anfällige Apfel-Genotypen
 Fig. 7: Apple genotypes susceptible or resistant to fire blight

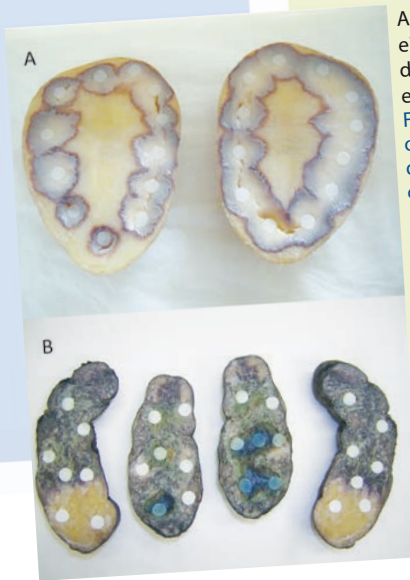


Abb. 8: Entwicklung der Nassfäule auf einer anfälligen Kartoffelsorte (A) und deutlich verminderte Entwicklung auf einer farbigen, alten Kartoffelsorte (B)
 Fig. 8: Development of potato soft rot on a susceptible genotype (A) and reduced development on an old colored cultivar (B)

notypen gearbeitet, welche trotz eines geringen Bitterstoffgehaltes in den Samen eine ausreichende Blattlausresistenz aufweisen. Bei Weizen wird die Resistenz gegenüber der Orangen (Abb. 6) und der Gelben Weizengallmücke (*Sitodiplosis mossellana*, *Contarinia tritici*) bearbeitet sowie entsprechende molekulare Marker entwickelt.

Bakterien

Bakteriosen haben an gartenbaulichen Kulturarten eine erhebliche Bedeutung. Bakteriologische Fragestellungen werden daher i.d.R. in Zusammenarbeit mit dem Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst des JKI bearbeitet. Beim Apfel konnten einzelne Wildarten und Neuzüchtungen identifiziert werden, die eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen Stämmen von *Erwinia amylovora*, dem Erreger des Feuerbrandes, zeigen (Abb. 7). Ähnliches ist bei der Pelargonie für die Resistenz gegen *Xanthomonas hortorum* pv. *pelargonii* sowie *Ralstonia solanacearum* gelungen. Weiterhin wird die Erdbeere im Hinblick auf die Resistenz gegen die Eckige Blattfleckenkrankheit bearbeitet.

Im Bereich der landwirtschaftlichen Kulturarten führt *Pectobacterium carotovorum*, das die Knollennassfäule der Kartoffel verursacht, zu erheblichen Verlusten. In diesem Zusammenhang wurden verschiedene kultivierte *Solanum*-Arten und Wildkartoffeln auf ihre Resistenz sowie den Gehalt an Resistenz vermittelnden Faktoren wie z. B. Phenole, Anthocyane, Antioxidantien evaluiert. Insbesondere Genotypen von *Solanum pinnatisectum*, einer Wildkartoffelart mit Nassfäule-resistenz, zeichneten sich, ebenso wie farbige Kartoffeln, durch einen hohen Gehalt an Antioxidantien und löslichen Phenolen aus (Abb. 8).

Verbesserung der Resistenz/Toleranz gegenüber abiotischem Stress

Die Auswirkungen des Klimawandels werden in Deutschland regional stark unterschiedlich ausfallen, jedoch durch mildere, feuchtere Winter sowie trockenere und wärmere Frühjahr- und Sommermonate gekennzeichnet sein. Der Verbesserung der Toleranz unserer Kulturarten gegenüber Trockenheit und Hitze kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Momentan werden in diesem Zusammenhang Untersuchungen an Kartoffel, Lupine, Ackerbohne, Gerste, Weizen und Raps durchgeführt.

Neben der relativen Ertragsleistung werden in diesen Arbeiten mit der Trockenstresstoleranz in Zusammenhang stehende Parameter wie der Chlorophyllgehalt, die Chlorophyll-Fluoreszenz

Bacteria

Bacteria are of special importance in horticultural crops and will be favoured by rising temperatures in future. Research on bacteria is in general carried out in collaboration with the Institute for Breeding Research on Horticultural and Fruit Crops of the JKI. Using artificial inoculation in the greenhouse resistance to Erwinia amylovora the causal agent of fire blight was detected in wild apple species and candidate cultivars (Fig. 7). Similar results were obtained concerning resistance of pelargonium to Xanthomonas hortorum pv. pelargonii and Ralstonia solanacearum and respective analyses are currently conducted for resistance of strawberry against Xanthomonas fragariae. For all pathosystems new isolates are collected in order to have always recent strains for resistance testing available.

