

## NEGFRY – KARTULI-LEHEMÄDANIKU TÕRJEPROGRAMM

E. Runno, M. Koppel

**ABSTRACT.** *NEGFRY – a program for control of potato late blight. One of the most serious diseases of the potato crop worldwide is late blight caused by *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Most growers control the disease by applying fungicides at regular intervals of 8–10 days from the time of row closing until the end of the growing season. The NEGFRY model used for timing the chemical control of potato late blight. The NEGFRY model is based on two existing models, the ‘negative prognosis’, for forecasting the risk of primary attacks, and a model for timing subsequent fungicide applications during the season. The main objective of NEGFRY is to get high yield and quality with minimum use of fungicides.*

*Present work underlies the experiments that were arranged in 2000 and 2001 at the Jõgeva Plant Breeding Institute. Two potato varieties with different constancy to late blight were taken to the experiment in both years: susceptible ‘Adora’ and moderately resistant ‘Anti’ in the year 2000 and susceptible ‘Berber’ and ‘Anti’ in 2001. NEGFRY gave highest economical effect among six tested treatment regimes.*

**Keywords:** *Phytophthora infestans, Potato late blight, NEGFRY, weather data, fungicides.*

### Sissejuhatus

Kartuli-lehemädanik on kõige suuremat kahju tekitav kartulihaigus kogu maailmas. Epifütootia korral võib hävida kogu saak, sest haigus kahjustab nii pealseid kui mugulaid. Eestis on tavaliselt alustatud kartuli-lehemädaniku tõrjet esimeste haigusnähtude ilmnemisel, kuid nii võib tõrjega hiljaks jääda ja edasised pritsimised osutuvad sageli tulutuks. Pestitsiidide tootvate ja turustavate firmade soovitusel on viimastel aastatel alustatud kartuli-lehemädaniku tõrjet kartulivagude kokkukasvamise ajal ja edasi pritsitud regulaarselt 8–10-päevaste vahedega. Sellise strateegia puhul võidakse aga alustada liiga vara ja teha rohkem pritsimisi, kui on tõve leviku piiramiseks vaja.

Jõgeva Sordiaretuse Instituudis on alates 1999. aastast katsetatud Taani Põllumajandusteaduste Instituudis välja töötatud programmi NEGFRY. NEGFRY on lihtsasti käsitletav eestikeelne Interneti-põhine programm, mida saab tasuta Internetist alla laadida. Programmi kasutamine võimaldab täpselt ajastada lehemädanikutõrje algust ja teha haiguse kontrolliks optimaalse arvu pritsimisi.

**Võtmesõnad:** *Phytophthora infestans, kartuli-lehemädanik, NEGFRY, ilmaandmed, fungitsiidid.*

### NEGFRY tööpõhimõte

Mürkkemikaalide vähendamise nõudest lähtudes töötati Taanis aastatel 1992–1993 (Hansen, 1993; Hansen, 1995) välja talutingimustes kasutatav personaalarvutiprogramm NEGFRY, mis aitab kartulikasvatajatel leida optimaalsed lehemädanikutõrje ajad. Põhjamaades läbiviidud põldkatsetes oli NEGFRY poolt soovitatud pritsimiste arv kuni 50% väiksem kui tavapärasel pritsimisskeemil (Hansen *et al.*, 1995). Vähendamine tuleneb enamasti NEGFRY soovitusel esimest pritsimiskorda edasi lükata ja vähemal määral pikemate pritsimisintervallide arvelt.

NEGFRY on üks mitmetest personaalarvutil töötavatest kartuli-lehemädaniku prognoosi ja tõrje programmidest. Peale programmi NEGFRY kasutatakse maailmas veel teisigi personaalarvutile mõeldud lehemädaniku tõrje programme. Nii on loetletud California Davise Ülikooli koduleheküljel (Disease Model Database, 2001) 16 erinevat kartuli-lehemädaniku tõrje programmi. Lisaks programmile NEGFRY leiavad laialdasemat kasutamist veel Simphyt ja PHYTEB Saksamaal, ProPhy Hollandis ja BLITECAST Ameerika Ühendriikides. Mitmetes Euroopa riikides läbiviidud kartuli-lehemädaniku tõrje programmide võrdluskatsetes on NEGFRY soovitanud teiste programmidega võrreldes teha vähem pritsimisi (Kleinhenz, Jörg, 2000; Hansen *et al.*, 2001).

Jooksvate ilmaandmete saamiseks paigaldati katsepõllule kaks automaatset ilmajaama Hardi Metpole, mis saadavad raadiolungi kaudu regulaarselt andmeid lauarvutiga ühendatud vastuvõtjasse. Programmi NEGFRY töö põhineb kahel eksisteerival mudelil: “negatiivne prognoos” esimese nakkuse riski ennustamiseks (Ullrich, Schrödter, 1966) ja mudel järgnevate pritsimiste ajastamiseks (Fry *et al.*, 1983). NEGFRY vajab optimaalsete tõrjeaegade prognoosimiseks andmeid õhutemperatuuri, -niiskuse ja sademete hulga kohta tunniste vaheaegade tagant. Sisestada tuleb ka andmed kasvatatava kartulisordi, selle lehemädanikukindluse, kartulitaimede tärkamise aja, põllu niisutamise ning tehtud lehemädanikutõrje kohta. Programm arvutab ilmaandmete põhjal tõve aren-

guks soodsate tundide arvu ja vastavalt lehemädaniku arengu soodsuse astmele riskiindeksi iga tunni kohta. Lehemädaniku arenguks soodsate tundide riskiindeksid summeeritakse alates kartuli tärkamisest ning saadakse konkreetseks ajaks kogunenud riski suurus (Hansen *et al.*, 1995).

Lehemädaniku tõrjet alustatakse NEGFRY programmi järgi siis, kui “negatiivse prognoosi” järgi on kogunenud riski suurus ületanud 130 ühiku piiri ja päevase riski suurus on enam kui seitse ühikut. Kõikidel sortidel, sõltumata nende lehemädanikukindlusest, soovitatakse NEGFRY järgi alustada haiguse tõrjet üheaegselt. Täielik kontroll haiguse üle suudetakse saavutada ainult kontaktseid lehemädanikutõrje preparaate kasutades siis, kui esimene pritsimine tehakse põllu nakatumise ajal, s.o 5–7 päeva enne esimeste haigusnähtude ilmumist. Pärast esimest pritsimist arvestab programm NEGFRY, kui palju konkreetsetes ilmastikutingimustes lehemädanikuühikuid koguneb. Järgmised pritsimised tehakse siis, kui kogunenud lehemädanikurisk on nii suur, et see on pärast eelmist pritsimist ületanud teatud sordi lehemädanikukindlusele vastava piirnäitaja. Programm eristab sortide lehemädanikukindluse kolme astet: vastuvõtlik, suhteliselt vastuvõtlik ja suhteliselt haiguskindel. Vastuvõtlikumaid sorte tuleb pritsida tihedamini kui haiguskindlaid sorte.

Programmi NEGFRY eesmärk on saada kõrget ja kvaliteetse saaki fungitsiidide minimaalsel kasutamisel. Oluline on kaitsta pritsimistega nii lehestikku kui ka mugulaid, vältides eoste mahapesemist nakatunud lehestikust. NEGFRY tööpõhimõtteks on teha minimaalne arv pritsimisi õigel ajal enne haiguse lööbimist pealsetel.

## Metoodika

Käesoleva töö aluseks on 2000. ja 2001. a Jõgeva Sordiareture Instituudis korraldatud katsed. Mõlemal aastal võeti katsesse kaks erineva lehemädanikukindlusega sorti: 2000. aastal vastuvõtlik ‘Adora’ ja suhteliselt haiguskindel ‘Anti’ ning 2001. aastal vastuvõtlik ‘Berber’ ja ‘Anti’.

Kartulisortidel ‘Adora’ ja ‘Anti’ (mõlemal aastal) kasutati katses kuut tõrjeviantti: 1) pritsimata kontroll; 2) harjumuslik pritsimine I, kasutatakse ainult kontaktseid preparaate, alustades kartulivagude kokkukasvamise ajal; 3) harjumuslik pritsimine II, kaks esimest pritsimiskorda süsteemse preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WP ja järgmised kontaktse preparaadiga; 4) harjumuslik pritsimine III, kaks esimest pritsimist süsteemse preparaadiga Acrobat Plus ja järgmised kontaktse preparaadiga; 5) NEGFRY, lehemädanikutõrje vastavalt programmi NEGFRY soovitudele kontaktse preparaadiga; 6) täiendatud NEGFRY, pritsimist alustatakse vastuvõtliku sordi pritsimata variandi nakatumisel poole doosiga ning suhteliselt haiguskindla sordi nakatumisel jätkatakse pritsimist täisdoosiga. Sordil ‘Berber’ kasutati 3 tõrjeviantti: 1) pritsimata kontroll; 2) harjumuslik pritsimine I preparaadiga Shirlan, 3) lehemädanikutõrje vastavalt NEGFRY soovitudele preparaadiga Shirlan.

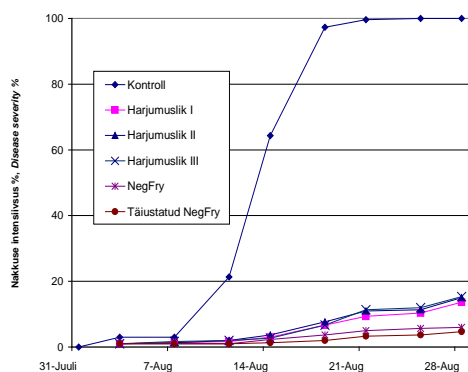
2000. a katses kasutati kontakset fungitsiidi Dithane M45. 2001. a katses oli kontaktno fungitsiid Shirlan, vaid II harjumuslikus pritsimisvariantis kasutati endiselt Dithane M45. Fungitsiide kasutati järgmiste normidega: Dithane M45 – 2,5 kg/ha, pool normi 1,25 kg/ha, Shirlan – 0,4 l/ha, pool normi 0,2 l/ha, Ridomil Gold MZ 68 WP – 2,5 kg/ha, Acrobat Plus – 2 kg/ha.

Katselapi suurus oli neli vagu (7,5×0,7 m) kolmes korduses. Äärevagude vigade vältimiseks hinnati lehemädanikku ja ka saak koristati ainult kahelt keskmiselt vaolt. 2000. aasta katses pandi mugulad maha 10. mail. Sordil ‘Adora’ tärkasid taimed 6. juunil ja ‘Antil’ 10. juunil. Saak koristati ‘Adoral’ 1. septembril ja ‘Antil’ 22. septembril. 2001. aasta katses pandi mugulad maha 16. mail, taimed tärkasid sordil ‘Berber’ 15. juunil ja ‘Antil’ 20. juunil. Saak koristati sordil ‘Berber’ 7. septembril, ‘Antil’ 24. septembril. Kartuli kasvuperioodi vältel hinnati kartuli-lehemädaniku nakkust 100% skaala alusel kaks korda nädalas.

## Uurimistöö tulemused

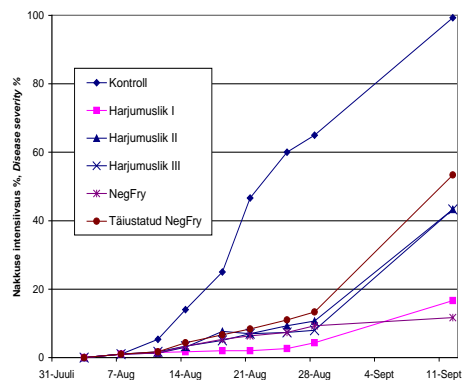
2000. aastal soovitas NEGFRY lehemädanikutõrjet alustada viis päeva enne tõve lööbimist piirkonnas (8. juulil), mis langeb täielikult kokku haiguse nakatumise ajaga. Harjumuslikus variantis I tehti seitse pritsimist (tabel 1). Hilisel sordil ‘Anti’ tehti kõik seitse pritsimist, varasel sordil ‘Adora’ piirduti viie esimese pritsimiskorraga. Harjumuslikes variantides II ja III tehti mõlemal sordil esimesed kaks pritsimist süsteemse preparaadiga. Edasi jätkati pritsimist kontaktse preparaadiga.

NEGFRY järgi tehti mõlemal sordil kuus pritsimist, mis oli ‘Adoral’ üks kord rohkem ja ‘Antil’ üks pritsimine vähem kui harjumuslikus variantis. Täiendatud NEGFRY järgi tehti ‘Adoral’ kuus pritsimist, millest kaks esimest tehti ½ doosiga. Viiest ‘Antil’ tehtud pritsimisest oli esimene ½ doosiga.



**Joonis 1.** Lehemädaniku arengu intensiivsus sordil 'Adora' 2000. aastal

**Figure 1.** Late blight infection in 2000 on variety 'Adora'



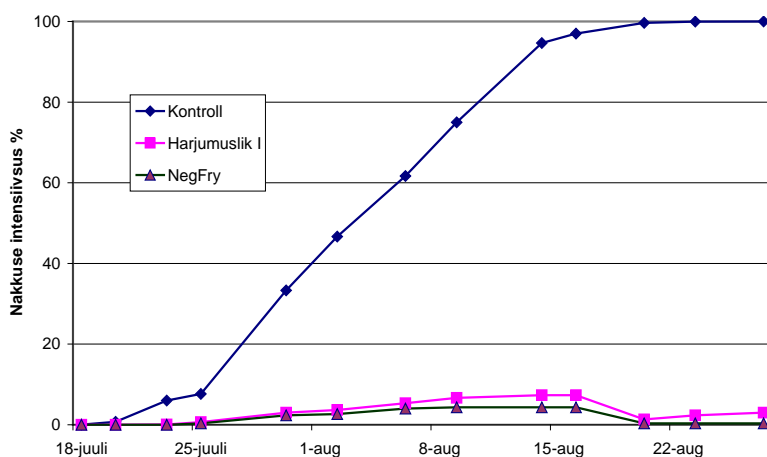
**Joonis 2.** Lehemädaniku arengu intensiivsus sordil 'Anti' 2000. aastal

**Figure 2.** Late blight infection in 2000 on variety 'Anti'

Kartuli-lehemädanik lööbis sordil 'Adora' 3. augustil (joonis 1) ja 'Antil' 7. augustil (joonis 2). Et aasta oli väga soodne haiguse arenguks ja levikuks, siis oli kontrollvariandis juba 21. augustiks 'Adora' lehestik täielikult hävinud. 'Anti' jõudis 99%-ni 12. septembril. Sordil 'Anti' levis lehemädanik võrselt aeglaselt kõigis variantides. 'Adoral' esines lehemädanikku veidi vähem variantides täiustatud NEGFY ja NEGFY. Kõigis harjumuslikes ning NEGFY järgi pritsitud variantides oli saak märksa suurem kui pritsimata kontrollvariandis, kuid omavahel need ei erinenud (tabel 2).

2001. aasta NEGFY soovitus alustada pritsimist 10 päeva enne haiguse lööbimist katsepõllul tuleb hinnata piisavalt täpseks ajastatuseks. Harjumuslikus variandis I tehti sordil 'Anti' seitse pritsimist. Sordil 'Berber' piirdui viie pritsimiskorruga (tabel 1). Harjumuslikes variantides II ja III tehti kolm esimest pritsimist süsteemse preparaadiga ja järgnevad pritsimised kontaktse preparaadiga. NEGFY soovitus järgi tehti 'Berberil' seitse ja 'Antil' kuus pritsimist. 'Berberil' soovitas NEGFY teha kaks pritsimist rohkem kui harjumuslikus variandis, 'Antil' ühe pritsimise vähem. Täiustatud NEGFY järgi tehti sordil 'Anti' viis pritsimist, sellest esimesel pritsimisel poole doosiga.

Kuigi lehemädanik avastati katsepõllul varem kui eelmisel aastal, oli lehemädaniku areng tunduvalt aeglasem. Lehemädaniku arenguks ja levikuks olid juunis väga soodsad tingimused. Sordi 'Berber' (joonis 3) kontrollvariant lööbis 16 päeva varem ja 'Anti' kaheksa päeva varem kui 2000. aastal. Sordi 'Berber' pealsed hävisid kontrollvariandis täielikult 21. augustiks. Sordi 'Anti' kontrollvariandis hakkas lehemädanik märgatavalt levima alates 15. augustist, jõudes septembri keskpaigaks ainult 15%-ni, pritsitud variantides lehemädanikku praktiliselt ei esinenud.



**Joonis 3.** Lehemädaniku arengu intensiivsus sordil 'Berber' 2001. aastal

**Figure 3.** Late blight infection in 2001 on variety 'Berber'

**Tabel 1.** Pritsimiste arv erinevate tõrjevariantide korral  
**Table 1.** Number of treatments at different treatment regimes

Variandid	2000		2001	
	'Adora'	'Anti'	'Berber'	'Anti'
Harjumuslik I	5	7	5	7
Harjumuslik II	2+2	2+4		3+3
Harjumuslik III	2+2	2+4		3+3
NEGFRY	6	6	7	6
Täiustatud NEGFRY	2*0,5+4	0,5+4		2*0,5+4

Nii NEGFRY kui harjumuslikus variandis oli mugulasaak ligi kaks korda suurem kui kontrollvariandis, kuid omavahel suuresti ei erinenud (tabel 2).

**Tabel 2.** Mugulasaak erinevate tõrjevariantide korral  
**Table 2.** Tuber yield at different treatment regimes

Variandid	Saak 2000		Saak 2001	
	'Adora'	'Anti'	'Berber'	'Anti'
Kontroll	45,9	36,4	27,0	43,3
Harjumuslik I	51,9	57,8	51,4	57,7
Harjumuslik II	56,5	51,8		58,3
Harjumuslik III	54,4	46,6		53,3
NEGFRY	54,7	51,6	55,0	59,0
Täiustatud NEGFRY	58,4	52,8		56,7
PD 0,05	7,31	6,88	4,71	3,87

## Kokkuvõte

Et lehemädaniku nakkus 2000. aastal oli väga tugev, siis olulist efekti tõrjekordade vähendamisest ei saadud. 2000. aastal soovitas NEGFRY lehemädanikutõrjet alustada viis päeva ja 2001. aastal 10 päeva enne tõve lööbimist, mis tähendab, et pritsimise alguse ajastamine õnnestus igati. Nii harjumuslikult kui ka NEGFRY järgi pritsitud variantide korral oli mugulasaak märksa suurem kui pritsimata kontrollvariandis, kuid erinevates tõrjevariantides oli saak võrdne.

2001. aasta ei olnud lehemädaniku arengule ja levikule nii soodne kui eelmine, kuid väike pritsimiskordade vähenemise saadi sordil 'Anti', kus NEGFRY puhul pritsiti üks ja täiustatud NEGFRY puhul kaks korda vähem kui harjumuslikus variandis I. Kuigi sordil 'Berber' pritsiti NEGFRY järgi rohkem kui harjumuslikus variandis, saadi sellega ka parem pealsete kaitstus ja väiksem nakatumine lehemädanikust.

Kokkuvõttes on NEGFRY andnud positiivse tulemuse esimese nakkust ennetava pritsimise ajastamisel ja tõrjekordade optimeerimisel.

## Kirjandus

- Fry, W. E., Apple, A. E., Bruhn, J. A. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology*, vol. 73, p. 1054...1059, 1983.
- Hansen, J. G. The use of meteorological data for potato late blight forecasting in Denmark. In: Secher, B. J. M., Rossi, J., Battilani, P. (Eds.). *Workshop on Computer-based DSS on Crop Protection Parma, Italy, 23–26 November 1993*. Danish Institute of Plant and Soil Science. SP report no 7, p. 183...193, 1993.
- Hansen, J. G., Andersson, B., Hermansen, A. NegFry-A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. – In: Dowley, L. J., Bannon, E., Cooke, L. R., Keane, T., O'Sullivan, E. (Eds) *proceedings "PHYTOPHTHORA 150"*, Sesquicentennial Scientific Conference, Dublin Ireland, Boole Press Ltd., p. 201...208, 1995.
- Hansen, J. G. Meteorological dataflow and management for potato late blight forecasting in Denmark. In: Hansen, J. G., Sigvald, R. (Eds) *Workshop proceeding "Workshop on weather information and plant protection"*, 1995.
- Hansen, J. G., Kleinhenz, B., Jörg, E. Results of validation trials of Phytophthora DSS in Europe in 2000. In Schepers, H. T. A. M. (Ed) *Proceedings of the Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, PAV-special report No 7, February 2001, 23–38, 2001.*
- <http://www.ipm.ucdavis.edu/DISEASE/DATABASE/potatolateblight.html>. 2001.

- Kleinhenz, B., Jörg, E. Results of validation trials of *Phytophthora* DSS in Europe in 1999. – In Schepers, H. T. A. M. (Ed) Proceedings of the Workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, PAV-special report No 6, February 2000, p. 180...190, 2000.
- Ullrich, J., Schrödter, H. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine "Negativprognose". Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 18, S. 33...40, 1966.

## NEGFY – a Program for Control of Potato Late Blight

E. Runno, M. Koppel

### Summary

Present work underlies the experiments that were arranged in 2000 and 2001 at the Jõgeva Plant Breeding Institute. Two potato varieties with different constancy to late blight were taken to the experiment in both years: susceptible 'Adora' and moderately resistant 'Anti' in the year 2000 and susceptible 'Berber' and 'Anti' in 2001.

Six different treatment regimes of potato late blight control were used by potato varieties 'Adora' and 'Anti' in both years: 1) untreated control; 2) routine treatment I (only eradicant fungicides were used starting at row closing); 3) routine treatment II (two first sprayings with protectant fungicide Ridomil Gold MZ 68 WP and subsequent sprayings with eradicant fungicide); 4) routine treatment III (two first sprayings with protectant fungicide Acrobat Plus and next ones with eradicant fungicide); 5) NEGFY – control of potato late blight according to the suggestions of NEGFY program with eradicant fungicide; 6) modified NEGFY – spraying was started at the time of infection of the unsprayed variant on susceptible variety with half a dose and by infection of moderately resistant variety the sprayings were continued with full dose. Three treatment variants were used by the variety 'Berber': 1) untreated control; 2) routine treatment I with fungicide Shirlan; 3) according to the suggestions of NEGFY with fungicide Shirlan.

Eradicant fungicide Dithane M 45 was used in the experiments in 2000. In most treatment regimes it was replaced with eradicant fungicide Shirlan in year 2001. In 2001 Dithane M 45 was used only in routine treatment II. Following fungicide doses were used: Dithane M45 – 2.5 kg/ha, half a standard 1.25 kg/ha, Shirlan – 0.4 l/ha, half a standard 0.2 l/ha, Ridomil Gold MZ 68 WP – 2.5 kg/ha, Acrobat Plus – 2 kg/ha.

The size of the trial plot was four rows (7,5×0,7 m) in three replication. Late blight was estimated and the crop was harvested only from two middle rows to avoid possible neighbouring effects in border rows. Late blight infection was assessed according to 100% scale with the frequency twice a week.

Caused by the high late blight infectious pressure no significant reduction in number of treatments was achieved by use of NEGFY in 2000. NEGFY recommended to start late blight control five days before the establishment of infection in 2000 and ten days in 2001. This illustrates the proper timing of first sprayings. Tuber yield was much higher in variant of routine treatment and in variants sprayed according to NEGFY than that in untreated control variant. But different treatment regimes gave almost equivalent yield.

The year 2001 was not as good as the year before for development and spread of late blight and there was successes to slight diminish the number of treatments by use of NEGFY. On variety 'Anti' NEGFY recommended one spraying less and modified NEGFY two treatments less than routine variant I. Although NEGFY recommended one additional treatment in variety 'Berber' compared with routine variant, it gave a better protection of potato crop.

NEGFY has given a positive result by timing the first spraying for anticipation of the infection and by optimising the number of treatments for late blight control.