

Primjena kalija u gnojidbi krumpira

Sažetak

Kalij je esencijalni element za proizvodnju krumpira (*Solanum tuberosum* L.), jer je važan i utječe na sintezu škroba, fotosintezu, kvalitetu i prinos gomolja. Krumpir je kultura s visokim zahtjevima za kalijem, što zahtijeva posebnu pozornost na sadržaj kalija u tlu i redovitu gnojidbu. Nedostatak kalija očituje se kroz smanjenje turgora, nekrozu lišća te nižu kvalitetu gomolja, dok suvišak rijetko predstavlja problem, osim na zaslanjanim tlima. U cilju održavanja optimalne razine kalija, provodi se analiza tla, a na temelju rezultata primjenjuje se kombinacija organskih i mineralnih gnojiva. Pravilno doziranje kalija kroz gnojidbu osigurava postizanje visokih prinosa i kvalitetu gomolja, dok istovremeno minimalizira negativan utjecaj na okoliš. Nedostatak K kod krumpira može dovesti do smanjenja prinosa gomolja i smanjene količine škroba u gomoljima. Prema istraživanjima, količina K u gnojidbi krumpira ne bi trebala prelaziti 270 kg ha⁻¹, kako bi se zadržala poželjna fizikalno-kemijskih svojstava škroba. Upotreba K₂SO₄ ima prednost nad KCl, jer KCl može imati negativan učinak na kvalitetu krumpira tijekom skladištenja.

Ključne riječi: proizvodnja krumpira, makroelementi, gomolji, masa, škrob

Uvod

Krumpir (*Solanum tuberosum* L.) je višegodišnja zeljasta biljka iz porodice *Solanaceae* i jedna od najraširenijih namirnica na svijetu (Sito i Džaja, 2015). Podrijetlom iz Južne Amerike, u Europu je stigao u 16. stoljeću i ubrzo postao ključna prehrambena biljka zbog visoke hranjive vrijednosti i otpornosti na teške uvjete uzgoja. Danas je krumpir četvrta najvažnija kultura na svijetu, odmah iza riže, pšenice i kukuruza (FAO, 2024). Bogat je ugljikohidratima, vitaminima C i B₆ te mineralima poput kalija, što ga čini vrijednim dijelom ljudske prehrane. Haverkort i Struik (2015) navode da za dobro prilagođene kultivare, potencijalni prinos gomolja može doseći i do 120 t ha⁻¹ u idealnim uvjetima koji uključuju kvalitetu sadnog materijala, optimalni klimatski uvjeti i učinkovite poljoprivredne prakse.

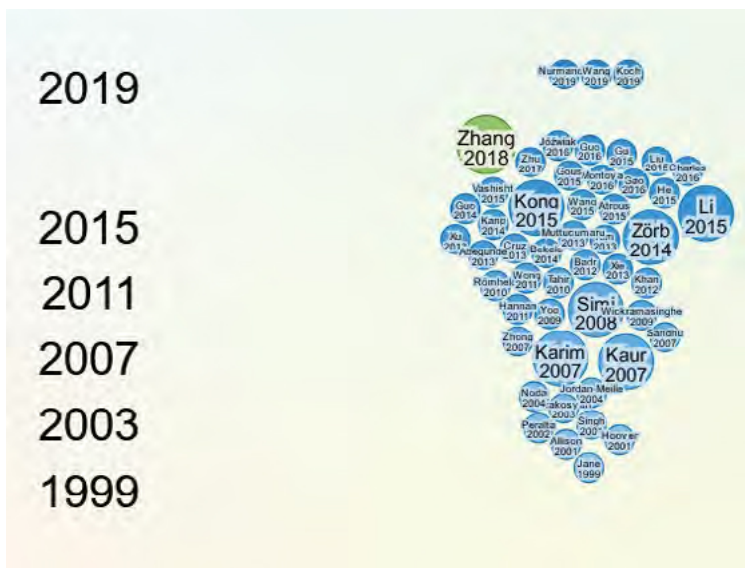
Kalij (K) pripada skupini alkalijskih metala i u prirodi se najčešće nalazi u obliku iona K⁺ u tlu i biljkama. Kao i svi alkalijski metali, kalij posjeduje izražena redukcijska svojstva, no njegova specifična uloga u biologiji bilja izdvaja ga kao važan element (Jug i sur., 2022). Naime, kalij djeluje kao aktivator brojnih enzima, čime značajno utječe na fiziološke i biokemijske procese unutar biljaka. Ova funkcija kalij čini ključnim elementom za pravilno funkcioniranje biljnog organizma, čime je njegov značaj za biljni svijet nedvojben.

