

Ziemniaczana grypa - o biologii i bioróżnorodności wirusa Y ziemniaka

Krzysztof Treder

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
– Państwowy Instytut Badawczy
Oddział w Boninie

Oddział PTFit w Szczecinie



Webinarium

Polskiego Towarzystwa Fitopatologicznego

Bonin, dnia 18.12.2025



IHAR-PIB, Bonin



mgr Anna Pawłowska



mgr Wioleta Stochła-Potentas

- Management
- Branch Divisions and Departments
- Experimental Stations



dr Agata Kaczmarek

SGGW Warszawa



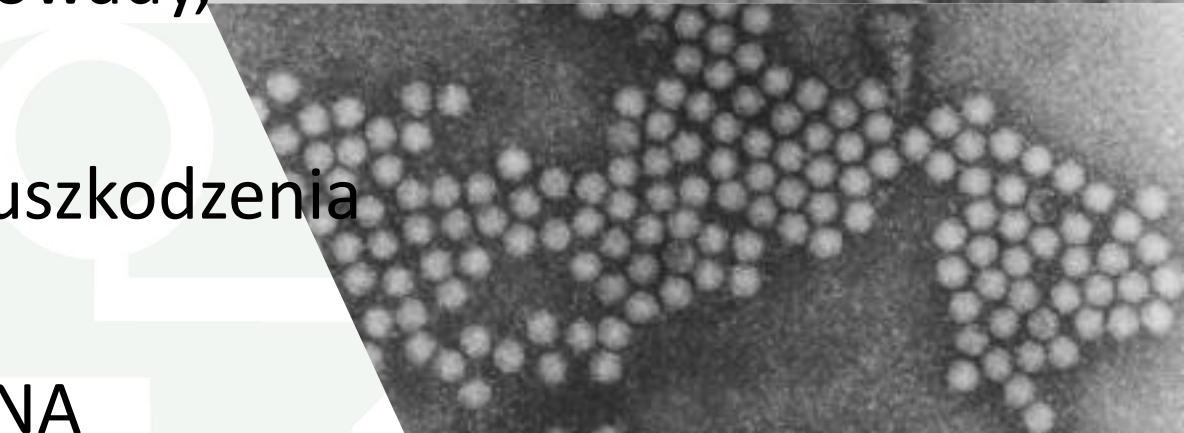
dr hab. Katarzyna Otulak-Kozieł



dr Edmund Kozieł

Wirusy roślinne

- Sprawcy wielu chorób roślin
- Przenoszone mechanicznie oraz przez owady, nicienie, grzyby, pierwotniaki
- Do infekcji wymagają mechanicznego uszkodzenia ściany komórkowej roślin
- Genom większości zbudowany jest z RNA
- Prosta budowa – genomowe RNA upakowane w otoczce białkowej
- Długie, cienkie nitki lub forma wielościanu



Ziemniak

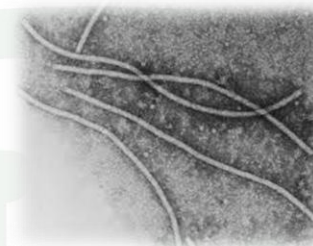


- Ponad 40 różnych wirusów infekuje rośliny ziemniaka.
- Mszyce są wektorami większości wirusów ziemniaka.
- Niektóre wirusy ziemniaka przenoszą nicienie, wciornastki i pierwotniaki.
- Odmiany ziemniaka to klony – rozmnażane wegetatywnie.
- Koncentracja wirusów wzrasta w kolejnych pokoleniach roślin.
- Po kilku latach (2-4) infekcja wirusowa powoduje degenerację odmiany.
- Większość państw reguluje produkcję zdrowych sadzeniaków.



Wirus Y ziemniaka

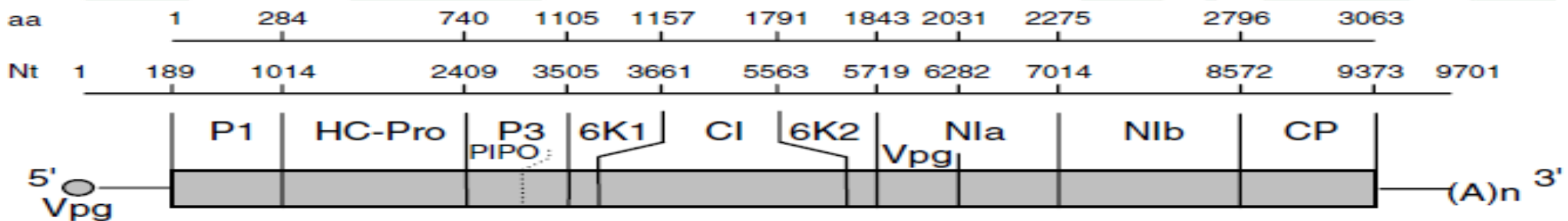
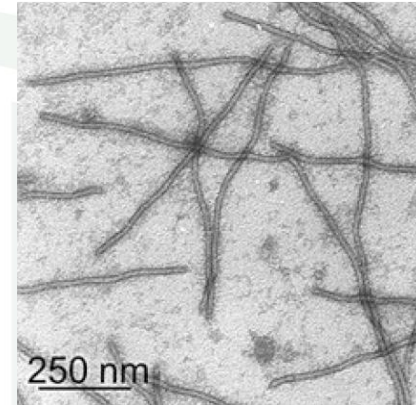
- Przedstawiciel Potywirusów
- Przenoszony w sposób nietrwały przez ponad 40 gatunków mszyc oraz mechanicznie, z wodą i przez szczepienie
- Groźny patogen ziemniaków, pomidorów i papryki
- Infekuje rośliny ozdobne (dalia, petunia) oraz wiele chwastów
- Duża zmienność genetyczna
- Klasyczne szczepy: nekrotyczny (N) i zwyczajny (O)
- Szczepy rekombinacyjne: NTN, N-Wi, N:O
- Zróżnicowane objawy chorobowe na liściach i bulwach
- Straty plonu do 88%¹

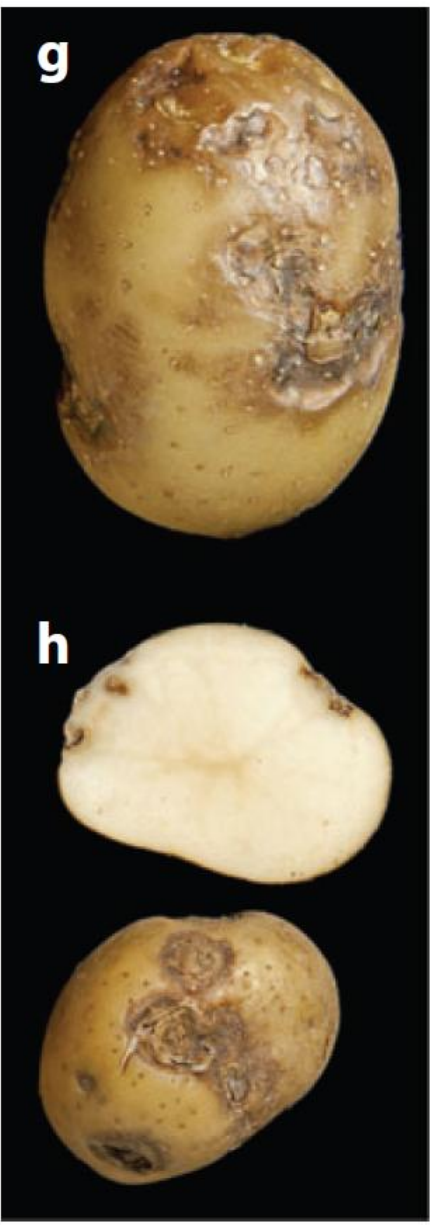
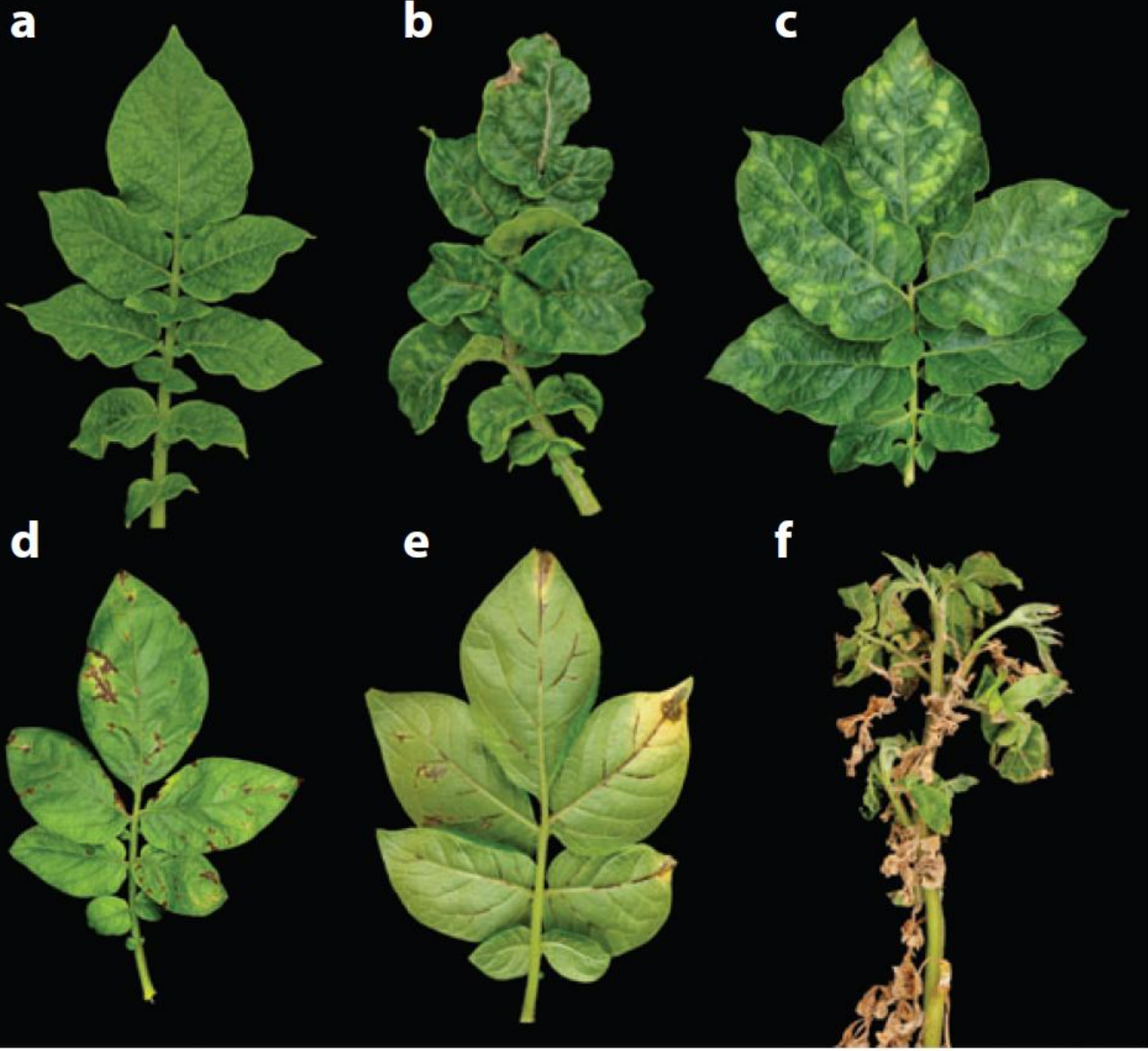


¹ - Chrzanowska M. 1985. Symptomatologia chorób wirusowych ziemniaka. [W:] Biologia ziemniaka. Pod red. W. Gabriela. PWN Warszawa: 279-296.

Budowa PVY

- Wiriony nitkowate, średnica 11-14 nm, długość 700-800 nm
- Genom zbudowany z RNA, ok 9700 nt
- 5'-koniec RNA wirusa jest kowalencyjnie związany z białkiem VPg
- Do białka obu końców wirionów przyłączone są białka HC-Pro i CI
- 3'-koniec wirusa jest poliadenylowany
- Płaszcz wirusa tworzy 2000 jednostek białka płaszczka (CP, 30kDa)
- Genomowe RNA koduje białko prekursorowe, które dojrzewa do 11 białek potomnych





Mozaika – **a**

ostra mozaika – **b**

Mozaika i punktowe przejaśnienia liści – **c**

Systemiczne nekrozy i nekrozy nerwów widoczne na górnej – **d** i dolnej stronie liścia – **e**

Syndrom opadania liści – **f**

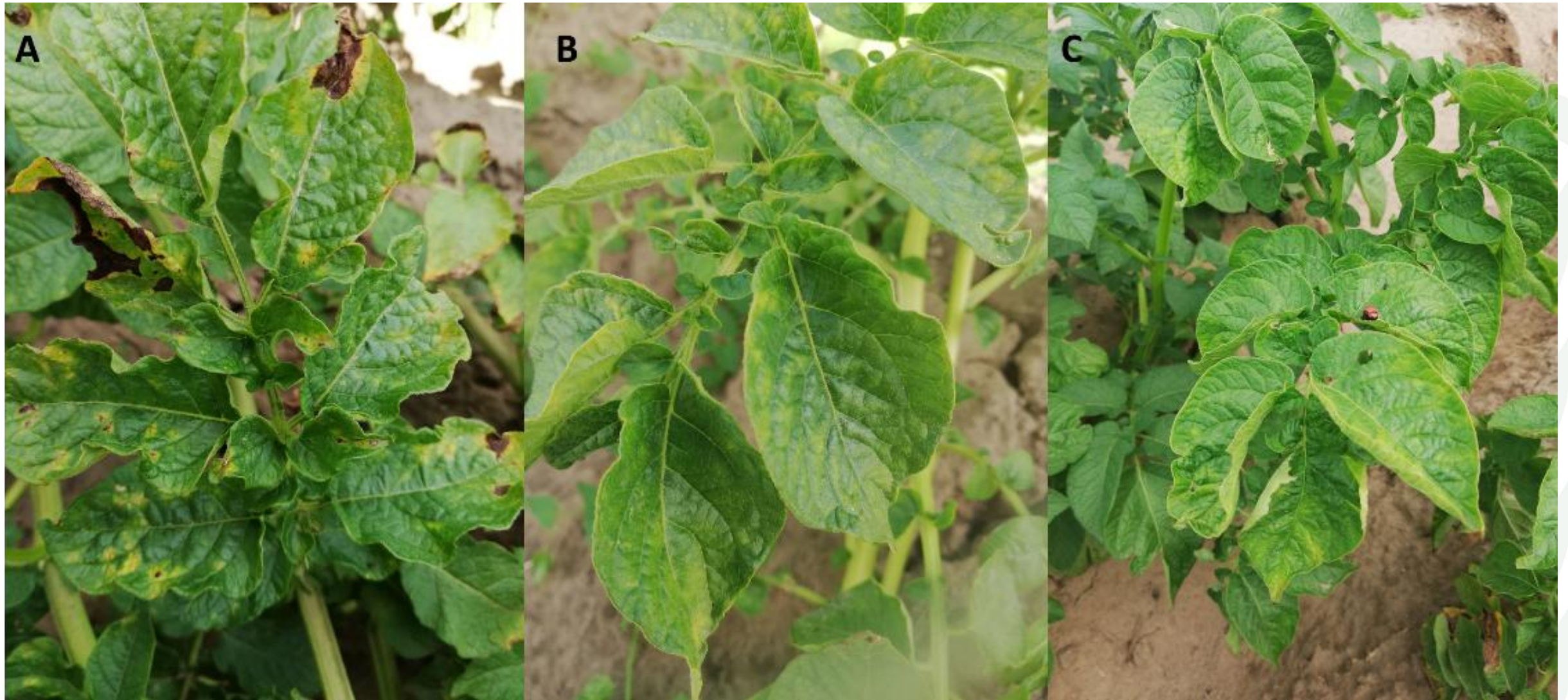
Nekrotyczna pierścieniowa choroba bulw (PTNRD) - **g** i **h**.

Karasev A. i Gray S. 2013. Annu. Rev. Phytopathol. 51: 571–86.

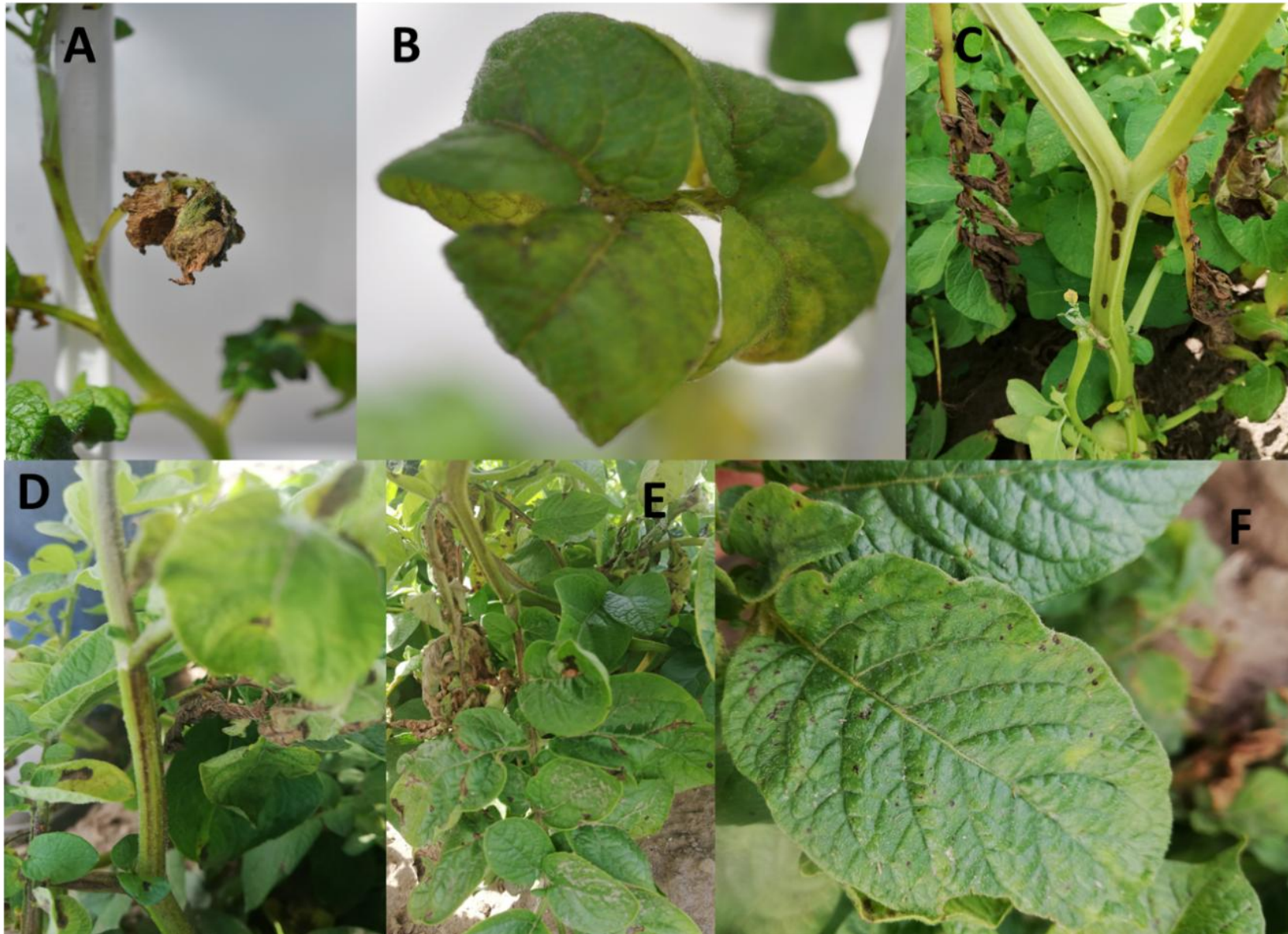


A – zdrowe ziemniaki

B – ziemniaki zainfekowane wirusami



Objawy PVY – bardzo ostra (A), ostra (B) i łagodna mozaika (C) na liściach odmian Fontane (A) i Vineta (B i C)



Objawy PVY – liściozwis i nekrozy systemiczne na łodygach i liściach odmian Arielle (A i B), Satina (C) i Vineta (D i E).

Nekrozy punktowe na liściu odmiany Vineta (F)

Rodzaje odporności na PVY

HORYZONTALNA

Odporność wielogenowa , polowa

- wolny rozwój i mała efektywność zakażenia
- wirus zakaża roślinę w ograniczonym stopniu

WERTYKALNA

Jednogenowa odporność specyficzna dla wirusa:

Ekstremalna odporność - ER - geny R

Nadwrażliwość – HR - geny N

- specyficzna dla szczepów wirusa
- nekrotyzacja tkanki wokół miejsca infekcji
- często przełamywana w wyższych temperaturach

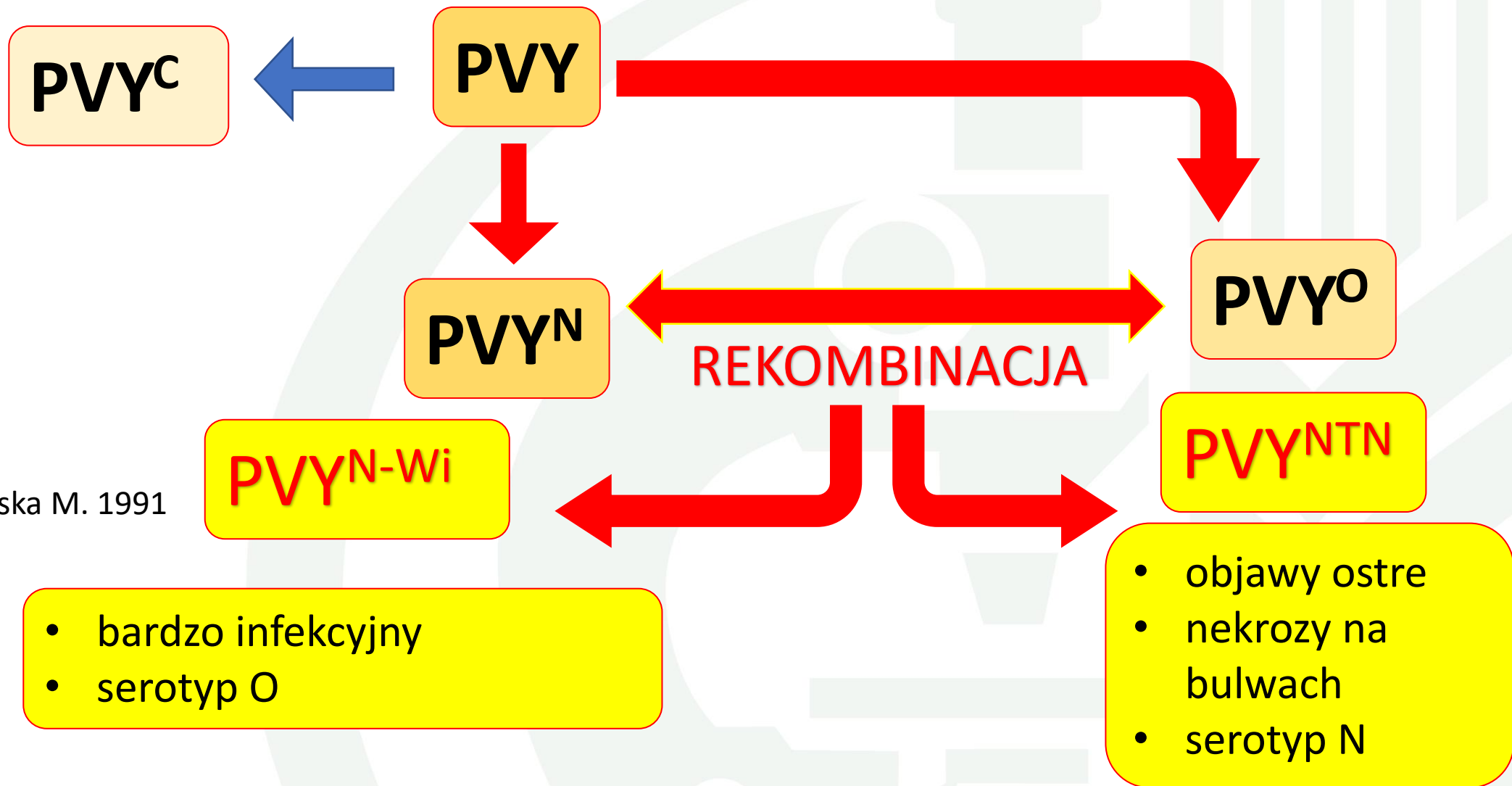


Odmiany	Biologiczne szczepy PVY					Genotyp
	PVY ^C	PVY ^O	PVY ^N	PVY ^Z	PVY ^E	
	Common	Ordinary	Necrotic			
King Edward	HR	S	S	S	S	Nc:ny:nz
Petland Crown Desiree	S	HR	S	S	S	nc:Ny:nz
Petland Ivory Maris Bard	HR	HR	S	HR	S	Nc:Ny:Nz
Tobacco White Burley, Samsun, Xanti	M	M	VN	M	M	

S – infekcja systemowa, mozaika
HR – reakcja nadwrażliwość
VR – nekrozy nerwów
M – mozaika

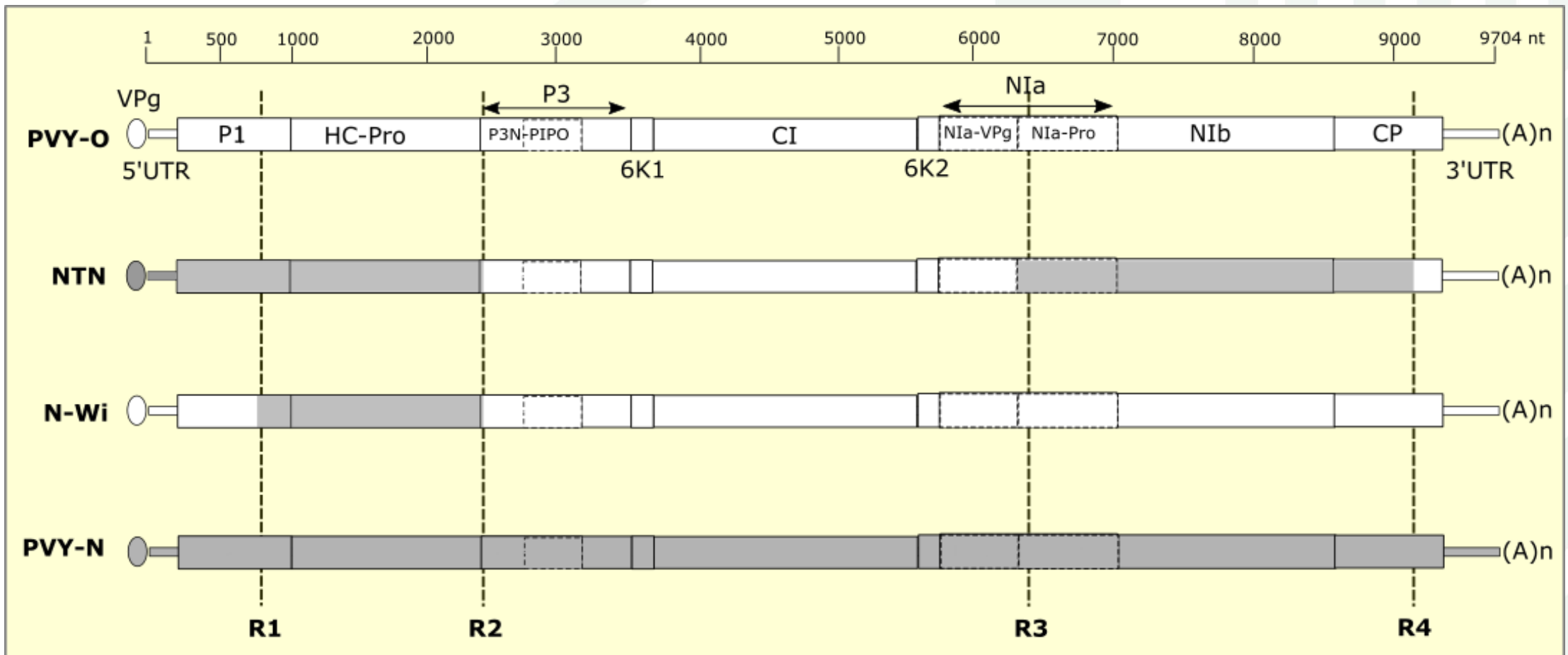
Singh, R., Valkonen, J., Gray, S. et al. Arch Virol (2008) 153: 1. doi:10.1007/s00705-007-1059-1

Zmiany w populacji szczepów PVY



Chrzanowska M. 1991

Struktura genomów starych szczepów i rekombinantów



Struktura genetyczna światowej populacji PVY

- **5 szczepów nierekombinowanych:**
O, O5, Eu-N, NA-N, C
- **36 szczepów rekombinowanych, w tym 11 uważanych za powszechnie występujące**
- **Rekombianty również są formami rodzicielskimi dla nowych szczepów**
- **Rekombinowane szczepy z serotypem O i N występują najczęściej**

Schamat rekombinacji PVY

Nierekombinowane



„Często występujące Rekombinanty”



Rzadkie i nieklasyfikowane



Genomowy RNA PVY (około 9,7 kb) jest schematycznie pokazany u góry, przy użyciu skali w tysiącach nukleotydów. Poniżej znajduje się schematyczny diagram regionu kodującego polibiałko PVY. Geny kodujące poszczególne białka są pokazane jako pola z odpowiadającymi im nazwami. Szczepy nierekombinowane, oznaczone kolorami, są zgrupowane pod schematycznym diagramem genomu RNA i jego części kodującej białka. Pionowe linie wskazują pięć najczęstszych segmentów rekombinowanego genomu PVY. Poniżej oddzielono grupę najczęstszych szczepów rekombinowanych, a fragmenty pochodzące od różnych rodziców oznaczono odpowiednim kolorem. Wszystkie rzadkie lub wcześniej nieznane rekombinanty PVY są pokazane w dolnej części rysunku, a segmenty pochodzące od różnych rodziców oznaczono kolorami. Szczepy zaznaczone na pomarańczowo zostały wcześniej błędnie sklasyfikowane; ich poprawna struktura rekombinacyjna została określona dopiero poprzez sekwencjonowanie całych genomów (Green i in. 2018).

Identyfikacja i różnicowanie szczepów PVY

Immunologiczna

ELISA:

- IgG > PVY
- IgG > PVY^N
- IgG > PVY^{O/C}

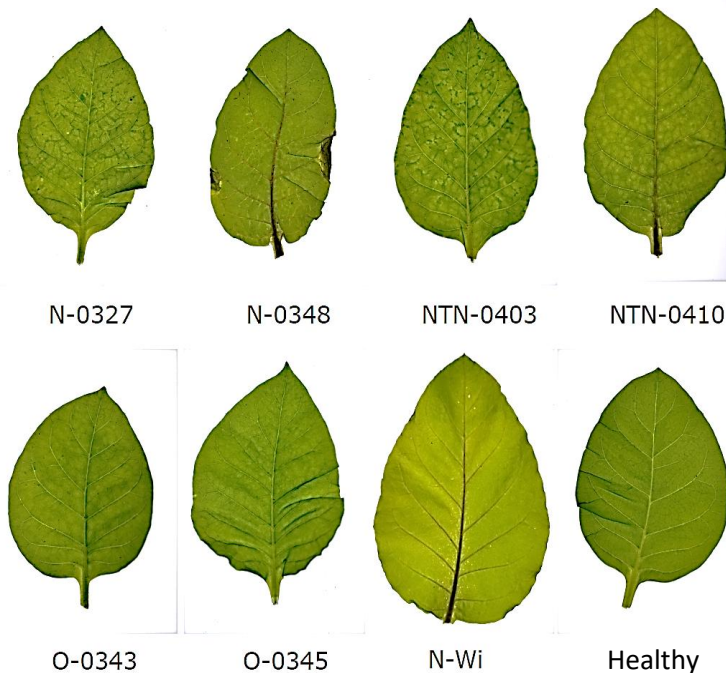
	Y	Y ^N	Y ^{O/C}
N	+	+	-
NTN	+	+	-
N-W	+	-	+
O	+	-	+

Biologiczna

Tobacco cv. *Samsun*

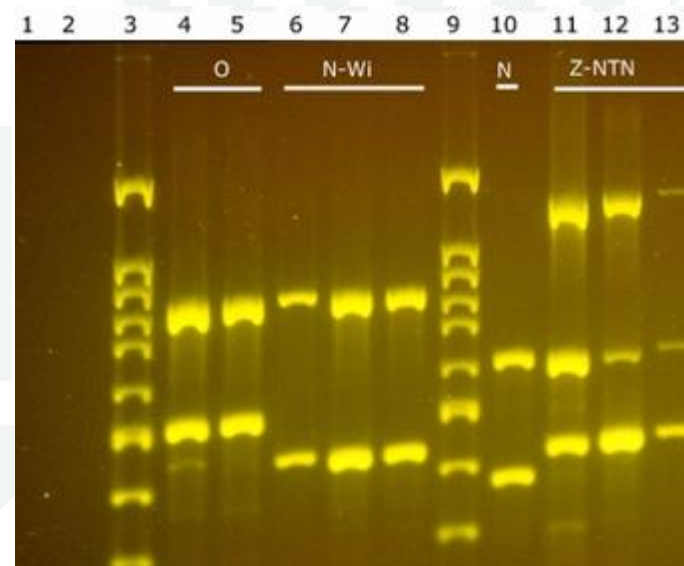
Potato cvs.:

- King Edward,
- Desiree,
- Pentland Ivory



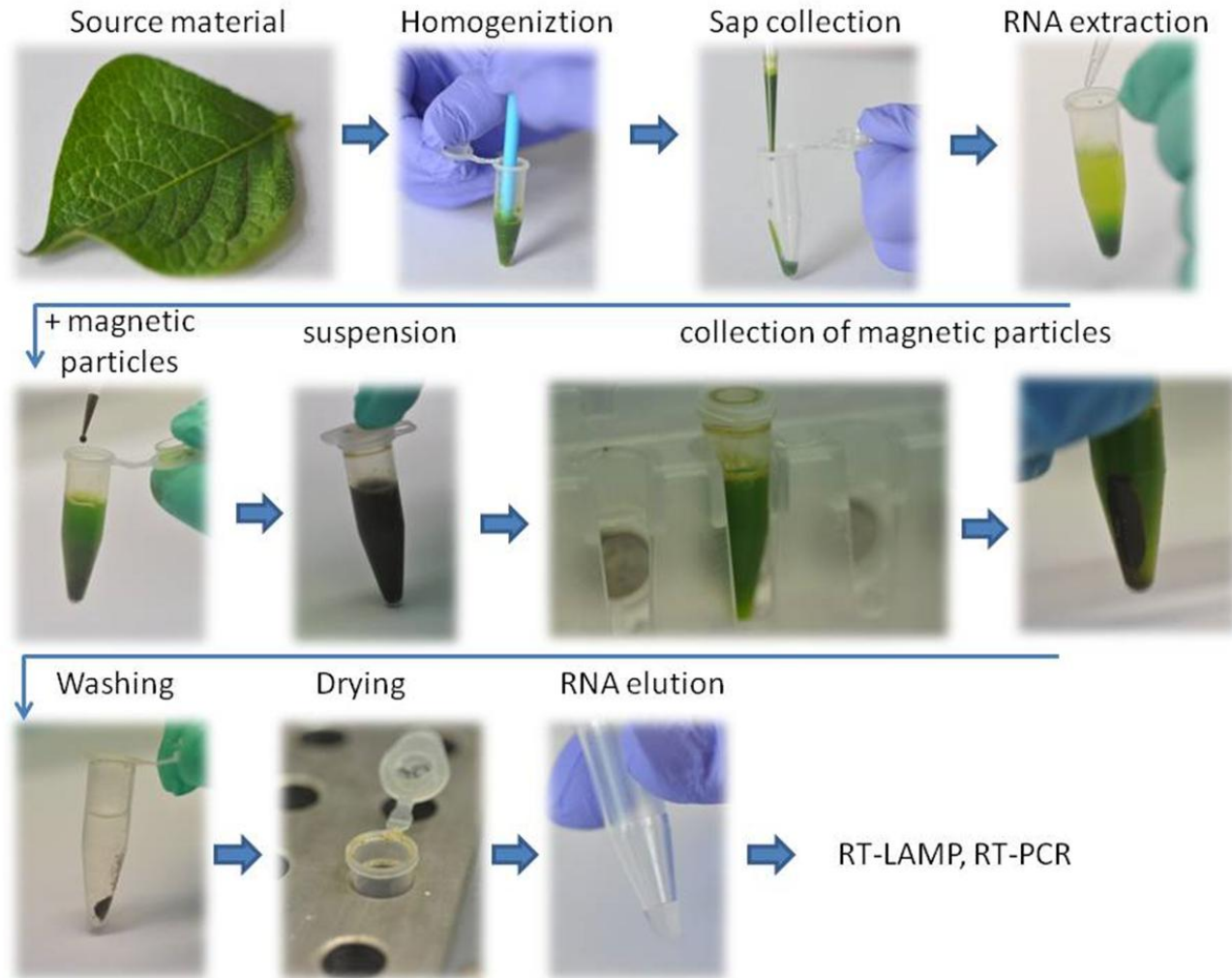
Molekularna

• Multiplex RT-PCR:

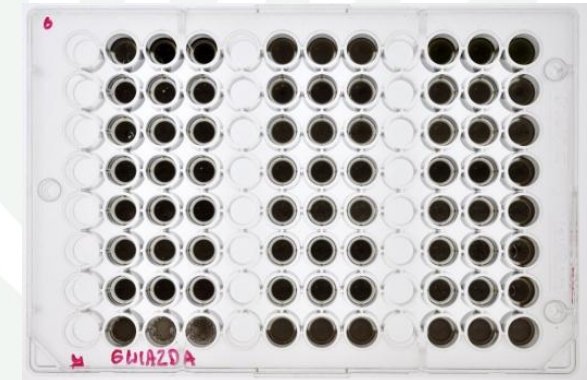
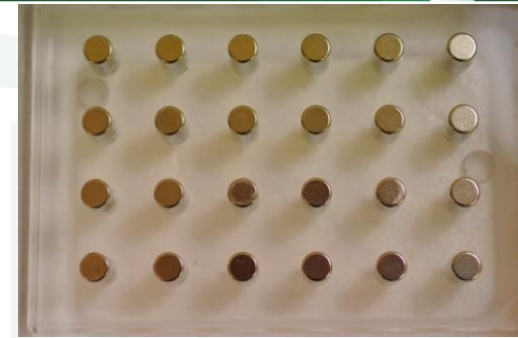


- RT-qPCR:
- RT-LAMP
- NGS

Szybka magnetyczna izolacja RNA

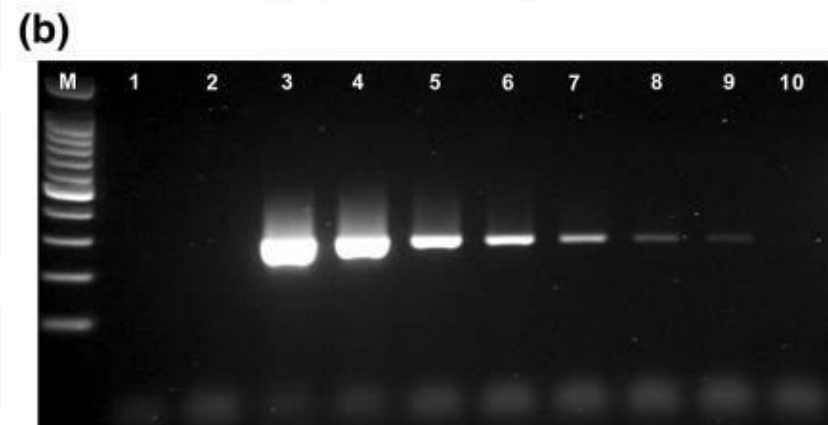
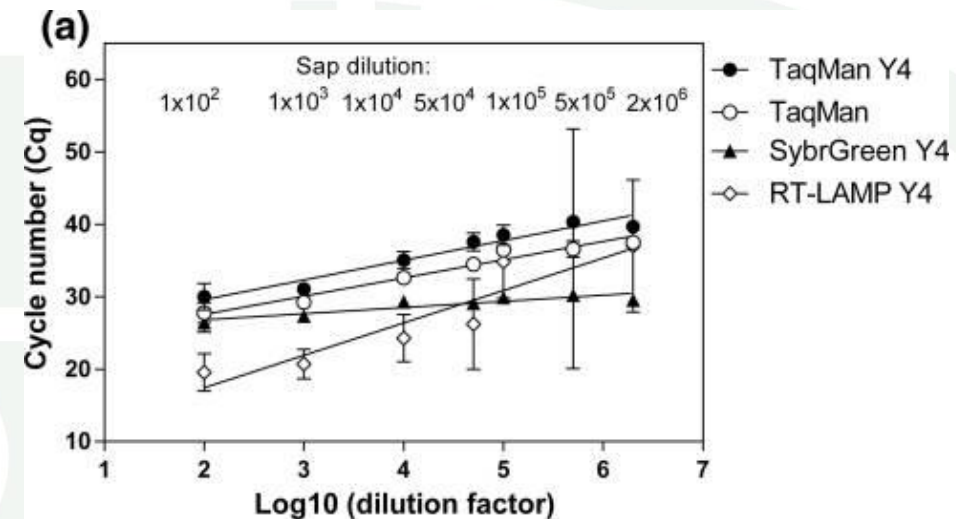
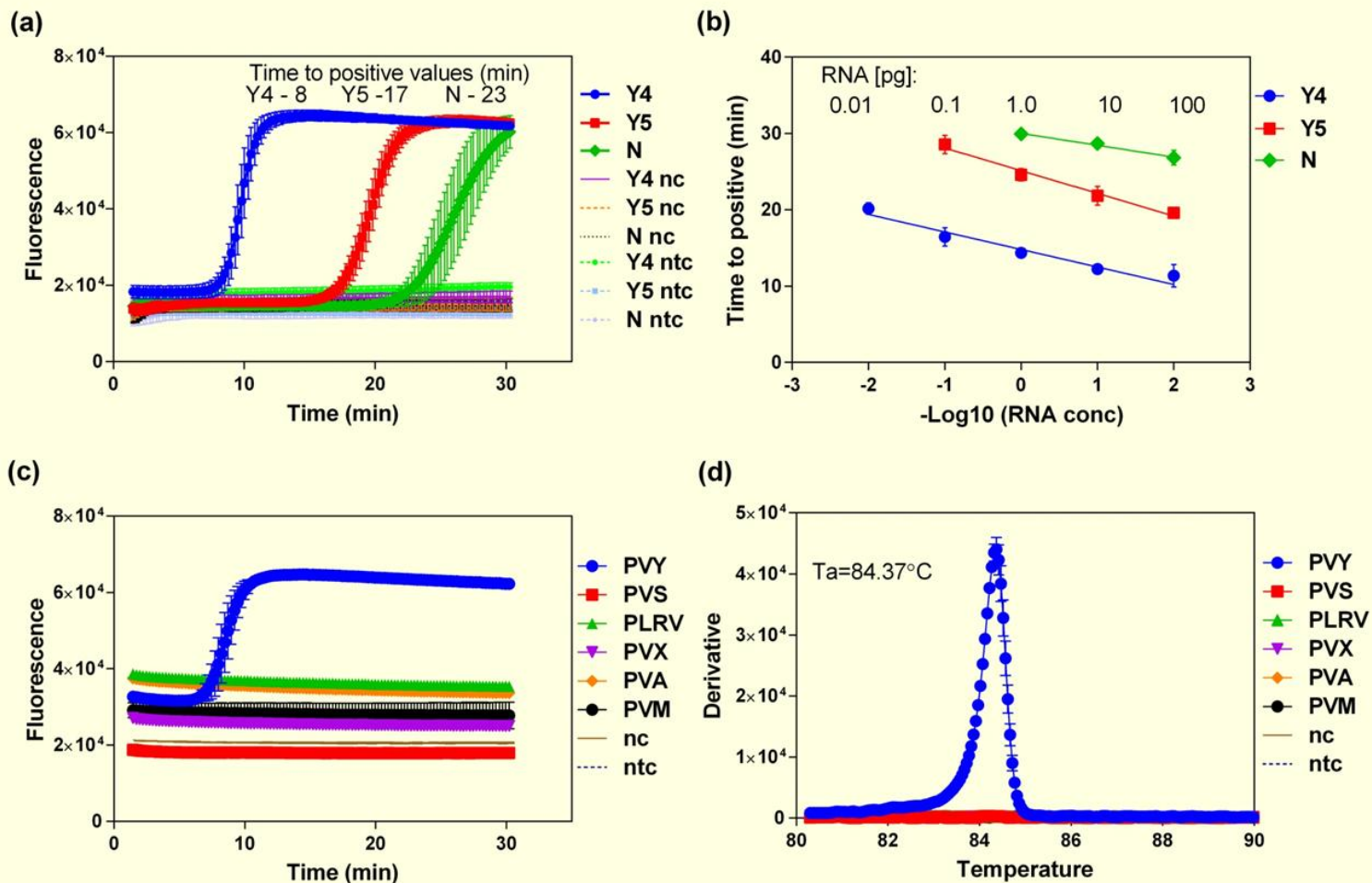


Buffers:
Boom et al. (1990)



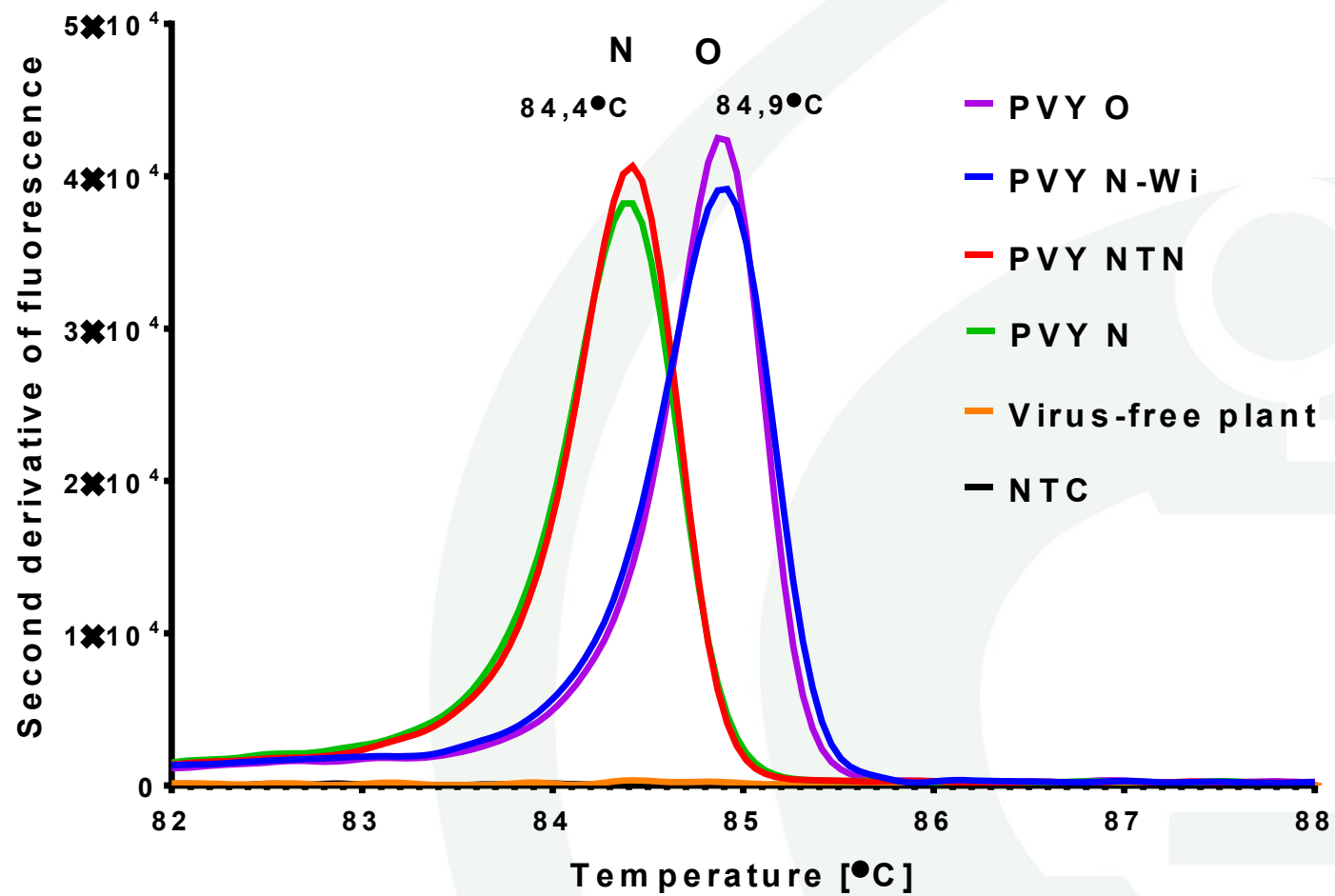
Y4-LAMP jest czulszy niż opublikowane wcześniej testy RT-LAMP

Y4-LAMP ma czułość porównywalną do RT-qPCR

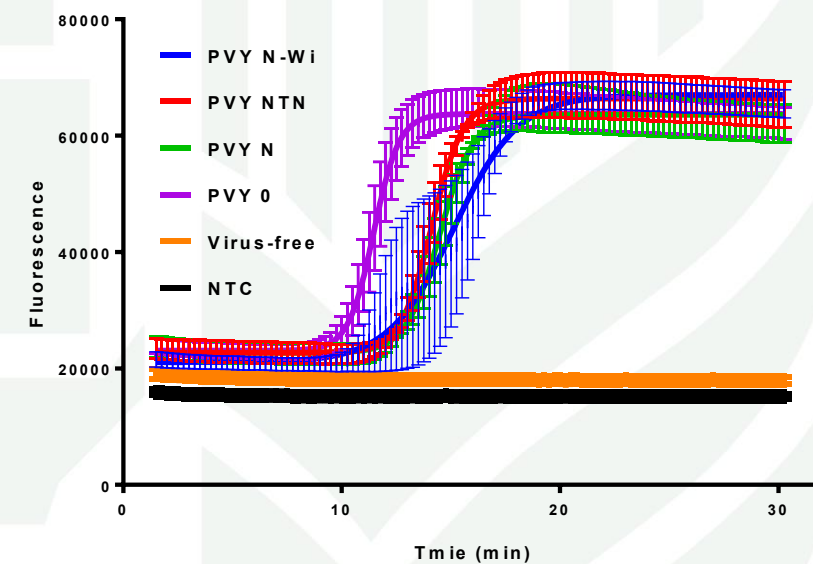


Y4 RT-LAMP różnicuje genotypy PVY typu N i O

Genotype differentiation

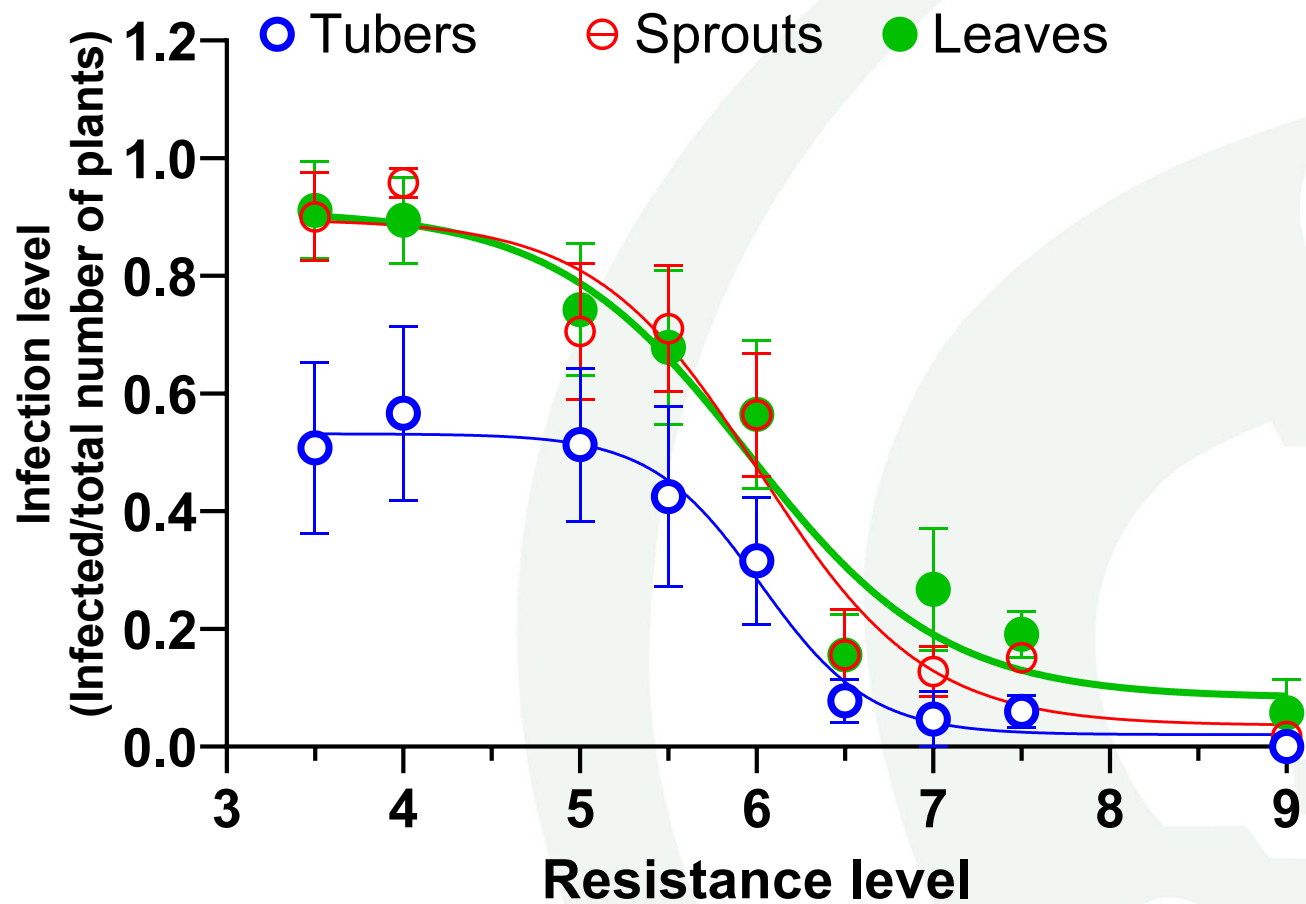


Virus detection





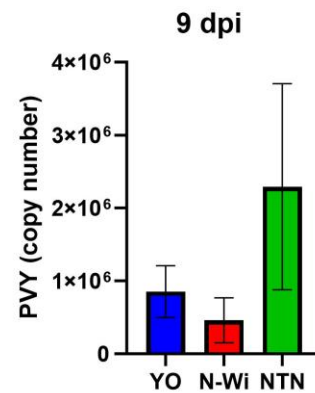
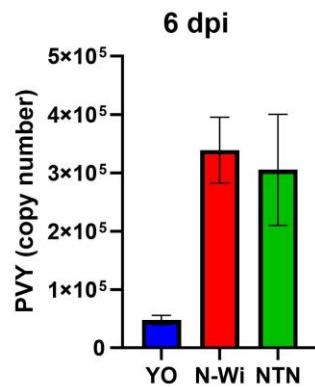
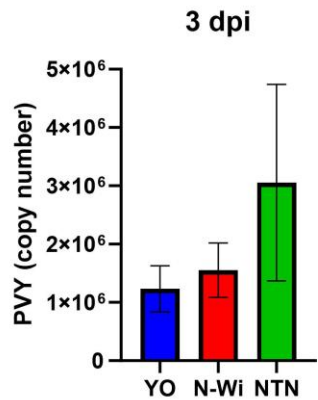
Poziom odporności odmian wpływa na akumulację PVY w tkankach ziemniaka



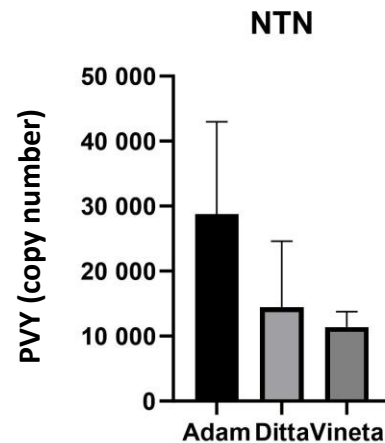
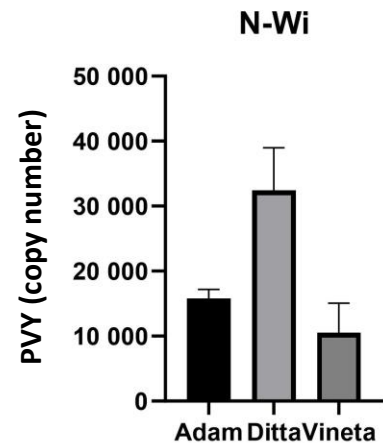
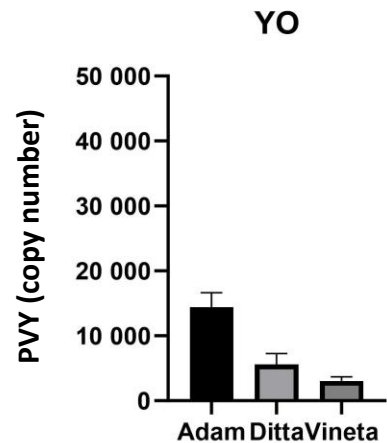
Cultivar	Resistance
Quincy	3,5
Krasa	4
Fresco	5
Irys	5,5
Karatop	6
Andromeda	6,5
Gwiazda	7
Zeus	7,5
Finezja	9



Odporność na PVY jest specyficzną szczepowo



A. PVY accumulation in tobacco



B. PVY accumulation in potato 9 dpi



Odporność na PVY jest specyficzna szczepowo

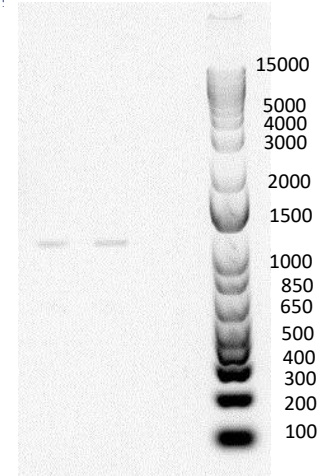
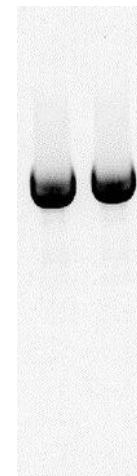
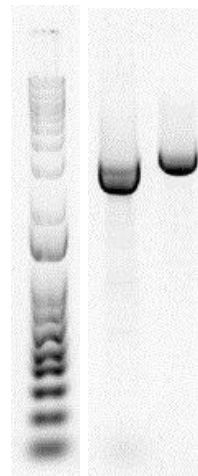
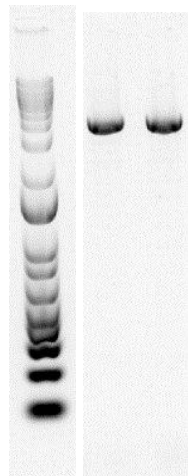
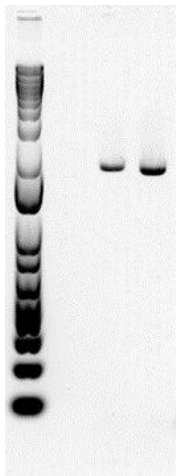
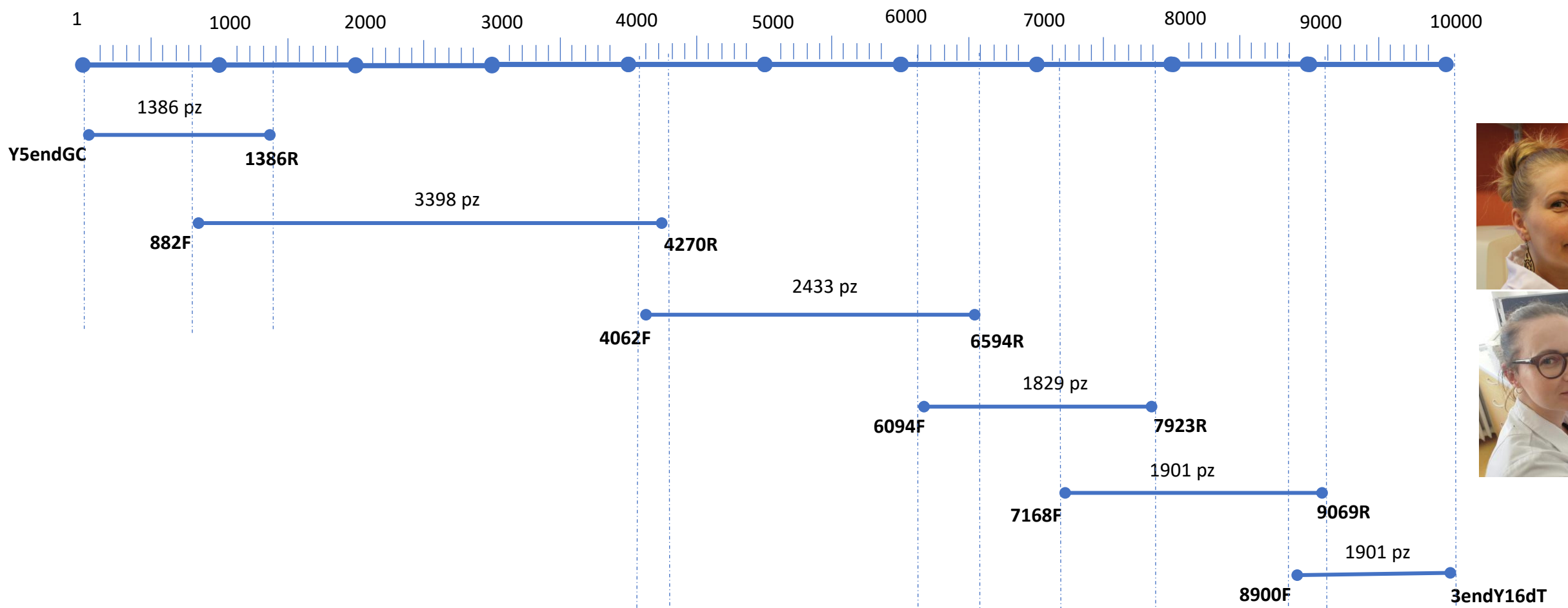
Virus-free N-Wi NTN O

Arielle

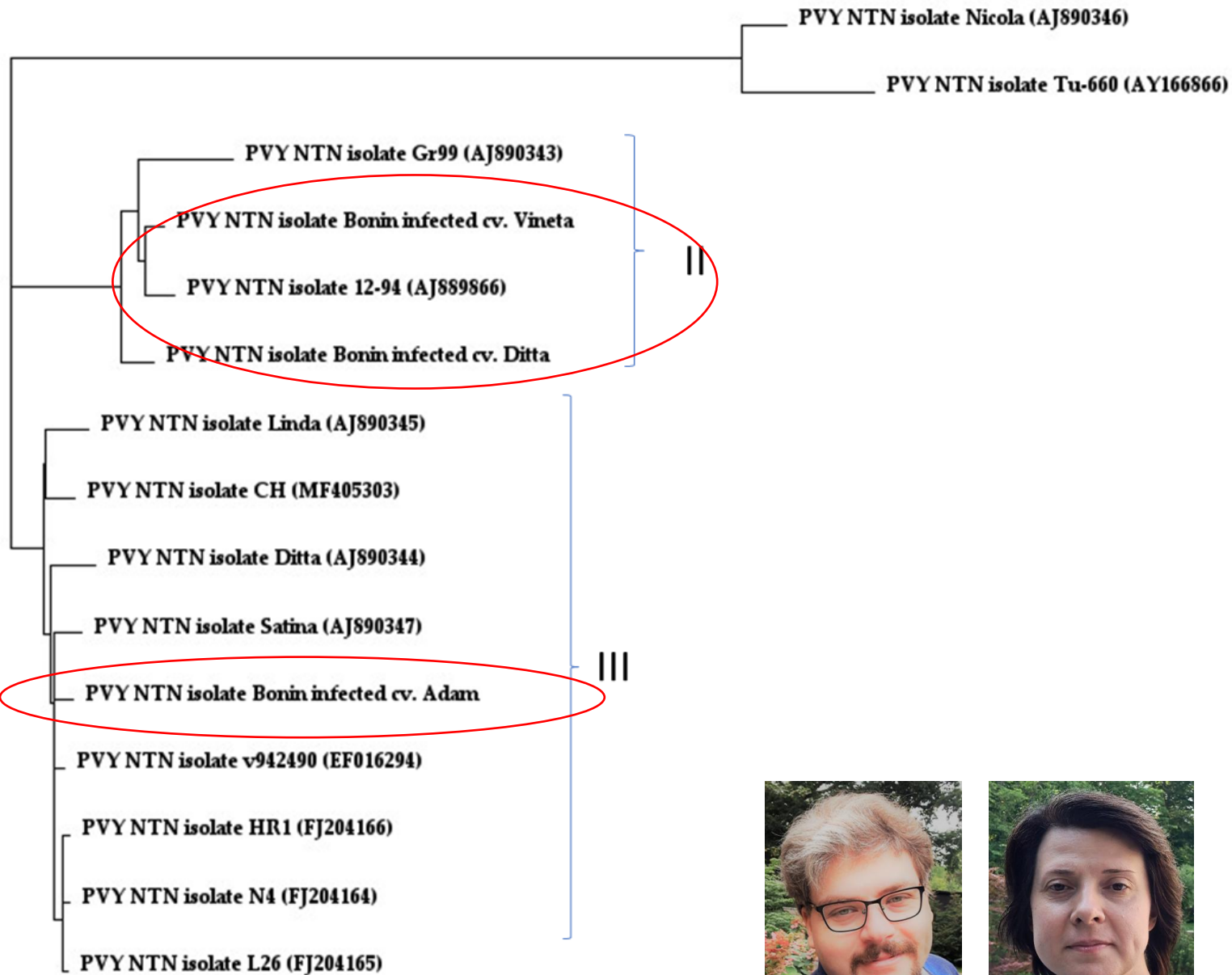


Cekin





15000
5000
4000
3000
2000
1500
1000
850
650
500
400
300
200
100

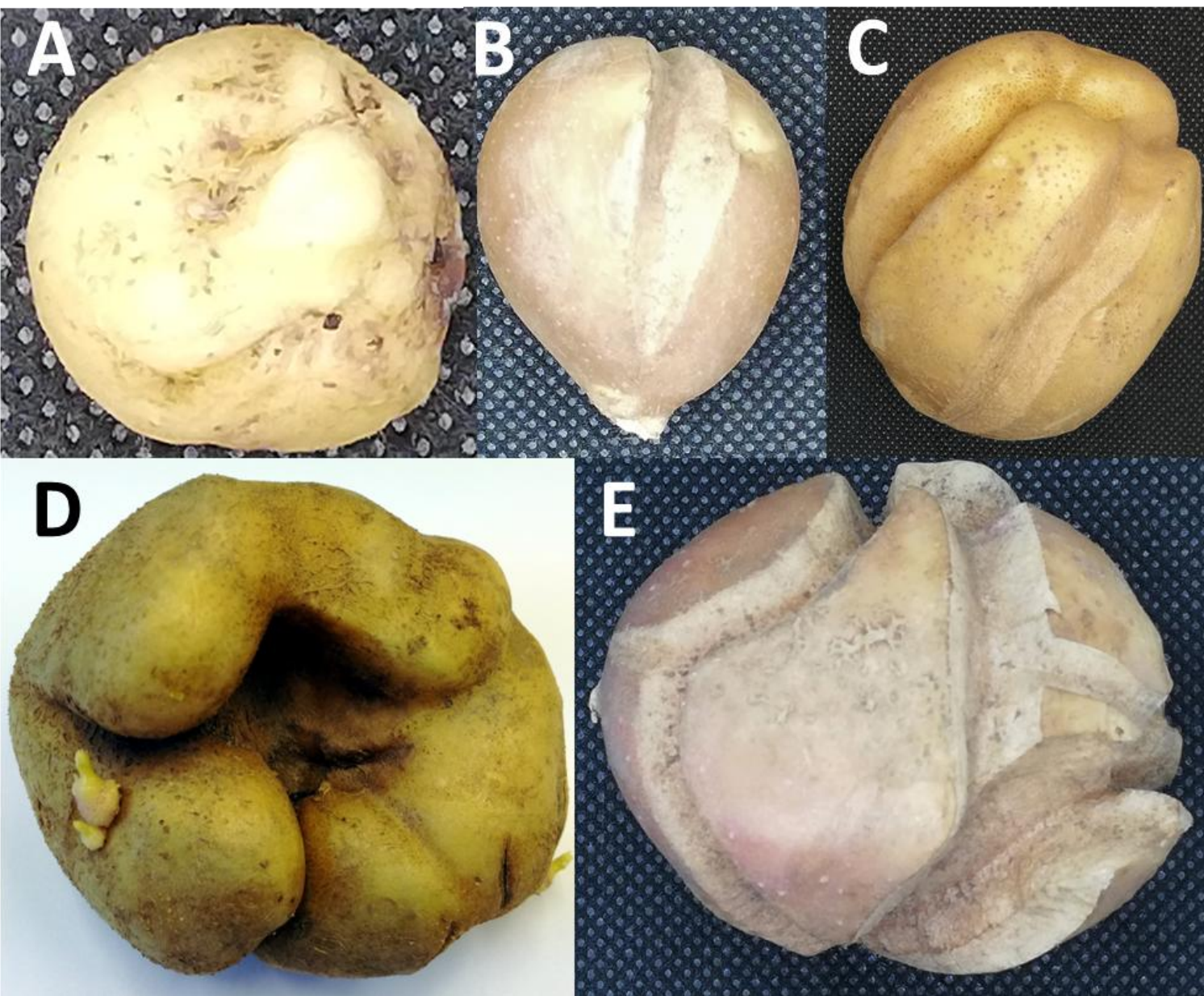


I Porównanie filogenetyczne sekwencji nukleotydów całego genomu badanych izolatów PVY NTN Bonin (PVY NTN-Bonin) sekwencjonowanych po infekcji odmian ziemniaka: Adam, Ditta i Vineta z referencyjnymi izolatami PVY NTN. I – grupa pierwsza, II – grupa druga, III – grupa trzecia.



Odmiana Chieftain – do 30% bulw porażonych PVY^N-Wi wykazała deformacje bulw





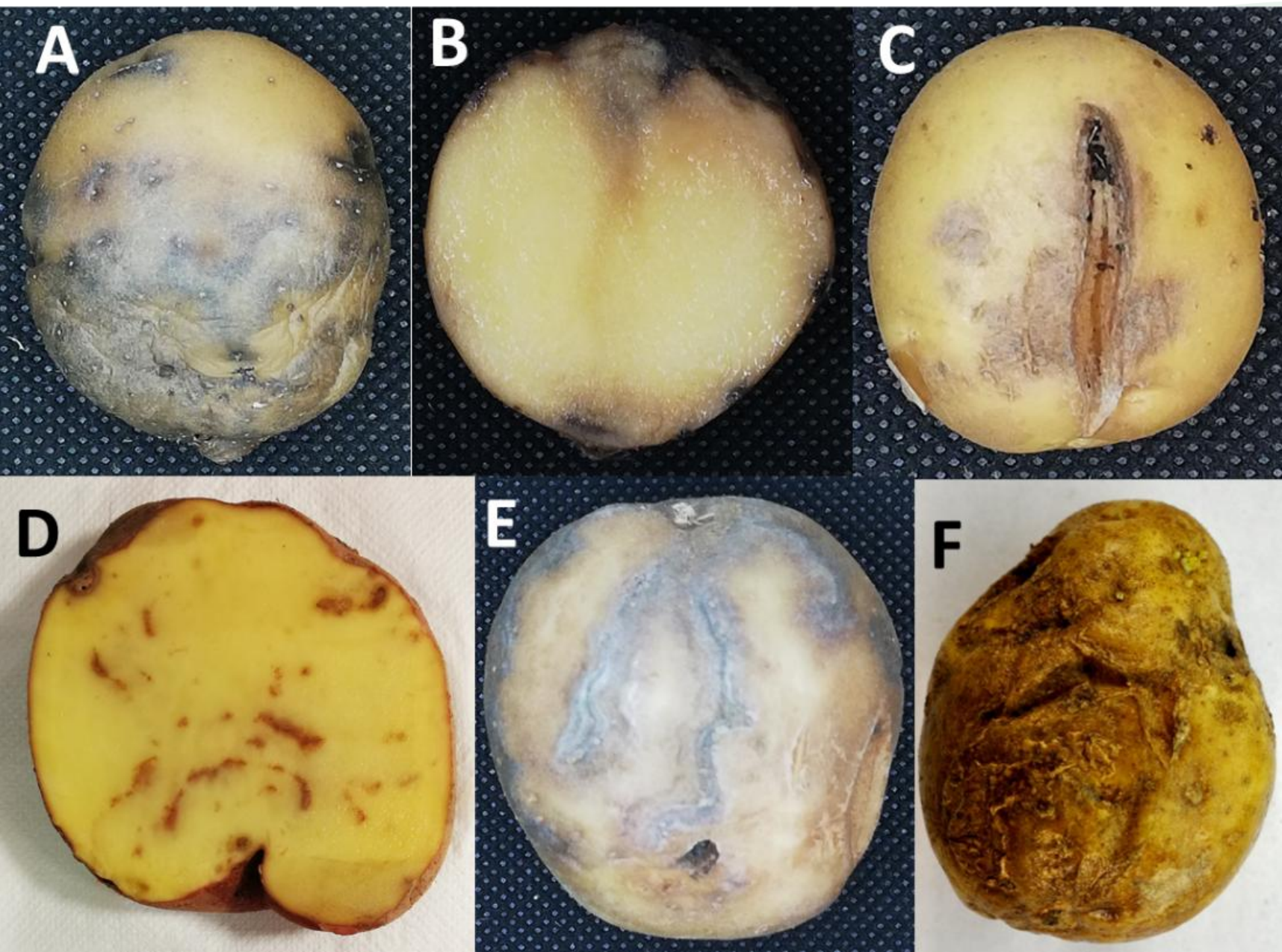
Objawy PVY w postaci
podłużnych wgłębień na
bulwach odmian

Atol (A),

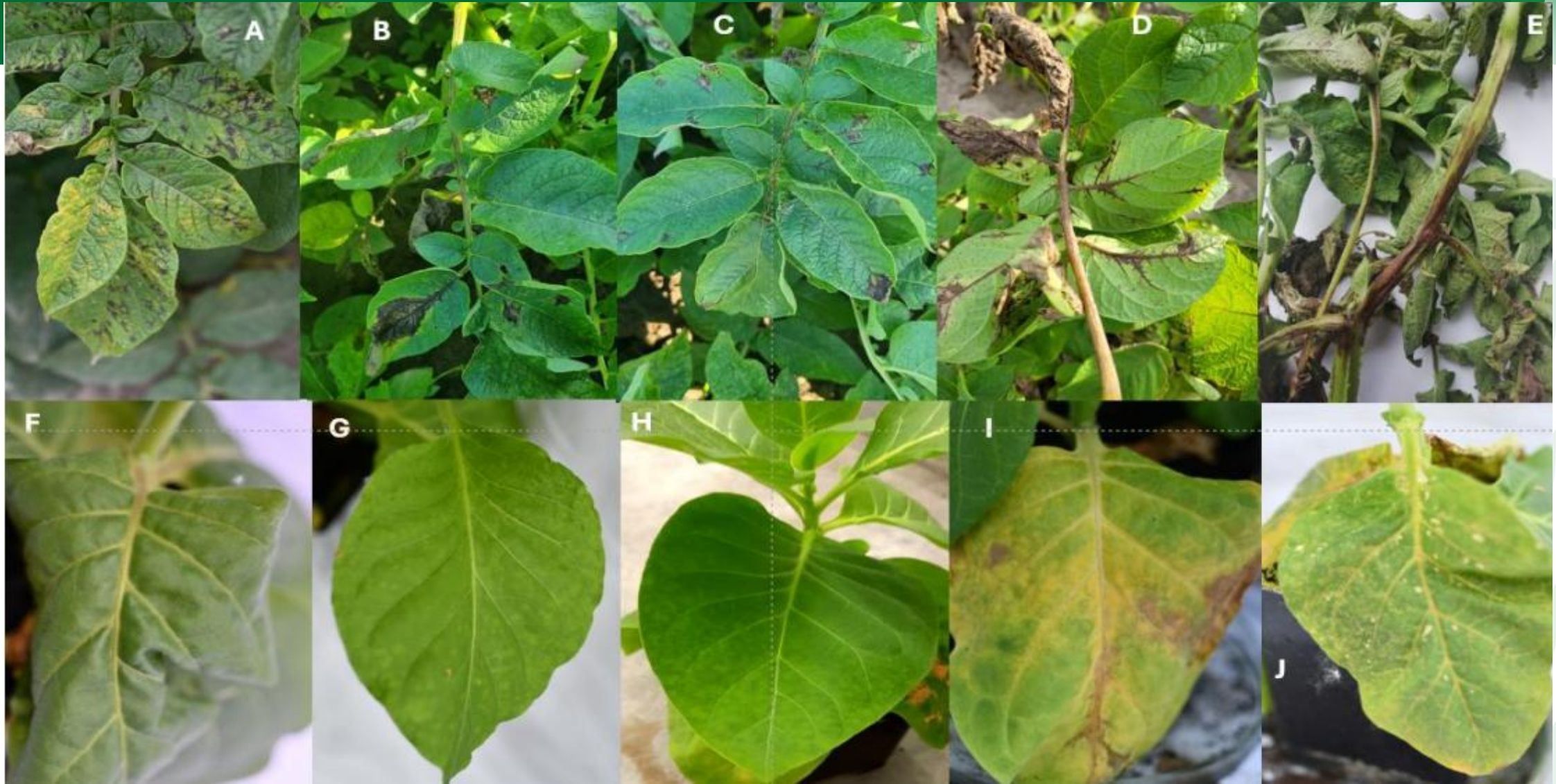
Bellarosa (B),

Vineta (C i D),

Manitou (E)



Nietypowe objawy na
bulwach
Pasja Pomorska (A-C),
Bellarosa (D),
Salto (E)
Bintje (F)



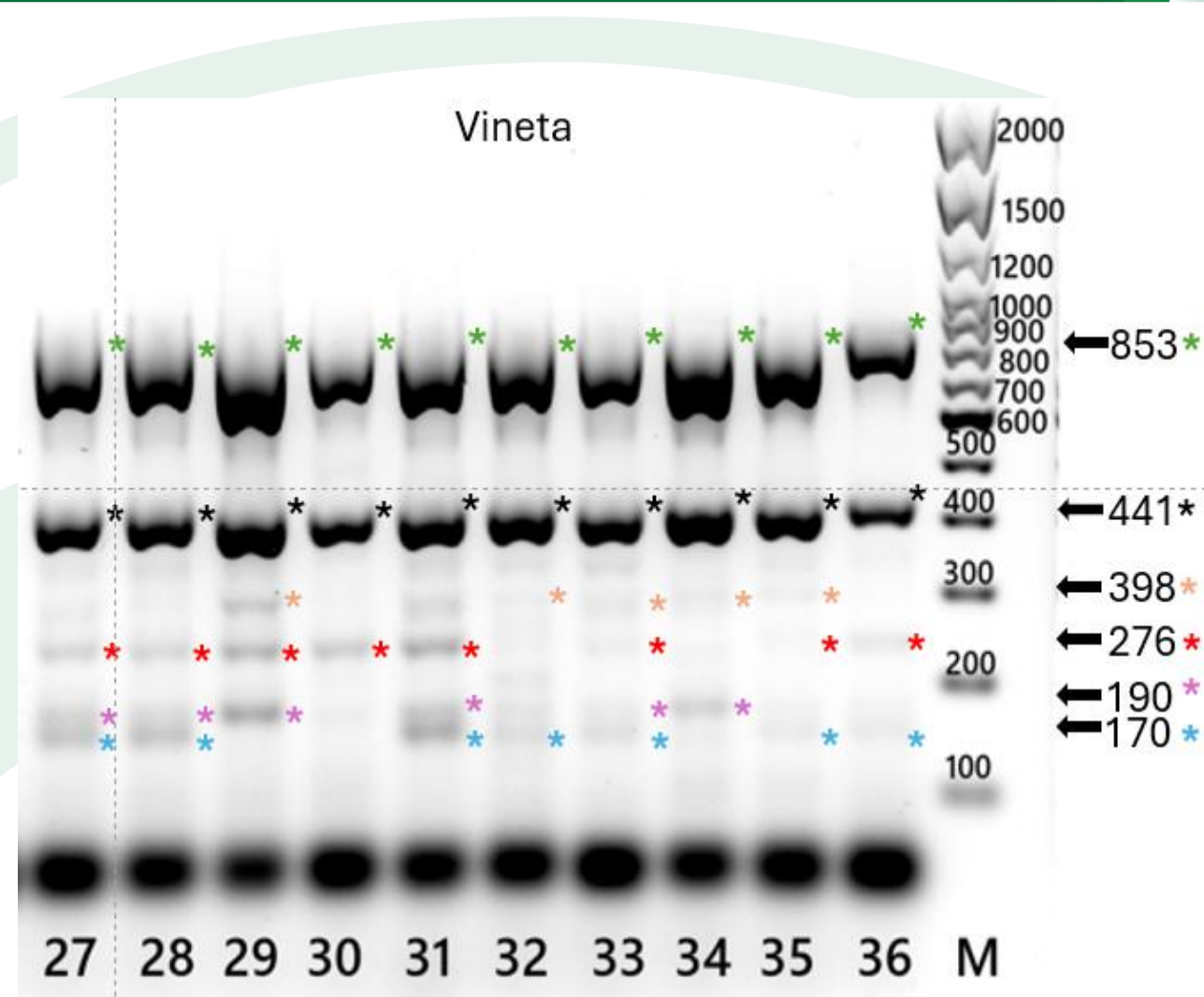
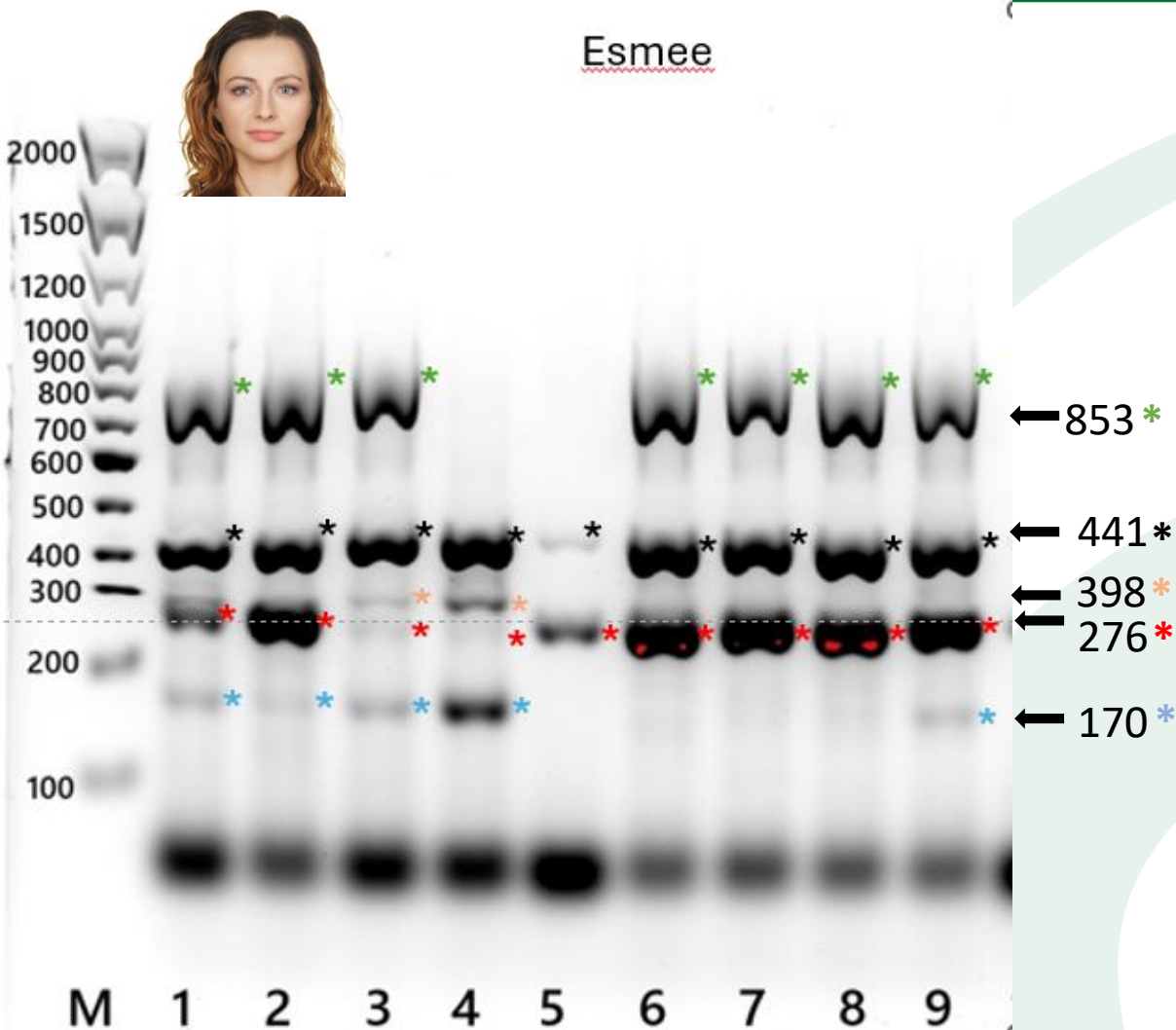
Objawy nekroz na odmianach Jurek (A), Esmee (B-D) i Vineta (E). Objawy nekroz na odmianie tytoniu Xanthi zainfekowanej sokiem z odmian Jurek (F), Esmee (I) i Vineta (J). Objawy mozaiki na odmianie Xanthi zainfekowanej sokiem z odmian Jurek (G) i Esmee (H).



Multipleks RT-PCR różnicujący szczepy PVY wg Chikh Ali et al., 2010, 2013)

bp	O	N-Wi	N:O	NTN	Z-NTN	N	NA-N	NTN-NW	SYRIII	E	NE -11
				(B)	(A)						
1307	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
1076	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
853	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
633	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+
532	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
441	--	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
398	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
276	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Żółte pola z plusem oznaczają produkt PCR o podanej w skrajnej lewej kolumnie wielkości w parach zasad (bp). Białe z minusem – brak amplifikacji dla produktów o wskazanej wielkości



Produkty multipleks RT-PCR specyficznego szczepowo rozdzielono na żelu agarozowym. Wzory uzyskane dla izolatów PVY z roślin odmiany Esmee (panel lewy) i Vineta (panel prawy). Kolorowe gwiazdki oznaczają specyficzne produkty PCR. Wzorce wielkości DNA znajdują się na liniach M.

Wnioski

- Nasilenie i rodzaj objawów wywoływanych przez szczepy PVY wynikają przede wszystkim z interakcji genotypu wirusa (szczepu) z genotypem ziemniaka (odmiany).
- Odporność znacząco wpływa na tempo akumulacji PVY w roślinach.
- Odporność jest czynnikiem selekcyjnym dla PVY.

Podziękowania

Marii Fedczak i Alicji Przewłóce za doskonałą pomoc techniczną.

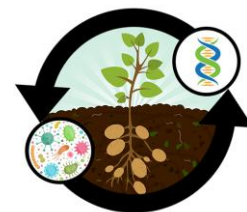


SusCrop – ERA-NET

Cofund on Sustainable Crop Production

FACCEJPI

potatoMETabiome - „Harnessing the potato-microbiome interactions for development of sustainable breeding and production strategies”



Zad. nr 58. „Opracowanie czułych metod wykrywania głównych wirusów ziemniaka” finansowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach programu Postęp Biologiczny w Produkcji Roślinnej.

NCBR

National Centre for Research and Development



F I T O E X P O R T

GIORIN,UW,ILOT,IHAR-PIB,IOR-PIB



Gospostrateg1/385957/5/NCBR/2018 FITOEXPORT - Zwiększenie konkurencyjności polskich towarów roślinnych na rynkach międzynarodowych poprzez poprawę ich jakości i bezpieczeństwa fitosanitarnego

NATIONAL SCIENCE CENTRE
POLAND

Opus 11. Grant No. 2016/21/B/NZ9/03573. „ Dynamika transportu i replikacji najważniejszych szczepów wirusa Y w roślinach ziemniaka zakażonych pierwotnie i wtórnie

Thank you for your attention.

The Plant Breeding and Acclimatization Institute (IHAR) - National Research Institute

Radzików
05-870 Błonie, Poland
tel. 22 733 45 00
NIP-PL: 5290007029
REGON: 000079480
e-mail: postbox@ihar.edu.pl
www.ihar.edu.pl

Krzysztof Treder

IHAR-PIB
Bonin 3
76-009 Bonin
tel. +48943423031 ext. 207
e-mail: k.treder@ihar.edu.pl

