



Le changement de visage du Virus Y de la pomme de terre et ses effets sur l'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord

Stewart M. Gray, Ph.D., Research Scientist
USDA, ARS and Cornell University, Ithaca NY

L'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord fait présentement face à une invasion de toute part par un vieux ravageur qui a récemment subi d'importants et de sinistres changements. Ce ravageur est le Virus Y de la pomme de terre ou PVY et la menace se trouve dans les nouvelles souches de virus qui peuvent causer des symptômes internes et externes sur les tubercules.

Dans le bon vieux temps, nous avions uniquement à gérer les souches « ordinaires » de PVY, qui portaient alors la désignation de « PVY⁰ ». La souche PVY⁰ cause généralement des symptômes reconnaissables de mosaïque sur le feuillage de la majorité des variétés communes de pommes de terre qui sont produites. À cause de cela, les producteurs, avec l'aide des programmes de certification des semences, ont été en mesure de contrôler la maladie de manière assez efficace tout simplement en pratiquant des élagages réguliers (suppression) des plants visiblement infectés dans les champs de semences aux moments opportuns. Cette situation est devenue beaucoup plus difficile maintenant avec l'augmentation du nombre de variétés produites qui ne montrent pas aussi bien les symptômes de PVY que plusieurs des vieilles variétés. Russet Norkotah, Shepody, Silverton Russet et Gem Russet, entre autres, sont quelques variétés dites « latentes et porteuses de PVY » ou aussi dites « asymptomatiques ». Comme si ce développement n'était pas un problème suffisant, les nouvelles souches de PVY ne démontrent généralement pas de symptôme de manière aussi prononcée que le « PVY⁰ », même dans les variétés plus vieilles. Ceci a eu comme résultat que le virus PVY, de toutes les souches, a considérablement augmenté dans le système de semence de pomme de terre en Amérique du Nord, et ce, depuis les dix dernières années.

Le premier de ces nouveaux envahisseurs de PVY à être rencontré a été désigné comme étant le « PVY^N ». Dans ce cas, le « N » signifie « Nécrotique »; toutefois, ceci constitue un peu une appellation trompeuse puisque cette souche de virus cause une réaction nécrotique sur les feuilles de tabac (Tobacco), et non pas sur la pomme de terre. PVY^N est actuellement responsable de symptômes relativement faibles chez la pomme de terre, une caractéristique qui fait en sorte qu'il est plus difficile de gérer cette souche puisque les symptômes sont plus difficiles à voir et à enlever. Curieusement, depuis la découverte du PVY^N en Amérique du Nord, au début des années 1990, cette souche particulière de virus est rarement rencontrée. Ce qui est plus fréquemment rencontré de nos jours ce sont des souches de PVY dites « recombinantes » qui contiennent du matériel génétique provenant à la fois des souches de PVY⁰ et de PVY^N. Un de ces recombinants, souvent étiqueté PVY^{N:0} ou PVY^{NWI}, est devenu très courant aux États-Unis. Une nouvelle souche encore plus importante est celle désignée comme étant PVY^{NTN}, qui fait référence au « Type N, Tubercule Nécrotique ». Cette souche cause généralement de faibles symptômes sur le feuillage, mais cause d'importantes nécroses sur la surface des tubercules, ce qui les rend invendables. Les variétés à chair jaune semblent être les plus sensibles, mais certaines variétés blanches, rouges ou Russet ont également été trouvées sensibles au PVY nécrotique du tubercule (PVY^{NTN}).

L'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord a été chanceuse jusqu'à présent puisque seulement quelques cas de PVY^{NTN} ont été responsables de pertes pour des producteurs commerciaux. Si on permet l'augmentation de la prévalence du PVY^{NTN} dans le système de pommes de terre de semence en Amérique du Nord, cette situation pourrait avoir un impact bien pire dans le futur. Afin de souligner l'urgence de cette prédiction, nous n'avons pas besoin de regarder plus loin qu'en Europe où la souche NTN du PVY représente maintenant plus de 80 % de la population de PVY. Nous croyons que nous pouvons apprendre de l'expérience des Européens et ainsi prendre des actions immédiates, et ce, avant que la situation devienne hors contrôle chez nous.

La présentation traitera du travail qui est actuellement réalisé sur le PVY par une équipe de chercheurs venant de partout aux États-Unis, travail supporté par l'industrie américaine de la pomme de terre. De plus, une Initiative de recherche sur les cultures de spécialité (SCRI) du USDA, échelonnée sur cinq ans, a été accordée afin d'étudier les nouvelles souches de PVY et d'enseigner aux divers intervenants œuvrant dans l'industrie de la pomme de terre les manières de gérer cette nouvelle menace. Le projet est intitulé : « Le développement de stratégies approfondies afin de gérer le virus Y de la pomme de terre et d'éradiquer les variants nécrotiques des tubercules qui ont récemment été introduits aux États-Unis. » Actuellement dans sa quatrième année de recherche, ce projet a généré de nouvelles informations fort profitables. Celles-ci peuvent être consultées à l'adresse électronique suivante : www.potatovirus.com. Ce site Internet présente également une grande quantité d'informations concernant le PVY en général, ainsi que les raisons et les méthodes utilisées pour rassembler davantage d'informations en vue de, espérons-le, éradiquer ces nouvelles souches de PVY. Également disponible sur ce site Internet, des informations concernant les chercheurs impliqués dans le projet ainsi que leurs coordonnées. Le groupe de recherche étudie tous les aspects du PVY présent dans l'industrie en Amérique du Nord, incluant : la composition des souches constituant la population de PVY en Amérique du Nord; l'étude de l'expression des symptômes, autant au niveau du feuillage qu'au niveau des tubercules, chez les nouvelles souches dans un grand nombre de variétés nord-américaines; le développement de méthodes afin de gérer le PVY; enquêter sur le rôle des plantes hôtes comme réservoir à virus; et le vrai impact économique du PVY sur le rendement et la qualité de la production de pomme de terre commerciale.

Le succès d'un projet aussi ambitieux que celui-ci nécessitera des efforts de toute l'industrie de la pomme de terre sur tout le continent. Des changements devront sans aucun doute être considérés par les agences de certification des semences afin de réduire le PVY dans les semences de pommes de terre, particulièrement les semences qui seront replantées à l'intérieur d'un programme de semence pour une nouvelle année de multiplication. Toutes les souches de PVY se propagent facilement et la source la plus importante est généralement contenue dans la semence qui est plantée. Une plus grande éducation auprès de toute l'industrie de la pomme de terre serait nécessaire afin de créer une meilleure prise de conscience du dommage économique potentiel que pourraient causer ces nouvelles souches de virus. Les producteurs doivent réaliser que la gestion la plus efficace du PVY est d'éviter, en tout premier lieu, de planter de la semence infectée.



The Changing Face of Potato Virus Y and its Effects on the North American Potato Industry

Stewart M. Gray, Ph.D., Research Scientist
USDA, ARS and Cornell University, Ithaca NY

The potato industry in North America is currently experiencing an invasion of sorts by an old pest that has recently undergone some important and sinister changes. The pest is Potato virus Y or PVY and the threat is new strains of the virus that can cause both internal and external tuber symptoms.

In the good old days we only had to deal with the "Ordinary" strain of PVY, which bears the designation "PVY⁰". PVY⁰ generally causes a recognizable mosaic symptom in the foliage of most commonly produced varieties, and because of this growers, with the help of state seed certification programs, were able to manage the disease fairly well by the simple, time-honored practice of roguing (removing) visibly infected plants out of seed fields. This situation became much more difficult with the increase in production of a number of varieties that don't show PVY symptoms nearly as well as many of the older varieties. Russet Norkotah, Shepody, Silverton Russet, and Gem Russet, among others, are some of these "latent PVY carrier" varieties. As if this development weren't enough of a problem, the new strains of PVY usually don't show symptoms as strongly as PVY⁰ even in the older varieties. As a result, PVY of all strains has been increasing in the North American seed potato system over the last ten years or so.

The first of the new PVY invaders to be encountered were designated "PVY^N." In this case, the "N" stands for "necrotic" but this designation is a little misleading because this strain of the virus causes a necrotic reaction in the leaves of tobacco, not potato. PVY^N is actually responsible for a relatively mild symptom in potato, a feature that makes this strain more difficult to manage because it is more difficult to see and remove. Oddly enough, since the discovery of PVY^N in North America back in the early 1990's, this particular strain of the virus is only rarely encountered. Much more commonly found these days are the so-called "recombinant" strains of PVY that contain genetic material from both the PVY⁰ and PVY^N strains. One of these recombinants, often labeled PVY^{N:0} or PVY^{NWI} is becoming very prevalent across the U.S. A more important new strain is one designated as PVY^{NTN} which stands for "N type, Tuber Necrotic." This strain often causes mild foliar symptoms, but it causes devastating surface necrotic rings on tuber surfaces that render the tubers unmarketable. Yellow flesh varieties seem to be the most susceptible, but a few white, red and russet varieties have also be found to be susceptible to PVY tuber necrosis.

The North American potato industry has been fortunate so far as there have only been a handful of cases wherein PVY^{NTN} has been responsible for actual losses to commercial growers. If PVY^{NTN} is allowed to increase in the North American seed potato system, this situation could get a great deal worse in the future. To underline the urgency of this prediction we need look no further than Europe where the NTN strains of PVY now make up more than 80% of the PVY population.

We believe that we can learn from the European experience and take action immediately, before the situation gets out of hand over here.

The presentation will discuss the work underway by a team of PVY researchers from across the United States supported by the U.S. potato industry and a five-year USDA Specialty Crops Research Initiative (SCRI) grant to study the new strains of PVY and to educate the potato industry about what to do to manage this new threat. The grant is entitled “Development of comprehensive strategies to manage Potato Virus Y in potato and eradicate the tuber necrotic variants recently introduced into the United States.” Now beginning its fourth year, the project has generated valuable new information that can be accessed at www.potatovirus.com. On the site can be found a wealth of information about PVY in general, as well as the purpose and methods that will be employed to gather more information and, hopefully eradicate these new strains of PVY. Also available on the website is information about the researchers involved and how to contact them. The group is studying all aspects of PVY in the North American industry, including surveying the strain makeup of the North American PVY population, studying the symptom expression of new strains in a full range of North American Varieties in both foliage and tubers, developing methods of PVY management, investigating the role of weed hosts as reservoirs for the virus, and the true economic impact of PVY on yield and quality in commercial potato production.

The success of an ambitious project like this one will require the efforts of the entire potato industry on the entire continent. Changes may need to be considered by seed certification agencies to reduce PVY in seed potatoes, particularly seed which will be planted back into a seed program for another year of increase. PVY of all strains spreads very easily and the most important source is usually contained in the seed that is being planted. Greater education of the entire potato industry to create a greater awareness of the potential for economic damage due to the new strains will also be necessary. Growers must realize that the most effective management for PVY is to avoid planting infected seed in the first place.

The changing face of Potato virus Y: Merging science and business to better manage PVY

Stewart Gray, Amy Charkowski, Pam Hutchinson, Russ Groves,
Alex Karasev, Chris McIntosh, Phil Nolte, Jonathan Whitworth
USDA-ARS, Cornell Univ, Univ. Wisconsin, Univ. Idaho



What is PVY?

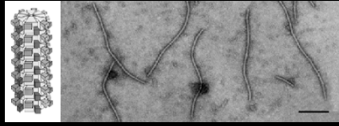


Why has it become a
bigger problem?



What are the solutions?





Potato Virus Y PVY



- RNA virus species (high mutation rate)
- Aphid vectors – (colonizing and noncolonizing)
- Efficiently translocated from leaves to tubers
- Infected tubers generate infected sprouts
- Virus has “limited” host range
- Easily observed in the field
- Managed by seed certification



What is Potato virus Y (PVY)?
What is this alphabet soup?

Virus	Strain	Isolate
PVY	PVY ^O	Ordinary
	PVY ^N	Necrotic
	PVY ^{N:O}	
	PVY ^{N-Wi}	
	PVY ^{NTN}	Tuber Necrosis

PVY is expanding the number of models and options

Model Strain	Options Isolate
F-150 Ordinary PVY (PVY ^O)	     
SUV Hybrid PVY (PVY ^{N:O} , PVY ^{NTN})	     
Mustang Necrotic PVY (PVY ^N)	     

Strains ^{and isolates} cause different foliar and tuber symptoms

Ordinary PVY
(PVY^O)



Hybrid PVY
(PVY^{N:O}, PVY^{NTN})



Necrotic PVY
(PVY^N)



Europe has switched to hybrids

Strain

Ordinary PVY
(PVY^O)



PVY is not a seed problem



Hybrid PVY
(PVY^{N:O}, PVY^{NTN})

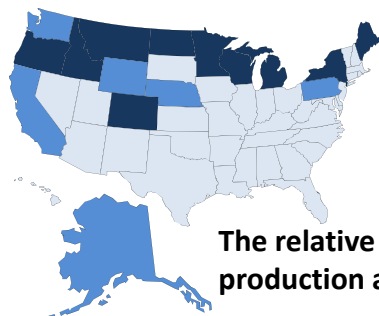


Necrotic PVY
(PVY^N)



1-2% Tolerance for Severe Mosaic

5-10% Tolerance for Mild Mosaic



National Survey – 2004-06

All G4 lots – 2 tubers/acre

SCRI Survey – 2009 & 2011...

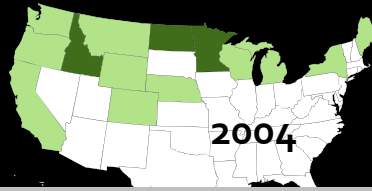
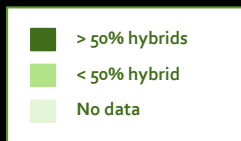
Leaf samples collected from PHT

The relative composition of PVY strains within seed production areas has changed from 2004 to 2011

Survey year	Tot # PVY samples	Strain Identification			
		O	Hybrids		Mix
			NO/NWi	NTN	
2004-06	2042	1344 (66%)	498 (24%)	110 (5%)	90 (4%)
2009	611	271 (44%)	147 (24%)	84 (14%)	26* (4%)
2011	1271	279 (22%)	502 (40%)	204 (16%)	130* (11%)



Is North America going to follow Europe?



Hybrid strains of PVY are increasing in incidence and in distribution.

PVY^{NTN} still at manageable levels



What is PVY?



Why has it become a bigger problem?



What are the solutions?



Why has PVY become a major problem?

Ordinary strain → Hybrids / Tuber necrotic strains

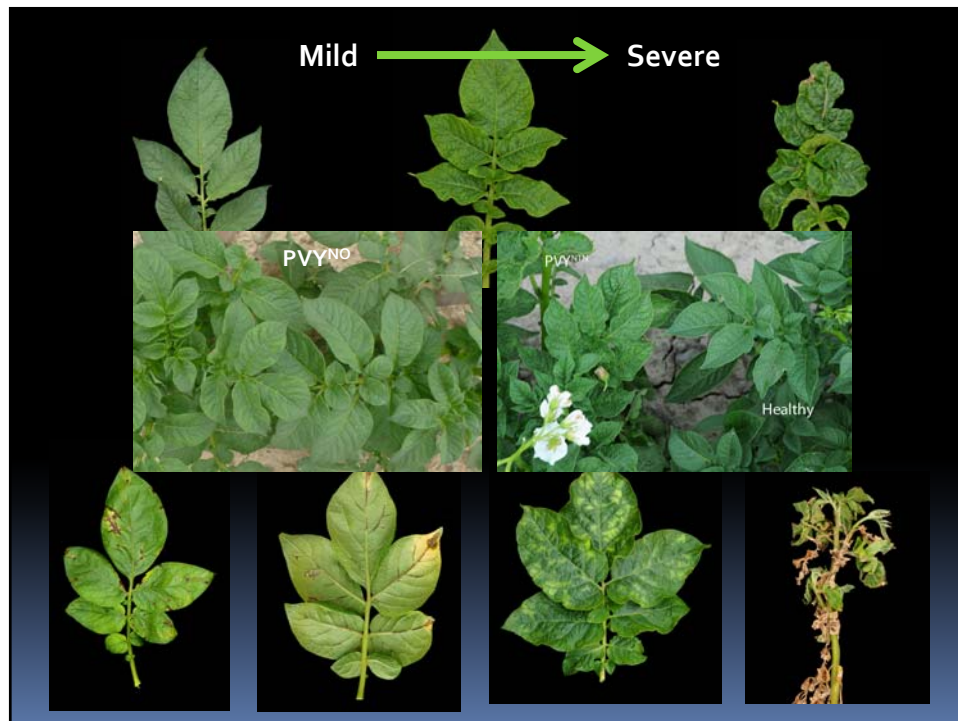
Lack of appropriate diagnostics



Asymptomatic cultivars (Typhoid Mary's)

(Shepody, Norkotah, Innovator, Silverton)

Disconnect between breeding and pathology



Foliar mosaic symptom ratings – Field grown plants – Ithaca, NY 2012

CULTIVAR	NO NY ₄	NO WI62	NTN NY29	NTN ME ₄	O NY31	O Oz
Atlantic						
Cal White						
Chieftain						
Chippewa						
Dakota Pearl						
Desiree						
Early Rose						
Garnett Chili						
Goldrush						
Katahdin						
Kennebec						
King Edward						
Maris Bard						
Pike						
Premier Russet						
Red LaSoda						
Red Norland						
Russet Burbank						
Saco						
Sebago						
Shepody						
Silverton						
Snowden						
Superior						
Triumph						
Yukon Gem						
Yukon Gold						

Mild/No
mosaic

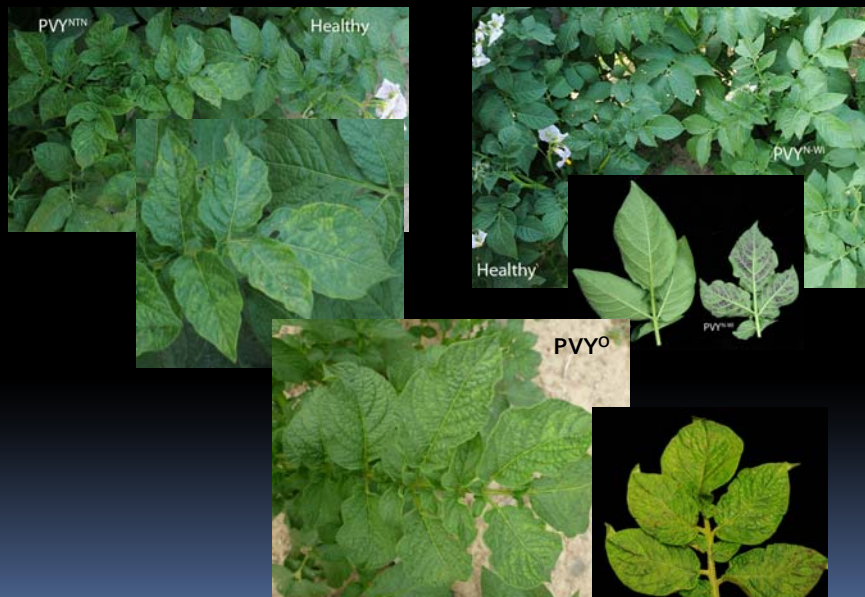
Typical
mosaic

Severe
mosaic

No data

Necrosis

Symptom range within the cultivar 'Atlantic'



North American varieties differ in their susceptibility to Potato Tuber Necrotic Ringspot Disease

Variety	PTNRD Susceptibility
Highland Russet	Very Susceptible
Yukon Gem	Very Susceptible
Yukon Gold	Very Susceptible
Alturas	Moderately Susceptible
Blazer Russet	Moderately Susceptible
Norchip	Moderately Susceptible
Ranger Russet	Moderately Susceptible
Red Norland	Moderately Susceptible
Atlantic	Slightly Susceptible
Russet Burbank	Resistant
Premier Russet	Very Resistant
Russet Norkotah	Very Resistant
Classic Russet	Very Resistant



Why has PVY become a major problem?

Ordinary strain → Recombinants / Tuber necrotic strains
Lack of appropriate diagnostics

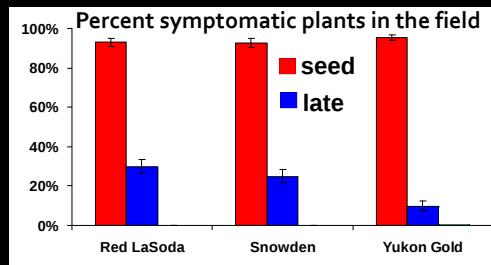


Asymptomatic cultivars (Typhoid Mary's)
(Shepody, Norkotah, Innovator, Silverton)
Disconnect between breeding and pathology



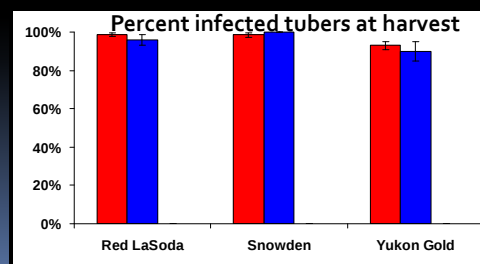
Late season infections are often asymptomatic
Changes in aphid populations and/or climate?

Seed certification is dependent on visual symptoms Less obvious symptoms = more virus in seed stocks



- ✓ Asymptomatic cultivars
- ✓ Shift towards hybrid/necrotic strains
- ✓ Greater % of asymptomatic late season infection

Post harvest test data provide a more accurate measure of PVY levels in the seed than summer field inspections



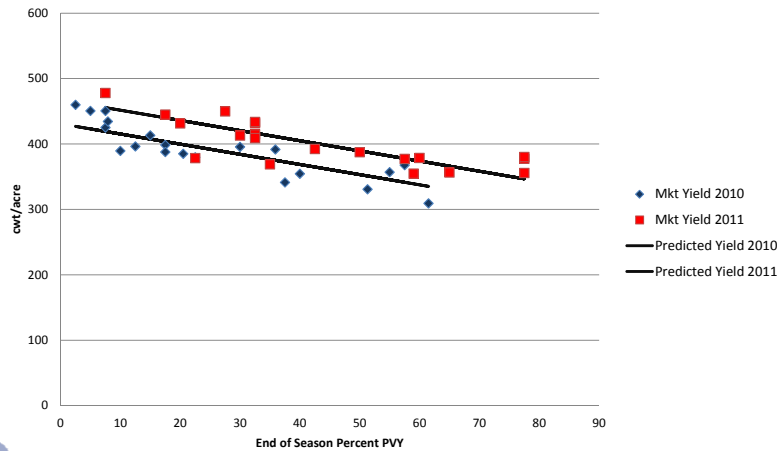
Consequences of increased PVY in seed

- ✓ Down grading of seed lots
- ✓ Seed shortages
- ✓ Shift from common to hybrid/necrotic strains
- ✓ Loss of cultivars sensitive to tuber necrosis
- ✓ Yield and economic loss



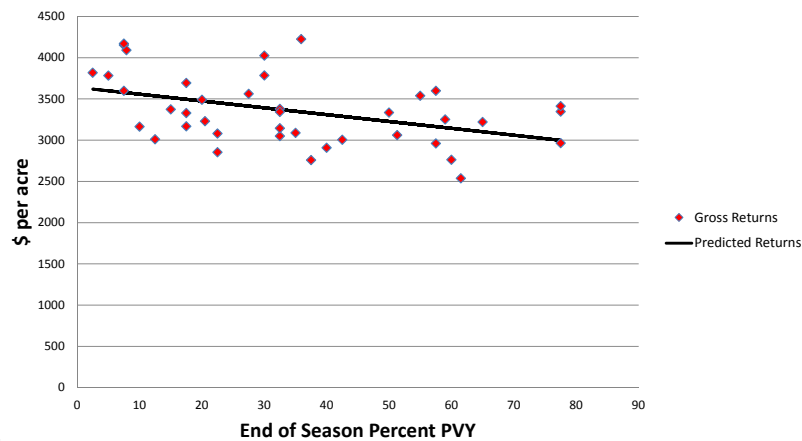
Impacts on Marketable Yield

Russet Burbank



Dollar Impacts of PVY

Impact of PVY on Gross Returns for Russet Burbank Rexburg, ID 2010-2011



Dollar Impacts of PVY

When Russet Burbank potatoes are evaluated for the fresh market:

Each percent infection = \$2.59 to \$13.98 per acre loss.

With a 10% level of infection you can expect to lose \$82.29 per acre

- Based on experimental data from Rexburg Idaho, Russet Burbank potatoes 2010-2011 growing seasons and prices at five-year averages



University of Idaho
College of Agricultural and Life Sciences

Why is the PVY strain composition changing?

- Hybrid viruses appear to have a fitness advantage
 - Many recombinants are viable
 - Reduced symptoms
 - Increased aphid transmission
 - Increased tuber infection
 - Less self-elimination in potato cultivars
- Cultivar development has promoted tolerant selections
- Regulatory Actions and Seed Certification practices select for hybrid viruses – mild symptoms, limited testing
- Climate change – expanded range and populations of vectors, longer growing seasons, increased overwintering of alternative hosts.

What is PVY?



Why has it become a bigger problem?



What are the solutions?



Virus disease cannot be cured Prevention is the key

➤ Host Resistance

Resistance genes are available
Engineered resistance is effective



➤ Avoid infection

Plant healthy tubers
Remove infected plants
Prevent aphids from feeding on crop



PVY is transmitted very quickly –

Minimize the virus source & and opportunities to feed on your potatoes

Wyss, Moleck, Petersen Christian-Albrechts University



Solutions will require an integration of science and business

➤ **Industry wide solutions**

- Seed Certification
- Adopting new varieties
- Industry sanctioned National Harmonization Standards (MOU)



➤ **On-farm solutions**

- Limiting initial inoculum
- Aphid and plant management

Immediate goal – Reduce overall PVY incidence

❖ Do not plant a problem

Plant ONLY Certified Seed

All seed transported across state or international boundaries

❖ Know and use the best available data

Use PHT data rather than Summer Data

PHT required for all seed mentioned above, info on the Health Certificate

Exempt seed moving out of seed production areas

❖ Adopt reasonable tolerance limits

For recertification and for commercial

Recertification - 2% for mosaic determined by the PHT

Commercial – <10% for mosaic determined by PHT (best) or summer inspec.

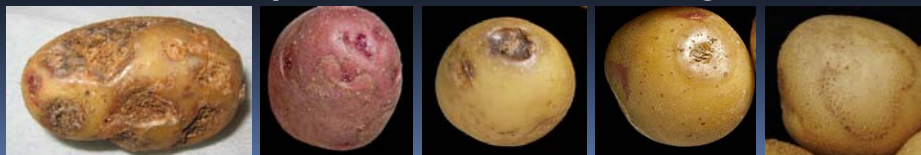
Tuber necrosis - 0.5% Tuber necrosis determined by Shipping Point Inspection

Immediate goal – Eradicate the tuber necrotic strains

**Prevent PVY from becoming
a tuber quality disease in
North America**



- PHT – test for tuber necrotic strains of PVY
- Do not allow recertification of any PVY^{NTN} infected lot
- Do not plant any PVY^{NTN} infected lot in seed production areas
- Submit suspicious tubers for testing



Longer term goals – Improve on-farm Best Management Practices

-  Identify problem cultivars
-  Better evaluation of breeding material
-  Develop accepted virus resistant varieties
-  Develop improved diagnostics
-  Improve PHT methods
-  Assist seed certification to better evaluate PVY levels in the field and PHT
-  Understanding and management of aphid vectors and virus transmission in the field

www.potatovirus.com

Take Home Points

- ❖ PVY can become a major quality disease for the entire potato industry
- ❖ Solutions are available if everyone participates
- ❖ Nat. Harmonization Stnd. (MOU) provide the framework
- ❖ Seed Certification Programs can provide the product
- ❖ Regional BMP will provide the long-term stability

The best potato virus management plan will be one that is developed and implemented based on input from all sectors of the industry. We hope you will participate in and support these efforts.

www.potatovirus.com
Discussion Forum



Acknowledgements

Amy Charkowski, Russ Groves – Univ. Wisconsin
Phil Nolte, Chris McIntosh, Alex Karasev, Eric
Wenninger – Univ Idaho
Jonathan Whitworth – USDA, ARS

Specialty Crops Research Initiative Grant – USDA (2010-2014)

National Potato Council and the U.S. Seed Potato Industry

State Seed Certification Agencies –

ME, NY, MI, WI, MN, ND, MT, CO, ID, CA, OR, WA, AK

Idaho Potato Commission

USDA-APHIS and USDA-ARS

University of Wisconsin

University of Idaho

Cornell University

**Phil Hamm, Rob Davidson, Jim Crosslin, Rich Novy, Walter DeJong,
AJ Bussan, Neil Gudmested**

www.potatovirus.com