1 doc. dr. sc. Ivana Varga, Ivana Šmituc bacc. ing. agr., *Tajana Panišić* bacc. ing. agr., Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska
Autor za korespondenciju: ivana.varga@fazos.hr

Krumpir je kaliofilna biljka odnosno biljka koja ima veće potrebe za kalijem. Kalij ima važnu ulogu u rastu krumpira, sintezi škroba te kvaliteti i količini gomolja. On održava rast stanica, turgorski tlak i provodljivost vode, a također utječe na širenje listova, produljenje korijena i fotosintezu (Džamić i Stevanović, 2007). Iako se kalij nalazi u većim količinama u mnogim tlima, gubitci kalija uslijed ispiranja i površinskog otjecanja mogu rezultirati nedostatkom, pa tako povećati potrebu za K-gnojivima. Istraživanja pokazuje da su optimalne količine i metode primjene kalijevog gnojiva važne za kvalitetan uzgoj krumpira (Vukadinović i sur. 2011).



Grafikon 1. Broj objavljenih publikacija o gnojdbi krumpira kalijem u bazi „Web of Science“ uz kategoriju / **Graph 1.** Number of published publications on potassium fertilization of potatoes in the “Web of Science” database by category
Izvor/Source: <https://www.webofscience.com>



Grafikon 2. Prikaz publikacija primjene kalija u gnojdbi krumpira **Graph 2.** Overview of publications on the use of potassium in potato fertilization
Izvor/Source: <https://www.researchrabbitapp.com/home>

Premda broj objavljenih publikacija u području gnojidbe krumpira i njezinom utjecaju na kvalitetu krumpira u svjetskoj bazi „Web of Science“ iznosi svega oko 2000 radova (Grafikon 1.), broj publikacija koji je uže vezan za primjenu kalija u gnojidbi krumpira u posljednjih 10-ak godina povećan (Grafikon 2.). Stoga je osnovno pitanje koje se ovom radu želi istražiti odnosi na važnost kalija za biljke, kao i na posljedice njegovog nedostatka i suviška te optimalne metode primjene K-gnojiva. Prvi cilj rada je istaknuti značaj kalija za krumpir kroz njegovu funkciju u biljci. Drugi cilj je analizirati simptome i učinke nedostatka i suviška kalija na rast i razvoj krumpira. Treći cilj je opisati optimalne metode gnojidbe krumpira kalijem, uzimajući u obzir tip tla i klimatske uvjete. Rad se temelji na analizama postojećih preporuka za gnojidbu kalijem te daje pregled preporučenih količina i formulacija gnojiva.

Svi prikupljeni podaci i informacije bit će interpretirani metodom sinteze kako bi se postigao cjeloviti pregled važnosti kalija u proizvodnji krumpira i omogućilo poboljšanje poljoprivredne prakse u ovom području.

Značaj kalija za biljke

Kalij, esencijalni element za ishranu biljaka, svoju fiziološku ulogu dobio je na značaju tek kasnije, jer nije strukturalna komponenta nijednog spoja unutar živih organizama. Njegova funkcija danas se dijeli na aktivaciju enzima i regulaciju propusnosti živih membrana. Kalij aktivira i modulira rad približno 40 enzima prilagođavanjem mikrookruženja (kao što su pH, ionska koncentracija i temperatura), što je povezano s njegovom malom veličinom atoma, omogućujući konformacijske promjene proteina (Marschner, 2012). Velike koncentracije K^+ u protoplazmi vežu konstitucijsku vodu proteina, izazivajući promjene poznate kao efekt elektrokonformacijskog vezivanja. Povoljna opskrba kalijem poboljšava neto asimilaciju i ubrzava sintezu škroba, saharoze, lipida i proteina, čime se povećava prinos i poboljšava kvaliteta.

Druga bitna funkcija kalija vezana je uz njegovo osmoregulacijsko djelovanje. Kao najvažniji elektrolit živih tkiva, kalij direktno utječe na održavanje turgora i regulaciju rada puči. Oko 90 % usvojene vode u biljkama je tranzitno i gubi se evapotranspiracijom, uglavnom kroz puči koje moraju ostati otvorene veći dio vremena radi asimilacije CO_2 . Zatvaranje puči ograničava gubitak vode, no sam mehanizam otvaranja i zatvaranja puči je složen te uključuje abscizinsku kiselinu (ABA), koja signalizira zatvaranje puči kod nedostatka vode. Suprotan učinak imaju ioni K^+ i malat, čije ulaženje u stanice zapornice omogućava otvaranje puči.

