

Kerstin Lindner<sup>1</sup>, Daniel Chougourou<sup>2</sup>, Leonard Ahoton<sup>3</sup>, Katja R. Richert-Pöggeler<sup>4</sup>

## Kartoffelproduktion in Benin – Ein Beitrag zur Verringerung von Hunger und Armut in Westafrika

Potato production in Benin – Its impact on fighting hunger and poverty in West Africa

295

### Zusammenfassung

Kartoffeln ergeben pro Flächeneinheit mehr Kalorien als jede andere Nutzpflanze. Sie enthalten wichtige Nährstoffe und bieten der Bevölkerung in ländlichen Anbaugebieten eine Einkommensquelle. Benin ist eines der ärmsten Länder der Welt. Eine Maßnahme, der Armut entgegenzuwirken, wird in der Ausdehnung der Kartoffelanbaufläche gesehen. Voraussetzung dafür ist, u.a. Klarheit über die Produktionsstruktur in Benin zu erhalten, sowie die Produktionsbedingungen einzuschätzen und in diesem Zusammenhang, Aussagen zur phytopathologischen Situation zu treffen.

Die Kartoffelanbaugebiete befinden sich in den Departements Alibori und Atakora im Norden Benins. Die Anbaufläche liegt insgesamt bei ca. 15–20 ha. Eine Ausdehnung auf eine Anbaufläche im vierstelligen Hektarbereich erscheint denkbar. In diesem Fall ist jedoch eine nationale Pflanzgutproduktion notwendig. Kartoffeln werden, da Bewässerung notwendig ist, traditionell auf einer nahe den Flüssen oder Nebenarmen gelegenen Fläche von 0,25 ha pro Familie angebaut. Das Pflanzgut gelangt größtenteils aus Frankreich oder aus einem der kartoffelproduzierenden Nachbarländer nach Benin. Der Kartoffelertrag liegt bei ca. 15 t/ha. Maßnahmen, den Ertrag zu erhöhen, liegen in der Verbesserung des Bewässerungssystems und der Pflanzengesundheit.

Im Ergebnis von Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der in Benin produzierten Kartoffelknollen wurde festgestellt, dass die Kartoffeln einem hohen Befallsdruck durch *Ralstonia solanacearum*, einem Quarantäneschad-erreger im EPPO Raum, ausgesetzt waren und einen moderaten Befall mit Kartoffelviren aufwiesen.

In zukünftige Untersuchungen sollten die Nassfäule-erreger *R. solanacearum* aber auch der *Pectobacterium* spp. -Komplex verstärkt einbezogen werden.

**Stichwörter:** Westafrika, Benin, Kartoffelproduktion, Potato virus Y (PVY), Potato leaf roll virus (PLRV), Quarantäneschad-erreger, *Ralstonia solanacearum*

### Abstract

Potatoes produce more calories per area than any other agricultural crop. The tubers are rich in substances valuable for human nutrition. Furthermore, farmers can sell potatoes on the market thus providing a stable income for their family.

Benin is one of the poorest countries in the world. One option to minimize hunger and poverty is to increase potato production.

Potatoes are grown in the regions of Alibori and Atakora in the north of Benin covering a total area of 15 to 20 ha.

### Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig<sup>1</sup>

Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université Abomey-Calavi Rép. du Bénin<sup>2</sup>

Faculté des Sciences Agronomiques, Université Abomey-Calavi Rép. du Bénin<sup>3</sup>

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Braunschweig<sup>4</sup>

### Kontaktanschrift

Dr. Kerstin Lindner, Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: kerstin.lindner@jki.bund.de

### Zur Veröffentlichung angenommen

4. April 2012

To increase this area to thousands of hectares a national seed potato production is required.

Potato production, traditionally the task of the farmers' family takes place on fields with an area of approx. 0.25 ha close to small rivers because of water supply for irrigation. Seed potatoes are imported from France or potato producing neighbouring countries. The potato yield amounts to about 15 t/ha. To increase the potato yield, the irrigation system has to be improved and pests have to be controlled.

Potatoes produced in Benin were analyzed for pathogens. The performed preliminary monitoring for selected quarantine pests as indicated by EPPO showed that bacterial infection with *R. solanacearum* was present in one region. All tested crops were found to be free of the selected quarantine viruses and viroid. The investigated plant material was moderately infected by common potato viruses that are not listed in the quarantine lists of EPPO. Further research is needed to estimate the role of the irrigation system as potential source for bacterial infections such as *R. solanacearum* or the *Pectobacterium* spp. complex.

**Key words:** West Africa, Benin, potato production, Potato virus Y (PVY), Potato leaf roll virus (PLRV), quarantine pests, *Ralstonia solanacearum*

## 1 Einleitung

Auf der 55. Generalversammlung der Vereinten Nationen wurden acht Millennium-Entwicklungsziele für das Jahr 2015 verabschiedet. Diese Ziele beinhalten insbesondere, Hunger, Analphabetismus und schwere Krankheiten zu reduzieren und extreme Armut zu bekämpfen (UN, 2000).

40% aller Afrikaner leben von weniger als einem Dollar am Tag. Da große Teile der Bevölkerung auf dem Land leben, muss die Bekämpfung der Armut insbesondere in den ländlichen Regionen ansetzen. Bauern sollten daher in die Lage versetzt werden, über Subsistenzwirtschaft hinaus landwirtschaftliche Güter, wie z.B. Kartoffeln, zu produzieren, die sie auf regionalen Märkten veräußern. Dies könnte zu einer stabilen ökonomischen Situation der Landbevölkerung beitragen.

Die Republik Benin ist eines der ärmsten Länder der Welt – die Nummer 167 von 187 auf dem Human Development Index 2011 der UN (HDR, 2011). Benin liegt an der Guineaküste Westafrikas. Das Land grenzt im Norden an Burkina Faso und Niger, im Osten an Nigeria und im Westen an Togo. Mit einer Gesamtfläche von 113 000 Quadratkilometern hat es etwa dieselbe Größe wie die neuen deutschen Bundesländer. In Benin leben knapp sieben Millionen Einwohner, die über 50 ethnischen Gruppen angehören.

Die Wirtschaft Benins ist stark von der Landwirtschaft geprägt. Fast 90 Prozent der Bevölkerung arbeitet auf den Feldern. Hauptsächlich bauen sie Mais, Sorghum, Maniok, Yams, Süßkartoffeln und Hülsenfrüchte an. Für den Export werden zusätzlich Baumwolle, Cashewnüsse

und Ananas produziert. Kartoffeln haben in Benin den Status einer Gemüsekultur und werden für den einheimischen Markt produziert.