In agricultural crops potato soft rot caused by Pectobacterium carotovorum (syn. Erwinia carotovora) is of prime importance. Different Solanum species were tested with respect to resistance and the amount of phenols, anthocyanes, antioxidative substances, free amino acids, soluble proteins, enzymes, lignin and others which may contribute to differences in resistance. In this respect, clones of Solanum pinnatisectum turned out to be resistant and carry a relatively high content of antioxidative substances and phenols. A high concentration of these substances correlated to the resistance level was also detected in old coloured potato cultivars (Fig. 8).

Improving resistance to abiotic stress

In Germany climate change will be regionally different, but in general be characterized by a milder and wetter winter and hotter and drier spring and summer time. Therefore, with respect to adaptation of crops to climate change, enhancing resistance or tolerance, respectively against drought and heat will be of pivotal importance. Respective studies are currently conducted in potatoes, lupins, barley, wheat and rape seed.

Besides the estimation of the relative yield under drought stress conditions, related traits like chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, prolin content and content of soluble sugars are determined (Fig. 9). In addition to this, research on adaptation to future growing conditions is conducted on crop species which are not of importance

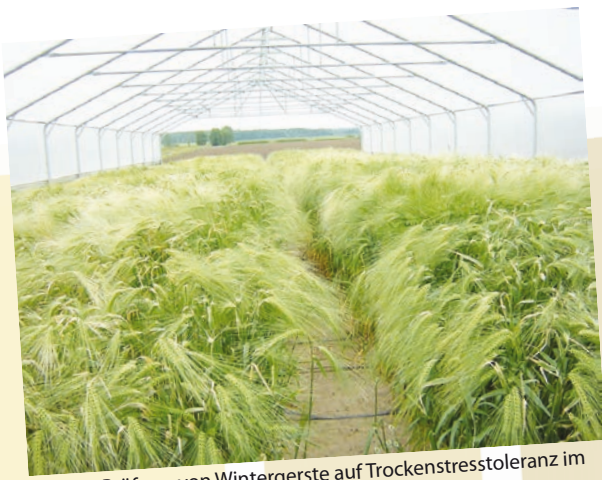


Abb. 9: Prüfung von Wintergerste auf Trockenstresstoleranz im Rain-out Shelter
 Fig. 9: Estimation of drought tolerance of winter barley in a rain-out shelter

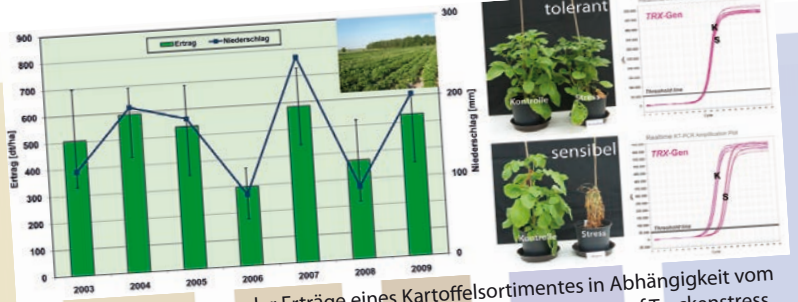


Abb. 10: Schwankungen der Erträge eines Kartoffelsortimentes in Abhängigkeit vom Wasserangebot (links); Genotypische Unterschiede in der Reaktion auf Trockenstress (Mitte) und Identifikation von Genen, die an der Trockentoleranz beteiligt sind mittels Realtime RT-PCR (rechts)
 Fig. 10: Difference in potato yield in relation to precipitation (left); genotypic difference in the reaction to drought stress (middle) and identification of genes involved in drought stress response via real time PCR (right)

sowie der Gehalt an Prolin und löslichen Zuckern bestimmt (Abb. 9). Desweiteren werden Kulturarten, die bisher in der deutschen Landwirtschaft von untergeordneter Bedeutung sind, hinsichtlich ihrer Adaptation an zukünftige Wachstumsbedingungen bearbeitet, wie die Winterackerbohne und die Sojabohne.

Besonders empfindlich auf Trockenheit und Hitze reagiert die Kartoffel. Fehlt in den entscheidenden Wachstumsphasen das Wasser, sind Ertragsverluste von 50 % möglich. Auch die Qualität der Knollen wird deutlich negativ beeinflusst. In Gefäßversuchen konnten Genotypen identifiziert werden, die in der Lage sind, Trockenstress relativ unbeschadet zu überstehen. In diesem Material werden Kandidatengene für Trockenstresstoleranz auf Expressionsebene analysiert, um Marker zu entwickeln, auf deren Grundlage eine züchterische Verbesserung der Trockentoleranz erfolgen kann (Abb. 10).