Pored toga, kalij podržava transmembranski pH-gradijent bitan za sintezu ATP-a, prema kemiosmotskoj hipotezi Mitchella, te doprinosi boljoj apsorpciji hranjivih tvari. Mehanizam usvajanja kalija funkcionira optimalno samo uz dovoljne količine vode i kisika u supstratu. Aktivnost enzima ATPaze, koja ovisi o elektrokemijskom gradijentu, stimulirana je prisutnošću kalija, što poboljšava apsorpcije drugih hranjivih tvari putem aktivacije transportnih sustava. Uz to, fosforilacija postaje učinkovitija kod dobrog stanja opskrbljenosti kalijem, što je ključno za bolje iskorištavanje svjetlosne i kemijske energije u procesu fotosinteze.

Natrij, iako može djelomično zamijeniti kalij u nekim funkcijama, nije sposoban aktivirati enzime zbog većeg ionskog promjera. Osim toga, kalij pomaže u smanjenju štetnih učinaka viška dušika u biljci, jer poboljšava njegovu ugradnju u slabo topljive spojeve, čime se sprječava smanjenje kvalitete usjeva. Dobra opskrba biljke kalijem poboljšava njihov vodno-retencijski kapacitet, omogućujući učinkovitije korištenje vode i smanjujući posljedice suše. Na taj način, kalij ne samo da doprinosi zdravlju biljke, već ima i ključnu ulogu u poboljšanju prinosa i kvalitete poljoprivrednih proizvoda (Vukadinović i sur. 2011).

Nedostatak i suvišak kalija

Kalij može činiti i do 5 % suhe tvari u biljkama, što znači da ga biljke zahtijevaju u sličnim količinama kao i dušik (2-5 % u ST), dok pojedine kaliofilne vrste mogu trebati još više (Marschner, 2012.). Smatra se „elementom mladosti” jer mlađe biljke sadrže veće koncentracije kalija. Glavnina kalija usvoji se prije cvjetanja, iako starije lišće zadržava veće količine kalija nego mlađe.

Zbog svoje ključne uloge u metabolizmu, nedostatak kalija negativno utječe na cjelokupni rast i razvoj biljaka, usporavajući njihov rast. Kod nedostatka dolazi do premještanja kalija iz starijeg prema mlađem lišću, gdje se simptomi prvi primijete. Mlađe lišće ostaje manje veličine, a kloroza se rijetko javlja, pa ostaje uobičajeno ili tamnije boje zbog usporenog rasta. Starije lišće kasnije razvija rubnu nekrozu, listovi se uvijaju prema dolje, a novo lišće često postaje manje i valovito. Manjak kalija utječe i na smanjenje turgora, pa biljke izgledaju kao da su uvenule.

Nedostatak kalija najčešći je na lakim, pjeskovitim tlima, te na teškim glinovitim tlima s visokim potencijalom za fiksaciju kalija ili na tlima s viškom kalcija ili magnezija. Biljke ga usvajaju u velikim količinama, pa je njegov manjak česta pojava te je redovita gnojidba važna agrotehnička mjera (Kastori, 1983).

Kalij je ključan za rast biljaka, ali kada je u suvišku, može izazvati niz negativnih efekata, kako na samu biljku, tako i na samu kvalitetu krumpira. Prekomjerna koncentracija kalija utječe na teksturu i promjenu okusa, odnosno smanjuje njegovu prirodnu slatkoću i sočnost. Krumpiri koji rastu u tlu s previše kalija mogu imati mekšu i vodenastu teksturu. To može utjecati na njihovu upotrebljivost za kuhanje, prženje ili pečenje jer mekani gomolji imaju tendenciju raspadanja ili snižavanja kvalitete u procesu kuhanja. Prekomjerni kalij može smanjiti sadržaj drugih važnih minerala u krumpiru, poput magnezija i kalcija, koji su također esencijalni za ljudsko zdravlje. Osim toga, previše kalija može smanjiti sadržaj proteina u gomoljima, čineći ih manje nutritivnima (Öborn i sur., 2008). Prekomjerni kalij može smanjiti otpornost biljaka na bolesti i uzrokovati da krumpiri brže počnu truliti. S obzirom na to da kalij smanjuje prirodnu obranu biljaka, gomolji postaju podložniji gljivičnim i bakterijskim infekcijama, čime se skraćuje njihov rok trajanja i smanjuje kvaliteta pri skladištenju. Visoke koncentracije kalija mogu uzrokovati oštećenja tijekom hladnog skladištenja, poput smeđih mrlja ili drugih nepravilnosti u teksturi gomolja.