Der Anbau von Kartoffeln wurde in den 50er Jahren durch die französische Kolonialmacht eingeführt. Mittlerweile ist die Kartoffel keine exotische Kultur mehr, sondern in den Speiseplan der Beniner integriert. Die Nachfrage ist wesentlich größer als der Produktionsumfang im eigenen Land. Jährlich werden ca. 600 Tonnen Speisekartoffeln aus Frankreich importiert. Zudem werden Kartoffeln aus den angrenzenden Ländern, v.a. Nigeria, auf den Märkten in Benin verkauft. Im Gegensatz zu den Nachbarländern Burkina Faso, Niger und Nigeria, in denen die Kartoffelanbaufläche mit 3240 ha, 1290 ha bzw. 120 000 ha beziffert wird, sind 2009 in Benin laut FAO Statistik nur auf 11 ha Kartoffeln angebaut worden (FAO, 2011).

Voraussetzung für eine angestrebte Ausdehnung der Kartoffelproduktion in Benin ist zum einen, Klarheit über die Produktionsstruktur in Benin zu erhalten. Zum anderen sind die Produktionsbedingungen einzuschätzen und in diesem Zusammenhang, Aussagen zur phytopathologischen Situation zu treffen. Mit dem Ziel, die angeführten Themen bearbeiten zu können, erfolgte im Rahmen einer Kooperation in der Agrarforschung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Benin eine Exkursion zu den Kartoffelanbauregionen in Benin. Vor Ort erfolgten umfangreiche Diskussionen zur Produktion von Kartoffeln. Zudem sind Kartoffelknollen für Schaderregeranalysen entnommen worden. Der Schaderreger nachweis wurde, da die Voraussetzungen für eine moderne Diagnostik in der Universität Abomey-Calavi erst geschaffen werden, im Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Braunschweig durchgeführt.

Publikationen zur Kartoffelproduktion in der Sub-Sahara-Region vermitteln übereinstimmend, dass Virose eine wesentliche Ursache für niedrige Erträge im entsprechenden Gebiet sind (KHURANA und GARG, 2003; GILDEMACHER et al., 2011; TORRANCE, 2011). Um diese Aussage für Benin zu konkretisieren, sind im Land produzierte Kartoffeln auf die Kartoffelviren A, M, S, X, Y und das Kartoffelblattrollvirus (Tab. 2) untersucht worden. Da sehr wenige Informationen zu Viren an Kartoffeln über diese Hauptkartoffelviren hinaus in Westafrika vorliegen, sind auf der Basis von EPPO Publikationen diejenigen Quarantäneviren für den europäischen und mediterranen Raum zusätzlich in die Untersuchungen einbezogen worden, für die bereits ein Nachweis ihres Vorkommens in Afrika vorliegt (EPPO/CABI, 2011). Des Weiteren wurde ein Test zu dem Kartoffelspindelknollenviroid (PSTVd) durchgeführt. Als Problemerkörper von vergleichbarer Wichtigkeit wie Viren wird *Ralstonia solanacearum*, der Erreger der Schleimkrankheit, eingeschätzt (TURKENSTEEN, 1987; FUGLIE, 2007). Die Untersuchungen zum Gesundheitsstatus der Kartoffeln wurden demzufolge auf dieses Bakterium ausgedehnt. Außerdem wurde der Erreger der Kartoffelringfäule, *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, in die Untersuchungen einbezogen.

## 2 Kartoffelproduktion in Benin – Status quo

Die Kartoffelproduktion erfolgt derzeit ausschließlich in den Departements Alibori (Anbaugebiet Malanville und Karimama) und Atakora (Anbaugebiet Ouassa Pehunco). Sollte die Kartoffelproduktion in Benin ausgedehnt werden, so wären im Anbaugebiet Malanville Flächen im vierstelligen Hektarbereich nutzbar. 2009/2010 wurden von 41 Landwirten auf einer Gesamtfläche von ungefähr 10 ha Kartoffeln angebaut. Auch im Anbaugebiet Karimama ist eine Ausdehnung der Kartoffelproduktion denkbar, wenn die Flächen bewässerungstechnisch erschlossen würden. Derzeit gibt es hier eine Kartoffelanbaufläche von ca. 6 ha (2010/2011). In Ouassa Pehunco werden erst seit 4–5 Jahren Kartoffeln angebaut. Die Kartoffelanbaufläche lag 2010/2011 zwischen 2 und 4 ha. An einer Weiterentwicklung der Kartoffelproduktion wird insbesondere durch Mitarbeiter der CERPA (Centre Régional pour la Promotion Agricole – Staatliches Zentrum für Landwirtschaft) gearbeitet.

Der Norden Aliboris liegt in den Ausläufern der Sahelzone. In ganz Nordbenin herrscht Äquatorialklima mit

ausgedehnten Trockenzeiten. Zwischen November und Februar tritt hier der Harmattan auf. Es handelt sich dabei um einen Landwind Afrikas, der als Nordostpassat zwischen 0° und etwa 20° nördlicher Breite weht und vom Südwestmonsun abgelöst wird. Während dieser vier Monate treten die größten Temperaturdifferenzen zwischen Tag (> 30°C) und Nacht (ca. 17°C) auf. Vermutlich ist diese Differenz die wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Knollenproduktion. Die Anbauzeit liegt demzufolge zwischen November und Februar.