Trockenheit und Hitze haben jedoch nicht nur nachteilige Effekte auf die Ertragsleistung. Süßlupinen sind als Eiweißquelle und aufgrund ihrer guten Vorfruchtwirkung agronomisch interessant. Wegen ihrer ausgedehnten Pfahlwurzel sind sie zudem relativ unempfindlich gegen Trockenheit. Steigende Temperaturen während der Kornfüllungsphase führen jedoch zu deutlich erhöhten Alkaloidgehalten bei Blauen Süßlupinen, so dass dieses Merkmal vor dem Hintergrund des Klimawandels züchterisch zu bearbeiten ist (Abb. 11). Im Rahmen der Verbesserung der einheimischen Eiweißproduktion wird auch die Sojabohne bearbeitet. Unter veränderten klimatischen Bedingungen könnte sie im Hinblick auf eine Verbesserung der Kühltoleranz ebenfalls Anbauwürdigkeit erlangen.

Der Verbesserung der Nährstoffeffizienz kommt eine steigende Bedeutung zu – vor allem im Kartoffelanbau. Kartoffeln besitzen ein nur flaches Wurzelsystem und es kann daher sehr schnell zur Stickstoffauswaschung kommen. In Ergänzung zur Charakterisierung unter Feld- und Gewächshausbedingungen wurde ein *in vitro* Kultursystem etabliert, um zu untersuchen, ob spezifische Komponenten der Stickstoffeffizienz auch unter diesen Bedingungen erfasst werden können. Es zeigte sich, dass genotypspezifische Unterschiede in Hinblick auf die Aufnahme und das Verwertungsvermögen von Stickstoff bestehen (Abb. 12).

Ausblick

Bei nahezu allen Kulturarten stehen heute Hochdurchsatzmarkertechnologien bzw. Sequenzinformationen sowie effiziente Verfahren der Transcriptom- und Metabolomanalyse zur Verfügung. Sie erlauben es, die Arbeiten im Bereich der Verbesserung

in German agriculture up to now, e.g. winter faba bean or soybean.

Potato is especially sensitive to drought and heat stress. Limited water supply in the crucial phase of growth can lead to yield losses up to 50% and a significant reduction of tuber quality. In pot trials genotypes have been detected being able to withstand drought stress relatively unscathed and candidate genes are analyzed on the expression level in order to identify markers facilitating an efficient improvement of drought stress tolerance in potato (Fig. 10).

Drought and heat do not only influence yield but also quality. In narrow leaved lupins (*Lupinus angustifolius*) which are of special interest due to their high protein content, nitrogen fixing potential and their relative drought resistance due to a deep rooting system, it turned out that with rising temperature also the alkaloid content increases, raising the need to breed for a low alkaloid content at higher temperatures (Fig. 11).

With respect to the enhanced inland production of protein, research is not only conducted in lupins and faba bean, but also on soybean which may become important under future growing conditions. However, cool temperatures during seedling development and flowering have a strong negative impact on soybean yields. Therefore, research has been started to identify cold stress resistant soybean genotypes.

Besides resistance to heat, drought and cold stress, improving nutrient use efficiency will be an important issue with respect to sustainable plant production, i.e. to optimize the utilization of resources and minimize environmental pollution. Commercial potato production may be associated with nitrate leaching due to the shallow root system of this species. Four well-defined features are differentiated in nitrogen utilization of plants: (1) uptake, (2) assimilation, (3) translocation, and (4) remobilization. It is investigated, if any of these components has a specific impact on the nitrogen efficiency of potato cultivars and whether genotypic differences can be detected. In addition to field and greenhouse tests an *in vitro* culture system was established in order to investigate if specific components of nitrogen use efficiency can be assessed under such conditions. It turned out that genotypic differences concerning nitrogen uptake and utilization capacity are present (Fig. 12).

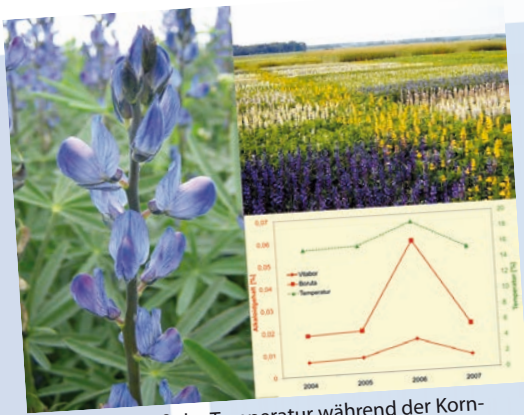


Abb. 11: Einfluß der Temperatur während der Kornfüllungsphase auf den Alkaloidgehalt verschiedener Genotypen der Blauen Lupine
 Fig. 11: Influence on temperature during grain filling on the alkaloid content of different genotypes of *Lupinus angustifolius*



Abb. 12: Genotypische Unterschiede in einem in vitro System zur Identifizierung und Charakterisierung spezifischer Komponenten der Nährstoffeffizienz bei der Kartoffel
 Fig. 12: Genotypic differences in an in vitro culture system for the identification and characterization of specific components of nutrient efficiency in potato

der Resistenzeigenschaften gegenüber biotischem und abiotischem Stress effizienter zu gestalten.