Suvišak kalija rijetko se javlja na poljoprivrednim tlima, ali može nastati na zaslanjenim tlima ili kod višekratne primjene gnojiva (Vukadinović i sur., 2011).

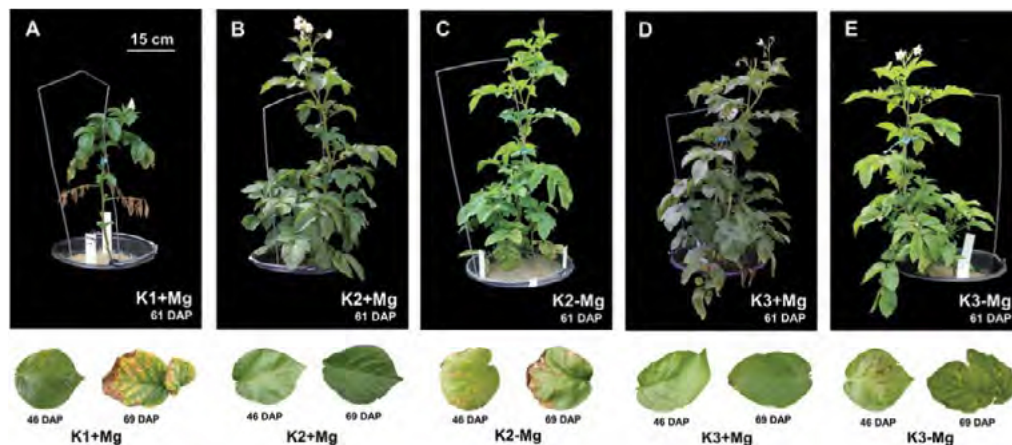
Gnojidba kalija kod krumpira

Za provedbu pravilne gnojidbe i primjene točne doze gnojiva, potrebno je obaviti osnovnu analizu tla i onda na osnovi rezultata analize, primijeniti odgovarajuću dozu gnojiva. S obzirom na visoke potrebe krumpira za kalijem, važno je osigurati dovoljnu razinu ovog elementa u tlu i pravilno provesti osnovnu gnojidbu.

Osnovna gnojidba krumpira zahtijeva osiguravanje dovoljne količine raspoloživog kalija u tlu, minimalno 30 mg K₂O na 100 g tla. Većina proizvođača koristi NPK ili PK gnojiva poput formulacije PK 15:30, u dozi od 500 do 1.000 kg/ha⁻¹ (Gluhić, 2023). Ako se koristi pojedinačno gnojivo kao izvor kalija, najčešće se primjenjuje kalij-sulfat (50 % K₂O), posebno pogodan za neutralna i blago alkalna tla.

Na lakim tlima (npr. pjeskovite ilovače) potrebno je obratiti pažnju na moguće gubitke kalija uslijed ispiranja zbog kiše ili obilnog navodnjavanja. U takvim uvjetima doza primi-

jenjenog kalija u osnovnoj gnojidbi se smanjuje, dok se povećava učestalost tretmana folijarnom gnojidbom. Na kiselim tlima (pH < 6,0) preporučljivo je provesti kalcizaciju kako bi se smanjila kiselost, čime se povećava iskoristivost hraniva, poboljšava kvaliteta gomolja i omogućuje veći i kvalitetniji prinos. Koch i sur. (2018) navode kako je nedostatak K i Mg kod krumpira rezultirao smanjenom neto asimilacijom CO₂ i manjoj proizvodnji biomase u biljkama krumpira. Autori ističu kako je utjecaj nedostatka bio K bio izraženiji na fenotipu biljke, u usporedbi s nedostatkom Mg (Slika 1.), što sugerira da K ima vrlo važnu ulogu u optimizaciji učinkovitosti fotosinteze i rasta biljaka u uvjetima ograničenja hranjivih tvari.