Die Kartoffeln werden in Parzellen mit einer Fläche von ca. 0,25 ha gepflanzt (Dossou et al., 2003). Der Abstand zwischen den Anbaureihen beträgt ca. 80 cm (Abb. 1). Die Knollen werden im Abstand von 30 cm gelegt. Im Allgemeinen erfolgt die Bewirtschaftung von einer Parzelle durch eine Familie. Im Durchschnitt werden für diese Fläche 500 kg Pflanzgut ausgebracht. Vorwiegend kommen die französischen Sorten Claustar, Sahel und in geringerem Umfang Pamina zum Anbau. Vereinzelt wurden zudem die Kartoffelsorten Desiree, Rosanna, Atlas und Aida genannt, die möglicherweise in geringem Umfang verwendet werden oder in der Vergangenheit ange-



**Abb. 1.** Bodenbearbeitung mit Scheibenflug (A), Pflanzen (B), sowie 1. Häufeln direkt nach dem Pflanzen und 2. Häufeln 8 Wochen nach dem Pflanzen, um durch die Bewässerung zerstörte Dämme wieder herzustellen (C/D) (Foto: Nicolas DEKEISTER).

baut wurden. In den Kartoffelanbaugebieten herrschen tonhaltige Sandböden vor. Als beste Vorfrucht hat sich Getreide erwiesen, wobei aber auf Grund der landwirtschaftlichen Praxis insbesondere Baumwolle und Mais vor Kartoffeln angebaut werden. Die Bodenbearbeitung erfolgt für eine Tiefe von 30 cm. Gedüngt wird 150 bis 250 kg/ha Stickstoff (NPKSB: 14-23-14-5-1) am Tag des Pflanzens (Abb. 2). Einen Monat später werden nochmals bis zu 50 kg/ha Stickstoff in Form von Harnstoff und/oder 50 bis maximal 200 kg/ha Stickstoff in Form von NPKSB ausgebracht. Um den Ertrag zu erhöhen wird lokal begrenzt eine größere Düngermenge gegeben. Zusätzlich wurde mit Kaliumsulfat (Ouassa Pehunco: 60 kg/ha) und Kompost (Karimama) gedüngt. Der Kartoffelanbau erfolgt in der Trockenzeit. Der Niederschlag liegt in dieser Zeit bei ca. 1–2 mm/Monat. Bewässerung ist notwendig (Abb. 3). Sie erfolgt, indem Wasser aus Brunnen, die aus den anliegenden Flüssen bzw. Nebenarmen dieser Flüsse gefüllt werden, auf das Feld gepumpt wird oder direkt aus diesen Wasserarmen oder aus tief gebohrten Brunnen (INRAB, 2002).

Der gesamte Kartoffelsektor, beginnend mit der Saatgutbeschaffung bis hin zur Vermarktung, wird von wenigen Privatpersonen (Franzosen und Beniner) dominiert, die die Organisation und die Logistik umsetzen. Das Pflanzgut wird bei dem französischen Züchtungsunternehmen GERMICOPA SA geordert. Jährlich gelangen knapp 20 t Pflanzgut nach Cotonou/Benin. Von dort wird das Pflanzgut mit einem LKW in den Norden transportiert. Das Pflanzgut für den Raum Malanville und Karimama wurde vorerst kostenlos an die Landwirte verteilt. Die gleiche Gruppe, die die Pflanzgutversorgung übernimmt, kaufte das Ernteprodukt auf. Der Aufkaufpreis setzte sich aus dem Preis für die geernteten Kartoffeln abzüglich der Pflanzgutkosten zusammen. Die Pflanzgutkosten liegen bei knapp 60% des Gesamterlöses. Wiederholt haben die Bauern jedoch vor Ablauf der optimalen Reifezeit geerntet und die Kartoffeln auf dem Markt verkauft. Zum geplanten Erntezeitpunkt verblieb die Gruppe dieser privaten Händler von Kartoffelpflanzgut und Speiseware ohne Produkt. In Reaktion darauf muss das Pflanzgut seit der Vegetationsperiode 2010/2011 von den Landwirten gekauft werden. Die Bauern in Malanville waren mit dieser Vorgehensweise sowohl bezüglich der Nachvollziehbarkeit als auch der Bereitstellung des Geldes überfordert. Es wurde kein Pflanzgut gekauft.

Das Kartoffelpflanzgut für den Raum Ouassa Pehunco wird zu einem großen Teil aus Burkina-Faso importiert, wo sich im grenznahen Bereich ein Lagerhaus befindet.

Der Verkauf der Kartoffeln aus Ouassa Pehunco erfolgt schwerpunktmäßig auf Märkten in der Region. Die Ernte von Karimama und Malanville wird v.a. auf dem Markt in Cotonou und Parakou vertrieben.

Der Ertrag war im Durchschnitt (Erntejahr 2007) mit ca. 14 t/ha (Claustar) und 18 t/ha (Sahel) für westafrikanische Verhältnisse relativ hoch. Die durchschnittlichen Kartoffelerträge in Westafrika liegen im einstelligen Tonnen-Bereich (FAO, 2011). Im Vergleich dazu werden in Europa und Nordamerika 35 bis 40 t/ha geerntet. Als we-



A



B

Abb. 2. 1. Düngergabe am Tag des Pflanzens (A) und 2. Düngergabe 30 Tage nach dem Pflanzens (B) (Foto: Nicolas DEKEISTER).

sentliche Ursachen für dieses Ertragsdefizit sieht das Internationale Kartoffelzentrum in Peru (Centro Internacional de la Papa, CIP) das Fehlen von gesundem Pflanzgut, unzureichende Lagerung und Krankheiten (ANDERSON, 2008).

### 3 Gesundheitsstatus der in Benin produzierten Kartoffeln

#### 3.1 Material und Methoden

Für die Ermittlung des Gesundheitsstatus der in Benin produzierten Kartoffeln sind insgesamt 20 kg Kartoffel-



**Abb. 3.** Bewässerungssystem: Brunnen mit einer Tiefe von bis zu 12 m, der als zentraler Wasserverteilungspunkt dient (A), Hauptwasserkanal (B), 1. Monat nach Pflanzen – wöchentlich eine Bewässerung (Leiten des Wassers zwischen die Dämme), 2. Monat nach Pflanzen – Bewässerung aller 5 d, 72 d nach Pflanzen – Ende der Bewässerung (C) (Foto: Nicolas DEKEISTER).

knollen aus den drei besichtigten Anbaugebieten auf Virus- und Bakterienbefall untersucht worden (Abb. 4, Tab. 1).

Da die Ernte zum Zeitpunkt der Exkursion bereits abgeschlossen war, sind die Kartoffelproben auf dem Markt gekauft bzw. aus den Lagern entnommen worden.

Kartoffelanbauggebiet Karimama. Die Kartoffeln sind auf dem Markt erstanden worden. Es ist anzunehmen, dass sie auch im Gebiet Karimama produziert worden sind.

Kartoffelanbauggebiet Malanville. Für die Ermittlung des Gesundheitswertes sind ebenfalls Knollenproben auf dem lokalen Markt gekauft worden. Da 2010/2011 in Malanville keine Kartoffelproduktion stattgefunden hat, stammen die Kartoffeln vermutlich aus Niger oder Nigeria. Für die Analyse ist eine 5 kg Probe in zwei Kartoffelproben geteilt worden.