Pflanzengenetische Ressourcen und definierte Testsysteme zur Erfassung der Resistenz/Toleranz gegenüber biotischem und abiotischem Stress werden weiterhin das Rückgrat der Arbeiten des Institutes bilden. Jedoch werden zunehmend auf oben genannten Verfahren basierende Informationen genutzt. So werden beispielsweise bei Gerste, Weizen und Raps assoziationsgenetische Verfahren eingesetzt, um Genomregionen bzw. Gene mit Beteiligung an der Trockentoleranz zu identifizieren und bei Gerste Arbeiten zur 'Genomic Selection' auf dieses Merkmal durchgeführt. Im Rahmen der Isolation von Resistenzgenen werden bei der Gerste Sequenzinformationen aus dieser Kulturart selbst sowie aus Reis, Sorghum und Brachypodium genutzt, welche eine beschleunigte Genisolation mittels kartengestützter Klonierung erlauben.

Die zukünftig zur Verfügung stehenden Sequenzinformationen werden zunehmend zur Isolation von Genen bzw. Identifikation von genetischen Netzwerken führen, welche für entsprechende Merkmalsausprägungen verantwortlich sind. Sie bilden die Basis, genetische Ressourcen zur Verbesserung der Resistenz- und Toleranzeigenschaften gegenüber biotischem und abiotischem Stress auf allelischer Ebene zu nutzen.

Future perspectives

In nearly all crop species high throughput genotyping systems, a vast amount of sequence information and data on the transcriptome and metabolome are available facilitating an enhanced improvement of resistance to biotic and abiotic stress. However, even in the future plant genetic resources and well defined systems for testing resistance to biotic and abiotic stress will be the backbone of the research carried out at the Institute for Resistance Research and Stress Tolerance. But the above mentioned techniques and information will be incorporated in all areas of research conducted. In this respect association genetics are employed in order to identify genomic regions involved in drought stress in barley, wheat and rape seed and genomic selection is conducted with respect to drought stress in barley. In the isolation of resistance genes in barley next generation sequencing data are used as well as sequence information obtained from rice, sorghum or brachypodium.

New techniques and the information derived thereof will lead to an enhanced isolation of genes or genetic networks involved in stress resistance being the base to use genetic resources for improving resistance to biotic and abiotic stress on the allele level.

JKI in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++ JKl in detail +++

**Leiter
Head**

Prof. Dr. Frank Ordon

**Wissenschaftliches Personal (planmäßig)
Scientists (permanent)**

Dr. Christiane Balko
Dr. Antje Habekuß
Gisela Jansen
Dr. Hans-Ulrich Jürgens
Dr. Doris Kopahnke
Dr. Ilona Krämer

**Vertreter
Deputy**

Dr. Sylvia Seddig (Groß Lüsewitz)

Dr. Hans-Ulrich Leistner
Dr. Klaus Richter
Dr. Edgar Schliephake
Dr. Annegret Schum
Dr. Christina Wegener

**Wissenschaftliches Personal (außerplanmäßig)
Scientists (non-permanent)**

Sebastian Albrecht
Steve Babben
Helene Beyer
Matthias Enders
Thore Fettköther
Dr. Nadine Knöchel

Sandra Lehmann
Heike Lehnert
Dr. Tina Lüders
Wolfgang Lüders
Philipp Meise
Katja Perner

Dr. Dragan Perovic
Jasmin Philippi
Katharina Rudack
Dr. Albrecht Serfling
Sven Eduard Templer
Gwendolin Wehner
Dr. Holger Zetzsche

JKI im Detail +++ JKl im Detail +++ JKl im Detail +++ JKl im Det

**Adressen
Addresses**

Julius Kühn-Institut (JKI) · Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz

Julius Kühn Institute · Federal Research Centre for Cultivated Plants (JKI)
Institute for Resistance Research and Stress Tolerance

Erwin-Baur-Straße 27
06484 Quedlinburg, Germany
Tel./Phone: +49 (0)3946 47-602
Fax: +49 (0)3946 47-600
rs@jki.bund.de

Versuchsstation zur Kartoffelforschung
Rudolf-Schick-Platz 3
18190 Sanitz, OT Groß Lüsewitz, Germany
Tel./Phone: +49 (0)38209 45-100
Fax: +49 (0)38209 45-120
rs@jki.bund.de

www.jki.bund.de - Institute/Institutes

www.jki.bund.de

DOI 10.5073/jki.2012.004

November 2012



Das Julius Kühn-Institut ist eine Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

The Julius Kühn Institute is an institution subordinated to the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV)