

ВЛИЯНИЕ НА ФОРМАТА НА КАЛИЕВИЯ ТОР ВЪРХУ ВЕГЕТАТИВНИТЕ ПРОЯВИ НА КАРТОФИТЕ

Нешо Нешев, Иван Манолов
Аграрен Университет – Пловдив

Резюме

В условията на съдов опит е изследвано влиянието на формата на калиевия тор и нарастващите калиеви нива 0, 200, 400 и 600 mg K₂O/kg почва, внесени като K₂SO₄ или KCl на фона на еднакви азотни и фосфорни норми (200 mg N/kg и 150 mg P₂O₅/kg почва), върху някои вегетативни прояви на картофите. Формата на калиевия тор оказва влияние върху растежа на картофите. Торените с KCl растения са по-ниски с 6-7 cm в сравнение с тези торени с K₂SO₄. Използването на KCl води до понижаване на съдържанието на хлорофил А и на каротиноиди в листата, съответно с 22% за хлорофил А и 18% при каротиноидите средно за трите торови норми. Формата на калиевия тор не оказва влияние върху съдържанието на хлорофил В в листата. Високите калиеви норми, независимо от формата на тора, увеличават специфичната плътност на клубените на картофите.

Ключови думи: картофи, калиево торене, хлорофил, специфична твърдост

Abstract

Neshev N., I. Manolov, 2014. Influence of potassium fertilizer source on vegetative parameters of potatoes.

The influence of potassium fertilizer source and the increasing potassium fertilization levels (0, 200, 400 and 600 mg K₂O/kg soil) supplied either as K₂SO₄ or KCl at equal nitrogen and phosphorus fertilizer background (200 mg N/kg и 150 mg P₂O₅/kg soil) on some vegetative parameters of potatoes grown under pot experimental conditions was studied. The potassium fertilizer source influenced the growth of potatoes. The plants, fertilized with KCl, were 6-7 cm smaller compared to those fertilized with K₂SO₄. For the three fertilizer rates, the use of KCl as a fertilizer decreased chlorophyll A and carotenoid contents with 22% and 18% on average respectively. The potassium fertilizer source did not affect chlorophyll B content in potato leaves. The high potassium rates, independently of the potassium fertilizer source, increased the specific firmness of potato tubers.

Key words: potatoes, potassium fertilization, chlorophyll, specific firmness

УВОД

От всички културни растения, картофите (*Solanum tuberosum* L.) имат най-голямо ботаническо и биологично видово разнообразие (Вълчев, 2011). Те имат голямо промишлено, фуражно, както и определено агротехническо значение (Терзиев, Каров, 2000). Използват се за храна на хората повече от 10 000 години (Donnelly, Kubow, 2011). Нормите на торене трябва да са съобразени с агрохимичното състояние на полето и с изискванията на сортовете (ранни или късни), както и с производственото направление – за прясна консумация или преработка (Николова, 2010). При торенето с

азот се увеличава съдържанието на хлорофил в листата, но със застаряването на растенията съдържанието на пластидни пигменти намалява (Poljak et al., 2008; Neshev et al., 2014). Фосфорът участва в различни метаболитни процеси в растенията, като спомага за по-доброто развитие на кореновата система и допринася за по-доброто развитие на културата (Singh, Rai, 2011). Калиевото торене оказва незначително влияние върху общото хлорофилно съдържание, но при съвместното му внасяне с азотен тор количеството на пластидни пигменти нараства (Abu-Zinada, 2009). Vlagoeva и кол. (2004) потвърждават, че картофите са калиеволюбива култура, защото усвояват 1,5 пъти повече калий, отколкото азот и 4 пъти повече калий, отколкото фосфор.

Целта на експеримента е да се изследва влиянието на формата на калиевия тор върху някои вегетативни прояви при картофите (растеж, съдържание на пластидни пигменти и специфична плътност на месото на клубените).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е осъществено с английският сорт Пикасо. Съдовият опит е заложен със 7 варианта в 5 повторения, както следва: 1. Контрола- $N_{200}P_{150}K_0$; 2. $N_{200}P_{150}K_{200}$; 3. $N_{200}P_{150}K_{400}$; 4. $N_{200}P_{150}K_{600}$ (калиевият тор се внася като K_2SO_4); 5. $N_{200}P_{150}K_{200}$; 6. $N_{200}P_{150}K_{400}$; 7. $N_{200}P_{150}K_{600}$ (калиевият тор се внася като KCl). Азотът и фосфорът са внесени като фон под формата на NH_4NO_3 и троен суперфосфат в норми от 200 mg N/kg и 150 mg P_2O_5 /kg почва, съответно. Използвани са съдове с обем 15 литра, като всеки от тях е запълнен с 15 kg почва. Преди началото на експеримента почвата съдържа 12.34 mg $NH_4 - N$ и 9.24 mg $NO_3 - N$ на 1 kg почва, както и 39 mg P_2O_5 и 50 mg K_2O на 100 g почва, а рН (H_2O) е 5.35.

По време на вегетацията височината на растенията е измервана през десетдневен период. Определено е количественото съдържание на пластидни пигменти в листата (хлорофил А, хлорофил В и каротиноиди) (Берова и кол., 2007). За отчитане на специфичната твърдост на клубените е използван пенетрометър. Плътноста е измервана в kg/cm^2 . За статистически анализ на данните е използван теста на Дънкан (1955) чрез статистическа програма SPSS 13.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Картофените клубени поникват за 2-3 седмици след като бъдат засадени. В настоящия опит клубените на всички варианти поникват на една и съща дата 17 дни след засаждането. Не е установен инхибиращ покълването ефект на торенето с високи норми калиеви торове, независимо от формата на калия (K_2SO_4 или KCl).

Според Abu-Zinada (2009) височината на растенията значително се повишава с нарастване на азотното и калиевото торене. Ven Dkhil и кол. (2011) също установяват положително действие на калиевото торене върху растежа на картофите. На десетия ден след поникване нетореният с калий контролен вариант е с височина 16.4 cm (Таблица 1). Най-високи са растенията от вариант 3 (K_{400}) – 20.6 и вариант 2 (K_{200}) – 18.0 cm, торени с

Таблица 1. Динамика на височината на растенията по време на вегетацията (cm)
Table 1. Dynamics of plant height during vegetation (cm)

Вариант/Дата Variant/Data	21.04.2014	1.05.2014	11.05.2014	21.05.2014	1.06.2014	11.06.2014
1. K ₀	16.4 ab	35.8 bc	52.0 b	59.8 b	77.6 a	79.8 a
2. K ₂₀₀	18.0 ab	40.2 ab	56.2 ab	65.8 ab	81.6 a	83.0 a
3. K ₄₀₀	20.6 a	42.0 a	59.6 a	70.2 a	79.0 a	80.6 a
4. K ₆₀₀	13.4 bcd	34.2 bcd	53.4 b	65.4 ab	71.6 ab	73.0 ab
5. K ₂₀₀	14.2 bc	33.4 cd	52.2 b	63.6 ab	74.4 ab	76.0 ab
6. K ₄₀₀	10.4 cd	28.4 de	50.4 b	57.4 bc	71.4 ab	73.0 ab
7. K ₆₀₀	8.4 d	25.0 e	41.0 c	50.2 c	64.4 b	65.8 b

Цифрите с различни букви са с доказана разлика според теста на Дънкан ($p < 0.05$)
Figures with different letters are with proved difference according to Duncan's test ($p < 0.05$)

K₂SO₄. Високата норма от 600 mg/kg K₂SO₄ слабо потиска растежа на растенията. Разликата във височината на растенията от този вариант спрямо контролата е около 19%. При вариантите торени с KCl растежът е по-слаб. Това е най-силно изразено при калиевы нива K₄₀₀ и K₆₀₀, като растенията са по-ниски приблизително с 36 и 48% спрямо контролния вариант. В края на вегетацията най-високи са растенията от вариант 3 (K₄₀₀) – 83.6 cm. С нарастването на калиевата норма внесена под формата на KCl височината на растенията намалява от 76 cm при варианта с 200 mg K₂O/kg почва до 65.8 при най-високата норма от 600 mg K₂O/kg (Таблица 1).

Минералното торене оказва влияние върху съдържанието на пластидни пигменти в листата на растенията (Таблица 2) (Берова и кол., 2007; Tétard-Jones et al., 2013). Abdel-Salam и Shams (2012) установяват, че калия има положително индиректно влияние върху съдържанието на хлорофил в листата, чрез участието му в различни ензимни системи, които влияят върху синтеза на хлорофил и придвижването на въглехидратите в растенията. Най-високо е съдържанието на хлорофил А в листата на контролния вариант – 2.26 mg/g, следван от варианта с най-ниската норма K₂SO₄ (K₂₀₀) с 2.18 mg/g. С нарастването на калиевите нива съдържанието на хлорофил А намалява, като понижението е по-силно при вариантите, торени с KCl. Сравняването на съдържанието на хлорофил А във вариантите, торени с двата вида калиев тор показва, че то е средно с 20% по-ниско при торените с KCl при еднакви торови норми. Не е установено съществено влияние на калиевото торене върху съдържанието на хлорофил В в листата на картофите. По-ниското съдържание на хлорофил А в растенията, торени с KCl, оказва влияние върху общото съдържание на хлорофил А+В, което е по-ниско в тези варианти в сравнение с торените с K₂SO₄. Общото съдържание на хлорофил А+В в листата на контролата е 2.91 mg/g. С нарастване на калиевите норми съдържанието на двете форми на хлорофил (А+В) се понижават и достигат 2.09 mg/g при вариант 7 (K₆₀₀). Съдържанието на общ хлорофил в листата на контролата е 28% по-голямо от това в листата на вариант K₆₀₀, торен с KCl.

Калиевото торене и формата на калиевия тор показват влияние върху съдържанието на каротиноиди. Съдържанието на тези пигменти в листата

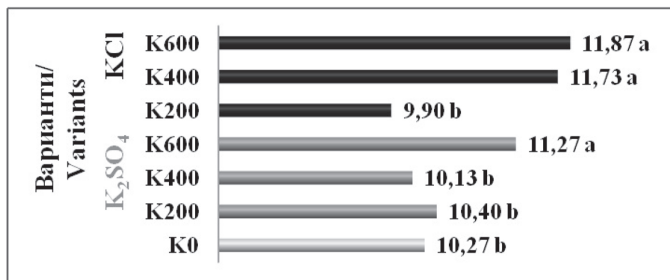
на картофите е най-високо при контролата, а най-ниско при варианти K_{400} и K_{600} , торени с KCl – 0.57 mg/g (Таблица 2). Съдържанието на каротиноиди при вариантите, торени с KCl , е по-ниско от торените с K_2SO_4 . Пониже- нието е с 22, 17.5 и 15%, съответно при калиеви нива K_{200} , K_{400} и K_{600} .

Според Mitcham и кол. (1996), измерването на твърдостта при някои плодни зеленчуци (дини, пипер), както и при някои кореноплоди (моркови) и клубеноплоди (картофи), е необходимо, за да се оцени податливостта им към различни механични повреди, като прорезни рани, болести, повреди, причинени от ниски температури и други. При картофите това е сортова особеност (Killick, 1972). За измерване на податливостта на клубените към механични повреди по време на прибирането се използва пенетрометър.

Вариантите с високи норми KCl (K_{400}) и (K_{600}), както и варианта с най-високата норма K_2SO_4 – K_{600} имат най-голяма специфична плътност. Най-крехки са клубените на вариант K_{400} , торен с KCl . Клубените на вариант 7 (K_{600}) са със 16% по-голяма твърдост от тези на вариант 5 (K_{400}), като разликите между тях са статистически доказани (Фигура 1). Тези резултати показват, че калиевите норми и видът на калиевия тор оказват влияние върху твърдостта на клубените. Това е в съответствие с резултатите, публикувани от McGarry (1996), който също установява разлики в твърдостта на клубените в зависимост от калиевото торене.

Таблица 2. Съдържание на пластидни пигменти в листата (mg/g)
Table 2. Content of plastid pigments in leaves (mg/g)

К Ниво K Rate	К Тор K Fertilizer	Хлорофил Chlorophyll A	Хлорофил Chlorophyll B	Хлорофил Chlorophyll A+B	Каротиноиди Carotenoids
1. K_0	Cont.	2.26	0.65	2.91	0.81
2. K_{200}	K_2SO_4	2.18	0.67	2.84	0.76
3. K_{400}	K_2SO_4	1.93	0.65	2.57	0.69
4. K_{600}	K_2SO_4	1.88	0.64	2.51	0.67
5. K_{200}	KCl	1.76	0.71	2.46	0.59
6. K_{400}	KCl	1.57	0.63	2.19	0.57
7. K_{600}	KCl	1.49	0.60	2.09	0.57



Фигура 1. Специфична твърдост на клубените (kg/cm²)
Figure 1. Specific firmness of tubers (kg/cm²)

Цифрите с различни букви са с доказана разлика според теста на Дънкан ($p < 0.05$)
Figures with different letters are with proved difference according to Duncan's test ($p < 0.05$).