Kartoffelanbauggebiet Ouassa Pehunco. Für die Untersuchungen zum Gesundheitsstatus wurde bereits gelagertes Pflanzgut aus lokaler Produktion für die Versuche

(Ouassa Pehunco – Ernte: Februar/2011) zur Verfügung gestellt (Abb. 5). Die erste Probe beinhaltete gesunde Knollen, wohingegen die zweite Probe aus Knollen bestand, von denen mehrere Ringnekrosen auf der Oberfläche aufwiesen. Eine dritte Probe war aus der Speisekartoffelernte eines Bauern, die für den Markt vorbereitet wurde.

Zur Ermittlung des Gesundheitswertes wurden alle Kartoffelproben auf die in Tab. 2 aufgeführten Schaderreger hin untersucht. Der Nachweis der Schaderreger erfolgte mit den in der Tab. 3 angegebenen Methoden. Darüber hinaus wurden alle Proben elektronenmikroskopisch untersucht, um weitere, nicht im Untersuchungsprogramm integrierte Viren nachweisen zu können.

Für die Stammspezifisierung von PVY wurden alle 21 Isolate in der Multiplex PCR untersucht (LORENZEN et al., 2006). Für zwei von diesen Isolaten wurden Teile des PVY Genoms in der Umgebung der Rekombinationspunkte (GLAIS et al., 2002) mit den Primer-Paaren PY1/PY4 und PY5/PY8 amplifiziert. PY1 und PY5 sind sense-Primer, die den Positionen 25–54 bzw. 5000–5023 in der Sequenz des N Stammes des PVY (Genbank-No. AY884983)

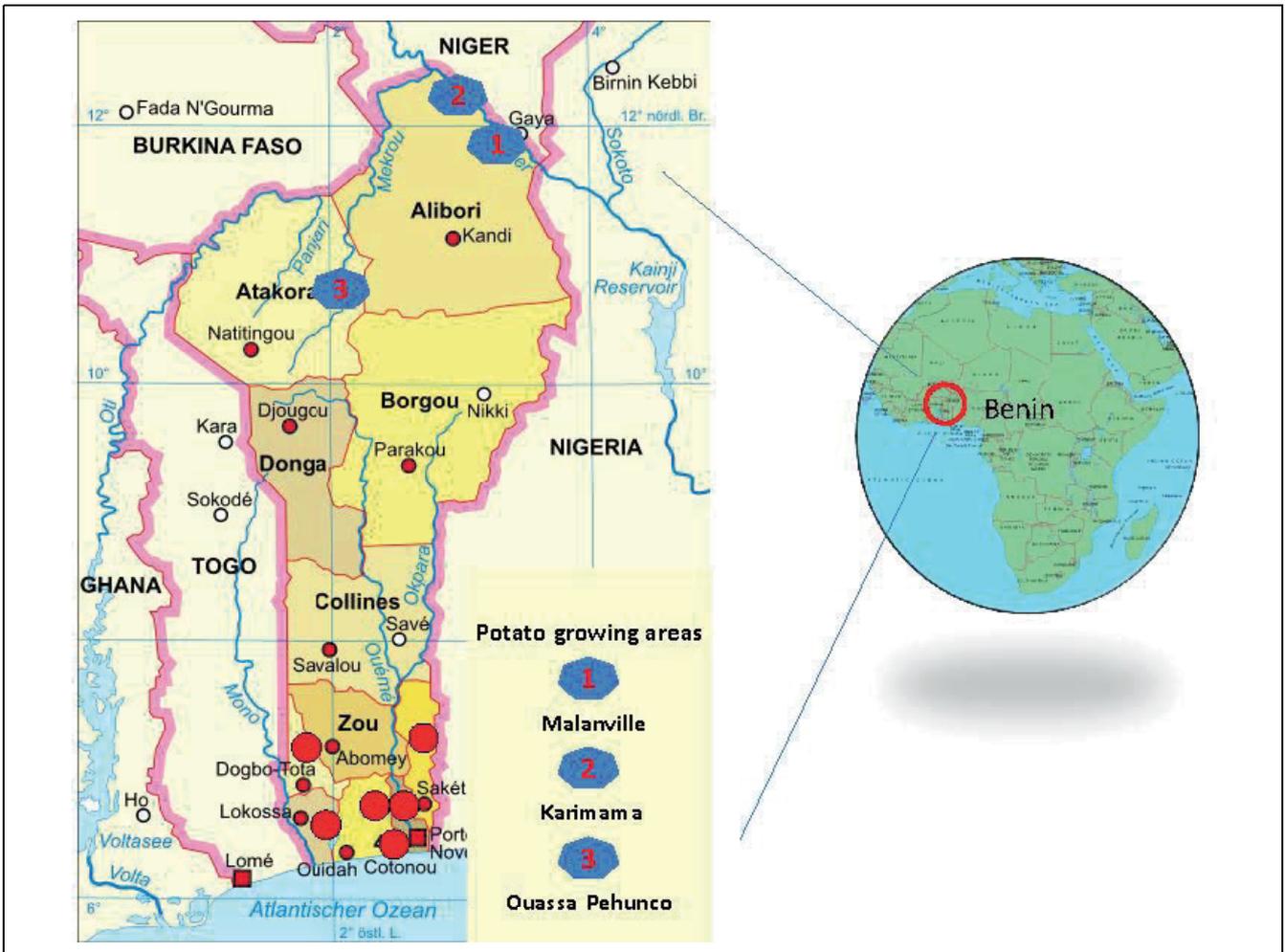


Abb. 4. Kartoffelanbauggebiete in Benin (Bildquelle: <http://www.weltkarten-landkarten.com/la/afrika/benin/330px-Benin-karte-politisch.png>)

Tab. 1. Charakterisierung der für die virologischen und bakteriologischen Prüfungen verwendeten Kartoffelproben

Kartoffelprobe	Karimama			Ouassa Pehunco			Malanville		
	I	II	III	I	II	III	I	II	
Charakterisierung der Probe	große visuell gesunde Knollen vom Markt	kleine Knollen – Abfall von Marktware	Pflanzgut aus lokaler Produktion – mittelgroß visuell gesund	mittelgroße visuell gesunde Knollen für den Markt	mittelgroße visuell gesunde Knollen				
Anzahl Knollen für Virusnachweis	28	39	21	60	11	46	34	32	
Anzahl Knollen für Bakterienachweis	Agri-Strips Schnelltest (nur RS <sup>2</sup> )	keine	2 <sup>1</sup>	keine	keine	8 <sup>1</sup>	6 <sup>1</sup>	keine	keine
	IF-Test + PCR RS <sup>2</sup> + CM <sup>3</sup>	eine Mischprobe	eine Mischprobe	eine Mischprobe	eine Mischprobe	Mischprobe aus Restknollen <sup>4</sup>	Mischprobe aus Restknollen <sup>4</sup>	eine Mischprobe	eine Mischprobe

<sup>1</sup> Knollen mit Fäulesymptomen, <sup>2</sup> *Ralstonia solanacearum*, <sup>3</sup> *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*,

<sup>4</sup> Ein Teil verfallener Knollen konnte nicht mehr in die Untersuchungen einbezogen werden.

**Tab. 2. In die Untersuchungen einbezogene Schaderreger**

Schaderreger	
Hauptkartoffelviren:	Kartoffelvirus A – Potato (Poty-) virus A (PVA) Kartoffelvirus M – Potato (Carla-) virus M (PVM) Kartoffelvirus S – Potato (Carla-) virus S (PVS) Kartoffelvirus X – Potato (Potex-) virus X (PVX) Kartoffelvirus Y – Potato (Poty-) virus Y (PVY) Kartoffelblattrollvirus – Potato leaf roll (Polero-) virus (PLRV)
Quarantäneviren:	Potato Andean mottle (Como-) virus (APMoV) Potato black ringspot (Nepo-) virus (PBRV) Potato yellow dwarf (Nucleorhabdo-) virus (PYDV) Potato yellowing (Alfamo-) virus (PYV) Tomato spotted wilt (Tospo-) virus (TSWV) Potato (Tricho-) virus T (PVT)
Quarantänebakterien:	<i>Ralstonia solanacearum</i> <i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>
Quarantäneviroid:	Potato spindle tuber viroid (PSTVd)

entsprechen. Die antisense-Primer PY4 und PY8 entsprechen den Positionen 3178–3199 und 9677–9700. Die mit dem Enzym DreamTaq (Fa. Fermentas) erhaltenen PCR Produkte wurden von der MWG-biotech AG sequenziert und die erhaltenen Sequenzen mit den in der NCBI Datenbank veröffentlichten PVY Genomsequenzen verglichen.

### 3.2 Ergebnisse und Diskussion

Die Kartoffeln waren frei von Quarantäneviren und dem Kartoffelspindelknollenviroid, hatten einen moderaten Befall mit Kartoffelviren und wiesen auf einen hohen Befallsdruck durch *R. solanacearum* in Benin hin (Tab. 4).

In Abhängigkeit vom Produktionsstandort wurden unterschiedliche Virusarten nachgewiesen. In Karimama lagen ausschließlich Infektionen mit Potyviren vor. In einer Probe wurde PVA nachgewiesen (Karimama I). Alle weiteren Infektionen sind durch PVY verursacht worden. Die Kartoffeln aus Karimama Probe II wiesen ca. 25% PVY auf. Die Probe Karimama III war sogar zur Hälfte mit PVY infiziert. Alle diese Infektionen sind durch den NTN Stamm des PVY verursacht worden, wie die Multiplex PCR ergab. Diese Diagnose wurde durch Sequenz-

**Abb. 5. Pflanzgutlagerung in Ouassa Pehunco.**

analysen bestätigt. Die erhaltenen Sequenzen von insgesamt knapp 4000 Nukleotiden/Isolat waren weitgehend identisch mit allen in der NCBI Genbank aufgeführten PVY<sup>NTN</sup>-Sequenzen. Eine 100%ige Identität mit bekannten PVY Stämmen wurde aber nicht gefunden.

PVY hat neben Kartoffeln einen großen Wirtspflanzenkreis innerhalb der Solanaceen (z.B. Tomaten) und kann auch andere Pflanzenfamilien befallen (MILNE, 1988). Die im Rahmen der Arbeit nachgewiesenen PVY Isolate stammen möglicherweise von Tomaten oder Wildkräutern aus dem betrachteten oder angrenzenden Feldern. Der teilweise sehr hohe PVY Befall könnte jedoch auch

Tab. 3. Methoden zum Schaderregernachweis

Schaderreger	Charakterisierung und Aufbereitung der Probe	Nachweismethode	Quelle
PVA, PVM, PVS, PVX, PLRV, PVY	Augensteckling/Knolle	ELISA	CASPER und MEYER, 1981
PVY	Blattmaterial des PVY-positiven Augenstecklings	Stammspezifizierung mittels PCR und Sequenzanalyse	LORENZEN et al., 2006
APMoV	Augensteckling/Knolle	ELISA (Serum: AS 0005 – DSMZ – Nachweis der Stämme B,C,H)	EPPO/CABI, 1997a SCHRÖDER und WEIDEMANN, 1990
PBRSV	Augensteckling/Knolle	ELISA (Serum: AS 0045 – DSMZ)	EPPO/CABI, 1997b SCHRÖDER und WEIDEMANN, 1990
PYDV	Augensteckling/Knolle	ELISA (Serum: AS 0023 – DSMZ)	EPPO/CABI, 1997c FALK und WEATHERS, 1983
PYV	Augensteckling/Knolle	ELISA (Serum: AS 0599 – DSMZ)	EPPO/CABI, 1997d
TSWV	Augensteckling/Knolle	ELISA (Serum: AS 0105 – 0106/0116 – DSMZ)	EPPO/CABI, 2011 SHERWOOD et al., 1989; HUGUENOT et al., 1990; WANG und GONSALVES, 1990
	Blattmaterial der TSWV-positiven Augenstecklinge (Proben mit hoher Extinktion aus dem ELISA)	Bioassay mit <i>Nicotiana rustica</i> ; <i>Nicotiana benthamiana</i> , <i>Nicotiana glauca</i>	
	Blattmaterial der TSWV-positiven Augenstecklinge (Proben mit hoher Extinktion aus dem ELISA)	RT-PCR	OEPP/EPPO, 2004a MUMFORD et al., 1996
PVT	Mischprobe Blattmaterial von 5 Augenstecklingen	ISEM+Dekoration	EPPO/CABI, 1997e ASTIER et al., 2009 SCHRÖDER und WEIDEMANN, 1990
<i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>	Mischprobe aller Knollen einer Gesamtprobe	IF-Test und PCR	EU, 2006a
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Mischprobe aller Knollen einer Gesamtprobe	IF-Test und PCR AgriStrip (Bioreba)	EU, 2006b BIOREBA, 2011
PSTVd	Mischprobe Blattmaterial von 5 Augenstecklingen	RT-PCR	OEPP/EPPO, 2004b SHAMLOUL et al., 1997

auf infiziertes Pflanzgut zurückzuführen sein. In Kari-mama und vermutlich auch in Ouassa Pehunco handelte es sich um zertifizierte Saatkartoffeln aus Frankreich, die direkt oder über Burkina Faso zum Anbaubereich gelangten. In Verbindung mit der Einfuhr von Saatkartoffeln nach Benin sollte deshalb ein höchstes Gesundheitsniveau gewährleistet sein. Es kann davon ausgegangen

werden, dass die Ouassa Pehunco-Saatgutpartie weitgehend virusfrei war. Der Bestand ist im Fall von Ouassa Pehunco I und II mit dem Ziel der Saatgutvermehrung mit sachkundiger Begleitung durch das CERPA erfolgreich geführt worden. Eine Saatgutvermehrung in Benin erscheint umsetzbar (GILDEMACHER et al., 2011). Geklärt werden sollte, in welchem Umfang phytopathogene Insek-

Tab. 4. Gesundheitsstatus der Kartoffelknollen aus Benin

Kartoffelprobe	Anzahl Knollen gesamt	Hauptkartoffelviren <sup>1</sup>							Viroid <sup>1</sup>	
		PVA	PVM	PVS	PVY <sup>NTN</sup>	PVX	PLRV	Sonstige	Kartoffelspindelknollenviroid	
Karimama I	28	1								
Karimama II	39				10					
Karimama III	21				11					
Ouassa Pehunco I	60	1								
Ouassa Pehunco II	11									
Ouassa Pehunco III	46						2			
Malanville I	34			15			2			
Malanville II	32	1		7			6			

	Anzahl gesamt	Quarantäneviren <sup>1</sup>					Quarantänebakteriosen <sup>1</sup>		
		APMV	PBRV	PYDV	PYV	TSWV	PVT	<i>C. michiganensis</i>	<i>R. solanacearum</i>
Karimama I	28								
Karimama II	39								
Karimama III	21								
Ouassa Pehunco I	60								Gesamtprobe positiv <sup>3</sup>
Ouassa Pehunco II	11								3 <sup>2</sup>
Ouassa Pehunco III	46								Gesamtprobe positiv <sup>3</sup>
Malanville I	34								
Malanville II	32								

<sup>1</sup>) Anzahl infizierter Knollen; <sup>2</sup>) Nachweis mit Bioreba AgriStrips; <sup>3</sup>) Nachweis im IF-Test und in der PCR

ten und Virusvektoren in den Kartoffelanbaugebieten in der Zeit des Harmattan auftreten. Die Ursache für die Knollenringsymptome, die nur in der Ouassa Pehunco II-Probe, aber dort gehäuft auftraten, konnten nicht ermittelt werden. PVY<sup>NTN</sup> war anhand negativer PVY-ELISA-Werte in jedem Fall als Symptomursache auszuschließen. Zudem waren keine Viruspartikel in den Saftproben von Augenstecklingspflanzen der symptomtragenden Knollen mittels Elektronenmikroskop zu finden, so dass auch andere Viren als Ursache nicht nachgewiesen werden konnten.

Die auf dem Markt in Malanville erstandenen Speisekartoffeln wiesen insbesondere PVS auf. Zudem trat PLRV auf. Bestätigt werden damit die Ergebnisse von Erhebungen Anfang der 90er Jahre in Nigeria, wo insbesondere PVS und PVX im Kartoffelbau nachgewiesen wurden, PVY aber nur in geringem Umfang auftrat (MIHA et al., 1993) und demzufolge die Annahme, dass die Kartoffeln vermutlich aus den angrenzenden Ländern Niger oder Nigeria stammten.

Eine Voraussetzung für die Ausdehnung der Kartoffelproduktion in Benin ist mengenmäßig ausreichendes, gesundes und für den Bauern zu finanzierendes Pflanzgut, das an die Wachstumsbedingungen in Benin adaptiert ist. Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass Pflanzgut hoher Qualität vor Ort produziert werden kann, wenn das dafür verwendete Basispflanzgut einen

hohen Gesundheitswert hat. Es stellt sich in diesem Fall die Frage nach der Lagerung des Pflanzgutes für die nächste Saison. Kühlkapazität ist sehr energieintensiv, demzufolge teuer und in den Kartoffelanbauregionen nicht vorhanden. Derzeit werden in Ouassa Pehunco Versuche durchgeführt, um zu klären, ob mehrere Kartoffelernten im Jahr realisierbar sind. Die gleiche Frage stellt sich beim Aufbau eines nationalen Pflanzgutvermehrungs- und Züchtungsprogramms. Bei Miniknollen, die möglicherweise aus Kartoffelkeimen erzeugt werden könnten (CARAM SOUZA-DIAS et al., 2011), tritt das Phänomen der Keimruhe nicht auf (SIDIKOU et al., 2003). Es ist jedoch bisher nicht geklärt, ob diese Miniknollen in der Lage sind, außerhalb des Harmattan Pflanzgutknollen für die folgende Kartoffelsaison zu produzieren.

Zusätzlich zu den Tests auf Virusinfektionen sind die Kartoffeln auf Befall mit den Quarantänebakterien *R. solanacearum* und *C. michiganensis* untersucht worden. Mit einem ersten Schnelltest (AgriStrips) auf *R. solanacearum*, der mit Knollen aller Proben durchgeführt wurde, die ca. eine Woche nach der Entnahme aus dem Lager bzw. nach dem Kauf auf dem Markt Fäulesymptome aufwiesen, konnten in drei Knollen der Ouassa Pehunco II-Probe *R. solanacearum* nachgewiesen werden (Abb. 6). Für die weiterhin untersuchten Kartoffelproben erwies sich *R. solanacearum* nicht als Ursache der Fäule. Die in der EU



Abb. 6. *Ralstonia solanacearum*-infizierte Kartoffelknollen (Foto: Inga HILBRICH).

für einen offiziellen Nachweis des Quarantäneschaderregers *R. solanacearum* geforderten Nachweismethoden, IF-Test und PCR, wurden ca. einem Monat nach der Exkursion durchgeführt. Anhand des fortgeschrittenen Zeitpunkts war ein Teil der Ouassa Pehunco II und III-Proben auf Grund starker Fäulnis nicht mehr in die Untersuchungen einzubeziehen. Aus den noch verbliebenen Knollen wurde eine Mischprobe pro Knollenprobe erstellt, die im Fall von Ouassa Pehunco I und III in beiden Tests positiv war. Für die weiterhin untersuchten sechs Knollenproben (siehe Tab. 2) war *R. solanacearum* nicht nachzuweisen.

Bezüglich des Quarantänebakteriums *C. michiganensis* erwiesen sich alle acht Mischproben pro Kartoffelprobe frei.

Während die Herkunft der Kartoffelviren nicht eindeutig beschrieben werden konnte, erscheint das *R. solanacearum*-Inokulum aus Benin zu stammen. Vermut-

lich liegt die Ursache für das Auftreten der Schleimkrankheit insbesondere in der Art des Bewirtschaftungssystems (Dossou et al., 2003). Die Kartoffelpflanzen werden im ersten Monat nach dem Pflanzen wöchentlich ein Mal auf dem Feld mittels eines Kanalsystems bewässert. Im 2. Monat erfolgt die Bewässerung alle fünf Tage. Das Wasser wird aus Brunnen, die aus den anliegenden Flüssen bzw. Nebenarmen dieser Flüsse gefüllt werden oder direkt aus diesen Wasserarmen auf das Feld gepumpt. Es verbleibt dort längere Zeit bis es versickert oder verdunstet ist und stellt dadurch optimale Bedingungen für die Entwicklung von *R. solanacearum* dar. Es ist anzunehmen, dass die Kartoffeln aus Ouassa Pehunco durch *R. solanacearum* aus Oberflächenwasser infiziert wurden, und dass das Bewässerungssystem den Infektionsdruck begünstigt. Hinsichtlich der phytopathologischen Situation erscheinen Bakterien wie *R. solanacearum*, aber auch der Komplex der Nassfäuleerreger, *Pectobacterium* spp., von großer Bedeutung zu sein (Dossou et al., 2003). Konzepte zur Reduzierung des Infektionsdrucks sollten erarbeitet werden.

#### 4 Schlussfolgerungen

In Benin werden auf 15–20 ha Kartoffeln angebaut. Eine flächenmäßige Ausdehnung auf einen vierstelligen Hektarbetrag erscheint auf Grund der klimatischen sowie der acker- und pflanzenbaulichen Bedingungen umsetzbar. Eine Voraussetzung dafür stellt eine nationale Pflanzgutproduktion dar, deren Basis vorerst importierte Pflanzkartoffeln sein könnten. Es muss geklärt werden, ob mehrere Generationen pro Vegetationsperiode anzubauen sind. Eine nationale Pflanzgutproduktion auf der Basis von Miniknollen, die von Meristemkulturen oder Kartoffelkeimen stammen, wären dann folgende Schritte. Sowohl für die Aufbewahrung von Pflanzkartoffeln als auch für die Reduzierung von Nachernteverlusten sind Kartoffellager zu schaffen. Die Zielvorstellung sollte sein, diese Lager zu klimatisieren. Zudem könnte ein nationales Züchtungsprogramm bzw. die Kooperation mit Züchtungsprogrammen anderer westafrikanischer Länder angedacht werden.

Der durchschnittliche Kartoffelertrag liegt bei ca. 15 t/ha. Optionen, den Ertrag zu erhöhen, werden vorerst in der Optimierung des Bewässerungsregimes und in der Reduzierung von Krankheiten, insbesondere Bakteriosen, gesehen. Grundlegend für eine erfolgreiche Ausdehnung der Kartoffelproduktion in Benin erscheint jedoch eine enge Zusammenarbeit der Universität mit den staatlichen Zentren für Landwirtschaft und den Landwirten. Zudem sind das Gespräch und die Kooperation mit Kartoffelproduzenten angrenzender Länder zu suchen und der Kontakt zum CIP herzustellen.

#### Danksagung

Wir danken Frau Dr. SEIGNER, Frau THEIL und Herrn Dr. POSCHENRIEDER von der Bayerischen Landesanstalt für

Landwirtschaft für die Durchführung des IF-Tests, der PCR sowie der qPCR zum Nachweis der Quarantänschaderreger *R. solanacearum* und *C. michiganensis*. Zudem bedanken wir uns bei Frau Prof. KOENIG für die Unterstützung bei der Virusgenomsequenzierung sowie bei Herrn Dr. WINTER und Herrn Dr. MENZEL von der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH für die Bereitstellung der Antisera.

## Literatur

- ANDERSON, P.K., 2008: Potato science for the poor: Challenges and opportunities. In: Proceedings of the Workshop to commemorate the International Year of the Potato – 2008, held at FAO, Bangkok, Thailand, 6 May 2008.
- ASTIER, S., J. ALBOUY, Y. MAURY, C. ROBAGLIA, H. LECOQ, 2009: Principles of Plant Virology – Genome, Pathogenicity, Virus Ecology. Enfield, USA, Science Publisher, pp 235-237.
- BIOREBA, 2011: [http://www.bioreba.ch/popup.php?docFile=http://www.bioreba.ch/files/Product\\_Info/AgriStrip/Rs\\_AgriStrip.pdf](http://www.bioreba.ch/popup.php?docFile=http://www.bioreba.ch/files/Product_Info/AgriStrip/Rs_AgriStrip.pdf).
- CARAM SOUZA-DIAS, J.A., K. LINDNER, V.J. RAMOS, A.A. COSTA, X. QINGFEN, W. WEI, C. MARTINHO, D. CHOUGOUROU, 2011: The Sprout/Seed-Potato (S/S-P) Technology: An update on attempts to transfer this affordable mini tuber production system to developing nations. Abstracts of the 18<sup>th</sup> Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Oulu, Finland, July 24<sup>th</sup> – 29<sup>th</sup> 2011, 49.
- CASPER, R., S. MEYER, 1981: Die Anwendung des ELISA-Verfahrens zum Nachweis pflanzenpathogener Viren. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **33**, 49-54.
- DOSSOU, A.R., M.N. BACO, E. LEFORT, Y. AFOUDA, A.K. DJINANDOU IGUE, 2003: Guide pratique de production de la pomme de terre dans l'Alibori. Conseils pratiques pour réussir la culture de la pomme de terre. Cotonou Benin, INRAB.
- EPPO/CABI, 2011 (latest version): <http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.html>.
- EPPO/CABI, 1997a: Potato Andean mottle comovirus. In: Quarantine pests for Europe (2<sup>nd</sup> ed.), pp. 1298-1301. Wallingford (GB), CAB International.
- EPPO/CABI, 1997b: Potato black ringspot nepovirus. In: Quarantine pests for Europe (2<sup>nd</sup> ed.), pp. 1302-1304. Wallingford (GB), CAB International.
- EPPO/CABI, 1997c: Potato yellow dwarf nucleorhabdovirus. In: Quarantine pests for Europe (2<sup>nd</sup> ed.), pp. 1314-1316. Wallingford (GB), CAB International.
- EPPO/CABI, 1997d: Potato yellowing alfamovirus. In: Quarantine pests for Europe (2<sup>nd</sup> ed.), pp. 1320-1322. Wallingford (GB), CAB International.
- EPPO/CABI, 1997e: Potato T trichovirus. In: Quarantine pests for Europe (2<sup>nd</sup> ed.), pp. 1311-1313. Wallingford (GB), CAB International.
- EU, 2006a: Commission Directive 2006/56/EC of 12 June 2006 amending the Annexes to Council Directive 93/85/EEC on the control of potato ring rot. Official Journal of the European Communities no. L182, 1-43.
- EU, 2006b: Commission Directive 2006/63/EC of 14 July 2006 amending the Annexes ii to VII to Council Directive 98/57/EC on the control of *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. Official Journal of the European Communities no. L206, 36-106.
- FALK, B.W., L.G. WEATHERS, 1983: Comparison of potato yellow dwarf virus serotypes. Phytopathology **73**, 81-85.
- FAO, 2011: FAO Statistics. <http://faostat.fao.org/site/567/Desktop-Default.aspx?PageID=567#ancor>.
- FUGLIE, K.O., 2007: Priorities for potato research in developing countries: results of a survey. Amer. J. of Potato Res. **84**, 353-365.
- GILDEMACHER, P.R., E. SCHULTE-GELDERMANN, D. BORUS, P. DEMO, R. KINYAE, P. MUNDIA, P.C. STRUIK, 2011: Seed potato quality improvement through positive selection by smallholder farmers in Kenya. Potato Research **54**, 253-266.
- GLAIS, L., M. TRIBODET, C. KERLAN, 2002: Genomic variability in Potato potyvirus Y (PVY): evidence that PVY<sup>NW</sup> and PVY<sup>NTN</sup> variants are single or multiple recombinants between PVY<sup>O</sup> and PVY<sup>N</sup> isolates. Arch. Virol. **147**, 363-378.
- HDR, 2011: Human Development Report. <http://hdr.undp.org/en/statistics/>.
- HUGUENOT, C., G. DOBBELSTEEN, P. VAN DEN HAAN, C.A.M. DE WAGEMAKERS, G.A. DROST, A.D.M.E. OSTERHAUS, D. PETERS, 2009: Detection of tomato spotted wilt virus using monoclonal antibodies and riboprobes. Archives of Virology **110**, 47-62.
- INRAB, 2002: Amélioration génétique et phytatrique des denrées de base, rapport annuel.
- KHURANA, S.M.P., I.D. GARG, 2003: Potatoes in warm climates. Chapter 7 of: Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries. ed. G. Loebenstein and G. Thottappilly. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- LORENZEN, J.H., L.M. PICHE, N.C. GUDMESTAD, T. MEACHAM, P. SHIEL, 2006: A multiplex PCR assay to characterize Potato virus Y isolates and identify strains mixtures. Plant Dis. **90**, 935-940.
- MIHA, A.M., H.W. ROSSEL, G.I. ATIRI, 1993: Incidence and distribution of potato viruses in Plateau State, Nigeria. African Crop Science Journal **1**, 131-138.
- MILNE, R.G., 1988: The plant viruses, Vol. 4: The filamentous plant viruses. ed. R.G. MILNE, New York, Plenum Press., 440 pp.
- MUMFORD, R.A., I. BARKER, K.R. WOOD, 1996: An improved method for the detection of *Tospoviruses* using the polymerase chain reaction, J.Virol. Met. **57**, 109-115.
- OEPP/EPPO, 2004a: EPPO Standards. Diagnostic protocols for regulated pests. EPPO standard PM 7/34 (1): *Tomato spotted wilt tospovirus*, Impatiens necrotic spot tospovirus and Watermelon silver mottle tospovirus. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin **34**, 271-279.
- OEPP/EPPO, 2004b: EPPO Standards. Diagnostic protocols for regulated pests. EPPO standard PM 7/33 (1) *Potato spindle tuber pospiviroid*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin **34**, 257-269.
- SCHRÖDER, M., H.L. WEIDEMANN, 1990: Detection of quarantine viruses of potato by ELISA. Bulletin OEPP/EPPO **20**, 581-590.
- SHAMLOUL, A.M., A. HADIDI, S.F. ZHU, R.P. SINGH, B. SAGREDO, 1997: Sensitive detection of potato spindle tuber viroid using RT-PCR and identification of a viroid variant naturally infecting pepino plants, Can. J. Plant Pathol. **19**, 89-96.
- SHERWOOD, J.L., M.R. SANBORN, G.C. KEYSER, L.D. MYERS, 1989: Use of monoclonal antibodies in detection of tomato wilt virus. Phytopathology **79**, 61-64.
- SIDIKOU, R.D.S., D. SIHACHAKR, D. LAVERGNE, A. NATO, D. ELLISSÉCHE, B. JOUAN, G. DUCREUX, 2003: Contribution of microtubersation to the adaptation of potato culture in the Sahel. Cahiers Agriculture **12**, 7-14.
- TORRANCE, L., 2011: Virus challenges in seed potato production system in Sub-Saharan Africa: Kenya as a case study. Sapporo, Japan, Abstract book, XV International Congress of Virology 11-16 September.
- TURKENSTEEN, L.J., 1987: Survey of diseases and pests in Africa: Fungal and bacterial diseases. Acta Horticulturae **213**, 151-159.
- UN, 2000: Millennium-Entwicklungsziele. <http://www.unric.org/de/publikationsverzeichnis#Millennium>.
- WANG, M., D. GONSALVES, 1990: ELISA detection of various tomato spotted wilt virus isolates using specific antisera to structural proteins of the virus. Plant Dis. **74**, 154-158.