(K1 + Mg = 35 mg K kg⁻¹ + 100 mg Mg kg⁻¹; K2 + Mg = 300 mg K kg⁻¹ + 100 mg Mg kg⁻¹; K2 - Mg = 300 mg K kg⁻¹ + 5 mg Mg kg⁻¹; K3 + Mg = 600 mg K kg⁻¹ + 100 mg Mg kg⁻¹; K3-Mg = 600 mg K kg⁻¹ + 5 mg Mg kg⁻¹) (Koch i sur., 2018)

Slika 1. Fenotipovi biljaka krumpira tijekom tretiranja K i Mg, 61. dan nakon sadnje i krupni planovi nedavno proširenih listova na 46 i 69 dan nakon sadnje

Figure 1. Phenotypes of potato plants during K and Mg treatments, 61 days after planting and close-ups of recently expanded leaves at 46 and 69 days after planting

Za prinos od 35 t/ha⁻¹ ranog krumpira potrebno je dodati 160–260 kg kalija, dok za isti prinos kasnog krumpira ta količina iznosi 200–350 kg kalija. Kako bi se osigurao visok prinos, važno je unositi dovoljne količine hraniva kroz organsko-mineralnu gnojidbu.

U organskoj gnojidbi krumpira najčešće se koristi stajski gnoj, koji se unosi u tlo tijekom jesensko-zimskog oranja u količini od 25–35 t ha⁻¹. Stajski gnoj sadrži sve potrebne makroelemente (N, P, K) te mikroelemente (Cu, Zn, Mn i dr.), a pozitivno djeluje na povećanje humusa u tlu i brže zagrijavanje tla u rano proljeće, što je ključno za razvoj klice gomolja.

Mineralna gnojidba nadopunjuje organsku i osigurava dodavanje osnovnih makroelementa (N, P i K) u odgovarajućem omjeru. Uravnotežen omjer hraniva (N:P) za krumpir je 1:0,9:1,6, a potrebna količina mineralne gnojidbe ovisi o opskrbljenosti tla hranivima, željenom prinosu i namjeni uzgoja. Kod kombinirane gnojidbe, za prinos od 30 t/ha⁻¹, nakon primjene 25 t/ha⁻¹ stajskog gnoja, potrebno je dodati još 60–80 kg/ha⁻¹ dušika, 60–100 kg/ha⁻¹ fosfora i 120–160 kg/ha⁻¹ kalija (Gluhić, 2023).

Prema Sharma i Sud (2001) ravnoteža između N i K je ključna za optimizaciju prinosa krumpira (Tablica 1.) budući da pretjerana primjena dušika može dovesti do smanjenja koncentracije kalija u listovima i gomoljima, osobito u uvjetima suše. To sugerira da iako je dušik neophodan za rast biljaka, njegova prekomjerna upotreba može negativno utjecati na razine kalija, koje su ključne za funkcioniranje biljke. Autori ističu kako je preporučeni omjer dušika i kalija za sortu Kufri iznosio 180 kg N ha⁻¹ u kombinaciji sa 120 kg K ha⁻¹.

Tablica 1. Interakcija različitih doza kalija i dušika kod prinosa gomolja

Table 1. Interaction of different doses of potassium and nitrogen on tuber yield

Doza K		Doza N kg ha ⁻¹		Prosjek
kg K ₂ O ha ⁻¹		100	200	
0	22,5	32,0	34,4	34,4
100	29,6	37,3	38,2	38,2
200	31,3	37,4	40,5	36,4
Prosjek	28,8	35,5	37,7	

Izvor: Sharma i Sud, 2001 / Source: Sharma and Sud, 2001

Krumpir se rijetko prihranjuje te sva potrebna hraniva obično se dodaju tijekom osnovne gnojidbe jer biljka već unutar 50 do 80 dana od sadnje apsorbira gotovo sva potrebna hraniva, ovisno o zrelosti sorte, pa kasnija gnojidba obično nije potrebna.

Utjecaj različitih izvora kalija na krumpir

Kalij je ključan za biljke krumpira jer utječe na razvoj gomolja i sintezu škroba. Provedena su brojna istraživanja o utjecaju različitih izvora kalija (K) na prinos i kvalitetu gomolja krumpira, uključujući kalijev sulfat (K₂SO₄), kalijev klorid (KCl) i kalijev nitrat (KNO₃). Studije pokazuju da su KCl i K₂SO₄ učinkovitiji od KNO₃ u povećanju prinosa, dok K₂SO₄ ima dodatni pozitivan učinak na broj gomolja (Sharma i Sud, 2001).

Istraživanje u Wisconsinu pokazalo je da K₂SO₄ bolje povećava prinos od KCl-a pri umjerenim dozama, ali druga istraživanja ukazuju da KCl može biti podjednako ili čak učinkovitiji (Shi i sur., 2018). Pretpostavlja se da KCl, povećanjem osmotskog potencijala biljke, doprinosi boljem unosu vode i vegetativnom rastu, ali i smanjuje prijenos asimilata u gomolje zbog jače kompeticije između izdanaka i gomolja.

Prema istraživanju u Njemačkoj (Göttingen), Wilmer i sur. (2022) navode da je sadržaj škroba i koncentracija askorbinske kiseline bila smanjena kada je korišten KCl u usporedbi s K₂SO₄. Prema provedenom istraživanju, KCl bi mogao negativno utjecati na kvalitetu krumpira, potencijalno smanjujući njegovu vrijednost kao izvora hrane. Autori ističu kako je krumpir gnojen KCl-om imao više koncentracije reducirajućih šećera nakon 5 mjeseci skladištenja na 6°C, u usporedbi s krumpirom gnojenim K₂SO₄ (Tablica 2.). Ovo je važno jer visoke razine reducirajućih šećera u krumpiru mogu utjecati na okus i boju gomolja, što dovodi do problema s kvalitetom kao što je nepoželjno tamnjenje tijekom kuhanja.

Tablica 2. Prinos gomolja krumpira ($t\ ha^{-1}$) te sadržaj (% svježe mase) i prinos škroba ($t\ ha^{-1}$) ovisno o formulaciji kalijeva gnojiva kultivara Marabel / **Table 2.** Potato tuber yield ($t\ ha^{-1}$) and starch content (% fresh mass) and yield ($t\ ha^{-1}$) depending on the potassium fertilizer formulation of the Marabel cultivar

Godina	Parametar	U vađenju			Nakon 5 mjeseci skladištenja		
		Kontrola	K_2SO_4	KCl	Kontrola	K_2SO_4	KCl
2019.	Prinos gomolja	35,6	42,3	44,5	n.d.	n.d.	n.d.
	Sadržaj škroba	17,1	15,4	14,7	17,1	14,8	13,2
	Prinos škroba	6,1	6,5	6,5	n.d.	n.d.	n.d.
2020.	Prinos gomolja	52,7	55,1	67,8	n.d.	n.d.	n.d.
	Sadržaj škroba	16,2	15,4	14,7	15,7	14,0	13,2
	Prinos škroba	8,5	8,5	10,0	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. – nije determinirano

Na hlapljive spojeve, koji pridonose aromi i okusu krumpira, utjecao je i oblik gnojidbe. Krumpir tretiran s KCl imao je više razine spojeva neugodnog okusa izvedenih iz lipida. To bi moglo rezultirati neugodnim okusima koji krumpir čine manje privlačnim potrošačima.

Na aluvijalnim tlima, K_2SO_4 se pokazao superiornim u povećanju suhe tvari, škroba i askorbinske kiseline u gomoljima u odnosu na KCl. Dok K_2SO_4 potiče brži prijenos fotosintetskih produkata u gomolje, KCl može negativno utjecati na suhi udio zbog prisutnosti kloridnih iona, osobito pri višim dozama. Istraživanja su također pokazala da K_2SO_4 povećava sadržaj škroba, dok KCl poboljšava kvalitetu gomolja za prženje smanjujući enzimsku diskoloraciju i sadržaj fenola.

Alternativni izvori kalija također imaju specifične prednosti. Kalijev silikat ($K_2Si_2O_5$) poboljšava otpornost biljaka na stres i povećava prinos u uvjetima navodnjavanja. Kalijev fosfit (K_3O_3P) štiti gomolje od patogena i oštećenja, dok polihalit ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$) poboljšava izgled kore gomolja, iako učinci ovise o okolišnim uvjetima i sorti (Lobato i sur., 2017).

Izbor izvora kalija značajno utječe na prinos i kvalitetu gomolja te ga treba prilagoditi specifičnim ciljevima proizvodnje i uvjetima uzgoja. Zhang i sur. (2018.) navode da se povećanjem K u gnojidbi, smanjivao sadržaj amiloze u krumpirovom škrobu. Amiloza je ključna komponenta koja utječe na teksturu i svojstva škroba. Autori nadalje ističu kako je uz više kalija, škrob pokazao nižu temperaturu želatinizacije i smanjenu viskoznost razgradnje, a te karakteristike škroba su bitne pri kuhanju, zgušnjavanju i stabilnosti tijekom hlađenja. Optimalna količina gnojidbe kalija za postizanje najboljeg prinosa i svojstava škroba bila je 270 kg/ha, pri čemu su postignuti najveći prinosi gomolja i škroba (Tablica 3.) uz zadržavanje poželjnih fizikalno-kemijskih svojstava škroba. Kang i sur. (2014.) ističu kako je primjena K značajno povećala prinos gomolja, s prosječnim povećanjem od $3,2\ t\ ha^{-1}$.

Tablica 3. Utjecaj K na prinos gomolja i količinu suhe tvari i škroba

Table 3. Effect of K on tuber yield and dry matter and starch content

Kultivar	Količina K ($kg\ ha^{-1}$)	Prinos gomolja ($t\ ha^{-1}$)	Suha tvar ($g\ 100\ g^{-1}$)	Sadržaj škroba u suhoj tvari ($g\ 100\ g^{-1}$)
Zhongshu 5	135	28,4	19,9	70,4
	270	37,0	19,6	74,5
	405	34,4	18,2	75,1
Atlantic	135	24,1	26,3	72,6
	270	30,6	25,8	75,8
	405	28,7	24,1	76,8

Izvor: Zhang i sur., 2018 / Source: Zhang et al., 2018

Allison i sur. (2001) ističu kako krumpir nije posebno osjetljiv na gnojidbu K gnojivom, te da je optimalna količina primjene K rijetko > 170-210 kg K ha⁻¹. Kada se primjenjuje u optimalnoj količini, utjecaj K gnojiva na koncentraciju suhe tvari gomolja nije bio značajan, dok je prekoračenje optimalne doze primijenjenog K uzrokovalo smanjenje koncentracije suhe tvari gomolja, osobito ako je korišten kalijev klorid (KCl).

Zaključak

Krumpir, kao biljka iz porodice *Solanaceae* i važna prehrambena kultura, zahtijeva značajnu količinu kalija za postizanje optimalnog rasta, prinosa i kvalitete gomolja. Potreba za kalijem kod krumpira nadilazi onu kod mnogih drugih kultura, s obzirom na njegovu ulogu u ključnim fiziološkim procesima kao što su sinteza škroba, fotosinteza i regulacija vodnog statusa biljke. Kalij održava turgor i omogućuje transport vode unutar biljke, čime osigurava vitalnost i izdržljivost krumpira, posebno u stresnim uvjetima.

U slučajevima nedostatka kalija, funkcije u biljci su oslabljene. Kalij se premješta iz starijih listova prema mlađim i aktivnijim dijelovima biljke, što dovodi do simptoma poput sporijeg rasta, manjeg i tamnijeg lišća te pojave rubne nekroze na starijem lišću. Nedostatak također smanjuje turgor stanica, što rezultira uvenulim izgledom biljke i slabim prinosom. Problem nedostatka kalija često je izraženiji u pjeskovitim tlima gdje lako dolazi do ispiranja kalija, dok suvišak ovog elementa, iako rjeđi, može nastati na zaslanjenim tlima ili uslijed prekomjerne primjene kalijevih gnojiva. Prekomjerna koncentracija kalija može dovesti do neravnoteže hraniva u tlu i utjecati na dostupnost drugih elemenata poput kalcija i magnezija, što može negativno utjecati na kvalitetu gomolja.

Pravilno planirana gnojidba, temeljena na analizi tla, pomaže u održavanju adekvatnih razina kalija u tlu, što je ključno za postizanje visokih prinosa. Mineralna gnojiva, u kombinaciji s organskim, doprinose ravnoteži hranjivih tvari, a za krumpir se preporučuje odnos NPK hraniva 1:0,9:1,6. Sveukupno, učinkovito upravljanje kalijem doprinosi boljoj otpornosti biljke na stres i poboljšava kvalitetu gomolja, dok pažljivo doziranje i prilagodba doza prema analizi tla osiguravaju održivost proizvodnje i zaštitu okoliša.

Literatura

- Allison, M. F., Fowler, J. H., & Allen, E. J. (2001).** Responses of potato (*Solanum tuberosum*) to potassium fertilizers. *The Journal of Agricultural Science*, 136(4), 407-426.
- Džamić, R., Stevanović, D. (2007).** *Agrohemija*. Beograd: Partenon.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. URL: <https://www.fao.org/home/en/> (15. studenoga 2024. godine) Gnojidba info. <https://gnojidba.info> (13. studenoga 2024. godine)
- Haverkort, A. J., & Struik, P. C. (2015).** Yield levels of potato crops: recent achievements and future prospects. *Field Crops Research*, 182, 76-85.
- Jug, I., Jug, D., Brozović, B., Vukadinović, V., Đurđević, B. (2022).** Osnove tloznanstva i biljne proizvodnje. Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
- Kang, W., Fan, M., Ma, Z., Shi, X., & Zheng, H. (2014).** Luxury absorption of potassium by potato plants. *American Journal of Potato Research*, 91, 573-578.
- Kastori, R. (1983)** Uloga elemenata u ishrani biljaka. Novi Sad: Matica srpska.
- Koch, M., Busse, M., Naumann, M., Jákl, B., Smit, I., Cakmak, I., ... & Pawelzik, E. (2019).** Differential effects of varied potassium and magnesium nutrition on production and partitioning of photoassimilates in potato plants. *Physiologia plantarum*, 166(4), 921-935.
- Li, S., Duan, Y., Guo, T., Zhang, P., He, P., Johnston, A., & Shcherbakov, A. (2015).** Potassium management in potato

production in Northwest region of China. *Field Crops Research*, 174, 48-54.

Lobato, M.C., Daleo, G.R., Andreu, A.B., Olivieri, F.P. (2017). Cell Wall Reinforcement in the Potato Tuber Periderm After Crop Treatment with Potassium Phosphite. *Potato Research*, 61, 19-29.

Marschner, H. (2012) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London: Academic Press

Öborn, I., Andrist, Y., Askegaard, M., Grant, C.A., Watson, C.A., Edwards, A.C. (2008) Critical aspects of potassium management in agricultural systems. *Soil use and management*. 102-112

<https://www.researchrabbitapp.com/home> (pristupljeno 26. studenoga 2024.)

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/analyze-results/0ce185c7-e07a-4ca3-9ba0-eeee0582e456-012c69e9b8> (pristupljeno 26. studenoga 2024.)

Sharma, R.C., Sud, K.C. (2001) *Potassium Management for Yield and Quality of Potato*. Basel: International Potash Institute

Shi, X., Zhang, X., Kang, W., Chen, Y., Fan, M. (2018) Possibility of Recommending Potassium Application Rates Based on a Rapid Detection of the Potato Petiole K Status with a Portable K ion Meter. *American Journal of Potato Research*, 96, 48-54.

Sito, S., Džaja, V., Kušec, V., Ciler, K., Palinić, B., Glogovšek, T. (2015). *Suvremena tehnika u proizvodnji krumpira*. Glasnik zaštite bilja, 40, 5, 70-82.

Torabian, S., Farhangi-Abriž, S., Qin, R., Noulas C., Sathuvalli, V., Charlton, B., Loka, D. (2021) Potassium: A Vital Macronutrient in Potato Production—A Review. *Agronomy*, 11 (3), 543.

Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011). *Ishrana bilja – III. izmijenjeno i dopunjeno izdanje*. Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Wilmer, L., Pawelzik, E., & Naumann, M. (2022). Comparison of the effects of potassium sulphate and potassium chloride fertilisation on quality parameters, including volatile compounds, of potato tubers after harvest and storage. *Frontiers in Plant Science*, 13, 920212.

Zhang, W., Liu, X., Wang, Q., Zhang, H., Li, M., Song, B., & Zhao, Z. (2018). Effects of potassium fertilization on potato starch physicochemical properties. *International journal of biological macromolecules*, 117, 467-472.

Prispjelo/Received: 25.10.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 2.12.2024.

Professional paper

Potassium in potato fertilization

Abstract

Potassium is an essential element for potato (*Solanum tuberosum* L.) production, as it significantly affects starch synthesis, photosynthesis, tuber quality, and yield. Potatoes are a crop with high potassium requirements, necessitating special attention to potassium levels in the soil and regular fertilization. Potassium deficiency manifests as reduced turgor, leaf necrosis, and lower tuber quality, while excess potassium is rarely a concern, except in saline soils. To maintain optimal potassium levels, soil analysis is conducted, and based on the results, a combination of organic and mineral fertilizers is applied. Proper potassium dosing through fertilization ensures high yields and tuber quality, while also minimizing negative environmental impacts. According to research, the optimal amount of K should not exceed 270 kg ha⁻¹, in order to maintain the desired physicochemical properties of starch. The use of K₂SO₄ is preferred over KCl, as KCl can have a negative effect on potato quality during storage.

Key words: potato production, macroelements, tubers, mass, starch