ИЗВОДИ

Не е установен инхибиращ ефект на торенето с високи норми калиеви торове върху покълването на картофите независимо от формата на калиевия тор (K_2SO_4 или KCl). В края на вегетацията растенията от вариант $K_2SO_4 - K_{400}$ mg/kg са най-високи. Увеличаването на калиевата норма внесена под формата на KCl намалява височината на растенията до 48% в сравнение с неторената с калий контрола. Растенията торени с KCl съдържат средно 20% по-малко хлорофил А в сравнение с тези торени с K_2SO_4 . Формата на калиевия тор не оказва значително влияние върху съдържанието на хлорофил В в листата. Тя оказва влияние върху съдържанието на каротиноиди, което е от 15 до 22% по-ниско в листата на картофите торени с KCl , в сравнение с K_2SO_4 . Високите торови норми KCl -над 400mg K_2O /kg, както и най-високата норма с $K_2SO_4 - 600$ mg K_2O /kg допринасят за увеличаване на специфичната твърдост на клубените.

ЛИТЕРАТУРА

- Берова М., Н. Стоева, А. Василев, З. Златев., 2007.** Ръководство за упражнения по физиология на растенията. Академично издателство на Аграрния университет Пловдив, 142.
- Благоева, В., Е. Илиев, Е. Николова, 2004.** Картофите – отглеждане, болести и неприятели, съхранение, ИК „Еньовче” София, 3-7.
- Вълчев, П., 2011.** Картофи – откриване, проучване, отглеждане, семепроизводство. Академично издателство „Проф. Марин Дринов” София, 430.
- Николова, М., 2010.** Калият – хранителен елемент за добив и качество. Международен Калиев Институт, 87.
- Терзиев, Ж., С. Каров, 2000.** Биологично производство на картофи. Пловдив 2000, 2
- Abdel-Salam, A., A. Shams, 2012.** Feldspar-K Fertilization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Augmented by Biofertilizer. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (6), 694-699.
- Abu-Zinada, I., 2009.** Potato Response to Potassium and Nitrogen Fertilization Under Gaza Strip Conditions. Journal of Al Azhar University-Gaza (Natural Sciences), 11, 15-30.
- Ben Dkhil, B., M. Denden, S. Aboud, 2011.** Foliar Potassium Fertilization and its Effect on Growth, Yield and Quality of Potato Grown under Loam-sandy Soil and Semi-arid Conditions. International Journal of Agricultural Research, 6 (7), 593-600.
- Благоева, В., Е. Пиев, М. Николова, 2004.** Potatoes – cultivation, diseases and pests, and storage. Publisher „Enjovche” Sofia, 105.
- Donnelly D. and S. Kubow, 2011.** Role of potato in human health. Colloque sur la pomme de terre. p. 1-6.
- Duncan, D. B., 1955.** Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11, 1-42.
- Killick, R., 1972.** The analysis of penetrometer data from a potato breeding programme. Potato Research (15), 91-105.

- McGarry, A., C. Hole, R. Drew, N. Parsons, 1996.** Internal damage in potato tubers: a critical review. *Postharvest Biology and Technology*. Volume 8, Issue 4, September, 239-258.
- Mitcham, B., M. Cantwell, A. Kader, 1996.** Methods for Determining Quality of Fresh Commodities. *Perishables Handling Newsletter*, 85, 1-5.
- Neshev N., Manolov I., Chalova V., Yordanova N., 2014.** Effect of nitrogen fertilization on yield and quality parameters of potatoes. *Journal of mountainagriculture on the Balkans*. Volume (17), 3, 615-627.
- Poljak, M., T. Horvat, A. Majic, A. Pospisil, T. Жосic, 2008.** Nitrogen management for potatoes by using rapid test methods.VII. *Alps-Adria Scientific Workshop Stara Lesna, Slovakia*, 36, 1795-1798.
- Qin, Y., Shihua T., Wenqiang F., Xifa S., 2008.** Response of potato to source and rate of K. *Better Crops, China*, (21), 13-16.
- Singh, S., R. Rai, 2011.** The Potato Crop in Bihar: Status and Future Challenges. *Interanional Potash Institute Research Findings*, 1-9.
- Tétard-Jones, C., M. Edwards, L. Rempelos, A. Gatehouse, M. Eyre, S. Wilcockson, C. Leifert, 2013.** Effects of Previous Crop Management, Fertilization Regime and Water Supply on Potato Tuber Proteome and Yield. *Agronomy journal*, 3, 59-85.